بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یزد

دانشکده منابع طبیعی

آبخیزداری

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی-آبخیزداری

بررسی روابط شدت- مدت- فراوانی بارندگی در استان گیلان

استاد راهنما:

حسین ملکی نژاد

پژوهش و نگارش:

فاطمه علیدوست مشکله

تیر ماه ۹۳

باسپاس از دو وجود مقدس

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانی برسیم . . . .

موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم . . . .

و عاشقانه سوختند تا گرما بخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند . . .

پدر و مادرم

و

همسر بردبارم که صبورانه این مسیر را با من پیمود

باسپاس از یگانه یزدانی که از بامداد تا دل شب، در پگاه، در نیمروز، در پسین و شامگاهان، همه زندگی ما را پرکرده است و بدون لطف او این همه من را نصیب نمی گردید.

باقدردانی فراوان از استاد دکتر حسین ملکی نژاد و همه دوستانی که من را در انجام این تحقیق یاری نمودند.

چکیده

در این تحقیق برای بدست آوردن بهترین رابطه بین بارش های کوتاه مدت و پارامترهای دوره بازگشت، حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت های مختلف، زمان تداوم بارش و ... در ایستگاه‌های هواشناسی بابلسر، گرگان، انزلی و رشت از روابط رگرسیونی چند متغیره خطی بهره گرفته شده است. در رگرسیون چندگانه باید فرض‌های نرمال بودن متغیر وابسته، عدم وجود داده-های پرت و عدم وجود هم خطی چندگانه بین متغیرهای مستقل وجود داشته باشد تا بتوان گفت رگرسیون تخمین خوبی را ارائه کرده است. داده‌های حداکثر بارش های کوتاه مدت سالانه در مدت زمان های مشخص، چهار ایستگاه هواشناسی با ۲۹ سال آماری به نرم افزار EasyFit برای انجام محاسبات تعیین بهترین توزیع آماری انتقال داده شد. بهترین توزیع های آماری بین ۶۵ توزیع موجود در این نرم افزار با استفاده از آزمون برازش کولموگروف– اسمیرنوف برای هر بارش مشخص گردید و در نهایت با استفاده از بهترین توزیع در هر بارش اقدام به محاسبه حداکثر بارش های کوتاه مدت سالانه در دوره بازگشت‌های مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله) با استفاده از بهترین توزیع بدست آمده گردید. برای ارزیابی کارآیی مدل برآوردی این تحقیق و مقایسه آن با روش دکتر قهرمان از شاخص های میانگین خطای اریب یا انحراف (MBE)، جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) و ضریب همبستگی جزئی (r) استفاده گردید. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق می توان گفت که می توان برای یک منطقه می توان روابطی جدید و با پارامترهای گوناگون را برای برآورد منحنی های شدت- مدت- فراوانی ارائه کرد که در این تحقیق نیز برای هر ایستگاه یک رابطه ارائه گردیده و در کل نیز یک رابطه کلی برای چهار ایستگاه هواشناسی ارائه گردید. با توجه به نتایج حاصل از رابطه دکتر قهرمان و مقایسه آن با استفاده از شاخص های میانگین خطای اریب یا انحراف (MBE)، جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) و ضریب همبستگی جزئی (r) می توان گفت که رابطه قهرمان اصلا برآورد خوبی در ایستگاه های مورد مطالعه نداشته است و مدل برآوردی این تحقیق دقت خیلی بهتری نسبت به مدل قهرمان دارد.

کلمات کلیدی: منحنی های شدت- مدت –فراوانی، شـمال کشـور، توزیـع آمـاری، روش قهرمان، رگرسیون چندگانه

