

بررسی منحنی‌های عمق-سطح-تداوم بارش استان اصفهان

ستار چاوشی^۱، مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
محمدرضا یزدانی، کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
عبدالرسول تلوری، دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۰۴/۲۸

دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۲۰

چکیده

روابط عمق-سطح-بارش به‌عنوان ابزاری مهم در مطالعات حوزه‌های آبخیز به‌خصوص در مناطق فاقد آمار و اطلاعات است. این روابط اطلاعات ارزشمندی از بارش متناسب با تداوم و سطح فراگیر آن می‌دهد. به‌عنوان مثال شناخت دقیق توزیع مکانی بارش می‌تواند برای مطالعه دقیق ساز و کار سیلاب بسیار مفید باشد. در تحقیق حاضر، بررسی توزیع مکانی بارش در منطقه استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است. در بین آمار مشاهداتی ایستگاه‌های ثابت، تعداد ۱۶۵۴ رگبار با تداوم‌های کم‌تر از یک ساعت تا ۷۲ ساعت استخراج و مورد مطالعه قرار گرفته است. با توجه به وسعت زیاد منطقه و عدم هم‌گنی سطوح بارش، رگبارهای فراگیر کوتاه‌تر از ۲۴ ساعت در کل منطقه مشاهده نشد. لذا از رگبارهای فراگیر ۲۴ ساعت برای استخراج رگبارهای کوتاه مدت استفاده شد. در نهایت هفت رگبار فراگیر با تداوم ۲۴ ساعت انتخاب و از این بین، سه رگبار شاخص که بیان‌گر حداکثر وقایع ثبت شده است، انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به همبستگی ضعیف بارش با ارتفاع در منطقه، گرادیان بارندگی غیر قابل استناد بوده؛ لذا به‌منظور ترسیم منحنی‌های همباران، از روش‌های زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ، IDW^2 و $TPSS^3$ استفاده شده است. آزمون روش‌های مختلف زمین آمار بیان‌گر دقت روش کریجینگ در غالب تداوم‌های رگبار خواهد بود. از بین روش‌های کریجینگ نیز مدل گوسی و کروی نسبت به سایر مدل‌ها ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: باران‌نگار، کوتاه مدت، توزیع مکانی، زمین آمار، همبستگی

مقدمه

سیلاب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی هم‌واره مورد توجه کارشناسان و محققان آب‌شناسی بوده است. با توجه به رابطه تنگاتنگ بارش با سیلاب، تحقیقات متعددی به‌منظور شناخت ساز و کار و نوع بارش انجام شده است. Kulkarni (۱۹۹۲) در تحقیقی به بررسی یک روش فیزیکی تعمیم یافته برای تخمین PMP بارش در نواحی غیرکوهستانی حوضه رودخانه Godavari در هندوستان پرداخت. در این تحقیق از آمار ۱۳۵ داده مشاهداتی (۱۹۹۵-۱۸۹۱) استفاده کرد. بدین‌منظور، از منحنی‌های عمق-سطح-تداوم بارش ایستگاه‌های موجود استفاده شده است. بدین‌ترتیب که در محل وقوع بارش‌های سنگین، منحنی DAD تجزیه و تحلیل شد و عمق بارش برای دوره‌های متفاوت یک روزه، دو روزه، سه روزه و همچنین سطوح ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلومتر به‌دست آمد. این اطلاعات در مراحل بعد برای تهیه نقشه‌های همباران PMP مورد استفاده قرار گرفت.

در تحقیق دیگری که در کنیا صورت گرفته است، روابط PMP بارش در حوضه Ewa so Ngiro در کنیا به-دست آمد (Metoffice, ۲۰۰۳). این تحقیق در راستای مطالعه سرریزهای سه سد جدید هیدروالکتریکی در این

