مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۳، شماره ۱، سال ۱۳۸۱ (۵۶-۴۹)

تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش در دشت یزد – اردکان

محمد زارع ارنانی[۱] و سعید اسلامیان[۲]
۱، عضو هیات علمی مرکز آموزش عالی ملاصدرا یزد، ۲، استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۳/۳۰

خلاصه

در بسیاری از مسائل و طرح‌های منابع آب چگونگی توزیع بارندگی در رابطه با سطح و مدت بارش مطرح می‌باشد. در این راستا با بهره‌گیری از تجارب و بررسی‌های انجام شده در نقاط مختلف دنیا در زمینه تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش، اقدام به تهیه روابط مذکور برای منطقه خشک یزد – اردکان گردیده است. به این منظور، داده‌های بارش روزانه شبکه ایستگاه‌های باران سنجی موجود در قلمرو جغرافیایی طرح و مناطق مجاور، در طول دوره آماری آنها جمع‌آوری شده است. با تعیین پایه زمانی مشترک (دوره ۳۰ ساله ۱۹۹۵ – ۱۹٦٦)، رگبارهای مناسب جهت تحلیل استخراج گردیده است. با در نظر گرفتن مرحله کاهش تعداد رگبارهایی که جهت تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش مورد نیاز می باشد، پس از چندین مرحله کاهش تعداد رگبارها، سرانجام ۱۱ رگبار جهت تحلیل، گزینش شده است. در مرحله بعد با ترسیم منحنی‌های مجموع بارش در ایستگاه‌های باران سنجی ثبات و تهیه نقشه‌های خطوط همباران برای هر یک از ۱۱ رگبار انتخاب شده مرحله نهایی، روابط عمق – سطح محاسبه شده است. با ادغام این روابط، منحنی‌های عمق- سطح – تداوم بارش برای دوره‌های ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعته ترسیم شده است.

واژه‌های کلیدی: روابط عمق- سطح – تداوم بارش، روابط عمق – سطح، روابط عمق – مدت، پراکنش زمان بارش، پراکنش مکانی بارش، هیدرولوژی مناطق خشک، دشت یزد – اردکان.

مقدمه

مدیریت منابع آب و بهره‌برداری موثر و کارا از این منابع، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور را می‌توان به عنوان یکی از کلیدی‌ترین مسائل در مسیر توسعه پایدار به شمار آورد. استفاده از داده‌های تحلیلی مبتنی بر اطلاعات آماری بارش و روابط کمی حاصل از آنها، امکان ارزیابی بارش را فراهم نموده و دانش لازم به منظور مدیریت منابع آب این مناطق را برای آب شناسان و دیگر محققان بوجود می‌آورد.

روابط بین عمق و سطح بارش معمولاً به صورت دسته‌ای از منحنی‌ها که هر کدام نشان دهنده تداوم مختلف زمانی بارش است، نشان داده می‌شود. با استفاده از این منحنی‌ها، یک عامل کاهش برای سطح مشخص تعیین و برای مقدار بارش نقطه‌ای مرتبط با فراوانی طرح مورد نظر به کار می‌رود. دستاورد عمق متوسط بارش، ممکن است بعداً به عنوان ورودی مدل‌های گوناگون یا روابط محاسبه رواناب مورد استفاده قرار گیرد (۷).

روابط عمق – سطح در چهار دهه گذشته در دسترس آب شناسان، طراحان و برنامه‌ریزان منابع آب بوده است. این روابط در طراحی منابع آب مهم بوده و هنوز نیز استفاده می‌شود. اهمیت این روابط به خصوص در سال‌های اخیر، بیشتر شده است. علت آن نیز تاکید بیشتر بر روی برنامه‌ریزی غیر نقطه‌ای مدیریت رواناب مناطق شهری و غیر شهری می‌باشد.

مطالعات ویژه روابط عمق – سطح در ایالات متحده برای مناطقی در آریزونا (۱۳)، فلوریدا (۹)، ایلینویز(۸)، اوکلاهما (۱۲)، کلرادو (۱۰)، مونتانا (۱۴)، ایندیانا (۱۶)، شیکاگو (۱۱) و جنوب ایالات متحده انجام شده است.

