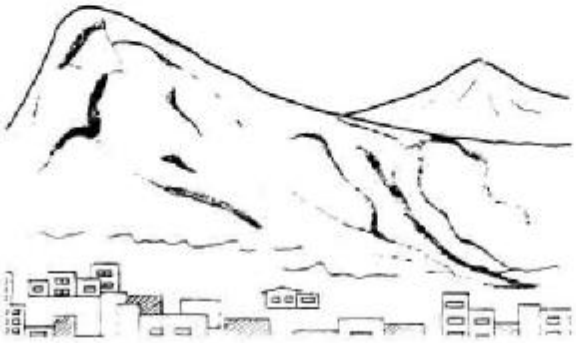
تحلیل منطقه‌ای سیلاب

در

حوضه‌های شمالی تهران



بخش تحقیقات و مطالعات

نشریه تخصصی بخش عمران آب

بهار ۱۳۷۳

(شماره سند ۵۱۰۹۶۵۳ O PB ۰۰۲۵۱)

RAH SHAHR

۲

مهندسین مشاور معمار، شهرساز، عمران آب، و انرژی

Architects, Urban Design, Hydraulics, & Energy Consultants

بسم الله الرحمن الرحيم

تحلیل منطقه ای سیلاب در حوضه های شمالی تهران

نشریه تخصصی بخش عمران آب، شماره ۲، بهار ۱۳۷۳

تالیف: مهندس رحمت اله شفیعی علویجه، دکتر شهریار افتخارزاده

تایپ: آزیتا مهراد، صدیقه نوریان

چاپ و صحافی: چاپ شهر

فهرست عناوین

پیشگفتار ۱

۱- مقدمه ۴

۲- هدف ۵

۳- منطقه موردمطالعه ۶

۴- هواشناسی منطقه موردمطالعه ۹

۴-۱- ریزشهای جوی و منشاء آن ۹

۴-۱-۱- رژیم بارندگی ۹

۴-۱-۲- تغییرات بارندگی با ارتفاع ۱۰

۴-۱-۳- تغییرپذیری بارندگی سالانه ۱۱

۴-۱-۴- توزیع زمانی بارندگی ۱۱

۴-۱-۵- رگبارهای کوتاه‌مدت و منحنی‌های شدت - مدت - فراوانی ۱۶

۵- مطالعه سیلاب ۲۱

۵-۱- روش مطالعه ۲۱

۵-۲- آمار و اطلاعات ۲۲

۵-۳- تکمیل و بازسازی داده‌های سیلاب ۲۵

۵-۳-۱- آزمون تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ۳۱

۵-۴- برازش توابع توزیع احتمال بر سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ۳۱
۵-۴-۱- برآورد سیلاب کلیه رودخانه‌ها براساس توزیع لوگ پیرسون تیپ III ۳۱
۵-۵- تحلیل منطقه ای سیلاب ۴۶
۵-۵-۱- آزمون تجانس (یکنواختی) هیدرولوژیك داده‌های سیلاب ایستگاههای هیدرومتری ۴۷
۵-۵-۲- روش «شاخص سیلاب» Index Flood Method ۵۲
۵-۶- برآورد سیل مناطق شمالی تهران با استفاده از نتایج «تحلیل منطقه‌ای سیلاب» ۵۹

۶- تعیین ضریب جریان "C" در فرمول منطقه‌ای "Rational" برای حوضه‌های شمالی تهران بزرگ ۶۲

۷- خلاصه و نتیجه‌گیری ۶۶

۸- فهرست منابع و مراجع ۶۹

فهرست جداول

عنـــــوان — شماره صفحه

جدول (۳-۱)- بعضی از مشخصات فیزیوگرافیك حوضه‌های آبریز شمالی تهران ۸

جدول (۴-۱)- سری داده‌های بارندگی سالانهٔ مشاهده‌ای یا بازسازی شـــــدهٔ ایستگاههای بارانسنجی منتخب جهت تعیین گرادیان بارندگی ۱۲

جدول (۴-۲)- حداکثر شدت بارندگی با تـــداومهای مختلف با دوره برگشتهـــــای ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال در ۱۱ ایستـــگاه بارانسجی ثبات واقع در منطقهٔ شمال تهران ۲۰

جدول (۵-۱)- مشخصات ایستگاههای هیدرومتری واقع بر رودخانه‌های واقع در منطقـــهٔ مورد مطالعه و طول آمار مشاهده‌ای سیلاب (دبی حداکثر لحظه‌ای Q_p، دبی حداکثر روزانه Q_m) ۲۳

جدول (۵-۲)- مجموعهٔ معادلات همبستگی مورد استفاده در تکمیل داده‌های دبی حداکثر روزانه (Q_m) ایستگاههای هیدرومتری منطقـه طی دورهٔ ۲۵ سالهٔ ۷۱-۱۳۴۶ ۲۷

جدول (۵-۳)- معادلات همبستگی نمایی بین دبی حداکثر لحظه‌ای و دبی حداکثر روزانهٔ ایستگاههای هیدرومتری واقع بر روی رودخانه‌های منطقه ۲۹

جدول (۵-۴)- آمار مشاهده‌ای یا برآورد شدهٔ دبی حداکثر روزانه و دبی حـداکثر لحظه‌ای ایستگاههای هیدرومتری منطقـــه طی دورهٔ آماری ۲۵ سالهٔ ۷۱-۱۳۴۶ ۳۰

جدول (۵-۵)- تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ درکه در ایستگاه درکه (دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶) ۳۱

جدول (۵-۶)- تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ دربند در ایستگاه مقصود بیك (دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶) ۳۲

جدول (۵-۷)- تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ

فهرست نمودارها و نقشه‌ها

عنـــــوان

شمارهٔ صفحه

نمودار (۴-۱) - گرادیان بارندگی سالانه ۱۳

نمودار (۴-۱-۱) - منحنـــی تجمعی رگبار چهارم مرداد ۱۳۶۶ در ایستـــگاههای نیاوران، رودك، کمرخانی و راحت آباد ۱۵

نمودار (۴-۱-۲) - منحنـــی شدت - مدت، رگبـــار مورخ ۶۶/۵/۴ در ایستگـــاه نیـــاوران. ۱۵

نمـــودارهای (۴-۲) الی (۴-۱۲) - بترتیب دسته منحنی‌های شدت - مدت - فراوانی ایستگاههای بارانسجی ثبات مهرآباد، آبان شمالی، کن، یوسف آباد بالا، تهرانپارس، چیذر، نیاوران، سعدآباد، کلوکان، امامه و آبعلی، واقع در مناطق شمالی تهران ۱۸و۱۹

نمودار (۵-۱) - آزمون تجانس هیدرولوژیك داده‌های سیلاب ۵۱

نمودار (۵-۲) - تغییرات Q /Q= (سیلاب T ساله بر سیلاب ۲ ساله) نسبت به زمان برگشت T در ایستگاههای مختلف ۵۵

نمودار (۵-۳) - منحنـــی منطقه‌ای تنـــاوب سیلاب (کاربرد در مناطق کوهستـــانی شمال تهران) ۵۶

نمودار (۵-۴) - رابطهٔ تغییرات دبی حـــداکثر لحظه‌ای سیلاب با دوره بازگشت دو سال نسبت به سطـــح حوضـــه آبریز (حوضه‌های آبریز کوهستانی منطقهٔ شمال تهران) ۵۷

نقشه (۱)- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه ۷

نقشه (۵-۱) - رودخانه‌ها و مسیلهای منطقهٔ شمال تهران و موقعیت ایستگاههای هیدرومتری ۲۴

دارآباد در ایستگاه قلاك (دورهٔ آماری ۷۱-۱۳۴۶) ۳۳
جدول (۵-۸) - تست تصادفی بودن سری داده های دبی حداکثر لحظه ای رودخانهٔ ۳۳
کن در ایستگاه سولقان (دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶)
جدول (۵-۹) - نتـــایج حاصـــل از اجرای برنامهٔ کامپیـــوتری HYFA روی سری ۳۴-۴۲
داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه هیدرومتری اوسون
جدول (۵-۱۰) - برآورد دبی حـداکثر لحظـه ای سیلاب با دورهٔ برگشتهای مختلف ۴۳
در رودخانه‌های منطقه براساس توزیع لوگ پیرسون تیپ III
جدول (۵-۱۱) - برآورد دبی حداکثـر لحظه ای (برحسب m3/s با دوره برگشتهای ۴۵و۴۴
مختـلف در کلیـــهٔ ایستـگاههای هیدرومتری براساس توزیعهای
احتمـالی لوگ نرمال ۲ پارامتـری، پیرسون تیپ III، لوگ پیرسون
تیپ III، گامبل تیپ I ، لوگ نرمال ۳ پارامتری و گاما ۲ پارامتری
جدول (۵-۱۲) - حدود اطمینان برای آزمون تجانس در روش شاخص سیلاب ۴۸
جدول (۵-۱۳) - محاسـبهٔ پارامترهای T_E و N_E جهت آزمون تجانس (یکنواختی) ۵۰
هیدرولوژیك داده‌های سیلاب ایستگاههای منطقه
جدول (۵-۱۴) - نسبتهـــای سیـــلاب با دوره برگشت T ســـاله به میانگین سیلاب ۵۳
سالانهٔ (سیلاب ۲ ساله) کلیهٔ ایستگاههای متجـــانس و تعیین میـــانهٔ
سریهای حاصل
جدول (۵-۱۵) - تخمین سیـــلاب با دوره برگشتهای مختلف در حوضـــه های برون ۶۱
شهری منـــاطق شمـــالی تهران (دبی حداکـــثر لحظه ای سیل برحسب
مترمکعب در ثانیه)
جدول (۶-۱) - محاسبـــهٔ مقـدار تجـربی ضریب جریان سیلC در فرمول منطقی ۶۴
$Q_p=۰/۲۷۸CIA$ برای حوضه های کوچك و کوهستانی مناطق شمالی
تهران
جدول (۶-۲) مقادیر ضریب جریان "C" در فرمول منطقی برای حوضه های ۶۵
شمالی تهران

پیشگفتـــار

آب، گرانبهاترین منبع ملی یك کشور است و این ارزش، اساساً از آن رو است که منبعی تجدید شونده می‌باشد و منافع اقتصادی و اجتماعی حاصل از کاربری عاقلانه از آن اهمیت بسیار زیادی دارند. اما کل مسئله فقط این نیست، چرا که با این منافع، زیانهایی نیز همراه است: خشکسالی و یا سیل.

فرهنگ جهانی آبشناسی (WMO/unesco) سیل را چنین تعریف می‌کند: «افزایش معمولاً کوتاه مدت در سطح تراز آب یك رودخانه تا اوجی که سطح تراز آن اوج با آهنگی آهسته‌تر عقب می‌نشیند». این صعود و نزول می‌تواند بارها رخ دهد و در بیشتر سالها می‌توان، بنا به تجربه، عددی را برای تعداد این صعود و نزول درنظر گرفت که معرف رفتار بهنجار رود است.

اما تعریف رسمی دیگری هم داریم: «اضافه جریان آب نسبت به محدودهٔ معمول رود». از تعریف اخیر چنین نتیجه می‌شود که سیل رویدادی غیرمعمول است. در حالی که تاکید بر این نکته اهمیت دارد که چنین نیست. هیدرولوژیست‌ها با مطالعه سوابق بارندگی و جریان رود، گزارشهای مشخص کنندهٔ این امر را فراهم می‌کنند که جریان رود به چه فراوانی، به آهنگهای مختلف می‌رسد. سیلی که می توان انتظار وقوع آن یا بیش از آن را «بطور متوسط» در هر ۱۰ سال یکبار داشت، «سیل یکبار در ۱۰ سال» یا به اختصار سیل ۱۰ ساله نامیده‌می‌شود. در واقع ممکن است که سیلی با این بزرگی مفروض تا ۳۰ یا ۴۰ سال هم رخ ندهد و در عین حال، چه بسا که ظرف مدت چند سال، دوبار چنین سیلی به وقوع بپیوندد، اما «بطور متوسط» فاصلهٔ زمانی چنین سیلی ۱۰ سال است.

استفاده مکرر از عبارت «بطور متوسط» اهمیت دارد، زیرا در مورد بیشتر رودها نمی‌توان

در اینجا فرازهائی از مقاله آقای Arthur Askew (رئیس شعبهٔ منابع آب سازمان جهانی هواشناسی) تحت عنوان "زیستن در کنارسیل" که درفصلنامهٔ طبیعت و منابع کمیسیون ملی یونسکو در ایران چاپ شده، آورده شده است.

زمان وقوع سیل را از قبل پیش بینی کرد، چنین پیش بینی، خود به سالها پیش بینی دقیق وضع هوا نیاز دارد که با وجود بهبودهای اساسی حاصل در سالهای اخیر، در پیش بینی‌های هواشناختی، نمی‌توان تا آیندهٔ معلومی زمان دقیق وقوع سیلها را پیش‌بینی کرد. آنچه در حال حاضر می‌توانیم پیش‌بینی کنیم، احتمال وقوع سیل یا بزرگی معین طی دوره زمانی مفروضی است. رویدادهائی از این قبیل، که تنها می‌توان به تعبیر آماری آنها را مشخص کرد، یکی از مسائل عمده‌ای هستند که برای حفاظت از جان و مال مردم با آن مواجه هستیم.

درگذشته مردم ماهیت سیل را نه به تعبیر آماری، بلکه به صورت یکی از اجزای محیطی درك می‌کردند که با آن تماس نزدیك روزانه داشتند. مردم در نزدیکی رودها زندگی می کردند تا از آنها به صورت منبع آب و در عین حال از پهنهٔ سیلابی غنی رودها برای رشد محصولات زراعی خود بهره ببرند. اما، به هر صورت خانه بر زمین مرتفع می‌ساختند تا از آسیب سیل در امان باشند. با افزایش جمعیت، مردم به ناگزیر در «خود» پهنه‌های سیلابی مسکن گزیده‌اند.