¹ chsatar@yahoo.com

² Inverse Distance Weighted

³ Thin Plate Smoothing Splines

حوضه بود. این سه سد در حوضه‌های Oldorko, Leshota, Oletukat دارای وسعت به ترتیب ۲۹۰۰، ۵۱۰۰ و ۵۸۰۰ کیلومتر مربع هستند. با استفاده از تجزیه و تحلیل منحنی‌های DAD بارش رگبارهای یک، دو و سه روزه در دوره آماری ۱۹۹۷-۱۹۵۰، نقشه‌های همباران برای هر تداوم به دست آمد. در این روش داده‌های بارش با روش فاصله وزنی معکوس توسعه یافت. در تحقیقی که به وسیله مرکز مطالعات هیدرواقلیم ایالت مریلند آمریکا (۲۰۰۲) صورت گرفته است، به منظور مطالعه تناوب بارش جزیره‌هاوایی، منحنی‌های DAD بارش برای سطوح ۱۰ تا ۴۰۰ مایل مربع به دست آمده است. انتخاب حوضه‌های مورد مطالعه بر اساس معیار وجود تعداد قابل قبول ایستگاه باران سنجی با کمینه ۱۵ سال داده مشاهده‌ای و تا حد ممکن تنوع جغرافیایی و توپوگرافی است. به منظور توسعه منحنی‌های DAD بارش از روش‌های متعارف زمین آماری استفاده شده است.

احمدی (۱۳۷۸)، به بررسی روابط DAD در مناطق شرقی و شمال شرقی استان کرمانشاه شامل حوضه‌های آبخیز قره‌سو، جایشان، گاو رود، گاماسیاب و کرند پرداخته است. وی در این رابطه از داده‌های ۵۴ ایستگاه باران سنجی استفاده کرده است. نتایج نشان می‌دهد که نوع و مسیر حرکت جبهه هوای مرطوب که موجب بارش در این مناطق می‌شود، تأثیر قابل توجهی بر مقدار بارش و نهایتاً منحنی‌های D.A.D دارد. آقارزی و داوودی راد (۱۳۸۹) در تحقیقی به بررسی منحنی‌های عمق - سطح - تداوم بارش استان مرکزی پرداختند. این محققین از پایه زمانی ۳۰ ساله استفاده کردند. زارع ارنانی (۱۳۷۷) به بررسی منحنی‌های عمق - سطح - تداوم بارش در دشت یزد پرداخته است. ایشان در تحقیق خود از پایه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۶۶-۹۵) استفاده و ۱۱ رگبار منتخب را مطالعه و با استفاده از گرادبان بارندگی روابط عمق - سطح - مدت، بارش را در تداوم‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته به دست آورده است. هدف از این پژوهش تهیه منحنی‌های عمق - سطح - مدت بارش استان اصفهان به عنوان ابزار اولیه در سایر تحقیقات مرتبط چون سیلاب است. این روابط می‌تواند برای مطالعات آبخیزداری در مناطق فاقد آمار، ارزیابی معادله‌های تجربی و روش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی بارش مورد استفاده قرار گیرد.