همچنین روابط عمق – سطح - مدت[۱] بر اساس ۱۰۰۰ رگبار پیشنهاد شده برای اغلب مناطق چین مورد تحلیل قرار

مکاتبه کننده: محمد زارع ارنانی

۱. Depth – Area - Duration

گرفته و امکان بسط رگبارهای طرح را بر اساس تحلیل داده‌های مناسب میسر می‌سازد (۱۸ ، ۱۹). روابط مذکور برای برخی از مناطق هند (۶، ۱۵ ، ۱۷) نیز ترسیم شده است. در ایران نیز این روابط در حوزه‌های رودخانه مارون، الله، جراحی (۲، ۳ ، ۵)، حوزه آبخیز طالقان (۱) و منطقه تهران(۴) مورد تحلیل قرار گرفته است.

با توجه به بررسی‌های محدود صورت گرفته در زمینه روابط عمق – سطح – تداوم بارش و همچنین به علت تنوع فرآیند بارش در کشور، ضرورت بررسی منطقه‌ای این روابط بیش از پیش مشهود می‌باشد.

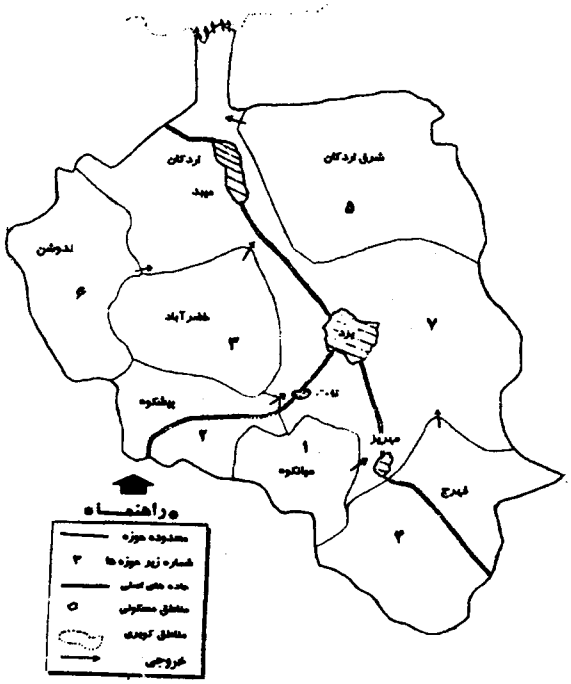
از آنجائیکه بارش در سراسر دنیا در نقاط خاص (ایستگاه‌های باران سنجی) اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین جهت برآورد مقادیر بارش منطقه‌ای نیاز به درون‌یابی و انتگراسیون بر روی سطح مورد نظر می‌باشد (۲۰). این عمل تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش نامیده می‌شود. هدف اصلی از بررسی روابط بین عمق بارش، سطح حوزه و مدت بارش دستیابی به مقادیر حداکثر بارش در تداوم‌های زمانی گوناگون و مساحت‌های مختلف است. از این رو، برای رسیدن به این هدف درتحلیل‌داده‌های بارش، سه عامل مهم – یعنی قسمتی از سطح کل حوزه، مدت بارش و حداکثر عمق بارش-را در نظر می‌گیرند.

مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دشت یزد – اردکان با مساحتی حدود ۱۱۷۴۰ کیلومتر مربع نزدیک به ۲۰ درصد از مساحت استان یزد را به خود اختصاص داده است. دشت یزد – اردکان در محدوده طول شرقی ´۲۴/۷ ° ۵۳ تا ´۵۶/۷ °۵۴ و عرض شمالی ´۱۳/۵ °۳۱ تا ´۳۶/۱ ° ۳۲ واقع شده است. موقعیت زیر حوزه‌های این دشت در شکل ۱ نشان داده شده است.

بلندترین نقطه حوزه، قله شیرکوه با ارتفاع ۴۰۷۵ متر و پست‌ترین محل، کویر سیاه کوه با ارتفاع ۹۷۰ متر می‌باشد. میانگین ارتفاع منطقه نیز حدود ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است.