شهر تهران اگر چه در مسیر رودخانه‌های بزرگ قرارندارد ولی توسعهٔ مناطق شهری و گسترش ساختمانهای مسکونی و تجاری تا پای کوهها و حتی در بستر و حریم سیلها قبل از ورود به دشت تهران، باعث شده که این شهر در مقابل رودهائی که دارای حوضهٔ آبریز بزرگی نیز نیستند آسیب‌پذیر باشد بطوری که سیلابهای اردیبهشت سال ۱۲۴۶، بهار ۱۳۴۸، مرداد ۱۳۶۶ و شهریور ماه ۱۳۶۷ درتهران و مناطق اطراف آن موجب خسارت مالی و جانی فراوانی گردید.

از طرف دیگر توسعهٔ روزافزون محدودهٔ شهری، اجرای پروژه‌های کوچك و بزرگی را که بعضاً در حریم یا بستر مجاری آب قرار می‌گیرند، اجتناب ناپذیر می‌سازد و همواره

مسئله سیل و تخمین بزرگی سیلابهایی که ممکن است علاوه بربه خطر انداختن ایمنی ساختمانها و تاسیسات، جان شهروندان را نیز در معرض تهدید قرار دهد، فکر و ذهن برنامه‌ریزان و طراحان اینگونه پروژه‌ها را بخود مشغول می دارد.

کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از سیل یکی از اهداف اصلی «دهۀ جهانی کاهش فاجعۀ طبیعی (IDNDR)» می باشد که از اول ژانویه ۱۹۹۰ شروع شده است. تحقق این هدف به تلاش جدی تمام سازمانهای کشوری و جهانی درگیر با آن نیاز دارد.

دراین راستا بخش تحقیقات و مطالعات مهندسین مشاور ره شهـــر، تحلیل منطقه‌ای سیلابهای حادث در مناطق شمالی تهران را در دستور کارخود قرار داده‌است.

امید است نشریۀ حاضر که حاصل مطالعۀ انجام شده می باشد و به کوشش آقایان شهریار افتخارزاده و رحمت ا... شفیعی علویجه و دیگر همکاران بخش عمران آب این مهندسین مشاور تهیه گردیده است، بتواند برای کلیۀ مهندسین، طراحان، سازمانها و ارگانهائی که بنحوی با مسئله سیلاب درمناطق شهری یا حوضه‌های شمالی تهران سروکار دارند مفید واقع گردد.

در انتها از تمام عزیزانی که این نشریه را مطالعه می کنند خواهشمندیم کاستی‌ها و اشتباهات را به دیدۀ اغماض ننگرند و پیشنهادات و نقطه نظرات خود را به بخش تحقیقات و مطالعات مهندسین مشاور ره شهـــر اطلاع دهند.

سعیـــد شهیـــدی

مـدیر بـخش تحقیقـات و مطالعـات

۱- مقدمه

دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی بستر جریان چندین رودخانه و ده‌ها مسیل و صدها آبراهه می‌باشد که تعدادی از آنها مقصد کوهپایه‌ها و مناطق شمالی تهران بزرگ را در پیش روی دارند.

توسعه* روزافزون محدودهٔ شهری و لزوم اجرای پروژه های کوچك و بزرگ که بعضاً در حریم یا بستر این رودها و مجاری آب قرار می‌گیرند موجب شده که همواره مسئله سیل و تخمین بزرگی سیلابهایی که ممکن است علاوه بر به خطر انداختن ایمنی ساختمانها و تاسیسات، جان شهروندان رانیز در معرض تهدید قرار دهد، فکر و ذهن برنامه‌ریزان و طراحان اینگونه پروژه‌ها را بخود مشغول دارد.

در این رهگذر هر مهندس طراح یا مشاوری به فراخور آمار و اطلاعات در دسترس و بکارگیری روشهای تجربی مختلف اقدام به برآورد مقدار سیلاب محتمل می‌نماید. مشاهده ارقام و اعدادی که برای یك مسیل یا رودخانه از طرف مراجع مختلف ارائه گردیده بیان‌کننده غیریکنواخت بودن روشها، عدم بکارگیری کلیهٔ داده‌های مشاهده‌ای سیلاب و بعضاً استناد به یك واقعه تاریخی یا گفته‌های شفاهی ساکنین اطراف بوده‌است، بطوری که از یکطرف خود این برآوردها با یکدیگر اختلاف زیادی دارند و بعضاً ملاحظه می‌گردد که سیلابهای مشاهده‌ای و ثبت‌شده با سیلابهای طراحی اختلافی کاملاً درخور توجه داشته‌که در برخی موارد به‌هیچوجه قابل توجیه نمی‌باشد.

در این مطالعه سعی گردیده با جمع‌آوری کلیه اطلاعات و آمار سیلاب در رودخانه‌های کوچك شمال تهران و آنالیز آماری آنها روابط و ضرایب منطقه‌ای مربوط به برآورد سیلاب تعیین و بر مبنای آنها جدول یا روابطی ارائه گردد که سیلاب قابل وقوع با احتمال مشخص را برای هر سطح مورد زهکشی واقع در ارتفاعات و کوهپایه‌ها ی شمال تهران با در دست داشتن کمترین اطلاعات (سطح حوضه و ارتفاع حداقل) در اختیار بگذارد.

۲- هدف

هدف اصلی از این مطالعه ایجاد امکاناتی است که بتوان ارقام سیلاب پروژه را در مناطق مختلف برای حوضه‌های برون‌شهری شمال تهران بدست آورد و به این ترتیب برای طراحی تاسیسات کوچکی که در حوضه های بدون اندازه گیری یا بدون اندازه‌گیریهای مستمر در زمان طولانی، راه حلی ارائه کرد.

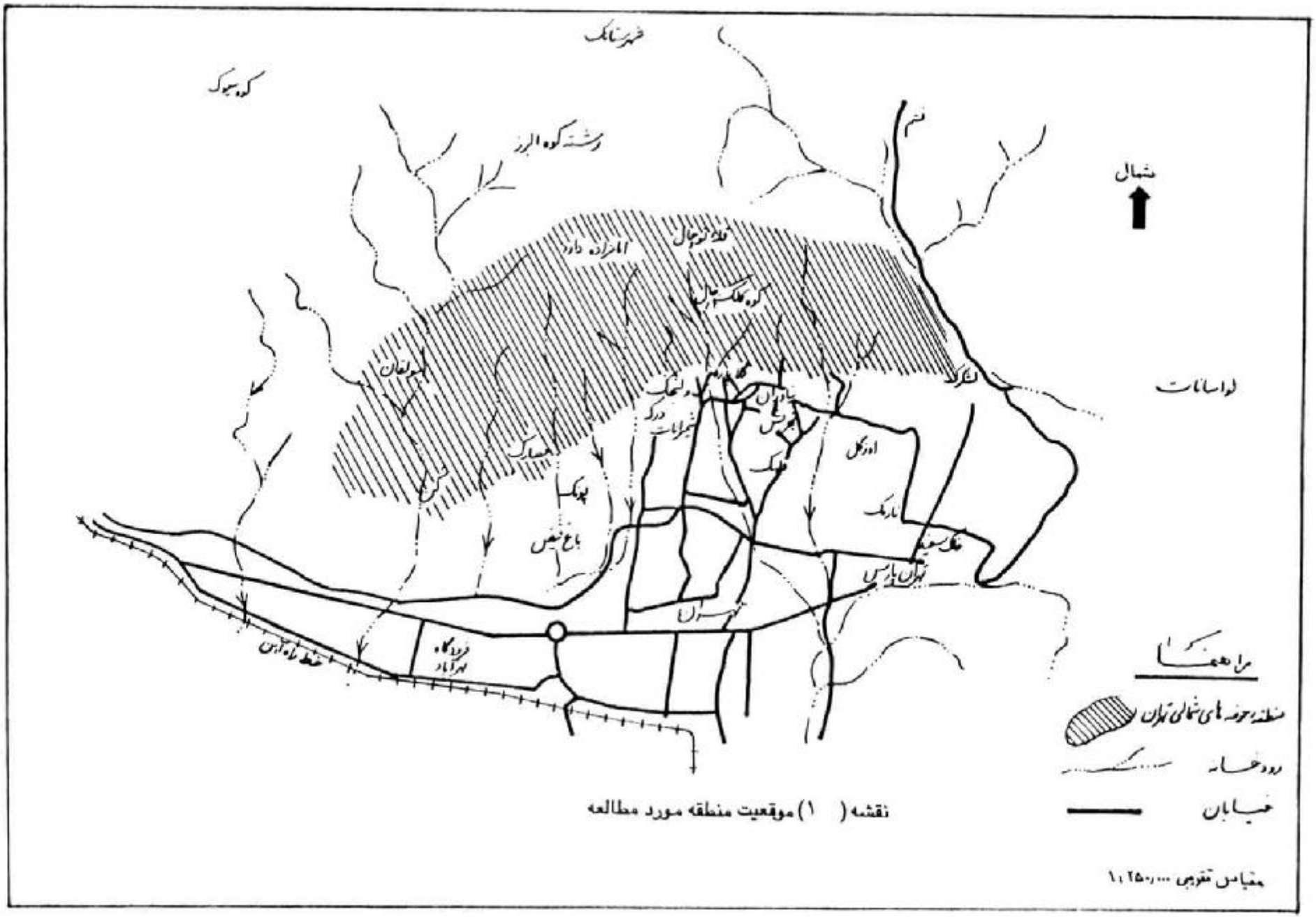
عدم وجود ضرایب و روابط منطقه ای در برآورد سیلابها باعث می‌گردد که طراحان از مدلها و روابط تنظیم‌شده برای سایر نقاط استفاده کنند و این روابط و فرمولها با ثابت‌های ریاضی مربوط به مناطق دیگر جهان معمولاً خطاهای قابل‌توجهی را بهمراه خواهند داشت، در این مقاله علاوه بر تحلیل منطقه ای سیلاب اقدام به تعیین ضریب ثابت"C" در فرمول راشنال ($Q_p = ۰/۲۷۸$ CIA) برای حوضه‌های کم وسعت شمال تهران گردیده است.

۳- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه که در نقشه(۱) مشخص شده قسمتی از دامنه‌های جنوبی البرز مشرف به دشت تهران می‌باشد، این منطقه از جنوب محدود به دشت تهران، از غرب و شرق بترتیب محدود به رودخانه کرج و جاجرود و از شمال نیز محدود به سرشاخه‌های دو رودخانه کرج و جاجرود می‌باشد. ارتفاع عمومی منطقه بیشتر از ۱۴۵۰ متر از سطح دریا بوده و حداکثر ارتفاع را قله توچال با بیش از ۳۹۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا داراست.

منطقه موردنظر از لحاظ پوشش گیاهی ضعیف بوده و بعلت شیب زیاد و نفوذپذیری نسبتاً کم، رگبارهای با شدت زیاد منجر به سیلابهایی با دبی حداکثر لحظه‌ای نسبتاً بزرگی می‌گردد که حامل مقادیر معتنابهی مواد جامد رسوبی (گل و لای و شن و سنگ) می‌باشند.

حوضه های واقع در منطقه دارای شیب زیاد و از نظر زمین‌شناسی تمامی آنرا تشکیلات کرج به سن ائوسن پوشانده‌اند، سنگهای این تشکیلات انواع توف‌ها و آذرین حد وسط می‌باشند، بعلت مواد ثانوی توفها بعضی از آنها نرم و نفوذپذیر و بعضی دیگر سخت بوده و تراوائی کمی دارند، کل سیستم زمین‌ساخت منطقه عبارت از تاقدیسی و ناودیسی است که محور آن به سمت شرق منطقه، جنوبی و به سمت غرب شمالی می شود، بنابراین کنترل‌کننده سیستم آبراهه‌ها می‌باشد . بعضی از مشخصات فیزیوگرافیک حوضه‌های شمالی تهران که از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس۱:۲۵۰۰۰۰یا ۱:۵۰۰۰۰ استخراج گردیده در جدول (۳-۱) منعکس است.