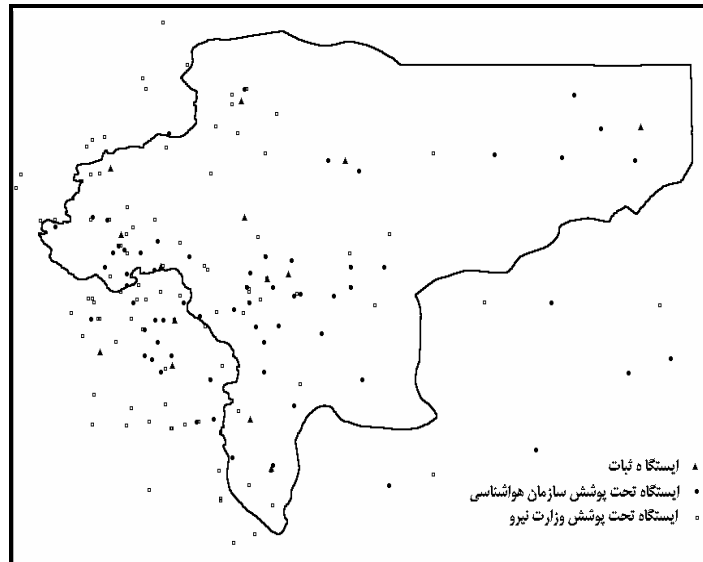
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان اصفهان با وسعت حدوداً ۱۰/۵ میلیون هکتار بین ۳۶° ۴۹' تا ۳۰° ۵۵' طول شرقی و ۴۵° ۳۰' تا ۳۴° ۳۰' عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاعات استان از کم‌تر از ۵۰۰ تا بیش از ۴۰۰۰ متر متغیر است. به‌طور کلی آب و هوای استان اصفهان از غرب به شرق گرم‌تر و خشک‌تر می‌شود. میانگین سالانه دما در ارتفاعات غربی حدود چهار و در نواحی پست شمال‌شرقی حدود ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. بارندگی استان اصفهان تحت تأثیر جریان‌های جوئی است که غالباً از سمت غرب وارد منطقه می‌شود. میانگین بارش سالیانه در استان از ۱۴۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات غربی تا ۶۰ میلی‌متر در نواحی پست شمال‌شرقی متغیر است. میزان تبخیر بین ۱۰۰۰ تا ۳۶۰۰ میلی‌متر در سال تغییر می‌کند که منطبق بر ارتفاعات غربی و نواحی پست شمال‌شرقی استان است. تغییرات شدید بارش و گرما از غرب به شرق استان تنوع آب و هوایی زیادی را باعث شده است، به‌طوری که اقلیم ارتفاعات شمال‌غربی بسیار مرطوب خنک با زمستان‌های بسیار سرد و اقلیم نواحی شمال‌شرقی بسیار خشک، بسیار گرم با زمستان‌های ملایم است. در بین این دو اقلیم هشت اقلیم کاملاً متفاوت دیگر وجود دارد که جمعاً در استان ۱۰ اقلیم از هم قابل تفکیک است.

روش تحقیق

در این مرحله نخست اقدام به جمع‌آوری آمار و اطلاعات بارندگی ایستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه و مناطق مجاور آن شده است. این آمار شامل داده‌های مشاهده‌ای ایستگاه‌های باران‌سنج ثبات و غیرثبات (متعلق به سازمان هواشناسی و وزارت نیرو) است. از مجموع ۲۰۳ ایستگاه مورد مطالعه، تعداد ۶۴ ایستگاه متعلق به سازمان هواشناسی کشور و ۱۳۹ ایستگاه متعلق به وزارت نیرو بوده که در محدوده استان اصفهان و نواحی مجاور استان قرار دارند (شکل ۱). دوره آماری مورد استفاده ۳۲ سال یعنی از سال ۱۳۴۷ تا ۱۳۷۹ است. از بین ایستگاه‌های مورد

مطالعه، تعداد ۱۴ ایستگاه سینوپتیک دارای باران‌نگار ثابت هستند که شش ایستگاه متعلق به وزارت نیرو و هشت ایستگاه متعلق به سازمان هواشناسی کشور است. بررسی ایستگاه‌های هواشناسی نشان می‌دهد که ۶/۲۸ درصد از ایستگاه‌ها در طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ - ۸۰۰ متر، ۱۰/۵ درصد در طبقه ارتفاعی ۱۵۰۰ - ۱۰۰۰ متر، ۳۸/۷۴ درصد در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰ - ۱۵۰۰ و ۴۴/۵ درصد در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر قرار دارند. در منطقه غرب استان تراکم ایستگاه‌ها بیش‌تر از تراکم ایستگاه‌ها در منطقه مرکزی و شرق و شمال است. همچنین به دلیل وسعت زیاد منطقه، توپوگرافی شدید، اقلیم متنوع و جبهه‌های هوای مؤثر بر منطقه، انتخاب رگبارهای فراگیر با تداوم کوتاه در منطقه مورد مطالعه امکان‌پذیر نیست.