فهرست مطالب

۱- فصل اول ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تعریف مساله ۳

۱-۳ ضرورت های تحقیق ۴

۱-۴ فرضیات تحقیق ۵

۱-۵ تعاریف و اصطلاحات ۵

۱-۵-۱ احتمالات ۵

۱-۵-۲ رگبار ۶

۱-۵-۳ مدت بارندگی ۸

۱-۵-۴ مقدار بارندگی ۸

۱-۵-۵ شدت بارندگی ۸

۱-۵-۶ فراوانی وقوع ۹

۱-۵-۷ منحنی های شدت- مدت- فراوانی ۱۰

۱-۶ معرفی کلی فصل‌های پایان‌نامه ۱۱

۲- فصل دوم ۱۳

۲-۱ مقدمه ۱۴

۲-۱-۱ منابع فارسی ۱۴

۲-۱-۲ منابع لاتین ۱۶

۳- فصل سوم ۲۱

۳-۱ مقدمه ۲۲

۱-۱ معرفی ایستگاه های هواشناسی مورد بررسی ۲۲

۲-۱ تحلیل آمار مربوط به ایستگاه های هواشناسی ۲۲
۱-۲-۱ آزمون تصادفی بودن دادههای مورد بررسی ۲۳
۲-۲-۱ بررسی و تکمیل داده های بارش ۲۷
۲-۳ توزیع های آماری مورد بررسی ۳۲
۱-۲-۳ آزمون های نکویی برازش ۳۴
۱-۱-۲-۳ آزمون کولموگروف– اسمیرنوف ۳۴
۳-۳ شدت رگبارهای کوتاه مدت ۳۵
۱-۳-۳ روش قهرمان ۳۵
۴-۳ پارامترهای مورد بررسی ۳۶
۵-۳ روابط رگرسیونی ۳۷
۱-۵-۳ رگرسیون چندگانه خطی ۳۹
۱-۱-۵-۳ شناسایی هم خطی چندگانه ۴۰
۲-۱-۵-۳ محاسبه ضرایب متغیرهای مستقل ۴۰
۶-۳ روش ارزیابی صحت مدل ها ۴۱
۴- فصل چهارم ۴۳
۱-۴ تحلیل آماری بارش ها ۴۴
۲-۴ بهترین توزیع آماری حداکثر بارش های کوتاه مدت سالانه ۵۰
۱-۲-۴ ایستگاه هواشناسی بابلسر ۵۱
۲-۲-۴ ایستگاه هواشناسی گرگان ۵۳
۳-۲-۴ ایستگاه هواشناسی انزلی ۵۴
۴-۲-۴ ایستگاه هواشناسی رشت ۵۶
۳-۴ بهترین توزیع آماری حداکثر بارش های ۲۴ ساعته و متوسط بارش سالانه ۵۷
۴-۴ منحنی های شدت مدت فراوانی به روش قهرمان ۵۸

۴-۵ تعیین روابط رگرسیون چندگانه ۶۴
۴-۵-۱ ایستگاه هواشناسی بابلسر ۶۵
۴-۵-۲ ایستگاه هواشناسی گرگان ۶۸
۴-۵-۳ ایستگاه هواشناسی انزلی ۷۰
۴-۵-۴ ایستگاه هواشناسی رشت ۷۲
۴-۶ تهیه مدلی برای کل ایستگاه های مورد بررسی ۷۴
۴-۷ ارزیابی مدل ها ۷۵
۵- فصل پنجم ۷۹
۵-۱ بحث و نتیجه گیری ۸۰
۵-۲ آزمون فرضیات ۸۱
۵-۲-۱ فرض اول ۸۱
۵-۲-۲ فرض دوم ۸۲
۵-۲-۳ فرض سوم ۸۲
۵-۳ پیشنهادات ۸۲
منابع ۸۴