نقشه (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول (۳-۱) - بعضی مشخصات فیزیوگرافیک حوضه های آبریز شمالی تهران

رودخانه - ایستگاه	سطح حوضه km^2	طول حوضه km	طول بزرگترین آبراهه km	ارتفاع از سطح دریا m				متوسط شیب بستر آبراهه ٪	زمان تمرکز (بارش کرپیچ) دقیقه	محیط حوضه km	ضریب گراولیوس
				حداکثر حوضه	حداکثر آبراهه	حداقل	اختلاف				
اوسون - پس قلعه	۱۰	۵/۳	۵/۵	۲۹۵۷	۳۴۶۰	۲۰۰۰	۱۴۶۰	۲۷	۲۴/۵	۱۴/۶	۱/۲۹
گلندوک - نجارکلا	۵۹/۴	۱۲/۵	۱۳/۲	۳۹۲۰	۳۶۰۰	۱۷۷۰	۱۸۳۰	۱۴	۶۱/۵	۳۵/۵	۱/۲۹
آهار - اوشان	۹۴	۱۶/۲	۱۷/۵	۳۹۳۳	۳۶۰۰	۱۸۵۰	۱۷۵۰	۱۰	۸۶/۴	۴۳/۳	۱/۲۵
دارآباد - قلاک	۱۷	۶	۶/۳	۳۳۰۰	۳۲۰۰	۱۸۳۳	۱۳۶۷	۲۲	۲۹/۳	۱۶/۷	۱/۱۳
افجه - نارون	۲۰	۸/۷	۹/۳	۳۷۳۰	۳۵۰۰	۱۷۹۰	۱۷۱۰	۱۸	۴۲/۲	۲۴/۵	۱/۲۵
درکه - درکه	۲۵	۸/۶	۹/۳	۳۸۷۶	۳۶۰۰	۱۷۶۰	۱۹۴۰	۱۹	۴۰/۲	۲۲/۵	۱/۲۶
دربند - مقصودبیک	۲۸/۵	۹/۰	۹/۱	۳۹۵۷	۳۴۶۰	۱۸۰۰	۱۶۶۰	۱۸	۴۱/۶	۲۳/۲	۱/۲۲
جعفرآباد - پس قلعه	۹	۵/۱	۵/۴	۳۹۰۰	۳۴۲۰	۲۰۰۰	۱۴۲۰	۲۶	۲۴/۲	۱۴/۵	۱/۲۵
لوارک - علی آباد	۱۰۳	۱۲/۵	۱۵/۵	۳۴۰۰	۳۲۰۰	۱۷۹۰	۱۴۱۰	۹	۸۱/۶	۳۸/۲۰	۱/۰۵
کن - سولقان	۱۹۶	۱۹/۲	۲۲/۵	۳۷۶۰	۳۱۰۰	۱۴۳۰	۱۶۷۰	۷/۴	۱۱۷/۵	۶۰	۱/۲۰

۴- هواشناسی(۱) منطقه موردمطالعه

توده های هوایی که منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار می دهند، در زمستانها عمدتاً مدیترانه‌ای از سمت غرب، قطبی بری و قطبی شمالی ازسمت شمال غربی و شمال، قطبی بری ازشمال غرب و در تابستانها بری حاره‌ای از منشأ کویر ایران یا صحرای عربستان و یا جریانات شمال غربی از اروپای مرکزی می‌باشند. غلبهٔ نادر توده‌ها ی هوای بحری حاره‌ای (گرم و مرطوب) در تابستانها از سمت شمال غرب و یا جنوب شرق (جریان موسمی) بصورت اتفاقی نیز گزارش شده‌است.

ازنظر اقلیم بخش شمالی تهران در اقلیم نیمه خشك و در زیر اقلیم دمایی سرد قرار گرفته که نمونه‌های ایستگاهی آن با غ گیاه‌شناسی تهران، تجریش،نارمك، علم و صنعت و سولقان می‌باشد. در بخشهای شمالی‌تر که قسمت اعظم حوضه های کوهستانی منطقه را تشکیل می‌دهد شاهد زیر اقلیم سرد از اقلیم مدیترانه‌ای می باشیم، نمونه ایستگاهی آن کاخ سعدآباد می‌باشد.

۴-۱- ریزشهای جنوبی و منشأ آن

منشأ عمده بارندگیهای منطقه جریانهای هوای مرطوبی است که همراه کمفشارهای مهاجر غربی از طریق ترکیه (۲۸/۶درصد)، سوریه (۴۱ درصد)، صحرای کبیر آفریقا(۲۲/۴ درصد) و دریای سیاه (۲/۵ درصد) به منطقه تهران می‌رسند. کمفشارهای فوقانی نیز در مجموع ۵۵ درصد حالات را تشکیل می‌دهند.

۴-۱-۱- رژیم بارندگی

رژیم بارندگی در منطقه مورد نظر مدیترانه‌ای است، به این مفهوم که فصل بارندگی منطبق بر نیمه سرد سال و فصل خشك منطبق بر تابستان است. بخش قابل‌ملاحظه‌ای از ریزشهای جوی بخصوص در ارتفاعات بصورت جامد است، بطوری که ضریب برفی (نسبت ریزشهای جوی بصورت برف به کل ریزشها) سالانه در ارتفاع ۲۵۰۰ متری از

۱- مطالعات طرح جامع آب کشور - شناخت اقلیمهای ایران - شرکت مهندسین مشاور جاماب - وزارت نیرو

سطح دریا ۵۷ درصد محاسبه شده است. (۱)

۴-۱-۲- تغییرات بارندگی با ارتفاع

مقدار بارندگی در مناطق مختلف تهران و کوهپایه‌های شمالی بشدت تابع ارتفاع می‌باشد، بطوری که مثلاً میزان بارندگی در پارک شهر با ارتفاع ۱۱۹۹ متر از سطح دریا، برابر با ۲۲۸ میلیمتر، در مؤسسه ژئوفیزیک تهران با ارتفاع ۱۳۶۰ متر برابر ۲۵۶ میلیمتر، در نمایشگاه بین‌المللی تهران با ارتفاع ۱۵۴۱ متر برابر با ۴۰۰ میلیمتر و در گلابدره با ارتفاع ۱۶۸۰ متر برابر ۴۶۲/۵ و بالاخره در آبعلی با ارتفاع ۲۴۶۵ متر برابر ۵۲۳ میلیمتر گزارش شده است.

در طرح جامع آب رابطه تغییرات بارندگی نسبت به ارتفاع با توجه به متوسط بارندگی ۲۰ ساله ۱۱۱ ایستگاه بارانسنجی واقع در حوضه‌های آبریز کرج - جاجرود بصورت زیر ارائه‌گردیده است.

$P=-۱۰/۳+۰/۲۸۲Z$

$N=۱۱۱$

$R=۰/۸۴۷$

که درآن:

P = بارندگی متوسط سالانه برحسب میلیمتر

Z = ارتفاع ایستگاه برحسب متر

N = تعداد ایستگاهها

R = ضریب همبستگی خطی بین P و Z است

رابطه فوق‌الذکر تغییرات بارندگی نسبت به ارتفاع را در منطقه‌وسیعی شامل حوضه‌های آبریز کرج - جاجرود بطور میانگین بدست می‌دهد، جهت افزایش دقت در تعیین میزان بارندگی متوسط سالانه و تغییرات آن با ارتفاع در منطقه مورد مطالعه، اقدام به تعیین گرادیان بارندگی براساس داده‌های بارندگی ۱۲ ایستگاه در دوره ۲۵ ساله ۷۱-۱۳۴۶ گردید، در جدول (۴-۱) آمار مشاهده ای و بازسازی‌شده ایستگاههای بارانسنجی منتخب را

۱- هیدرولوژی برف - پایان‌نامه کارشناسی ارشد - رحمت ا... شفیعی علویجه، خردادماه ۱۳۶۷

نشان می‌دهد، پس از تکمیل آمار براساس روشهای شناخته شدهٔ آماری و محاسبه میانگین ۲۵ ساله هر ایستگاه، رابطهٔ تغییرات بارندگی سالیانه نسبت به ارتفاع بصورت زیر حاصل گردید.

$P = -۱۶۲/۸ + ۰/۳۷۶Z$

$N = ۱۲$

$R = ۰/۹۸۵$

نمودار (۴-۱) گرادیان بارندگی سالانه را برای منطقه مورد مطالعه، نشان می‌دهد. چنانکه ملاحظه می‌شود، تقریباً به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، میزان بارندگی حدود ۳۷ میلیمتر افزایش می‌یابد. براساس رابطه فوق الذکر متوسط بارندگی سالانه در ارتفاع ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ متر بترتیب ۵۸۹، ۷۷۷ و ۹۶۵ میلیمتر برآورد می‌گردد.

۴-۱-۳- تغییرپذیری بارندگی سالانه

متوسط ضریب تغییرات بارندگی سالانه در ۱۰۲ ایستگاه هواشناسی واقع در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی ۲۶ درصد است، ضریب تغییرات محاسبه‌شده برای ایستگاه‌های منتخب در جدول (۴-۱) باستثنای ایستگاه غنی آباد و باقرآباد که در ارتفاع کمتر از ۱۱۰۰ متر واقعند، همگی کوچکتر از ۳۵ درصد می‌باشد و میانگین ضریب تغییرات بارندگی سالانه در این ایستگاه نیز کمتر از ۲۹ درصد می‌باشد.

از آنجا که ضریب تغییرات بارندگی سالانه از ۴۰ که آستانهٔ پذیرش نظم بارندگی از نظر اقلیمی محسوب می‌گردد، کمتر است، بنابراین کوهپایه‌های شمالی تهران و ارتفاعات از نظر بارندگیهای سالانه منظم تلقی می‌گردد.

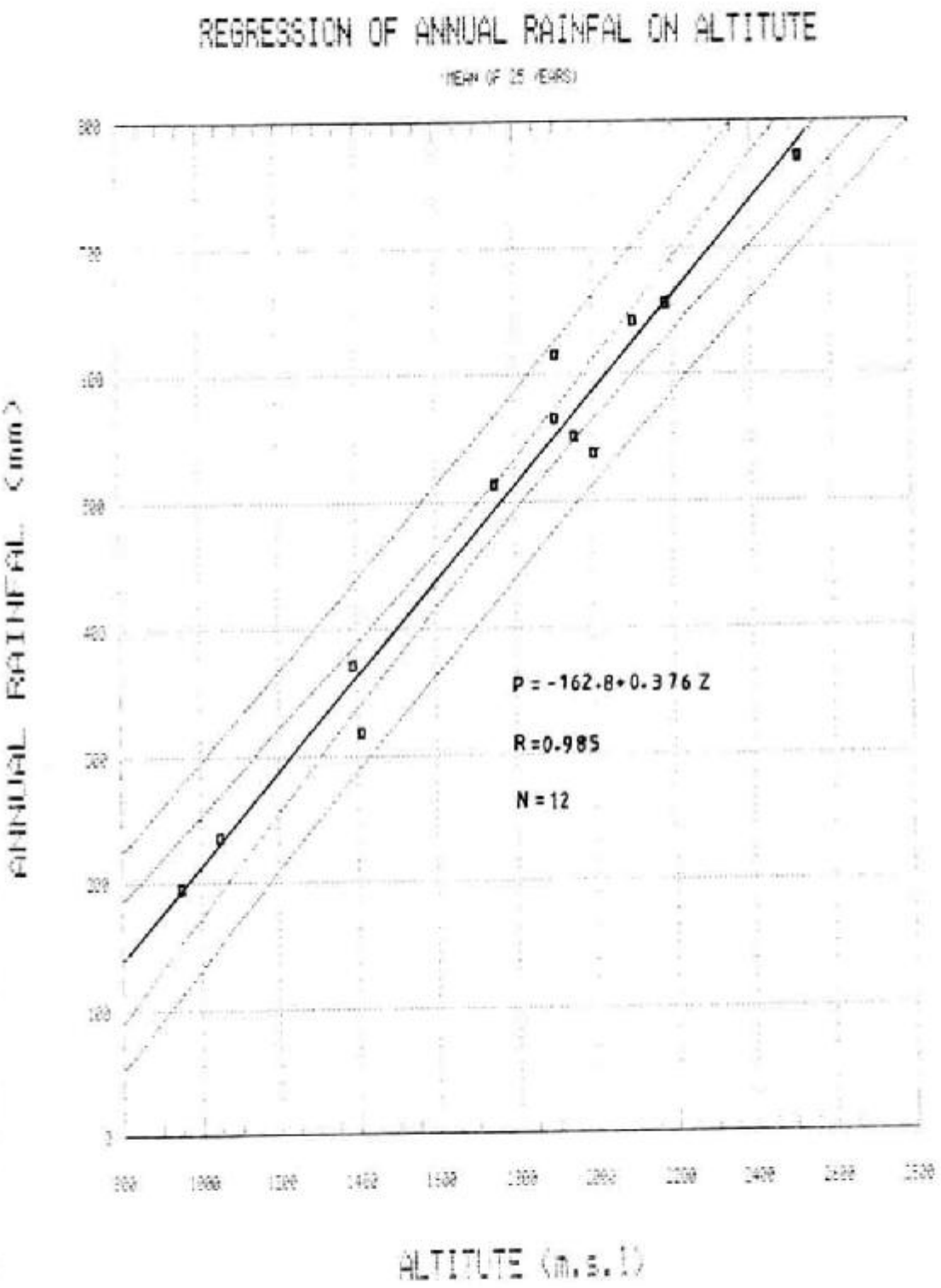
۴-۱-۴- توزیع زمانی بارندگی

۸۰ درصد بارندگیهای سالانه در شش ماههٔ آذر لغایت اردیبهشت نازل می‌گردد، بارندگیهای فصلی با اهمیتی مساوی، در درجهٔ اول زمستانه و بهاره و در درجهٔ دوم پائیزه

جدول (۴-۱) - سری داده‌های بارندگی سالانهٔ مشاهده‌ای یا بازسازی شدهٔ ایستگاههای باران‌سنجی منتخب جهت تعیین گرادیان بارندگی