شکل ۱- موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان اصفهان و مناطق مجاور

از رگبارهای ثابت شده در حدود ۲۱ درصد دارای تداوم یک‌ساعته، ۸/۵ درصد دارای تداوم دوساعته، ۱۶ درصد با تداوم سه‌ساعته، ۲۴ درصد با تداوم شش‌ساعته، ۱۰ درصد با تداوم نه‌ساعته، ۵/۸ درصد با تداوم ۱۲‌ساعته، ۱۰ درصد با تداوم ۱۸‌ساعته و ۴/۳ درصد با تداوم ۲۴‌ساعت است. از بین آمار مشاهده‌ای ایستگاه‌های ثابت، تعداد ۱۶۵۴ رگبار با تداوم‌های کمتر از یک ساعت تا ۷۲ ساعت استخراج و مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس بارش‌های منفرد با توجه به پایه زمانی آن‌ها استخراج و با توجه به تداوم‌های مختلف در گروه بارش‌های یک، سه، شش، نه، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۶ و ۴۸‌ساعته دسته‌بندی شد. همچنین در ادامه بارش‌های شاخص در هر گروه انتخاب شد. رگبارهای بارش شاخص شامل بارشی است که فراگیر بوده، مقدار آن بیشینه باشد. سپس منحنی تجمعی رگبارهای ثبت شده در ایستگاه‌های باران سنج ثابت ترسیم و مقادیر بارندگی کوتاه مدت یک، سه و ... (ساعته) برای رگبارهای انتخابی استخراج شد.

برای ترسیم منحنی تجمعی رگبارهای انتخابی در ایستگاه‌های فاقد باران‌سنج ثابت، با توجه به پراکنش و نزدیکی و احتمالاً همبستگی مقادیر بارندگی روزانه، از منحنی تجمعی ایستگاه‌های ثابت استفاده شده است. در مرحله بعد، اقدام به ترسیم خطوط هم‌باران رگبارهای منتخب در منطقه شد. بدین منظور، از بررسی رابطه همبستگی بارش و ارتفاع و مسیر حرکت توده‌های باران ساز استفاده شده است. با توجه به رابطه ضعیف بارش با ارتفاع، از روش‌های میان‌یابی به‌منظور تهیه نقشه‌های هم‌بارش استفاده شد. روش‌های زمین آمار شامل کریجینگ، کوکریجینگ، اسپلاین و میانگین متحرک وزنی براساس میزان خطا مورد ارزیابی قرار گرفت و مناسب‌ترین روش در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به‌منظور تهیه نقشه‌های هم‌باران به‌کار گرفته شد. در تحقیق حاضر، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ برای تعیین سطوح هم‌باران هر رگبار استفاده شده است. برای رقومی کردن نقشه‌های توپوگرافی، از دقت ۵۰۰ متر برای هر پیکسل استفاده شد.

با ترسیم خطوط هم‌باران در رگبارهای منتخب در منطقه، مساحت بین خطوط هم‌باران و مقدار بارش متوسط بین دو خط هم‌باران در هر رگبار محاسبه شد. به‌لحاظ تکرار یک رگبار خاص، مساحت‌های آن‌ها با هم جمع و به‌طور یک جا در نظر گرفته شد. در هر رگبار، مقادیر تجمعی و مساحت و به ازای آن مقادیر حداکثر بارش در آن سطح به‌خصوص محاسبه و سپس حجم بارش خالص از حاصل ضرب مقدار مساحت کل در متوسط بارش هم‌باران حاصل شد. با توجه به مقادیر حجم بارش خالص، حجم بارش افزایشی محاسبه و در نهایت برای تعیین متوسط بارش حداکثر، حجم بارش افزایشی بر مساحت تجمعی تقسیم شد.

برای محاسبه حجم بارش خالص لازم است مقدار مساحت کل را در متوسط بارش هم‌باران ضرب نمود. در صورتی که تعداد رگبارهای منتخب بیش‌تر از یک رگبار باشد، در مساحت‌های مساوی، مقادیر حداکثر بارش در بین رگبارها به‌منظور ترسیم منحنی DAD مورد استفاده قرار می‌گیرد. با انتخاب مقادیر حداکثر بارش در هر مساحت از منطقه، منحنی DAD بر اساس مساحت و بارش تجمعی در پایه زمان‌های مختلف ترسیم می‌شود. بر اساس منحنی‌های استخراج شده، روابط عمق باران و سطح فراگیر آن و یا تغییرات مقدار عمق و بارش بازای تغییرات سطح فراگیر برای پایه‌های زمانی مختلف بررسی و ارائه می‌شود.