فهرست جداول

جدول ۳-۱ : مشخصات ایستگاه های هواشناسی ۲۲
جدول ۳-۲ : نتایج آزمون RUN TEST برای پارامترهای بارش در ایستگاه هواشناسی بابلسر ... ۲۴
جدول ۳-۳ : نتایج آزمون RUN TEST برای پارامترهای بارش ایستگاه هواشناسی گرگان ۲۵
جدول ۳-۴ : نتایج آزمون RUN TEST برای پارامترهای بارش ایستگاه هواشناسی انزلی ۲۶
جدول ۳-۵ : نتایج آزمون RUN TEST برای پارامترهای بارش ایستگاه هواشناسی رشت ۲۷
جدول ۳-۶ : بررسی وضعیت آمار پارامترهای بارش در ایستگاه هواشناسی بابلسر ۲۸
جدول ۳-۷ : بررسی وضعیت آمار پارامترهای بارش در ایستگاه هواشناسی گرگان ۲۹
جدول ۳-۸ : بررسی وضعیت آمار پارامترهای بارش در ایستگاه هواشناسی رشت ۳۰
جدول ۳-۹ : تعداد داده های موجود و ناقص در ایستگاه های هواشناسی مورد بررسی ۳۲
جدول ۳-۱۳ : توزیع های آماری مورد استفاده ۳۳
جدول ۴-۱ : مدل برآوردی برای باز سازی داده های ناقص ایستگاه بابلسر ۴۴
جدول ۳-۱۱ : مدل برآوردی برای باز سازی داده های ناقص ایستگاه گرگان ۴۵
جدول ۳-۱۲ : مدل برآوردی برای باز سازی داده های ناقص ایستگاه رشت ۴۶
جدول ۴-۱ : خلاصه آماری شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف ایستگاه بابلسر ۴۷
جدول ۴-۲ : خلاصه آماری شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف ایستگاه گرگان ۴۸
جدول ۴-۳ : خلاصه آماری شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف ایستگاه انزلی ۴۹
جدول ۴-۴ : خلاصه آماری شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف ایستگاه رشت ۵۰

جدول ۴-۸ : بهترین توزیع آماری و مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه هواشناسی بابلسر ۵۲
جدول ۴-۹ : بهترین توزیع آماری و مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه هواشناسی گرگان ۵۳
جدول ۴-۱۰ : بهترین توزیع آماری و مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه هواشناسی انزلی ۵۵
جدول ۴-۱۱ : بهترین توزیع آماری و مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه هواشناسی رشت..... ۵۶
جدول ۴-۱۲ : بهترین توزیع آماری و مقادیر حداکثر بارش های ۲۴ ساعت و متوسط سالانه در دوره بازگشت‌های مختلف ۵۸
جدول ۴-۱۳ : مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه هواشناسی بابلسر با روش دکتر قهرمان ۵۹
جدول ۴-۱۴ : مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه هواشناسی گرگان با روش دکتر قهرمان..... ۶۰
جدول ۴-۱۵ : مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه هواشناسی انزلی با روش دکتر قهرمان ۶۲
جدول ۴-۱۶ : مقادیر شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه هواشناسی رشت با روش دکتر قهرمان ۶۳
جدول ۴-۱۷ : پارامترهای مورد بررسی به همراه اختصار آن ها ۶۵
جدول ۴-۱۸ : مدل رگرسیون خطی چند متغیره برآورد شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در ایستگاه بابلسر ۶۷
جدول ۴-۱۹ : مدل رگرسیون خطی چند متغیره برآورد شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم‌های مختلف در ایستگاه گرگان..... ۶۹

جدول ۴-۲۰ : مدل رگرسیون خطی چند متغیره برآورد شدت بارنـدگی (میلیمتـر در سـاعت) در تداوم‌های مختلف در ایستگاه انزلی..... ۷۱
جدول ۴-۲۱ : مدل رگرسیون خطی چند متغیره برآورد شدت بارنـدگی (میلیمتـر در سـاعت) در تداوم‌های مختلف در ایستگاه رشت ۷۳
جدول ۴-۲۲ : مدل رگرسیون خطی چند متغیره شدت بارندگی (میلیمتر در ساعت) در تداوم های مختلف در همه ایستگاه ها ۷۵
جدول ۴-۲۳ : نتایج مربوط به شاخص های ارزیابی صحت مدل دکتر قهرمان ۷۶
جدول ۴-۲۴ : نتایج مربوط به شاخص های ارزیابی صحت مدل برآوردی..... ۷۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۴-۱ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه بابلسر ۵۲
شکل ۴-۲ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه گرگان ۵۴
شکل ۴-۳ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه انزلی ۵۵
شکل ۴-۴ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه رشت ۵۷
شکل ۴-۵ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه رشت با روش دکتر قهرمان ۵۹
شکل ۴-۶ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه گرگان با روش دکتر قهرمان ۶۱
شکل ۴-۷ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه انزلی با روش دکتر قهرمان ۶۲
شکل ۴-۸ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه رشت با روش دکتر قهرمان ۶۴
شکل ۴-۹ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه بابلسر با مدل برآوردی رگرسیون چند متغیره ۶۷
شکل ۴-۱۰ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه گرگان با مدل برآوردی رگرسیون چند متغیره ۶۹
شکل ۴-۱۱ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه انزلی با مدل برآوردی رگرسیون چند متغیره ۷۱
شکل ۴-۱۲ : منحنی شدت مدت فراوانی برای ایستگاه رشت با مدل برآوردی رگرسیون چند متغیره ۷۳