بر اساس داده‌های بارش ایستگاه سینوپتیک فرودگاه یزد در دوره آماری ۴۴ ساله (۱۹۹۶ – ۱۹۵۳)، میانگین بارش سالانه یزد حدود ۶۲ میلی‌متر می‌باشد که ۵۵٪ آن در زمستان ریزش می‌نماید. انحراف معیار بارندگی سالانه این ایستگاه ۲۷/۹ میلیمتر و ضریب تغییرات آن ۴۵٪ می‌باشد که حکایت از پراکنش غیر یکنواخت ریزش سالانه و تغییرات زمانی شدید آن در این منطقه دارد.



شکل ۱- محدوده دشت یزد – اردکان و زیر حوزه‌های آن

مواد و روشها

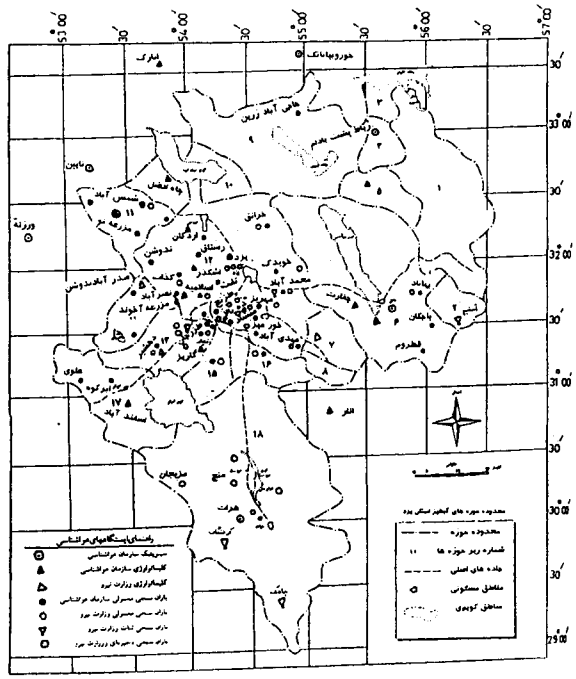
تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش در حوزه آبخیز دشت یزد – اردکان با انجام مراحل زیر صورت گرفته است:

۱) جمع آوری اطلاعات و داده‌ها

داده‌های بارش مورد نیاز جهت این مطالعه، از شبکه‌ای مرکب از ایستگاه‌های هواشناسی داخل استان یزد متعلق به سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو تهیه گردیده است. ساختار شبکه ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان در جدول ۱ مشخص شده است. شکل ۲ نیز موقعیت برخی از ایستگاه‌های هواشناسی استان را نشان می‌دهد.

جهت تحلیل رگبار، ترسیم نقشه خطوط همبارش مورد نیاز است. نقشه پایه ترسیمی برای دشت یزد – اردکان به مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰ با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی به همین مقیاس تهیه شده است.

داده‌های بارش مورد نیاز جهت تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم به صورت روزانه و ساعتی می‌باشد. بیشتر اطلاعات در دسترس مربوط به شبکه ایستگاه‌های سازمان هواشناسی و وزارت نیرو به صورت مشاهدات روزانه می‌باشد.



شکل ۲- موقعیت برخی از ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده حوزه‌های آبخیز استان یزد

با توجه به قابلیت دسترسی به داده‌های بارش شبکه ایستگاه‌های سازمان هواشناسی، دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۵-۱۹۶۶) به عنوان پایه زمانی مشترک جهت این تحقیق انتخاب و اقدام به کنترل کیفیت، صحت و همگنی آمار مذکور گردیده است.

جدول ۱- ساختار شبکه ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان یزد

ردیف	نوع ایستگاه	تعداد ایستگاه‌ها	
		وزارت نیرو	سازمان هواشناسی
۱	سینوپتیک	ـــــ	۴
۲	کلیماتولوژی	ـــــ	۱۲
۳	باران سنجی معمولی	۲۱	۶۹
۴	تبخیر سنجی	۱۱	ـــــ
۵	باران سنجی ثبات	۱۰	ـــــ
۶	باران سنجی ذخیره‌ای	۱۰	ـــــ
	جمع	۵۲	۸۵

۲-انتخاب رگبارها در پایه زمانی مشترک (تشکیل جامعه آماری)

با توجه به پراکنش مناسب و همچنین دوره آماری طولانی‌تر ایستگاه‌های سازمان هواشناسی نسبت به ایستگاه‌های وزارت نیرو در این منطقه، انتخاب رگبارها در چند مرحله و بر اساس داده‌های بارش شبکه ایستگاه‌های متعلق به سازمان هواشناسی صورت گرفته است.