روش‌های زمین‌آماری: امروزه چندین روش درون‌یابی مکانی با درجه‌های متفاوت پیچیدگی وجود دارد که برخی از آن‌ها بسیار ساده است و در عین حال کاربرد محدودی دارند، در حالی که برخی روش‌های دیگر با پیچیدگی زیاد نیازمند حجم عظیمی از داده و نقاط مشاهده‌ای بوده تا از دقت معقولی برخوردار شوند. در این تحقیق از روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ با متغیر کمکی ارتفاع (حسنی پاک، ۱۳۷۷)، TPSS و IDW استفاده شد.

انتخاب روش مناسب زمین‌آماری: به‌منظور تعیین خطای مدل‌های زمین‌آماری مورد استفاده و مقایسه آن‌ها به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین روش، از آزمون Cross Validation و روابط زیر استفاده شده است. مناسب‌ترین روش دارای کم‌ترین MAE و MBE است.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z^*(X_i) - Z(X_i)| \quad (1)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z^*(X_i) - Z(X_i)) \quad (2)$$

که در آن‌ها، $Z^*(X_i)$ مقدار برآورد شده متغیر X_i ، $Z(X_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر X_i ، n تعداد متغیر مشاهده شده، MAE : میانگین مطلق خطا (دقت) و MBE میانگین خطای انحراف (انحراف) است.

نتایج و بحث

برای هر یک از سه رگبار منتخب و در هر تداوم مورد نظر (یک، دو، سه، شش، نه، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت)، گرادیان بارندگی به‌دست آمد. با توجه به‌وسعت زیاد منطقه، تنوع اقلیمی و توپوگرافی زیاد، گرادیان بارندگی نتایج قابل قبولی ارائه نداده است، به‌طوری‌که ضریب همبستگی بارش با ارتفاع غالباً کم‌تر از ۰/۲۲ است. با توجه به پایین بودن ضریب همبستگی ارتفاع با بارش، از سایر روش‌های میان‌یابی نظیر روش‌های متداول در علوم زمین آمار استفاده شد. این روش‌ها (شامل کریجینگ، کوکریجینگ، TPSS و IDW) با استفاده از نرم‌افزارهای VarioWin Ver. 2.2 و GS+ Ver. 5 مورد آزمون قرار گرفت و میزان خطای آن‌ها با یک‌دیگر مقایسه شد (جدول ۱).

تهیه منحنی‌های هم‌باران: پس از تعیین مناسب‌ترین روش میان‌یابی در هر تداوم مورد مطالعه، اقدام به ترسیم منحنی‌های هم‌باران منطقه مورد مطالعه شده است که نمونه‌ای از آن در شکل ۲ آمده است. به‌منظور تحلیل محاسبات مربوط به سطح و عمق بارندگی بایستی مدلی بر اساس داده‌ها به دست آید. بدین منظور، برای تعیین مدل مناسب، روابط سطح و عمق بارندگی با روش‌های مختلف رگرسیونی، خطی، لگاریتمی Growth و ... برآزش داده شدند.

جدول ۱- تعیین روش مناسب میان‌یابی با استفاده از مقایسه خطای مدل (MAE)

تداوم (ساعت)	رگبار ۱		رگبار ۲		رگبار ۳	
	روش منتخب	(MAE)	روش منتخب	میزان خطا (MAE)	روش منتخب	میزان خطا (MAE)
۱	TPSS	۱/۳۸	کریجینگ	۲/۳۳	کریجینگ	۱/۸۳
۲	TPSS	۲/۴۳	کریجینگ	۳/۹	کریجینگ	۲/۸۶
۳	TPSS	۲/۹۴	کریجینگ	۴/۴۵	کریجینگ	۳/۷
۶	TPSS	۲/۷	کریجینگ	۵/۷۴	کریجینگ	۶/۴۸
۹	TPSS	۳/۱۹	کریجینگ	۶/۸۵	کریجینگ	۸/۳۶
۱۲	TPSS	۳/۶۱	کریجینگ	۷/۴۶	TPSS	۹/۸۸
۱۸	TPSS	۵/۷۷	کریجینگ	۹/۱۱	کریجینگ	۱۱/۶۸
۲۴	TPSS	۷/۲	کریجینگ	۹/۳۵	کریجینگ	۱۳/۴۴

با بررسی مدل‌های مذکور، مدل Growth به‌عنوان مدل مناسب انتخاب شد (جدول ۲). در بیشتر موارد ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹ است. ساختار مدل مذکور به این صورت خواهد بود:

$$Y = e^{[b0+(b1*t)]} \quad (۳)$$

$$P = e^{[b0+(b1*A)]} \quad (۴)$$

که در آن‌ها، P ارتفاع به میلی‌متر، A مساحت به کیلومتر مربع و $b0$ و $b1$ ضرایب معادله هستند.