فصل اول

کلیات

(مقدمه، هدف، ضرورت)

۱-۱ مقدمه

آب به عنوان مظهر زندگی، مهمترین چیزی است که در طبیعت وجود داشته و همواره فکر بشر را به خود مشغول کرده است. سطح وسیعی از کره زمین را آب پوشانده و در سایر سطوح (مثل جو، زیر زمین و ...) نیز به صورت گوناگون وجود دارد. کشور ما با موقعیت ویژه خود بطور عمده دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده بطوری که میانگین بارندگی سالانه آن در حدود ۲۴۰ میلی متر می باشد که در مقایسه با میانگین بارندگی سالانه کره زمین که ۸۶۰ میلی متر تخمین زده شده کمت از یک سوم می باشد (علیزاده، ۱۳۸۹). از این رو آب در ایران همواره اهمیتی فوق العاده داشته که با افزایش جمعیت و انجام برنامه های مختلف توسعه در آینده نقش بسیار مهمتری خواهد داشت از این رو می توان گفت که هر گونه طرحی در زمینه احیاء و توسعه بدون مطالعات آب ناقص می باشد. علم هیدرولوژی بعنوان علم پایه مطالعات آب در رشته های مختلف ، نقش مهمی دارد و آن علمی است که در مورد آبهای موجود در زمین از نظر موجودیت، جریان آب ، توزیع زمانی و مکانی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و ر ابطه واکنش محیطی آن در وضعیتی که در بر گیرنده موجودات زنده نیز هست بحث می کند. تعیین پارامتر های هیدرولوژی از دید ایمنی، جنبه ی اقتصادی طرح و عملکرد سازه های هیدرولیکی از اهمیت ویژه ای برخوردار است به طوری که تخمین صورت گرفته باید از دقت بالایی برخوردار باشد تا طرح مورد نظر عملکرد مناسبی داشته باشد (مهدوی،۱۳۷۸).

در طراحی کلیه ی سازه های هیدرولیکی و آبخیزداری، دانستن مجموعه ای از اطلاعات مربوط به بارندگی ضروری است. در کلیه حوزه های آبخیز قسمت مهمی از بارندگی تبدیل به رواناب شده و از حوزه خارج می گردد. لذا دانستن دقیق میزان بارندگی و یا شدید ترین مقدار آن که همان بارش طرح است کمک مهمی در طراحی بهینه ی این سازه ها و مقاطع آن ها می کند. تعیین این مهم از طریق تهیه ی منحنی های شدت، مدت و فراوانی امکانپذیر است.

منحنی های شدت، مدت، فراوانی بارندگی یا روابط دیگری که بتواند شدت بارندگی را به ازای یک تداوم مشخص تعیین کند از ملزومات طراحی در هر طرح هیدرولوژی است. در بسیاری از محاسبات مربوط به تعیین ابعاد، مانند سرریز ها و کانال های فاضلاب شهری و پل ها و کار های

مهندسی رودخانه و آبخیزداری و موارد مشابه آنچه که اهمیت دارد، متناسب بودن طراحی آن ها با شدت سیلابی است که باید از آن ها عبور کند که آن نیز به نوبه ی خود متناسب با شدت بارندگی می باشد. از طرفی هر چه مدت تاسیسات با عمر مفید طولانی تر در نظر گرفته شود، شدت بارندگی با دوره بازگشت های طولانی تر در محاسبات دخالت خواهد کرد و هزینه ی کار ها افزایش خواهد یافت. بنا بر این بسته به نوع کار و با توجه به میزان هزینه، عمر تاسیسات را مشخص کرده و متناسب با آن حد اکثر شدت بارندگی را بدست می آوریم.