نام ایستگاه / ارتفاع m / سال آبی	بیلقان	رودك	آهار	افجه	بویبار تهران	نارون	نیکنام‌ده	کند سفلی	قلی‌آباد	گرمابدر	ده‌صومعه	باقرآباد
	۱۳۹۰	۱۹۰۰	۲۱۸۰	۲۱۰۰	۱۹۰۵	۱۷۵۰	۱۵۹۰	۲۰۰۰	۱۰۵۰	۲۵۲۰	۱۴۱۰	۹۵۰
۴۶-۴۷	۳۰۳	۵۱۲/۶	۳۴۰	۵۹۴	۵۶۵/۵	۴۷۵/۶	۵۱۲/۲	۴۸۹	۲۰۸/۴	۲۶۴	۲۲۸/۵	۱۶۷/۰
۴۷-۴۸	۵۰۸	۱۰۱۴/۳	۹۹۲/۵	۱۰۸۷	۱۰۷۱/۳	۸۶۶/۰۳	۹۱۳/۳	۷۶۸	۳۸۶/۱	۱۰۰۱	۴۵۲	۲۵۲/۶
۴۸-۴۹	۲۲۱/۵	۲۵۰/۷	۵۳۵/۵	۶۲۱	۶۰۲/۵	۵۰۴/۹	۵۴۲/۲	۲۲۰	۲۲۹/۲	۴۴۰	۱۶۱	۱۳۲/۰
۴۹-۵۰	۲۵۹	۴۱۸/۵	۳۷۶/۳	۴۸۳/۸	۴۵۲/۵	۳۸۸/۳	۴۲۲/۵	۲۹۹/۵	۱۴۶/۳	۷۰۳/۸	۳۷۷	۱۴۸/۶
۵۰-۵۱	۳۴۲	۴۳۶	۶۷۰	۷۳۱/۵	۷۳۸/۵	۵۸۴/۵	۶۲۴/۱	۴۳۸	۲۸۵/۹	۱۳۹۷	۵۰۴	۲۲۵/۱
۵۱-۵۲	۳۴۰	۵۷۲	۵۴۷	۵۸۰	۵۰۴	۴۹۴	۵۰۰/۸	۵۶۴/۵	۲۲۱/۵	۸۱۶/۵	۳۷۹/۵	۲۲۳
۵۲-۵۳	۳۶۲	۵۶۵/۵	۷۲۲	۵۹۰	۴۹۵	۵۱۸	۵۰۸/۹	۵۵۱/۵	۲۲۸/۶	۹۲۳	۲۲۳	۲۲۷
۵۳-۵۴	۳۵۳	۷۵۴	۵۸۰	۵۱۰	۵۲۲/۵	۴۴۳	۴۴۳/۸	۵۳۰/۵	۱۸۵/۲	۵۸۲	۲۲۵/۵	۲۵۵
۵۴-۵۵	۳۶۵	۷۰۲	۶۹۰/۵	۷۶۷	۷۶۲/۵	۵۷۶	۶۷۰	۶۳۳/۵	۲۷۹/۸	۶۲۸/۵	۳۲۲/۵	۲۳۸
۵۵-۵۶	۵۰۱	۵۱۳	۵۱۶	۵۴۴	۵۳۸	۳۸۵/۵	۴۱۴	۵۱۲/۵	۱۴۴/۲	۴۹۸	۲۵۱/۵	۲۲۵
۵۶-۵۷	۴۷۰	۵۲۶/۵	۶۱۰	۶۲۶	۶۱۰	۴۱۶	۵۱۹	۵۸۸/۵	۱۶۶/۰۵	۹۵۳	۳۶۲	۲۷۸
۵۷-۵۸	۵۳۷/۴	۶۱۸/۵	۱۰۴۱	۶۲۹	۷۶۴	۵۱۹	۶۰۳	۵۲۲/۵	۲۲۹/۳	۱۰۹۷	۴۲۴	۱۷۲
۵۸-۵۹	۵۲۹	۴۷۲/۵	۶۷۲	۴۳۱	۳۵۹	۳۶۶	۳۳۸	۴۶۸	۱۳۰/۵	۶۳۶	۱۴۶	۲۳۶
۵۹-۶۰	۵۰۱	۵۸۵	۷۹۸	۶۲۷	۶۰۰/۳	۴۷۲	۵۲۹/۰۱	۵۲۹	۲۰۵/۹	۷۰۷	۱۲۵	۱۳۰
۶۰-۶۱	۲۶۵/۵	۳۶۲/۵	۶۲۹	۴۲۳	۴۰۷	۳۴۰	۳۸۱/۱	۳۸۵/۵	۱۲۰/۸	۷۲۵/۵	۳۰۹/۶	۷۵
۶۱-۶۲	۴۱۹/۵	۵۶۹/۵	۸۲۴	۶۵۵	۵۸۷	۵۶۲	۵۶۱/۸	۶۲۹	۱۶۱	۹۲۱/۱	۳۵۸/۵	۱۱۶/۵
۶۲-۶۳	۳۲۸/۵	۴۴۶/۵	۶۲۸	۶۹۹	۴۶۲/۵	۴۴۷	۵۹۷/۶	۴۵۹	۱۸۲	۷۵۲/۶	۳۱۴/۲	۱۱۲
۶۳-۶۴	۴۱۸	۲۲۰/۵	۵۴۹/۵	۶۵۵/۵	۶۲۷	۴۹۱	۵۸۶/۵	۴۵۵	۱۶۸	۶۷۶	۲۹۴/۸	۱۶۱/۵
۶۴-۶۵	۳۱۸/۵	۵۴۸	۵۲۹	۷۲۵	۷۱۸/۵	۵۵۹/۵	۶۰۲	۶۰۱	۲۹۸	۷۰۴/۵	۲۸۶	۱۸۶/۵
۶۵-۶۶	۳۳۰	۶۷۵	۶۹۷/۵	۷۷۰	۷۴۰	۶۲۹	۶۶۵/۵	۷۰۹/۵	۳۱۵	۹۰۶/۵	۳۲۹	۱۲۵/۵
۶۶-۶۷	۳۴۸/۳	۸۰۵	۸۷۵	۸۶۹	۸۳۶/۵	۸۲۱	۷۶۴	۷۵۶	۵۵۳	۹۲۵/۵	۲۵۹/۶	۱۵۵
۶۷-۶۸	۱۸۰/۵	۳۹۰/۵	۶۶۵	۵۳۱	۵۱۵	۴۴۰/۵	۴۶۱/۵	۴۴۲/۵	۲۳۱/۵	۶۸۶/۵	۲۹۹/۵	۱۱۴
۶۸-۶۹	۱۸۰/۵	۳۳۲/۵	۴۷۶/۵	۴۴۸	۴۵۵	۴۳۳/۵	۳۸۶/۵	۴۳۸/۵	۲۱۰/۵	۵۶۱	۳۰۷	۱۰۳/۵
۶۹-۷۰	۳۰۰/۵	۳۷۵	۴۷۷/۵	۶۱۵	۵۱۱/۵	۴۵۶/۵	۴۶۹	۴۶۸	۲۵۶	۵۶۸/۵	۲۱۸/۵	۱۶۴
۷۰-۷۱	۳۸۳/۰	۷۶۸/۵	۸۲۶/۴	۸۰۳	۸۷۶/۵	۶۳۳/۵	۶۵۰	۶۵۶	۲۰۸	۱۱۵۴	۳۷۳	۱۶۱/۵
۷۱-۷۲	۳۸۳/۰	۷۶۸/۵	۸۲۶/۴	۸۰۳	۸۷۶/۵	۶۳۳/۵	۶۵۰	۶۵۶	۲۰۸	۱۱۵۴	۳۷۳	۱۶۱/۵
max	۳۵۹	۱۰۱۴/۱	۱۰۴۱	۱۰۸۷	۱۰۷۱/۴	۸۶۶/۰۳	۹۱۳/۳	۷۶۸	۳۸۶/۱	۱۳۹۷	۵۰۴	۲۵۵
min	۱۸۰/۵	۲۲۰/۵	۳۴۰	۴۳۱	۳۵۹	۳۴۰	۳۸۱/۱	۲۹۹/۵	۱۲۰/۸	۲۶۴	۱۲۵	۷۵
mean	۳۷۱	۵۶۵/۴	۶۵۶/۳	۶۴۱/۸	۶۱۴/۶	۵۱۳/۴	۵۵۱/۱	۴۳۸/۲	۲۲۵/۳	۷۷۰/۸	۳۱۸/۴	۱۹۵/۴
S	۹۹/۲	۱۶۲/۱	۱۶۷/۶	۱۴۷/۸	۱۶۵/۴	۱۲۶/۶	۱۳۳/۴	۱۲۱/۷	۱۰۰/۵	۲۳۶/۸	۸۷/۴	۸۵/۶
C.V	۲۶/۷	۲۸/۷	۲۵/۵	۲۳/۰۳	۲۶/۹	۲۴/۷	۲۴/۴	۲۲/۶	۴۲/۷	۳۲/۰۲	۲۷/۴	۴۳/۸

نمودار (۴-۱) گرادیان بارندگی سالانه



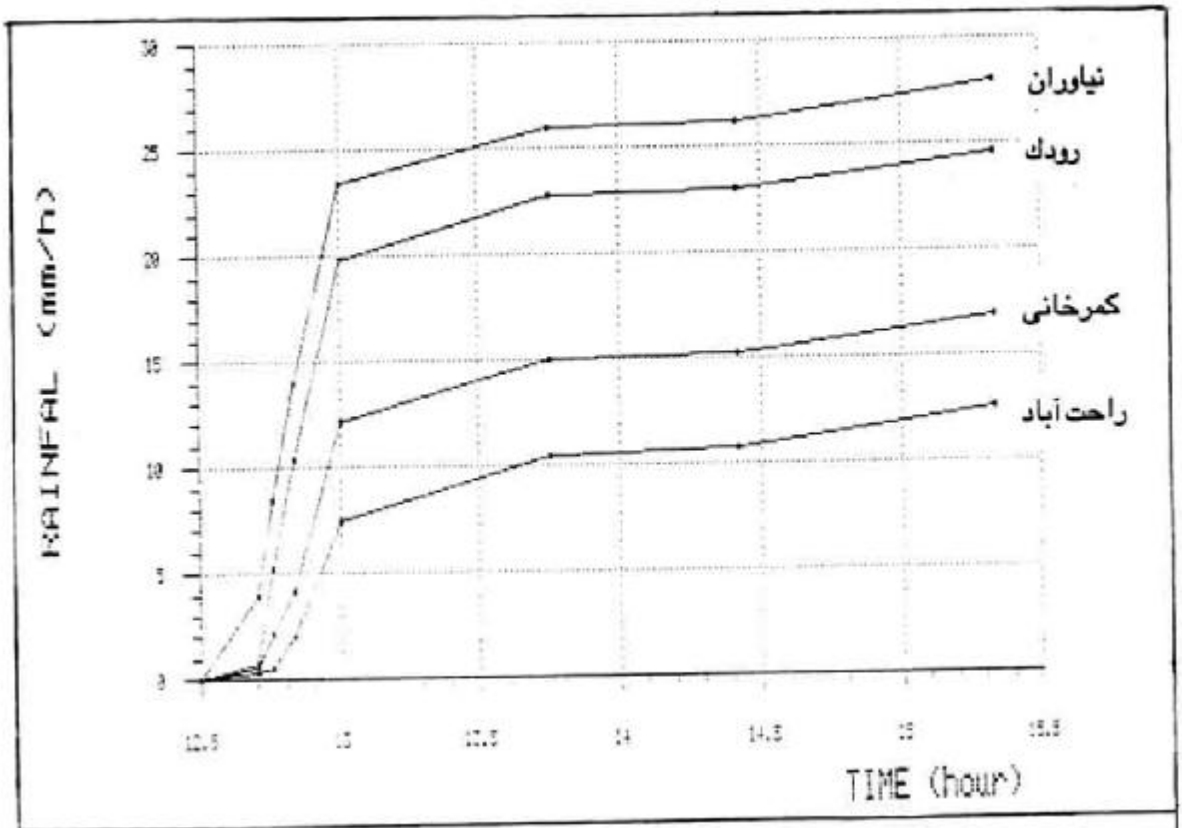
می‌باشد. سهم تابستان در بارشهای حوضه ناچیز است و به ۳ درصد نمی رسد و این مقدار نیز ناشی از بارشهای ناگهانی است که هر چند سال یکبار در تابستان به وقوع می‌پیوندند. بعنوان مثال رگبار چهارم مرداد ۱۳۶۶ که توانست سیل ویرانگری در شمیران و مناطق شمالی تهران ایجاد کند، از این نوع می باشد. مرکز رگبار فوق متمرکز بر حوضهٔ مسیل گلابدره و دربند واقع در شمال میدان تجریش بود. متأسفانه در این حوضه و اطراف آن بارانسنجی که این رگبار را ثبت کرده‌باشد وجود نداشته، ولیکن ایستگاه بارانسنجی نیاوران که در حاشیه مرکز رگبار قرار می‌گیرد، آنرا ثبت کرده است.

بررسی گراف بارانسنجی این ایستگاه نشان می‌دهد که بارندگی از ساعت ۱۲/۳۰ شروع گردیده و تا ساعت ۱۵/۲۰ ادامه داشته و مجموعاً در این مدت (دو ساعت و پنجاه دقیقه) ۲۸ میلیمتر باران ریزش نموده است. بیشترین شدت مربوط به ساعت ۱۲/۴۰ تا ۱۳/۰۰ بوده که در این ۲۰ دقیقه ۱۹/۲ میلیمتر ریزش وجود داشته که شدت آن حدود ۶۰ میلیمتر در ساعت می‌گردد.

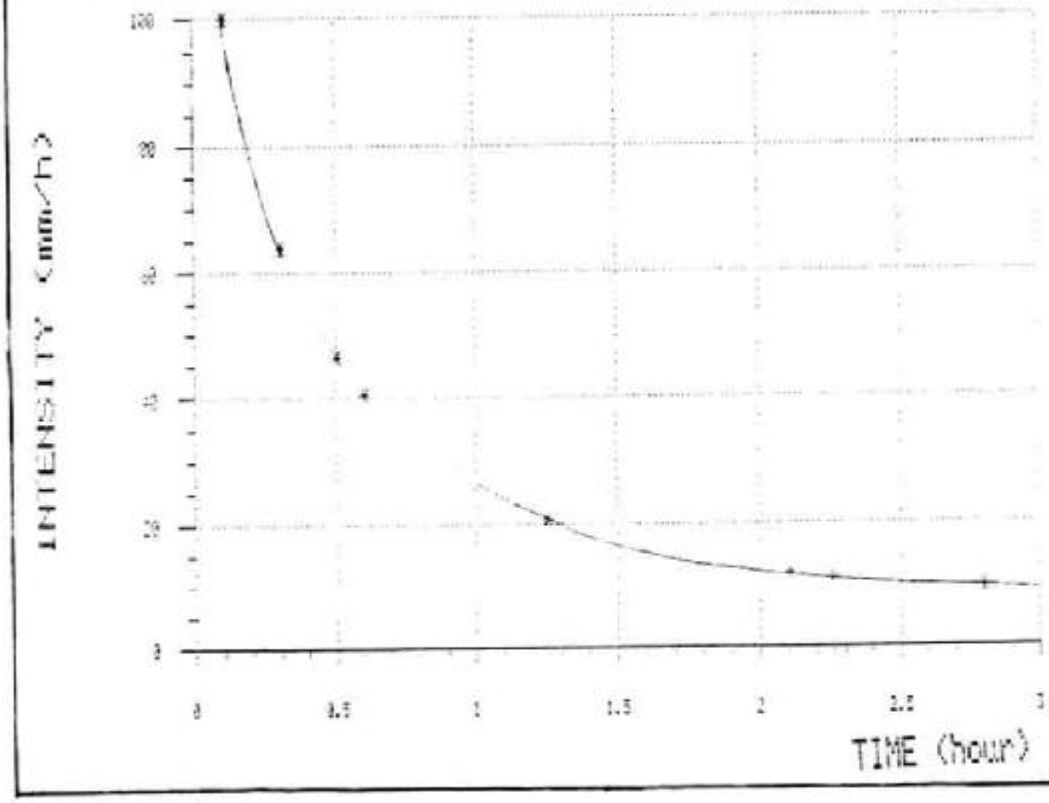
دوره برگشت یك چنین رگبارهایی اگرچه زیاد می‌باشد لکن وقوع گاه و بیگاه آنها در مناطق شهری و تاثیرات مخربی که بر مناطق مسکونی و تأسیسات زیر بنایی گذاشته و اکثراً همراه با تلفات انسانی و خسارات جبران‌ناپذیر بوده‌است، ایجاب می‌کند که مطالعهٔ رگبارها و انتخاب رگبار طرح در پروژه‌های شهری، بخصوص پروژه‌های جمع آوری و انتقال آبهای سطحی با دقت و تأمل زیادتری انجام گیرد.