جدول ۲- مدل‌های منتخب در هر تداوم

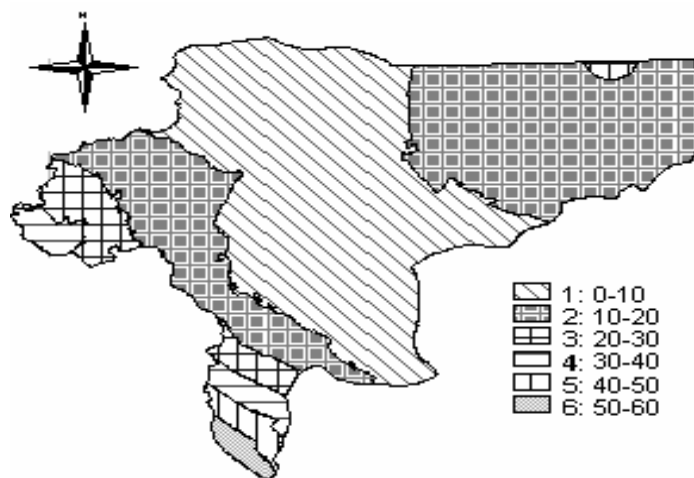
مدل	تداوم (ساعت)
$P = e^{[2.5384+(0.00001*A)]}$	۱
$P = e^{[2.969+(0.00001*A)]}$	۲
$P = e^{[3.1647+(0.00001*A)]}$	۳
$P = e^{[3.4991+(0.00001*A)]}$	۶
$P = e^{[3.6253+(0.00001*A)]}$	۹
$P = e^{[3.7394+(0.00001*A)]}$	۱۲
$P = e^{[3.9909+(0.00001*A)]}$	۱۸
$P = e^{[4.0593+(0.00001*A)]}$	۲۴

بر اساس مدل‌های نهایی در تداوم‌های مختلف، مقادیر عمق-سطح محاسبه شد. با انتخاب مقادیر حداکثر بارش در هر مساحت از منطقه در رگبارهای منتخب، منحنی DAD بر اساس مساحت و بارش تجمعی در پایه زمان‌های مختلف ترسیم شد. به‌طوری‌که مساحت تجمعی برحسب کیلومتر مربع در محور X و مقدار بارش حداکثر تجمعی برحسب میلی‌متر در محور Y ترسیم شده است (شکل ۳).