در مرحله اول، داده‌های بارش تمامی رگبارهای شبکه ایستگاه‌های سازمان هواشناسی استخراج گردید. در مرحله بعد انتخاب داده‌های رگبار به روش رگبار سالانه (بزرگترین مقدار در هر سال) و روش سریهای تداوم جزئی (عمق بارش تمام رگبارهای بیشتر از آستانه مشخص) صورت گرفت. چون روش تداوم جزئی اطلاعات اضافی برای بسیاری از رگبارهای بزرگ را فراهم نمی‌سازد، بنابراین از روش رگبار سالانه جهت انتخاب رگبارهای مطلوب استفاده شده است. به این منظور، مقادیر بارش حداکثر در تداوم‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته در هر سال از این دوره آماری ۳۰ ساله و در تمامی ایستگاه‌های باران سنجی متعلق به سازمان هواشناسی و وزارت نیرو موجود در منطقه انتخاب گردیده است.

۳- گزینش رگبارهای مطلوب (نمونه‌گیری از جامعه آماری)

رگبارهایی جهت تحلیل باید انتخاب شوند که دارای سه ویژگی حداکثر مقدار، تداوم و فراگیری باشند. با در نظر گرفتن موارد فوق و همچنین دخالت دادن سایر عوامل هواشناسی، تعداد رگبارها در مرحله سوم به ۲۷ و در مرحله آخر به ۱۱ رگبار کاهش یافت. جدول ۲ مشخصات ۱۱ رگبار انتخاب شده نهایی جهت بررسی روابط عمق – سطح – تداوم بارش را نشان می‌دهد.

۴- تعیین روابط تغییرات بارش رگبار بر حسب ارتفاع

در این مرحله، رابطه بین مقادیر بارش رگبار و ارتفاع ایستگاه ثبت کننده بارش (گرادیان بارندگی) برای هر یک از ۱۱ رگبار انتخاب شده مرحله نهایی، تعیین شده است. جدول ۳ مشخصات روابط به دست آمده بین بارش و ارتفاع ایستگاه‌ها (گرادیان بارندگی) را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مشخصات رگبارهای انتخابی جهت تحلیل عمق – سطح – تداوم بارش

ردیف	تاریخ وقوع بارش رگبار		تداوم(ساعت)	مشخصات مرکز بارش رگبار	
	خورشیدی	میلادی		محل	مقدار بارش (میلیمتر)
۱	۱۴ بهمن ۶۶	۳ فوریه ۸۸	۲۴	نصرآباد	۵۰
۲	۱۶ بهمن ۶۸	۵ فوریه ۹۰	۲۴	ده بالا	۴۲
۳	۱ فروردین ۷۴	۲۱ مارس ۹۵	۲۴	خود سفلی	۲۴
۴	۱۷-۱۶ بهمن ۶۸	۶-۵ فوریه ۹۰	۴۸	ده بالا	۵۰/۵
۵	۲۴-۲۳ آذر ۷۰	۱۵-۱۴ دسامبر ۹۱	۴۸	ده بالا	۱۳۴/۵
۶	۲-۱ فروردین ۷۴	۲۲-۲۱ مارس ۹۵	۴۸	منشاد	۴۹
۷	۱۱-۹ آذر ۶۵	۳۰ نوامبر تا ۲ دسامبر ۸۶	۷۲	نیر	۹۸
۸	۱۷-۱۵ بهمن ۶۸	۶-۴ فوریه ۹۰	۷۲	ده بالا	۵۰/۵
۹	۲۴-۲۲ آذر ۷۰	۱۵-۱۳ دسامبر ۹۱	۷۲	ده بالا	۱۴۶
۱۰	۱۲-۹ آذر ۶۵	۳۰نوامبر تا ۳ دسامبر ۸۶	۹۶	ده بالا	۹۰
۱۱	۲۴-۲۱ آذر ۷۰	۱۵-۱۲ دسامبر ۹۱	۹۶	ده بالا	۱۵۲