نمودار (۴-۲) منحنی تجمعی رگبار چهارم مرداد۱۳۶۶ را در ایستگاههای نیاوران، رودك، کمرخانی و راحت آباد نشان می‌دهد و در نمودار (۴-۳) منحنی شدت - مدت رگبار مذکور در ایستگاه نیاوران رسم گردیده، چنانکه مشاهده می‌شود، متوسط شدت بارندگی در تداومهای ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ ساعته (زمان تمرکز حوضه‌های کوهستانی شمال تهران) که رگبار بیشترین شدت را داشته بترتیب معادل ۴۵، ۲۵، ۱۷ و ۱۲ میلیمتر در ساعت بوده‌است.

نمودار (۴-۱-۱)منحنی تجمعی رگبار چهارم مرداد ۱۳۶۶ ر در ایستگاههای نیاوران، رودک، کمرخانی و راحت آباد



نمودار (۴-۱-۲)منحنی شدت-مدت، رگبار موخ ۶۶/۵/۴ در ایستگاه نیاوران



واضح است که این میزان بارندگی مختص به ایستگاه نیاوران بوده و در مرکز رگبار که منطبق بر حوضه دربند می‌باشد، شدت و مدت بارندگی مطمئناً زیادتر از مقادیر فوق الذکر بوده است.

۴-۱-۵- رگبارهای کوتاه‌مدت ومنحنی های شدت - مدت - فراوانی

حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها و مسیلهای شمال تهران دارای وسعتی کم از ۳ تا حداکثر ۲۰۰ کیلومتر مربع و عموماً با زمان تمرکز کمتر از ۲ ساعت هستند. در حوضه‌های کوچك چه شهری و چه کوهستانی، رگبارهای کوتاه‌مدت با شدت زیاد از اهمیت زیادی برخوردارند، چرا که طبق یك قاعدهٔ کلی هر چقدر زمان بارندگی زیادتر باشد، شدت متوسط بارندگی کم می‌شود و بالعکس.

برای تعیین مقدار و شدت بارندگی در زمانهای کوتاه‌مدت، نیاز به داده‌های بارندگی ایستگاههای بارانسنجی ثبات در یك دوره نسبتاً طولانی می‌باشد.

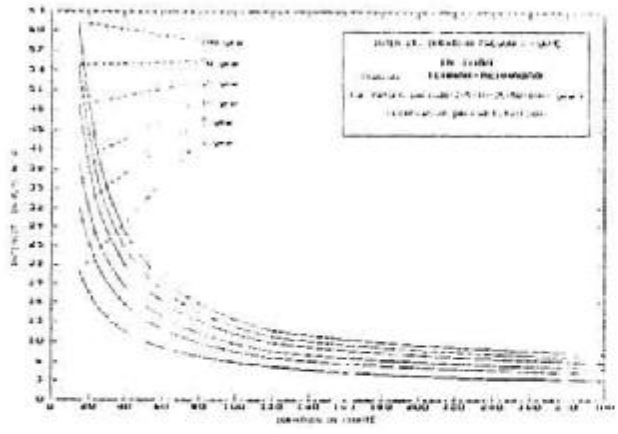
خوشبختانه در تهران و اطراف آن و در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی چندین ایستگاه بارانسنجی ثبات اعم از سینوپتیك متعلق به سازمان هواشناسی و بارانسنجی ثبات تحت نظارت وزارت نیرو وجود دارد که داده‌های آنها توسط آقای فریبرز وزیری عضوگروه آب دانشکده عمران دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی طی چند طرح پژوهشی مورد آنالیز و تحلیل قرار گرفته و نتایج آن طی ۲ جلد گزارش مجزا در سالهای ۱۳۶۳ و ۱۳۷۱ منتشر شده است.

از مجموعهٔ ایستگاههایی که برای آنها منحنی شدت - مدت - فراوانی ارائه گردیده ۱۱ ایستگاه مهرآباد، یوسف‌آباد بالا، سعدآباد و آبعلی را بلحاظ نزدیك بودن به منطقه موردمطالعه مورد توجه قرار می‌دهیم، بخصوص نتایج ایستگاه آبعلی و سعدآباد بخاطر داشتن ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر می‌تواند معرف خصوصیات رگبارهای منطقه کوهستانی شمال تهران باشد.

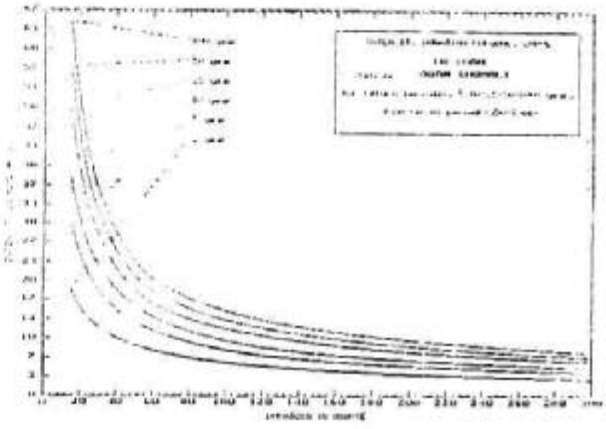
منحنی های شدت، مدت، فراوانی ۱۱ ایستگاه فوق الذکر در نمودارهای (۴-۲) الی (۴-۱۲) آورده شده است، براساس این نمودارها و روابط مربوطه، مقادیر حداکثر شدت بارندگی های با تداوم و دوره بازگشت های مختلف استخراج و در جدول (۴-۲) منعکس گردیده است. چنانکه مشاهده می گردد، داده های مربوط به ۳ ایستگاه آبعلی، مهرآباد و سعدآباد با توجه به ارتفاع این ایستگاه‌ها از سطح دریا با یکدیگر همخوانی دارند ولی ارقام مربوط به ایستگاه یوسف آباد بالا در دوره بازگشت های بیشتر از ۱۰ سال به مقدار قابل ملاحظه ای از ارقام متناظر در ایستگاههای دیگر فاصله دارد، این امر می‌تواند ناشی از تعداد کم رگبارهایی که در دورهٔ مشاهداتی ثبت گردیده (نسبت به کل رگبارهای واقع شده) ناشی شده باشد (طول دورهٔ آمار مشاهده‌ای این ایستگاه فقط ۸ سال بوده است). بهرحال در این مطالعه با توجه به ارتفاع عمومی منطقه موردنظر مقادیر ایستگاه آبعلی و سعدآباد را در محاسبات بکار می‌بریم.

نمودارهای (۴-۲) الی (۴-۱۲) بترتیب دسته منحنی های شدت - مدت - فراوانی ایستگاههای بارانسنجی ثبات مهرآباد، آبان شمالی، کن، یوسف آباد بالا، تهرانپارس، چیذر، نیاوران، سعدآباد، کلوکان، امامه و آبعلی واقع در مناطق شمالی تهران.

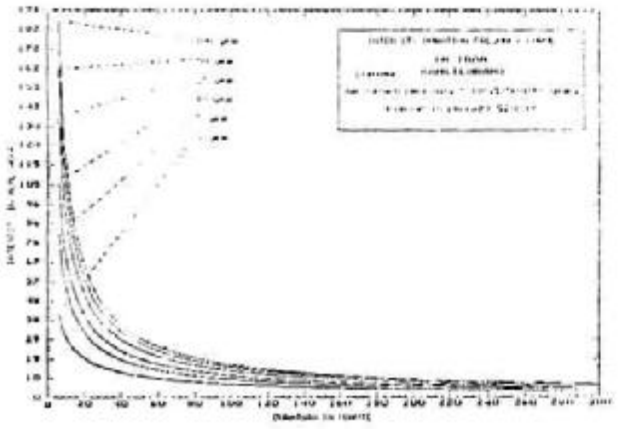
نمودار(۴-۲)



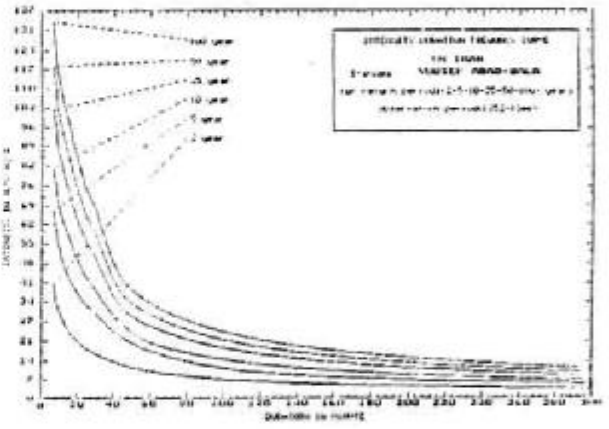
نمودار(۴-۳)



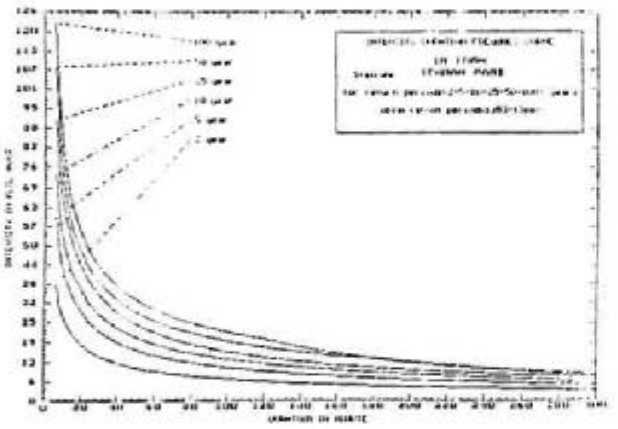
نمودار(۴-۴)



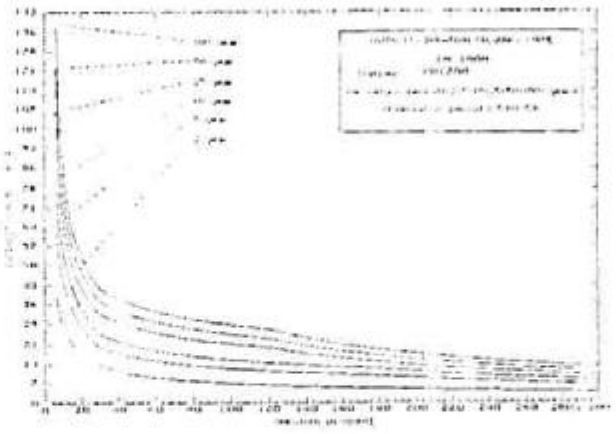
نمودار(۴-۵)



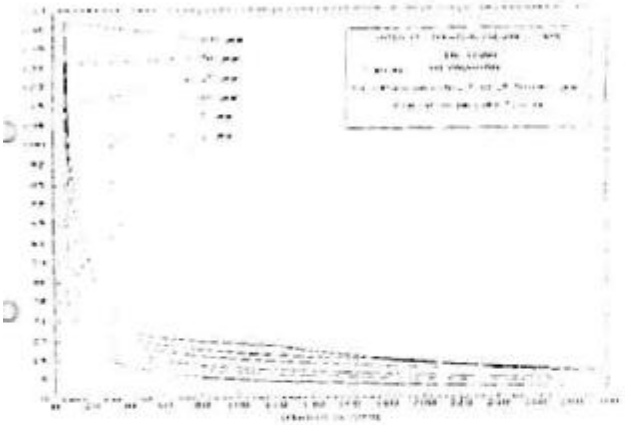
نمودار(۴-۶)



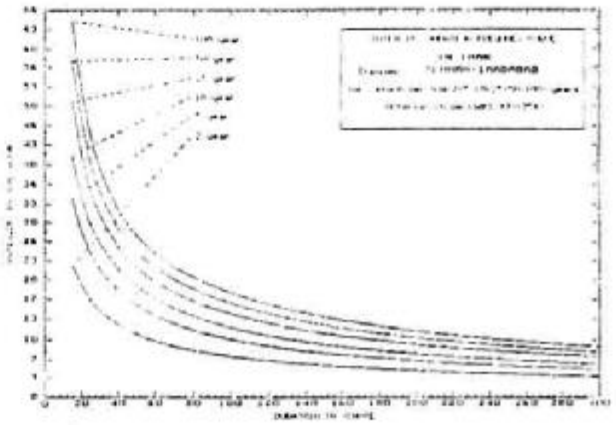
نمودار(۴-۷)