۱-۲ تعریف مساله

تعیین معادلات شدت- مدت- فراوانی بارندگی گامی مهم در علم هیدرولوژی بوده که به منظور تخمین رگبارهای طرح در بسیاری ازپروژه‌های مهندسی و طراحی سازه‌های آبی بکار می-روند، به طوری که بتوان برآورد قابل قبولی از بارش‌های مورد نظر جهت طراحی پروژه‌های آبی فراهم آورد. همواره کمبود ایستگاه‌های اندازه‌گیری، کوتاه بودن طول دوره‌ی آماری، وجود داده‌های پرت و غیر قابل اطمینان مهمترین مشکلات موجود برای نیل به این هدف بوده‌است (قهرمان و همکاران، ۱۳۸۹).

در بسیاری از محاسبات مربوط به تعیین ابعاد، مانند سرریز سدها، کانال‌های فاضلاب شهری و پل‌های جاده‌ها و کارهای مهندسی رودخانه و آبخیزداری و موارد مشابه، آن‌چه اهمیت دارد، متناسب بودن طراحی آن‌ها با شدت سیلابی است که باید از آن‌ها عبور کند که آن نیز به نوبه‌ی خود متناسب با شدت بارندگی می‌باشد. از طرفی هرچه مدت زمان بیشتری برای عمر تاسیسات در نظر گرفته‌شود شدت بارندگی با دوره بازگشت‌های طولانی‌تری در محاسبات دخالت خواهدکرد و هزینه‌ی کارها بالطبع افزایش خواهد یافت. بنابراین بسته به نوع کار و با توجه به میزان هزینه، عمر تاسیسات را مشخص کرده و متناسب با آن حداکثر شدت بارندگی را می‌توان بیان نمود. به طور کلی هرچه میزان پایه‌ی زمانی به کار رفته در اندازه‌گیری بارندگی کوتاه‌تر باشد، پراکنش اندازه‌ها نسبت به میانگین بیشتر و منحنی توزیع فراوانی نامتقارن‌تر است. بنابراین آمار سالانه کمتر و

ماهانه بیشتر از آن وروزانه بسیار بیشتر خواهد بود (مهدوی،۱۳۷۸).

بزرگ‌ترین بارانی که می‌توان احتمال وقوع آن را با یک تداوم مشخص، از نظر مقدار انتظار داشت، را حداکثر بارش محتمل گویند که با علامت PMP[1] نشان داده می‌شود. PMP یکی از مولفه‌های مهم مدل‌های مفهومی سیلاب است که در طراحی سازه‌های هیدرولیکی، سدهای خاکی، بتنی، سرریزهای اضطراری سدها و مخازن، سیستم‌ها و شبکه‌های زهکشی و جمع‌آوری سیلاب استفاده می‌شود (علیزاده،۱۳۷۹).

با توجه به اینکه خطه ی جنوبی دریای خزر، جزء پر باران ترین مناطق کشور است و هر از چند گاهی شاهد باران هایی با شدت بسیار بالا در این مناطق هستیم، بنابر این ارائه ی روابطی به منظور برآورد شدت بارندگی با دوره بازگشت های مختلف جهت طراحی مناسب سازه های هیدرولیکی در این مناطق لازم به نظر می آید. سوالی که در این زمینه مطرح است این است که آیا می توان روابط تجربی جدیدی در یک منطقه استخراج نمود که شدت باران را در هر زمانی برای یک دوره بازگشت مشخص به طور جداگانه ارائه دهد، و اینکه آیا این روابط نسبت به روابط تجربی قبلی موجود مانند رابطه ی قهرمان که شدت باران را برای همه ی دوره بازگشت ها بدست می دهند، دقت بالاتری دارد. هدف از این تحقیق، پاسخ به این سوالات می باشد.