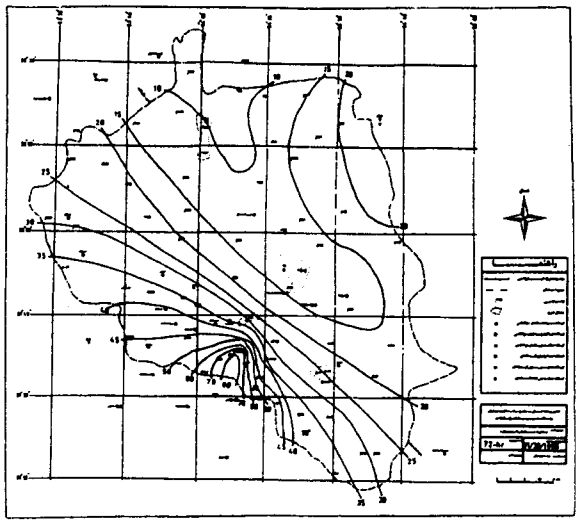
جدول ۳- مشخصات روابط تغییرات بارش رگبار بر حسب ارتفاع

مدت‌رگبار	تاریخ شروع رگبار	تعداد ایستگاه	معادله گرادیان بارندگی	ضریب‌همبستگی
۲۴ ساعته	۱۳۶۶/۱۱/۱۴	۱۹	P=۰/۰۱۸H+۴/۳۶۱۲	۰/۸۹
۲۴ ساعته	۱۳۶۸/۱۱/۱۶	۱۹	P=۰/۰۱۶۳H -۱۰/۸۲۳	۰/۹۰
۲۴ ساعته	۱۳۷۴/۱/۱	۳۰	P=۰/۰۰۹۲H-۱/۲۱۹	۰/۸۶
۴۸ ساعته	۱۳۶۸/۱۱/۱۶	۲۴	P=۰/۰۲۲۲H-۱۱/۲۴۴	۰/۹۰
۴۸ ساعته	۱۳۷۰/۹/۲۳	۳۳	P=۰/۰۳۹۴H-۲۲/۲۵۵	۰/۹۱
۴۸ ساعته	۱۳۷۴/۱/۱	۳۵	P=۰/۰۱۶۶H-۲/۷۸۴۱	۰/۹۳
۷۲ ساعته	۱۳۶۵/۹/۹	۱۵	P=۰/۰۴۳۸H-۴۱/۸۵۹	۰/۸۹
۷۲ ساعته	۱۳۶۸/۱۱/۱۵	۲۸	P=۰/۰۲۱۴H-۹/۶۶۷۳	۰/۹۰
۷۲ ساعته	۱۳۷۰/۹/۲۲	۲۷	P=۰/۰۳۳۹H-۱۲/۶۸۹	۰/۹۲
۹۶ ساعته	۱۳۶۵/۹/۹	۱۹	P=۰/۰۵۵۸H-۵۷/۸۲۹	۰/۸۷
۹۶ ساعته	۱۳۷۰/۹/۲۱	۳۳	P=۰/۰۵۸۶H-۴۳/۰۵۸	۰/۹۰

بارش رگبار بر حسب میلیمتر :P
ارتفاع ایستگاه باران‌سنجی از سطح دریا بر حسب متر :H

۵- ترسیم نقشه‌های همبارش رگبار

تهیه نقشه همبارش رگبار یکی از مهمترین مراحل کار می‌باشد، زیرا تاثیر آن در بررسی روابط عمق - سطح – مدت بارش بسیار زیاد است. در این روش مقدار متوسط بارش رگبار حوزه بر اساس مقدار بارندگی ایستگاه‌های مختلف و با در نظر گرفتن خطوط همبارش محاسبه شده است. شکل ۳ نقشه همبارش رگبار ۱۱-۹ آذر ۶۵ را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه همبارش رگبار ۱۱-۹ آذر ۱۳۶۵