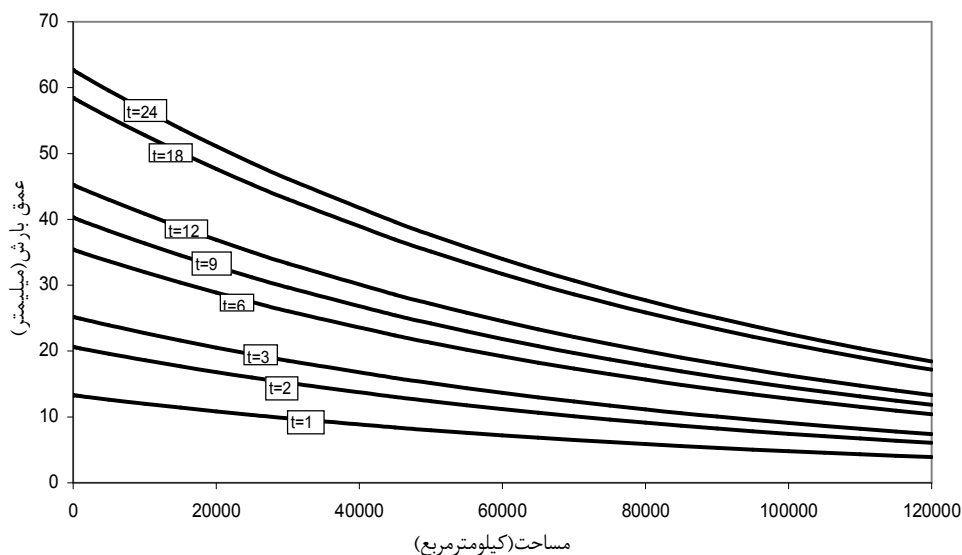
نتایج حاصل از تحقیق شامل نتایج حاصله از بررسی آمار مشاهده‌ای، بررسی روش‌های زمین آماری و بررسی منحنی‌های DAD به‌دست آمده است. با توجه به‌وسعت زیاد منطقه، توپوگرافی متنوع و متعاقباً اقلیم مختلف حاکم بر منطقه، گرادیان بارندگی ضعیف و غیر قابل استناد است. از میان روش‌های انتخاب شده برای میان‌یابی، روش IDW دارای خطای زیادی بوده و نتایج قابل قبولی ارائه نداده است. در مقابل، روش کریجینگ با کم‌ترین خطا، مناسب‌ترین

روش از بین روش‌های زمین آماری مورد آزمون است. واریوگرام‌های تجربی در روش کریجینگ عمدتاً از مدل‌های گوسی و کروی تبعیت می‌کند و دامنه مؤثر واریوگرام کم‌تر از ۲۰۰ کیلومتر است.

ساختار و فضای تعریف شده در تهیه تداوم‌های مورد بررسی (مقدار متغیر تصادفی بخش بر آستانه) عمدتاً مناسب بوده است. مقدار سقف^۱ و اثر قطعه‌ای^۲ با توجه به نوع رگبار هر تداوم انتخابی متغیر است. روش کوکریجینگ با متغیر کمکی ارتفاع، دارای خطای زیادی است به طوری که نتایج آن غیر قابل استناد است. روش TPSS در رگبار سوم نتایج بهتری نسبت به سایر روش‌ها نشان داد. در این روش مدل توان ۲، دارای کم‌ترین خطا است. با افزایش توان، مقدار خطا (MAE) نیز افزایش می‌یابد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که روش کریجینگ در رگبارهای اول و دوم و روش TPSS در رگبار سوم نتایج بهتری ارائه داد و در کلیه روش‌های فوق با افزایش تداوم مقدار خطا MAE افزایش می‌یابد. برازش مدل‌های مختلف برای تعیین رابطه مناسب بین سطح و عمق بارندگی نشان داد که مدل Growth دارای کارایی بهتری است.



شکل ۲- نقشه همپارن رگبار فراگیر ۲۴ ساعته (۱۳۷۴/۱۰/۱۵)



شکل ۳- منحنی‌های عمق - سطح - تداوم بارش در استان اصفهان

¹ Sill

² Nugget effect

پیشنهادها

با توجه به وسعت زیاد منطقه و پراکنش ناهم‌گن ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود که نخست منطقه به چند ناحیه هم‌گن تقسیم و برای هر ناحیه اقدام به تهیه منحنی‌های DAD شود. بدین - منظور با عنایت به شباهت توپوگرافی و اقلیمی منطقه غرب استان (حوزه آبخیز سد زاینده‌رود) با حوزه آبخیز کارون شمالی واقع در استان چهارمحال و بختیاری پیشنهاد می‌شود که این دو حوزه به‌عنوان یک منطقه مجزا شود. منطقه شرق و شمالی استان که از توپوگرافی بسیار ملایمی تبعیت می‌کند و پراکنش ایستگاه‌های باران‌سنجی در آن اندک است نیز به‌عنوان یک ناحیه هم‌گن در نظر گرفته شود. مناطق مرکزی و جنوب استان نیز به‌عنوان مناطق هم‌گن سوم و چهارم در نظر گرفته، رابطه DAD برای این مناطق بررسی شود. همچنین با توجه به این‌که رابطه بین بارش و ارتفاع در بسیاری از منابع علمی تأیید شده است ولی در این پژوهش به‌واسطه وسعت زیاد منطقه، این رابطه ضعیف بود، لذا پیشنهاد می‌شود گرادیان بارندگی در هر منطقه هم‌گن به‌طور جداگانه بررسی و در صورت نیاز این مناطق نیز مجدداً به چند ناحیه کوچک‌تر هم‌گن تقسیم شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود با احداث ایستگاه‌های هواشناسی جدید در مناطق فاقد ایستگاه، به‌طوری که تراکم شبکه ایستگاه در هر منطقه از استاندارد جهانی تبعیت کند، نسبت به تکمیل شبکه باران‌سنجی منطقه اقدام شود.