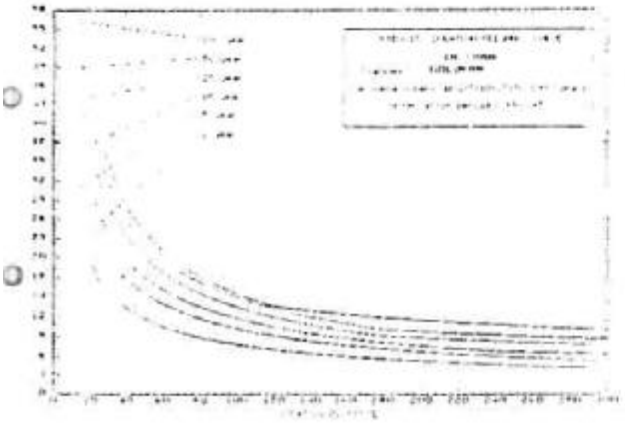
نمودار(۴-۸)



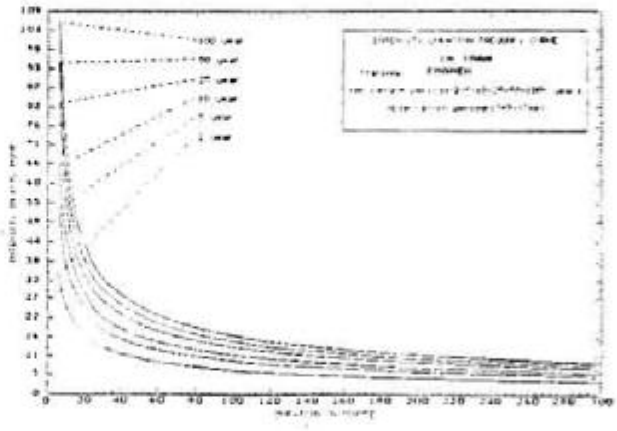
نمودار(۴-۹)



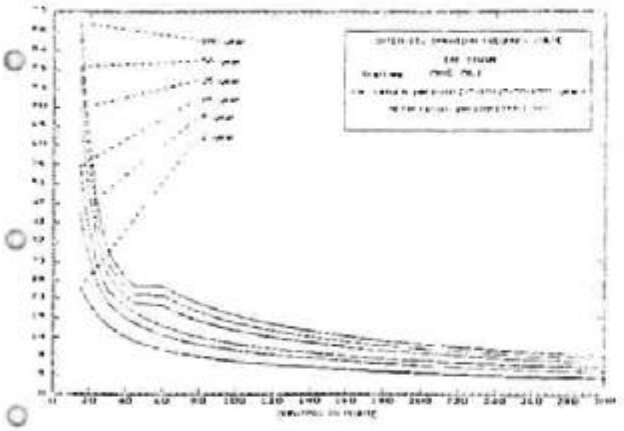
نمودار(۴-۱۰)



نمودار(۴-۱۱)



نمودار(۴-۱۲)



جدول (۴-۲) – حداکثر شدت بارندگی با تداومهای مختلف با دوره برگشتهای ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال در ۱۱ ایستگاه بارانسنجی ثبات واقع در منطقهٔ شمال تهران

نام ایستگاه		مهرآباد	ابانشمالی	کن	یوسف‌آباد بالا	تهرانپارس	چیذر	نیاوران	سعدآباد	کلوکان	امامه	آبعلی
ارتفاع ایستگاه m		۱۱۹۱	۱۲۵۵	۱۴۲۵	۱۴۵۰	۱۵۰۰	۱۵۲۰	۱۶۷۰	۱۷۰۰	۱۹۰۰	۲۲۰۰	۲۴۵۰
دورشاهده‌ای		۱۳۴۳-۶۰	۱۳۵۰-۶۶	۱۳۵۲-۶۶	۱۳۵۲-۶۶	۱۳۵۲-۶۶	۱۳۵۳-۵۹	۱۳۵۲-۶۶	۱۳۴۳-۶۰	۱۳۴۹-۶۵	۱۳۴۹-۶۶	۱۳۴۸-۶۰
دورهٔ برگشت سال	مدت تداوم دقیقه	حداکثر شدت بارندگی برحسب میلیمتر در ساعت mm/hr										
T = ۲	۱۵	۲۱/۲	۱۸/۸	۲۳/۵	۲۴/۱	۲۱/۸	۲۱/۶	۲۴/۸	۲۲/۴	۲۲/۷	۲۰/۱	۲۶/۱
	۳۰	۱۳/۶	۱۲/۲	۱۵/۲	۱۶/۱	۱۴/۵	۱۳/۹	۱۶/۰	۱۴/۸	۱۵/۲	۱۳/۵	۱۷/۰
	۴۵	۱۰/۵	۹/۵	۱۱/۸	۱۲/۲	۱۱/۴	۱۰/۸	۱۲/۴	۱۱/۶	۱۲/۰۲	۱۰/۶	۱۳/۲
	۶۰	۸/۷	۸/۰	۹/۸	۱۰/۱	۹/۶	۹/۳	۱۰/۴	۹/۸	۱۰/۲	۹/۰۱	۱۱/۰۳
	۹۰	۶/۷	۶/۲	۷/۴	۷/۷	۷/۵	۷/۴	۸/۱	۷/۶	۸/۰۵	۷/۱	۸/۶
	۱۲۰	۵/۶	۵/۲	۶/۰	۶/۲	۶/۳	۶/۲	۶/۷	۶/۴	۶/۸	۶/۰۲	۷/۲
T = ۵	۱۵	۳۲/۳	۳۰/۷	۴۰/۰۵	۴۲/۶	۳۴/۲	۳۳/۵	۳۶/۴	۳۳/۹	۳۰/۹	۲۹/۱	۴۴/۱
	۳۰	۱۹/۴	۱۸/۸	۲۳/۵	۳۰/۴	۲۲/۴	۲۰/۳	۲۱/۸	۲۱/۷	۲۰/۳	۱۸/۵	۲۲/۳
	۴۵	۱۴/۴	۱۴/۱	۱۷/۲	۲۱/۷	۱۷/۵	۱۷/۱	۱۶/۲	۱۶/۷	۱۵/۹	۱۴/۷	۱۷/۴
	۶۰	۱۱/۷	۱۱/۵	۱۳/۸	۱۷/۱	۱۴/۷	۱۵/۲	۱۳/۱	۱۳/۹	۱۳/۴	۱۲/۵	۱۴/۶
	۹۰	۸/۷	۸/۶	۱۰/۱	۱۲/۲	۱۱/۴	۱۲/۹	۱۰/۸	۱۰/۰	۱۰/۵	۹/۹	۱۱/۵
	۱۲۰	۷/۰	۷/۱	۸/۱	۹/۶	۹/۶	۱۱/۵	۹/۵	۸/۹	۸/۸	۸/۵	۹/۶
T = ۱۰	۱۵	۳۹/۳	۳۸/۲	۵۱/۰	۵۷/۵	۴۲/۳	۴۱/۴	۴۴/۲	۴۱/۲	۳۶/۵	۳۴/۹	۵۵/۲
	۳۰	۲۳/۲	۲۳/۱	۲۹/۲	۳۸/۵	۲۷/۸	۲۵/۰	۲۵/۹	۲۶/۲	۲۳/۸	۲۱/۹	۲۵/۴
	۴۵	۱۷/۰۳	۱۷/۲	۲۱/۱	۲۶/۲	۲۱/۷	۲۱/۳	۱۹/۰	۲۰/۱	۱۸/۵	۱۷/۵	۱۹/۹
	۶۰	۱۳/۷	۱۳/۰	۱۶/۸	۱۹/۹	۱۸/۳	۱۹/۰	۱۵/۲	۱۶/۷	۱۵/۵	۱۴/۹	۱۶/۸
	۹۰	۱۰/۰	۱۰/۴	۱۲/۱	۱۵/۲	۱۴/۳	۱۶/۲	۱۴/۷	۱۲/۸	۱۲/۱	۱۱/۸	۱۲/۲
	۱۲۰	۸/۱	۸/۴	۹/۶	۱۲/۵	۱۲/۰	۱۴/۵	۱۱/۲	۱۰/۶	۱۰/۱	۱۰/۱	۱۱/۱
T = ۲۵	۱۵	۲۸/۳	۵۰/۱	۶۴/۸	۷۳/۷	۵۲/۰	۷۹/۳	۵۳/۳	۵۰/۵	۴۳/۸	۴۰/۱	۶۹/۴
	۳۰	۲۸/۰	۲۸/۵	۳۶/۵	۵۰/۱	۳۳/۱	۳۲/۱	۳۹/۸	۳۱/۲	۲۸/۱	۲۷/۰	۲۹/۳
	۴۵	۲۰/۳	۲۰/۵	۲۶/۱	۳۱/۵	۲۶/۳	۲۷/۹	۲۱/۳	۲۲/۵	۲۱/۶	۲۱/۴	۲۲/۱
	۶۰	۱۶/۲	۱۶/۲	۲۰/۵	۲۵/۸	۲۱/۹	۲۵/۳	۱۹/۱	۱۹/۶	۱۷/۹	۱۸/۱	۲۱/۲
	۹۰	۱۱/۸	۱۲/۶	۱۴/۷	۱۹/۵	۱۶/۹	۲۲/۱	۱۶/۳	۱۵/۲	۱۲/۸	۱۴/۳	۱۶/۶
	۱۲۰	۹/۳	۱۰/۵	۱۱/۶	۱۶/۰	۱۴/۰	۲۰/۰	۱۴/۷	۱۲/۷	۱۱/۵	۱۲/۱	۱۳/۹
T = ۵۰	۱۵	۵۵/۱	۵۷/۷	۷۵/۱	۸۵/۶	۵۷/۱	۵۶/۳	۶۰/۳	۵۷/۳	۴۹/۰	۴۵/۳	۷۹/۹
	۳۰	۲۱/۶	۳۲/۵	۴۱/۹	۵۸/۵	۳۸/۳	۳۶/۷	۳۳/۳	۳۵/۲	۳۱/۳	۳۰/۳	۳۲/۲
	۴۵	۲۲/۹	۲۳/۳	۲۹/۸	۳۶/۵	۳۰/۳	۳۲/۲	۲۳/۷	۲۶/۴	۲۴/۱	۲۴/۰۲	۲۴/۳
	۶۰	۱۸/۳	۱۸/۴	۲۳/۶	۲۹/۹	۲۵/۷	۲۹/۲	۲۱/۶	۲۲/۱	۲۰/۰	۲۰/۳	۲۴/۲
	۹۰	۱۳/۱	۱۴/۲	۱۶/۶	۲۲/۶	۲۰/۳	۲۵/۶	۱۸/۹	۱۷/۱	۱۵/۳	۱۶/۱	۱۸/۶
	۱۲۰	۱۰/۳	۱۱/۹	۱۲/۰	۱۸/۵	۱۷/۳	۲۳/۳	۱۷/۲	۱۴/۲	۱۲/۸	۱۳/۶	۱۵/۵
T = ۱۰۰	۱۵	۶۱/۷	۶۵/۳	۸۳/۱	۹۷/۶	۶۴/۲	۶۳/۴	۶۷/۳	۶۴/۴	۵۵/۹	۵۰/۳	۹۰/۳
	۳۰	۲۵/۲	۲۶/۶	۴۶/۰	۶۷/۱	۴۳/۴	۴۱/۲	۳۷/۰	۳۹/۳	۳۴/۴	۳۲/۶	۳۵/۱
	۴۵	۲۵/۳	۲۶/۱	۳۲/۵	۴۱/۵	۳۴/۵	۳۶/۳	۲۶/۰	۲۹/۴	۲۵/۹	۲۶/۶	۲۶/۴
	۶۰	۲۰/۰	۲۰/۵	۲۵/۴	۲۴/۰	۲۹/۳	۳۳/۱	۲۴/۴	۲۴/۵	۲۱/۲	۲۲/۵	۲۶/۴
	۹۰	۱۴/۳	۱۵/۹	۱۸/۰	۲۵/۶	۲۳/۳	۲۹/۱	۲۲/۳	۱۸/۹	۱۶/۰	۱۷/۸	۲۰/۳
	۱۲۰	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۴/۱	۲۱/۰	۱۹/۸	۲۶/۵	۲۱/۰	۱۵/۸	۱۳/۰۵	۱۵/۰۵	۱۷/۰

۵- مطالعهٔ سیلاب

اجرای هر طرحی در بستر و حریم رودخانه‌ها، مسیلها و بطور کلی آبراهه‌های طبیعی در صورتی توجیه منطقی دارد که اولاً کارکرد عادی آنها که عبور بدون خطر آب و سیل می‌باشد با یك درجه اطمینان بالایی تضمین گردد، در ثانی رسیدن به این درجه اطمینان هزینه‌های اجرای طرح را آنقدر بالا نبرد که آنرا غیر اقتصادی سازد.

تصمیم‌گیری در مورد اینکه هر سازه یا پروژه‌ای ممکن است جریان طبیعی آب را تحت تاثیر قرار دهد، چگونه طراحی شود که دو منظور فوق یعنی عبور بدون خطر سیل و اقتصادی بودن اجرای طرح برآورد گردد، نیاز به کمیت سیلاب دارد. کمیت سیلاب نیز گذشته از روشهای رسیدن به آن، بستگی به این دارد که چه احتمال وقوعی (یا دوره بازگشت) را برای آن در نظر داریم، مسلماً اگر احتمال وقوع خیلی کمی را برای پذیرش خسارت سیل بپذیریم یعنی سیلابی با دوره بازگشت زیاد را ملاك طراحی قرار داده و بالطبع هزینه‌های اجرای طرح را افزایش داده‌ایم.