نتایج و بحث

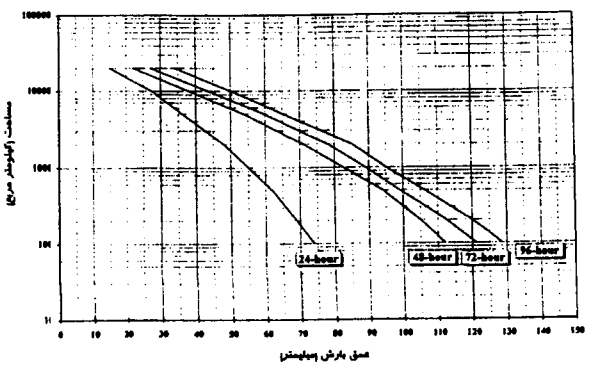
روابط عمق – سطح با استفاده از نقشه‌های همباران رگبار تعیین می‌گردد. جدول ۴ چگونگی محاسبه داده‌های عمق – سطح از نقشه همبارش رگبار ۱۱-۹ آذر ۶۵ را به صورت نمونه نشان می‌دهد.

جهت رسم منحنی‌های نهایی عمق – سطح – تداوم بارش لازم است که منحنی‌های عمق – سطح هـم پایه زمانی در هم

جدول ۴- محاسبه داده‌های عمق – سطح از نقشه همبارش رگبار ۱۱-۹ آذرماه ۱۳۶۵

ردیف	حدود خطوط همبارش (میلیمتر)	سطح محصور (کیلومترمربع)		متوسط عمق‌بین خطوط همبارش (میلیمتر)	حجم‌بارش (میلیمتردرکیلومترمربع)		متوسط‌عمق بارش (میلیمتر)
		خالص	تجمعی		خالص (ستون ۵×ستون ۳)	تجمعی	(ستون ۴÷ ستون ۷)
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	>۸۰	۳۴/۳۷	۳۴/۳۷	۸۵	۲۹۲۱/۸	۲۹۲۱/۸	۸۵
۲	۷۰-۸۰	۵۰/۵	۸۴/۸۷	۷۵	۳۷۸۷/۵	۶۷۰۹/۴	۷۹
۳	۶۰-۷۰	۹۹/۴	۱۸۴/۲۵	۶۵	۶۴۵۹/۴	۱۳۱۶۸/۷۵	۷۱/۴۷
۴	۵۰-۶۰	۱۴۳/۷۵	۳۲۸	۵۵	۷۹۰۶/۲۵	۲۱۰۷۵	۶۴/۲۵
۵	۴۵-۵۰	۳۱۴/۲۵	۶۴۲/۲۵	۴۷/۵	۱۴۹۲۶/۹	۳۵۸۹۹	۵۵/۸۷
۶	۴۰-۴۵	۴۰۴/۲	۱۰۴۶/۴۵	۴۲/۵	۱۷۱۷۸/۵	۵۳۰۷۷/۶	۵۰/۷۲
۷	۳۵-۴۰	۷۳۰	۱۷۷۶/۴۵	۳۷/۵	۲۷۳۷۵	۸۰۴۵۲/۶	۴۵/۲۹
۸	۳۰-۳۵	۸۲۸	۲۶۰۴/۴۵	۳۲/۵	۲۶۹۱۰	۱۰۷۳۶۲/۶	۴۱/۲۲
۹	۲۵-۳۰	۱۱۸۳	۳۷۸۷/۴۵	۲۷/۵	۳۲۵۳۲/۵	۱۳۹۸۹۵/۱	۳۶/۹۴
۱۰	۲۰-۲۵	۱۷۷۰/۵	۵۵۵۷/۹۵	۲۲/۵	۳۹۸۳۶/۲۵	۱۷۹۷۳۱/۳	۳۲/۳۴
۱۱	۱۵-۲۰	۲۹۲۷	۸۴۸۴/۹۵	۱۷/۵	۵۱۲۲۲/۵	۲۳۰۹۵۳/۸	۲۷/۲۲
۱۲	۱۰-۱۵	۲۶۰۱/۵	۱۱۰۸۶/۴۵	۱۲/۵	۳۲۵۱۸/۷۵	۲۶۳۴۷۲/۶	۲۳/۷۶
۱۳	<۱۰	۶۵۳/۵۵	۱۱۷۴۰	۸	۵۲۲۸/۴	۲۶۸۷۰۱	۲۲/۸۹