منابع مورد استفاده

۱. آقاراضی، ح و ع. ا. داوودی راد. ۱۳۸۳. ترسیم منحنی عمق - مساحت و تداوم بارش در استان مرکزی. مجموعه خلاصه مقالات کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کرمان، صفحه ۱۵۰.
۲. احمدی، م. ۱۳۷۸. تهیه منحنی‌های عمق - سطح - تداوم بارش استان کرمانشاه. گزارش نهایی طرح خاتمه یافته، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
۳. حسنی پاک، ع. ا. ۱۳۷۷. زمین آمار. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ ص.
۴. زارع ارنازی، م. ۱۳۷۷. تحلیل روابط عمق - سطح - تداوم بارش در استان یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۰ ص.
۵. وزارت نیرو. ۱۳۷۲. استخراج رگبار باران‌سنج‌های ثبات. انتشارات امور مطالعات سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، جلد اول، ۱۶۵ ص.
۶. وزارت نیرو. ۱۳۷۸. استخراج رگبار باران‌سنج‌های ثبات. انتشارات امور مطالعات سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، جلد دوم، ۶۲۶ ص.
۷. وزارت نیرو. ۱۳۷۹. استخراج رگبار باران‌سنج‌های ثبات. انتشارات امور مطالعات سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، جلد سوم، ۹۶ ص.
8. Kulkarni. B.D. 1992. Generalized physical approach of estimating areal probable maximum precipitation (PMP) for plain region of the Godavari River Basin (INDIA). Journal of Spatial Hydrology, 2(2): 1-16.
9. Metoffice. 2003. Estimation of probable maximum precipitation for dam design in Kenya. Met office publications, Berkshire, UK.
10. Office of Hydrologic Development. 2002. Hawaii precipitation frequency study. Technical paper, No. 43, fifth progress Report, Hydrometeorological Design studies center, Hydrology Labrabry, Silver Spring, Maryland.

Study of Depth–Area–Duration curves of rainfall in Isfahan province

Sattar Chavoshi¹, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Mohammad Reza Yazdani, MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran

Abdorasoul Telvari, Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 10 March 2009

Accepted: 18 July 2009

Abstract

Flood risk estimation is one of the most important subjects for Hydrologists. The main objective of flood risk estimation is study on past events in order to determine the following flood risk. There are various methods for flood risk estimation. Rainfall-runoff and empirical equations are the most recently used methods. In these methods, rainfall is the main parameter influencing flood mechanism. In this research, spatial distribution of rainfall pattern in Esfahan province is studied. Esfahan province with 10.5 million ha area is located in central part of Iran with different topography, climate and ecological condition. A number of 203 rainguages, located in the study area and nearby, were studied. Recorded data of 32 years, from 1968-2000 and a total number of 1654 storm events with less than 1 hour to 72 hours duration were investigated and three index events, i.e. widespread and maximum events, were used. The common methods of geostatistics like kriging, Co-kriging, IDW and TPSS were applied to interpolate the recorded points to non-observed ones. Results showed a low correlation between rainfall and elevation in the study area. Among the studied interpolation methods, kriging showed the best results, from which the Gussian and Spherical models best fitted to the observed points. In order to gain best results, it is recommended to add the number of rainfall gauge sites according to the World Meteorological Organization (WMO) standards. Also, grouping the study area into homogeneous regions and studying DAD in each homogeneous region is advised.

Key words: Correlation, Geostatistics, Recorded raingauge, Short duration, Spatial pattern

¹ chsatar@yahoo.com