۱-۳ ضرورت های تحقیق

در اختیار داشتن شدت یا مقدار بارندگی در دوره های بازگشتهای مختلف در بسیاری از مدل های هیدرولوژی جزء ورودیهای اصلی محسوب می شود. روابط شدت- مدت- فراوانی بارندگی از دیرباز مورد توجه محققین در سراسر دنیا بوده و در این زمینه تحقیقات گسترده ای صورت گرفته که منجر به توسعه مدلهای تجربی شده است. بعنوان مثال تحقیقات سازمان هواشناسی کشور در ایران منجر به استخراج روابط جامع مقدار- مدت – تناوب بارندگی برای ۶۶ ایستگاه سازمان هواشناسی شده است که نتایج آن طی سال ۱۳۷۴ منتشر شده است (قهرمان و

1- probable maximum precipitation

آبخضر، ۱۳۸۳). نتایج به دست آمده از این تحقیق تغییرات محسوسی نسبت به تحقیقات پیشین در ایران نشان داده است. یقینا یکی از دلایل این امر مربوط به تغییر پارامترهای توابع توزیع احتمال سری زمانی شدت های بارندگی به دلیل افزایش طول دوره آماری باشد. هم چنین روابطی برای برآورد مقدار عددی باران یک ساعته با دوره برگشت ۱۰ ساله برای ایران از روی پارامترهایی چون میانگین باران سالانه و میانگین حداکثر بارش ۲۴ ساعته ارائه شده است. چنین رابطه ای برای کل ایستگاه ها و همچنین برای تقسیم بندی های مختلفی از ایستگاه ها به دست می آید. اعتبار این روابط با توجه به تغییرات اقلیمی و افزایش تعداد ایستگاه و طول دوره آماری قابل تشکیک بوده و ضرورت دارد تا با استفاده از داده های جدید و افزایش دامنه سری زمانی بارش، روابط جدیدی استخراج گردد.

۱-۴ فرضیات تحقیق

۱-روابط تجربی جدیدی برای برآورد منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی باران در استان گیلان می‌توان ارائه داد.

۲-استخراج روابط منطقه‌ای شدت-مدت-فراوانی می‌تواند به افزایش دقت برآورد کمک کند.

۳- دقت روابط منطقه‌ای شدت-مدت- فراوانی استخراج شده، در ایستگاه‌های همگن نسبت به دقت آن ها در هر ایستگاه یا کل ایستگاه‌ها، بیشتر می‌باشد.

۱-۵ تعاریف و اصطلاحات

۱-۵-۱ احتمالات

در یک تعریف ساده احتمالات به عنوان اندازه‌گیری درصد وقوع یا عدم وقوع یک رخداد مشخص معنی می‌دهد. برای بیان بحث احتمالات ذکر چند نکته ضروری به نظر می‌رسد (مهدوی، ۱۳۷۸).

۱. احتمال وقوع یک حادثه منفی نبوده و هیچ گاه از یک تجاوز نمی‌کند.

۲. مجموع احتمالات تمام پیشامدهای ممکن در یک آزمون برابر یک است.
۳. مجموع احتمال وقوع یا تجاوز از مقداری معین و عدم وقوع یا عـدم تجـاوز از ایـن مقدار برای یک پدیده، برابر یک است.

۱-۵-۲ رگبار

با وجود اینکه هنوز تعریف جامعی درباره ی تجزیه و تحلیل رگبارها در یک ایستگاه معین پیشنهاد نشده، با این حال کلمه ی " رگبار " اصولا به مجموعه ی باران های متوالی اطلاق می شود که محصول اغتشاشات هواشناسی کاملا مشخصی باشند. طول یک رگبار ممکن است از چند دقیقه تا چندین ساعت متغیر بوده است. در مسائل مربوط به فاضلاب شهر ها، زهکشی و غیره اصطلاح " رگبار " به یک سری باران های تند و ممتد گفته می شود که طول آن ها به ندرت از چند ساعت تجاوز می کند. به علاوه در عمل اصولا آن مدت زمانی مورد توجه است که در آن شدت بارندگی حداکثر بوده و بالطبع طول زمانی آن ۲۰ دقیقه تا یک ساعت بیش نیست (ویلیامز، ۲۰۰۰).