ادغام گردند. برای این کار ابتدا مقادیر حداکثر بارش رگبارهای مورد بررسی برای سطوح استاندارد ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ... کیلومتر مربع از نمودارهای عمق – سطح استخراج می‌گردد. از آنجا که مقادیر حداکثر بارش جهت تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم مورد نیاز می‌باشد، بنابراین در هر تداوم بارش و در هر سطح مشخص، حداکثر مقدار بارش انتخاب شده و بر اساس آن منحنی‌های عمق – سطح – تداوم بارش رگبار ترسیم شده است. شکل ۴ منحنی‌های نهایی عمق – سطح – تداوم بارش را نشان می‌دهد.



شکل ۴- منحنی‌های حداکثر عمق – سطح – تداوم بارش (DAD)

بررسی رگبارها در منطقه دشت یزد – اردکان نشان دهنده این امر است که بیشتر حجم آب توده‌های هوای مرطوب وارد شده به منطقه، در ۲ روز ابتدای فعالیت رگبار ریزش می‌کند و رگبارهای با تداوم ۵ روز یا بیشتر به ندرت مشاهده می‌گردد. علت این امر، عدم تغذیه مجدد توده‌های هوای وارد شده به منطقه می‌باشد.

تهیه منحنی‌های عمق – سطح – مدت شامل کار محاسباتی نسبتاً زیاد می‌باشد. داده‌های هواشناسی و اطلاعات توپوگرافی منطقه جهت تهیه منحنی‌های مذکور از ملزومات اصلی است. داده‌های جزئی شده رگبارهای بسیار شدید وقوع یافته درگذشته نیز مورد نیاز می‌باشد. انتخاب دوره آماری طولانی با بهره‌گیری از تمامی داده‌های بارش شبکه ایستگاه‌های باران سنجی منطقه و همچنین بکارگیری روشی مناسب جهت انتخاب رگبارهای مطلوب، باعث افزایش درجه اعتبار روابط بدست آمده، می‌گردد. استفاده از عوامل هواشناسی و سایر اطلاعات مربوط به رگبارها نیز در تحلیل روابط عمق – سطح – تداوم بارش نقش مهمی را ایفاء می‌کند. جهت تطبیق عمق بارش مشاهده شده نزدیک مرکز رگبار و جهت برآورد محل و عمق بارش در مرکز واقعی رگبار، استفاده از اطلاعات فرآیند رگبار، پدیده‌های آب و هوایی، وقوع سیل و حوادث غیر مترقبه پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با همکاری دفتر طرح و برنامه‌ریزی و هماهنگی امور پژوهشی وزارت جهاد سازندگی انجام گرفته است که لازم به تشکر می‌باشد. همچنین از آقای دکتر عبدالرسول تلوری و آقای دکتر حسن خالقی نیز به خاطر راهنماییهای ارزنده‌شان در طول انجام این تحقیق قدردانی می‌شود.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. رشتچی، ژ.، ۱۳۷۱. برآورد حداکثر بارش محتمل به روش‌های مختلف، مطالعه موردی حوزه آبریز طالقان. دانشگاه تهران.

۲. شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۶۹. بررسی حداکثر بارش محتمل (PMP) رودخانه‌های زرد ماشین، الله و جراحی. گزارش هواشناسی مرحله اول، وزارت نیرو، تهران.

۳. شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس. ۱۳۷۱. طرح بهینه‌سازی سدکرخه. گزارش هواشناسی، وزارت نیرو، تهران.

۴. عقیقی، م.، ۱۳۷۴. تحلیل منحنی‌های عمق – سطح – مدت (DAD)، مطالعه موردی: منطقه کرج – تهران – جاجرود. دانشگاه تهران.