در بیشتر کشورها یکسری ضوابط و استانداردهایی برای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی، تدوین شده‌است که براساس آنها و ملحوظ داشتن اهمیت پروژه، موقعیت و خسارات احتمالی ناشی از شکست اقدام به تعیین دوره بازگشت می‌کنند در تحقیق حاضر سیلابهای منطقه‌ای برای دوره بازگشتهای ۲ سال تا ۱۰۰ سال مورد برآورد قرار می‌گیرد و برای سیلابهای با دوره بازگشت ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال نیز ضرایب منطقه‌ای ارائه می‌شود که با استفاده از آنها و معلوم بودن سیلاب ۲ ساله می‌توان تخمینی از این سیلابهای نادر بعمل آورد.

۵-۱- روش مطالعه

ایدهٔ اصلی در این تحقیق، استفاده از کلیهٔ اطلاعات و آمار سیلابهای مشاهده‌ای و ثبت شده، در منطقهٔ نسبتاً وسیعی شامل حوضه ها و مناطق شمالی تهران بزرگ، جهت برآورد سیلابهای برون‌شهری می‌باشد. بنابراین از روابط و ضرائب تجربی مانند راشنال

و «SCS» استفاده نگردیده بلکه سعی شده است پارامتر مهم ضریب جریان C در فرمول راشنال (Qp = ۰/۲۸ CIA) نیز برای حوضه های شمالی تهران تعیین گرد د.

تحلیل منطقه ای سیلاب با روش «شاخص سیلاب (FLOOD INDEX) که توسط U.S.G.S پیشنهاد شده انجام می گیرد. و از کلیه روشهای ساده و معتبر آمار در هیدرولوژی برای آنالیز داده های مشاهده ای یا برآوردشده استفاده گردیده است.

۵-۲- آمار و اطلاعات

کلیه رودخانه ها وآبراهه های واقع در منطقه کوهستانی شمال تهران که درحد فاصل رودخانهٔ کن و رودخانه جاجرود (به اضافه خود رودخانه کن وجاجرود و سرشاخه های آنها) واقع و اکثراً دارای سطح حوضه ای کوچك می باشند، بلحاظ وجود یا عدم وجود ایستگاه هیدرومتری واقع بر آنها مورد شناسایی قرار گرفت، مشخصات جغرافیایی، طول آمار مشاهده ای سیلاب و بالاخره سطح حوضهٔ آبریز ایستگاه های آب سنجی که حداقل در یکسال آبی مورد اندازه گیری قرار گرفته وآمار جریان آنها ثبت وگزارش شده است، در جدول (۵-۱) آورده شده است و موقعیت آنها نیز در نقشه (۵-۱)نشان داده شده است.

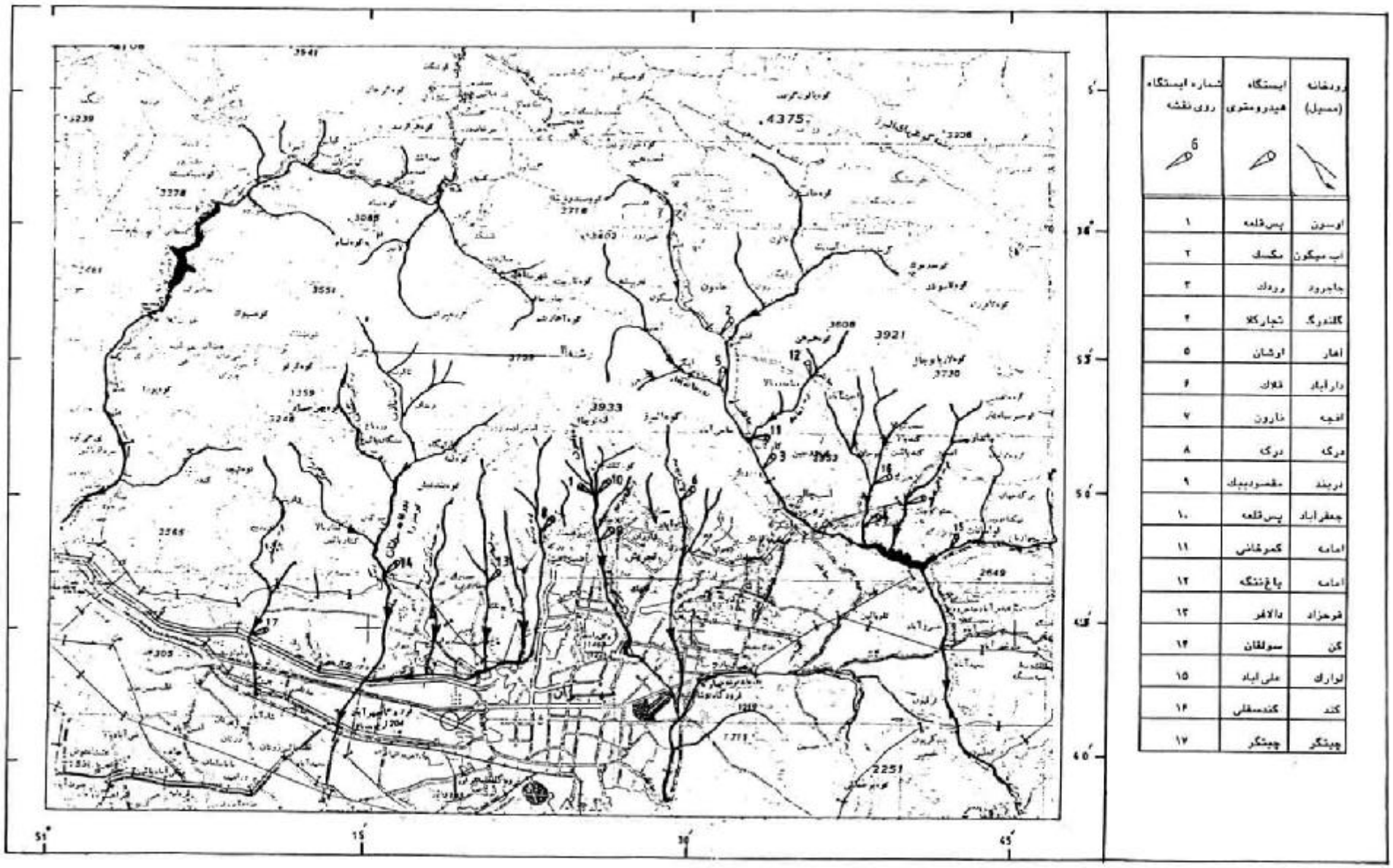
چنانکه مشاهده می گردد در منطقه موردنظر ۱۷ ایستگاه هیدرومتری تاکنون تأسیس شده که بعضی از آنها چند سالی آماربرداری شده سپس تعطیل شده اند مثلاً ایستگاه چیتگر بر روی رودخانه چیتگر که در غرب رودخانهٔ کن واقع است فقط دارای یکسال آمار اندازه گیری جریان می باشد و یا ایستگاه کندسفلی دارای ۴ سال آمار گزارش شدهٔ دبی روزانه می باشد، بقیه ایستگاهها عموماً بیشتر از ۱۰ سال آمار دبی می باشند، حداکثر طول دوره آمار مشاهده ای مربوط به ایستگاه هیدرومتری رودك می باشد که دارای ۲۵ سال آمار دبی روزانه و ۲۰ سال آمار دبی حداکثر لحظه ای می باشد و پس از آن ایستگاههای کمرخانی، باغ تنگه و درکه قرار دارند که از ۲۵ سال تا ۲۴ سال آمار اندازه گیری جریان دارند. مجموعه این آمار محتوی اطلاعات با ارزشی است که در صورت تحلیل و آنالیز آنها می توان عملکرد هیدرولوژیکی حوضه های کوچك ارتفاعات شمالی تهران را در قبال

جدول (۵-۱) - مشخصات ایستگاههای هیدرومتری واقع بر رودخانه های واقع در منطقهٔ مورد مطالعه

و طول آمار مشاهده ای سیلاب (دبی حداکثر لحظه ای Qp، دبی حداکثر روزانه Qm)

ردیف	رودخانه - ایستگاه	موقعیت جغرافیایی ایستگاه			سطح حوضه	طول آمار مشاهده ای (سال)	
		طول	عرض	ارتفاع m	کیلومترمربع	تعداد Qm	تعداد Qp
۱	اوسون - پس قلعه	۵۱°-۲۳/۵	۳۵°-۵۰	۲۰۰۰	۱۰	۱۱	۵
۲	جعفرآباد - پس قلعه	۵۱°-۲۵	۳۵°-۵۰	۲۰۰۰	۹	۱۱	۶
۳	دربند - مقصودبیک	۵۱°-۲۵	۳۵°-۴۹	۱۸۰۰	۲۸/۵	۱۸	۸
۴	آب میگون - مگسک	۵۱°-۳۱	۳۵°-۵۶	۲۰۰۰	۷۷	۱۱	۷
۵	جاجرود - رودک	۵۱°-۳۲	۳۵°-۵۳	۱۷۰۰	۴۲۶	۲۵	۲۰
۶	کلندوک - نجارکلا	۵۱°-۳۸	۳۵°-۴۹	۱۷۷۰	۵۹/۳	۱۱	۸
۷	آهار - اوشان	۵۱°-۳۸	۳۵°-۵۳	۱۸۵۰	۹۳	۱۳	۱۲
۸	دارآباد - فلاک	۵۱°-۲۹	۳۵°-۴۹	۱۸۳۳	۱۷	۱۶	۶
۹	افجه - نارون	۵۱°-۴۰	۳۵°-۵۰	۱۷۹۰	۳۰	۱۶	۱۱
۱۰	درکه - درکه	۵۱°-۲۳	۳۵°-۴۷	۱۷۶۰	۲۵	۲۰	۱۳
۱۱	امامه - کمرخانی	۵۱°-۳۲	۳۵°-۵۲	۱۹۰۰	۳۷/۲	۲۳	۱۶
۱۲	امامه - باغ تنگه	۵۱°-۳۵	۳۵°-۵۴	۲۲۱۰	۱۶/۱	۲۲	۲۰
۱۳	کند -کندسفلی	۵۱°-۳۸	۳۵°-۵۱	۱۸۳۰	۲۵/۷۶	۴	۴
۱۴	فرح زاد - دالاخر	۵۱°-۱۹	۳۵°-۴۹	۲۲۰۰	۲۰	۱۲	۷
۱۵	کن - سولقان	۵۱°-۱۶	۳۵°-۴۵	۱۴۳۰	۱۹۶	۱۷	۱۰
۱۶	اوراک - علی آباد	۵۱°-۴۱	۳۵°-۴۷	۱۷۹۰	۱۰۳	۱۰	۶
۱۷	چیتگر - چیتگر	۵۱°-۱۰	۳۵°-۴۵	۱۲۵۰	۱۳۰	۱	۱

نقشه(۵-۱) رودخانه‌ها و مسیلهای منطقهٔ شمال تهران و موقعیت ایستگاههای هیدرومتری



رودخانه (مسیل)	ایستگاه هیدرومتری	شماره ایستگاه روی نقشه
اوسون	پس‌قلعه	۱
اب سیکون	سگسک	۲
جاجرود	رودک	۳
کلندرگ	شهارکلا	۴
امار	اوشان	۵
دارآباد	تلاک	۶
افجه	نارون	۷
درگه	درگه	۸
دربند	مقصودبیک	۹
جعفرآباد	پس‌قلعه	۱۰
امامه	گمرخانی	۱۱
امامه	پاچنگه	۱۲
قرهزاد	دالاقر	۱۳
کن	سولقان	۱۴
لواسک	علی آباد	۱۵
کند	کندسفلی	۱۶
چیتگر	چیتگر	۱۷

بارندگیهای شدید و سیل‌آسا تبیین نمود.

با توجه به طول دوره آمار مشاهده‌ای دبی حداکثر روزانه و حداکثر لحظه‌ای ایستگاهها، در دورهٔ ۲۵ سالهٔ ۷۱-۱۳۴۶ بعنوان دوره شاخص جهت تکمیل و بازسازی آمار در نظر گرفته شد.

۵-۳- تکمیل وبازسازی داده‌های سیلاب

پس از گردآوری کلیهٔ داده‌های سیلاب رودخانه‌های واقع در منطقه و تنظیم آنها، اقدام به تکمیل و بازسازی آمار مفقوده طی دورهٔ شاخص ۲۵ سالهٔ (۷۱-۱۳۴۶) گردید.

دورهٔ شاخص مذکور دارای ۲ سال آبی استثنایی ۴۸-۴۷ و ۶۶-۶۵ می‌باشد، سال آبی ۴۸-۴۷ پرآب‌ترین سال طی ۲۵ سال گذشته می‌باشد. در این سال بارندگیهایی که تقریباً بیشتر مناطق کشور را تحت تاثیر قرار داد موجب سیلابی شدن کلیه رودخانه‌های منطقه گردید و اکثر رودخانه‌ها در این سال دارای بزرگترین دبی لحظه‌ای بوده‌اند، سال آبی ۶۶-۶۵ نیز از این نظر که یك بارندگی بسیار محدود و موضعی توانست سیلاب بزرگی در رودخانهٔ گلابدره و دربند ایجاد نماید و باعث تلفات جانی و خسارات زیادی گردید، یك سال استثنایی محسوب می‌گردد، واضح است که سال آبی ۴۸-۱۳۴۷بلحاظ فراگیر بودن بارشها، در مطالعات منطقه‌ای سیلاب دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد.

قبل از تکمیل آمار، داده‌ها از نظر کمیت و کیفیت مورد بررسی قرار گرفت، در این مرحله ۲ ایستگاه کندسفلی و چیتگر که کمتر از ۵ سال آمار مشاهده‌ای سیلاب بودند حذف شده و داده‌های آنها در ادامهٔ مطالعات مورد استفاده قرار نگرفت ضمناً تعدادی از ارقام مربوط به دبی حداکثر لحظه‌ای که صحت آنها در مقام مقایسه با دیگر داده‌ها بطور وضوح مورد تردید بود، حذف گردید. بعضی از این ارقام مربوط به سالهایی می‌شد که دبی حداکثر لحظه‌ای گزارش شد، کوچکتر یا مساوی دبی حداکثر روزانهٔ مربوط به همان سال بود.