اصولا در طراحی تاسیسات آبی، کانال های آبیاری و زهکشی و فاضلاب، از نظر اقتصادی هیچ وقت مقرون به صرفه نیست که تاسیسات مزبور برای مقابله با شدید ترین باران ها که ممکن است در ناحیه ی مورد مطالعه پدید آیند، ساخته شوند، بلکه با توازن دو عامل قیمت تمام شده این تاسیسات از یک طرف و برآورد خساراتی که ممکن است احتمالا از تخریب آن در اثر باران های استثنائی وارد شود از طرف دیگر سعی می شود که یک دبی اپتیمم بدین منظور پیش بینی و یا محاسبه شود تا بر اساس آن تاسیسات مزبور بنا گردد. بنابر این هیچ گاه هدف، انجام عملیات استحفاظی مطلق نیست، بلکه باید کوشش در جهت مقابله با یک رگبار نمونه با احتمال وقوع معینی به عمل آید.

در نتیجه برای حل منطقی مسئله ی فاضلاب شهر ها و زهکشی اراضی مزروعی لازم است که حداکثر شدت باران را که دارای فراوانی معینی است تعیین کنیم. مثلا حد اکثر شدتی که هر

پنج سال یا هر ده یا بیست سال ممکن است حادث شود چه اندازه است. ولی بررسی رگبـار هـای استثنائی و طویل المدت نیز در بسیاری مواقع ضروری است، مثلا جهت محاسبه آبدهی حد اکثر و اقتصادی سرریز های یک سد یا محاسبه ی دهانه ی یک پل باید از آمار آبـدهی رودخانـه کـه در طی سالیان دراز جمع آوری شده، استفاده نمود. در صورتی که متاسفانه در بسیاری از مواقع آمـار مزبور یا وجود ندارد و یا طول مدت اندازه گیری آن قدر نیست که فراوانی یـک طغیـان بـا شـدت معین را بتوان بر اساس آن محاسبه نمود. اغلب اتفاق می افتد که در کشور های در حال پیشـرفت اندازه گیری باران بیش از تعیین دبی رودخانه ها رواج دارد و بنا بر این آمار باران نیز کامـل تـر از آمار آبدهی است. در این صورت می توان نقص فوق را با بررسی دقیق رگبار ها و شـدت مـاکزیمم آن ها جهت پیش بینی طرز تغییرات آبدهی رودخانه در مواقع طغیان بر طرف نمود، بخصوص که محاسبه ی میزان احتمال وقوع دبی های استثنائی که باعث پیدایش سیل و خسارات فـوق العـاده می گردند، از این راه امکان پذیر خواهد بود.از روی مشاهدات معمولی می توان استنباط نمود کـه مقدار شدت ماکزیممی که به یک قسمت از رگبار مربوط می شود کـه در طـول زمـان بـا ارتفـاع بارندگی رابطه ی مستقیم دارد و به نسبت عکس طول زمان تغییر می نماید، یعنـی هرچـه طـول زمان کوتاه تر باشد ماکزیمم مقدار شدت بارندگی بیشتر خواهد بود. ولـی درمطالعـات مربـوط بـه زهکشی مساحات کوچک لازم است که این نکته با تشکیل منحنی های نمایش شدت ماکزیمم بـر حسب مقادیر مختلف طول زمان از روی آمار موجود به دقت بررسی گردد. از روی مقادیر مختلـف شدت ماکزیمم که بدین ترتیب بدست می آید و با ردیف کردن آن ها می تـوان منحنـی فراوانـی مربوط را رسم نمود و از روی آن مقادیر شدت ماکزیمم را کـه بـه یـک " دوره بازگشـت " معـین مربوط می شود به دست آورد. بدین ترتیب می توان برای هر ایستگاه چنین نمودار هـایی را رسـم کرد، ولی باید دانست که این نمودار ها فقط برای یاران های موضعی یعنی بـاران هـایی کـه فقـط روی منطقه ی محدودی در اطراف ایستگاه می بارند قابل قبول هستند. در مورد حوزه هـایی کـه مساحتشان از چندین کیلومتر مربع متجاوز است دبی مربوط بستگی به مشاهدات باران سنجی در چندین نقطه ی مختلف حوزه خواهد داشت و بالطبع مسئله ی دخالت مساحت در تغییر میانگین