۵. متشفع، ب.، ۱۳۷۶. تهیه منحنی‌های ارتفاع – سطح – زمان تداوم بارندگی برای حوزه آبخیز مارون، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

6. Dhar, O. N. & P. R. Rakhech., 1974. Generalized relationship between Maximum rain depth, area and return period for major rainstorm. Indian journal of Meterology and Geophysics, Vol. 25(3/4): 417-422.
7. Hershfield, D. M., 1961, Rainfall frequency of the united states for duration from 30 minutes to 24 hours and return periods from 1 to 100 years. Tech. Pap. 40, U.S.Dep. of Commer., Weather Bureau, Washington, D. C., U. S. A.
8. Huff, F. A., 1968, Area – depth curves a usefull tool in weather modification experiments Journal of Applied Meterology, Vol. 7 (5): 940-943.
9. Miles, W. C., 1965. Storm rainfall in central and southern Florida, Soil Crop Sci. Soc, Vol. 25, pp: 311-319.
10. Morrison – Kudsen Enginners Inc., 1990. Determination of an upper limit design rainstorm for the Colorado river basin above Hoover Dam, National Technical Information Service, Bureau of Reclamation Contract, 129 p.
11. Myers, V. A. & R. M. Zehr., 1980. A methodology for point to area rainfall frequency ratios. NOAA Technical Report NWS, Silver Spring.
12. Nicks, A. D. & F. A. Igo., 1980. A depth - area - duration model of storm rainfall in the southern Great Plains. Weather Resources Research. Vol. 16(5): 939-945.
13. Osborn, H. B. & L. J. Lane. 1972. Depth - Area relationship for thunderstorm rainfall in southern Arizona. Trans. ASAE, Vol. 15(4): 671-673.

14. Peterson, M. M., 1986. Short duration precipitation for Billings, Montana. Journal of Hydraulic Engineering (ASCE), vol. 112(11): 1089-1093.
15. Rakhech, P. R. & O. N. Dhar. 1980. On some Hydrometerology aspects of heavy rainfall distribution over the principal arid zone of Rajastan. Annals of Arid Zone, Indian Inst. Of Tropical Meterology Poona, Vol. 19(4): 413-420.
16. Rao, A. R. & B. T. Chechayya., 1984. Depth – duration models of short time increment rainfall. Water science and technology , Vol. 16(8/9): 109-130.
17. Sharma, K. D. & N. S. Wangani., 1983. Some rainfall feauters of july 1979 storm over luni basin. Annals of Arid Zone, Jodhpur (India), Vol. 21(1): 29-39.
18. Wang, J., 1982, Maximum record of the depth –area- duration of storm in china Hydrology, vol. 1: 44-45.
19. Wang, J., 1987., Study of design storms in china. Journal of Hydrology, Elsiver Science Publishers B. V., Vol. 96 (1-4): 279-291.
20. World Meteorological Organization, 1969. Manual for depth – area – duration analysis of storm precipitation, WMO, NO. 237, 114 pp.

Depth- Area – Duration Relationship Analysis in Yazd – Ardekan Plain

M. ZARE ERNANI[1] AND S. S. ESLAMIAN[2]
1, Member, Scientific Board, Mollasadra High or Education Center
2, Assistant Professor, Isfahan University of Technology, Iran
Accepted June. 20, 2001

SUMMARY

Precipitation is measured throughout the world at discrete points. Thus, to obtain volumetric values requires interpolation and integration over areas. This is termed as: Depth – Area – Duration. These relations are important to water resource designers and are still in use today as they can be applied to readily available data. The study area is Yazd – Ardekan plain. Data used for the estimation of Depth – Area – Duration were as follows: (1) Precipitation – monthly, daily and hourly (2) Topographic information (3) Weather maps and upper atmosphere data (4) Storm data. Depth – Area- Duration relationships were obtained through a statistical analysis of the largest record of precipitation in the region (30 years of daily rainfall at dense networks of rain gauges in Yazd province). Precipitation Depth – Area – Duration relationships were derived for 24, 48, 72 and 96 hours. The resulting average rainfall depth may then be used as input data to various models or formulas to make run – off calculations.

Key words: Depth – Area – Duration relationships, Depth – Area relationships, Depth - Duration relationships, Precipitation temporal distribution, Precipitation spatial distribution, Arid lands, Hydrology, Yazd – Ardekan plain.