پس از کنار گذاشتن ارقام مشکوک، باقیماندهٔ داده‌های مربوط به ۱۵ ایستگاه مورد تحلیل آماری قرار گرفت و سالهای با آمار مفقوده بطریق زیر تکمیل و بازسازی گردید.

ابتدا دبی های حداکثر روزانه Qm با روش رگرسیون خطی بین ایستگاهها تکمیل‌شد، در این مرحله کلیه داده‌های موجود وارد ماشین (کامپیوتر) شده ومیزان همبستگی خطی داده‌های هر یك از ایستگاههای پانزده گانه با ۱۴ ایستگاه دیگر توسط برنامهٔ کامپیوتری مورد آزمون قرار گرفت و برای هر ایستگاه تابع (ایستگاهی که آمار آنرا می‌خواهیم تکمیل کنیم) ایستگاهی بعنوان مبنا (ایستگاهی که آمار آن برای تکمیل آمار ایستگاه تابع مورد استفاده قرار می‌گیرد) اختیار گردید که اولاً دارای بزرگترین ضریب همبستگی نسبت به دیگر ایستگاهها بوده درثانی سالهای آماری بیشتری را با استفاده از آن بتوان تکمیل نمود. پس از تکمیل تمام یا قسمتی از خلاء های آماری یك ایستگاه داده‌های برآوردشده مربوط به آن وارد ماشین شده ودر هنگام بازسازی آمار ایستگاههای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بکارگیری روش فوق الذکرباعث می‌گردد که مجموعهٔ معادلات وضرایب همبستگی در یك وضعیت بهینه قرار داشته باشند.

در جدول (۵-۲) کلیه معادلات همبستگی مورد استفاده در تکمیل آمار دبی حداکثر روزانه Qm به همراه ضرایب همبستگی و سطح معنی دار بودن آورده‌شده است.

چنانکه ملاحظه می‌شود ضرایب همبستگی خطی بین متغیر تابع (y) ومتغیر مستقل(x) عموماً بالا بوده و در سطح قابل قبولی معنی دار می‌باشند. مثلاً معادلهٔ همبستگی بین دبی‌های حداکثر روزانه ایستگاه مگسك و کمرخانی بصورت زیر حاصل شده‌است:

$y = ۰/۷۱ + ۲/۳x$

$R = ۰/۸۵$

$N = ۱۱$

جدول (۵-۲) - مجموعهٔ معادلات همبستگی مورد استفاده در تکمیل داده‌های دبی حداکثر روزانه (Q_m)

ایستگاههای هیدرومتری منطقه طی دورهٔ ۲۵ سالهٔ ۷۱ - ۱۳۴۶

ایستگاه تابع (y)	ایستگاه مبنا (x)	معادلهٔ همبستگی y = A + B (x)	ضریب همبستگی R	تعداد داده‌های مشترک N	سطح معنی‌دار بودن P
گلندوك - تجارکلا	جاجرود - رودك	y = ۱/۴۸۲ + ۰/۲۲۵ x	۰/۷۴	۱۱	۰/۰۱
آب میگون - مگسك	امامه - کمرخانی	y = ۰/۷۱ + ۲/۳ x	۰/۸۵	۱۱	۰/۰۰۱
اوسون - پس‌قلعه	دربند-مقصودبیك	y = -۰/۲۸ + ۰/۵۱ x	۰/۹۲	۹	۰/۰۰۱
افجه - نارون	اوسون - پس‌قلعه	y = ۰/۰۰۰۴ + ۱/۹۱ x	۰/۹۰	۱۳	۰/۰۰۱
آهار - اوشان	آبجیگون -مگسك	y = ۱/۴۸۵ + ۱/۰۲۸ x	۰/۷۳	۱۴	۰/۰۱
دارآباد - قلاك	اوسون - پس‌قلعه	y = ۱/۲۵۹ + ۱/۱۸۲ x	۰/۸۴	۱۶	۰/۰۰۱
افجه - نارون	گلندوك - بخارکلا	y = -۴/۹ + ۰/۸۷ x	۰/۵۸	۲۳	۰/۰۱
درکه - درکه	گلندوك - بخارکلا	y = ۱/۷۷۳ + ۰/۳۷ x	۰/۴۰	۲۰	۰/۰۸
امامه- باغ تنگه	جاجرود - رودك	y = ۰/۸۹۳ + ۰/۰۱۵۵ x	۰/۷۳	۲۱	۰/۰۰۱
امامه - کمرخانی	امامه - باغ تنگه	y = ۱/۰۰۷ + ۱/۶۵۳ x	۰/۵۵	۲۲	۰/۰۱
اوسون - پس‌قلعه	افجه - نارون	y = ۰/۵۲۸ + ۰/۴۲۹ x	۰/۹۰	۲۳	۰/۰۰۱
دربند - مقصودبیك	اوسون - پس‌قلعه	y = ۰/۵۸۱ + ۱/۹۳۳ x	۰/۹۹۸	۲۰	۰/۰۰۱
دارآباد - قلاك	افجه - نارون	y = ۱/۸۵۲ + ۰/۵۱۳ x	۰/۸۹	۲۳	۰/۰۰۱
آهار - اوشان	آبجیگون-مگسك	y = ۱/۴۹۵ + ۱/۰۲۷ x	۰/۷۷	۲۲	۰/۰۰۱
جعفرآباد-پس‌قلعه	دارآباد - قلاك	y = ۰/۱۲۴ + ۰/۲۸۸ x	۰/۹۸	۶	۰/۰۰۱
فرحزاد - دالاغر	درکه - درکه	y = ۳/۰ + ۰/۲۹ x	۰/۶۳	۱۲	۰/۰۳
کن - سولقان	گلندوك - تجارکلا	y = ۱۱/۴ - ۲ x	۰/۵۸	۱۷	۰/۰۲
لوارك - علی‌آباد	افجه - نارون	y = ۴/۵۲ + ۰/۷۷ x	۰/۶۷	۱۰	۰/۰۳

در روابط فوق y عبارتست از مقادیر دبی حداکثر روزانه ایستگاه مگسك، x مقادیر دبی حداکثر روزانه ایستگاه کمرخانی، R ضریب همبستگی بین داده‌ها و N تعداد سالهایی است که دو ایستگاه توأماً آمار داشته‌اند.

پس از تکمیل داده‌های دبی حداکثر روزانهٔ کلیه ایستگاهها اقدام به تکمیل آمار دبی حداکثر لحظه‌ای آنها گردید. آمار مفقوده مربوط به دبی حداکثر لحظه‌ای هر ایستگاه (Q_p) با استفاده از آمار تکمیل‌شدهٔ دبی حداکثر روزانه (Q_m) همان ایستگاه تکمیل گردیده است بنا به این طریق که بین دو متغیر مذکور همبستگی نمایی $Q_p = AQ_m$ برقرار و ضرایب معادله همبستگی محاسبه و براساس معادلهٔ حاصل داده‌های سالهای فاقد آمار برآورد گردید. کلیه معادلات حاصل به همراه ضرایب همبستگی و سطح معنی‌داربودن آنها در جدول (۵-۳) ارائه گردیده است. چنانکه ملاحظه می‌گردد در تمام حالات ضریب همبستگی بزرگتر از ۰/۷۵ بوده و این ضرایب اکثراً در سطوح اطمینان بیشتر از ۹۹ درصد معنی‌دار بوده‌اند.

برای مثال رابطهٔ بین Q_p و Q_m ایستگاه درکه بصورت زیر حاصل شده است :

۱/۲۸۷۹

$Q_p = ۱/۰۲۷۲\ Q_m$

$R = ۰/۹۶$

$N = ۱۴$

ضریب همبستگی بین Q_p و Q_m حدود $R = ۰/۹۶$ می‌باشد که با توجه به تعداد داده‌ها ($N=۱۴$) در سطح اطمینان بیشتر از ۹۹ درصد معنی‌دار است.

در جدول (۵-۴) آمار مشاهده‌ای و برآوردشدهٔ سیلابهای رودخانه‌های واقع در منطقه طی دورهٔ ۲۵ سالهٔ ۷۱-۴۶ آورده‌شده است. در مراحل بعدی تحلیل فراوانی بر روی داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای مندرج در این جدول انجام گرفته است.

جدول (۵-۳) – معادلات همبستگی نمایی بین دبی حداکثر لحظه‌ای و دبی حداکثر روزانهٔ ایستگاههای هیدرومتری واقع بر روی رودخانه‌های منطقه

ردیف	نام رودخانه – ایستگاه	معادلهٔ همبستگی بین Qp و Qm $Qp = A + Qm^{B}$	ضریب همبستگی R	تعداد داده‌های مشترک N	سطح معنی‌داری P
۱	درکه – درکه	$Qp = ۱/۰۲۷۲\ Qm^{۱/۲۸۷۹}$	۰/۹۶	۱۴	۰/۰۰۱
۲	دربند – مقصودبیک	$Qp = ۱/۶۳۸۸\ Qm^{۱/۱۵۰۸}$	۰/۸۰	۷	۰/۰۲
۳	افجه – تارون	$Qp = ۱/۵۳۹۳\ Qm^{۱/۰۲۰۲}$	۰/۹۰	۱۱	۰/۰۰۱
۴	دارآباد – قلاک	$Qp = ۱/۲۲۸۳\ Qm^{۱/۱۱۹۱}$	۰/۹۸۵	۵	۰/۰۰۲
۵	گلندوک – نجارکلا	$Qp = ۰/۳۹۵۹\ Qm^{۱/۶۲۵۸}$	۰/۹۶	۹	۰/۰۰۱
۶	آهار – اوشان	$Qp = ۰/۸۹۳۷\ Qm^{۱/۱۴۹۲}$	۰/۹۷	۱۲	۰/۰۰۱
۷	جارود – رودك	$Qp = ۱/۱۵۱۳\ Qm^{۱/۰۵۶}$	۰/۹۲	۲۰	۰/۰۰۰
۸	آب‌میگون – مگسك	$Qp = ۱/۲۷۵۲\ Qm^{۰/۹۷۱۹}$	۰/۹۸	۷	۰/۰۰۱
۹	اوسون – پس قلعه	$Qp = ۱/۱۷۸۱\ Qm^{۱/۱۳۸۲}$	۰/۹۹	۵	۰/۰۰۱
۱۰	جعفرآباد – پس قلعه	$Qp = ۱/۶۵۳۹\ Qm^{۱/۵۷۸۹}$	۰/۹۸	۶	۰/۰۰۱
۱۱	امامه – باغ تنگه	$Qp = ۱/۳۲۵\ Qm^{۱/۳۸۸}$	۰/۸۴	۱۷	۰/۰۱
۱۲	امامه – کمرخانی	$Qp = ۳/۰۴۳\ Qm^{۰/۵۹۷}$	۰/۷۷	۱۶	۰/۰۱
۱۳	فرحزاد – دالاغر	$Qp = ۱/۲۷۹\ Qm^{۱/۴۰۲۳}$	۰/۹۸	۷	۰/۰۰۱
۱۴	کن – سولقان	$Qp = ۱/۱۰۶۹\ Qm^{۱/۱۰۱۵}$	۰/۹۲	۱۰	۰/۰۰۱
۱۵	لورك – علی آباد	$Qp = ۱/۲۱۷\ Qm^{۱/۰۷۷}$	۰/۷۸	۶	۰/۰۶

جدول (۵-۲) – آمار مشاهده‌ای یا برآورد شدهٔ دبی حداکثر روزانه و دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه طی دورهٔ آماری ۲۵ سالهٔ ۷۱ - ۱۳۴۶

ردیف	ایستگاه	اردبون - پس قله		ایمیگن - مگنک		جاجرود - رودک		گلندوک - سیارگاه		امیر - آرشیار		داراباد - فلک		افجه - نارون		ترکه - ترکه		سرند - سفیدرودبیک		جعفرآباد - پس قله		امامه - کمرخانی		امامه - باغ تنگ		فرحزاد - دالاتر		کن - سولقان		توارک - طرقبه	
	سال آبی	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp	Qm	Qp
۱	۴۷ - ۱۳۴۶	۸/۶۷	۱۲/۶	۱۲/۳۶	۱۵/۸	۱۱۱	۱۸۲/۰	۲۵/۲	۱۶/۵	۱۵/۶	۲۰/۱	۱۱/۹	۱۹/۶	۱۷/۷	۲۴/۶	۷/۰	۱۲/۶	۱۸/۰	۲۵/۹	۳/۶	۱۲/۵	۱۶/۵	۸/۵	۵/۵	۲۷/۸	۲/۸۳	۲۷/۸	۱۱۵/۱۶	۱۸/۳۶	۳۰/۳۳
۲	۴۸ - ۱۳۴۷	۹/۰	۱۴/۶	۷/۸۱	۹/۴	۹۲	۱۲۸/۹	۲۲/۶	۶۵/۱	۹/۵	۱۱/۷	۱۱/۵	۲۰/۸	۹/۸۲	۲/۵	۱۰/۰	۱۹/۶	۱۸/۲	۲۶/۵	۲/۷	۱۲/۱	۲/۸	۷/۸	۲/۶	۲/۱۵	۲/۶	۷/۱۹	۱۰۵/۰۲	۲/۶۱	۹/۳۶
۳	۴۹ - ۱۳۴۸	۳/۵	۲/۸۴	۲/۶۴	۵/۴	۲۰/۸	۲۷/۵	۶/۴	۷/۹۷	۶/۰	۲/۱۴	۱/۴	۱/۵	۳/۰	۲/۸	۱/۴۳	۷/۲۲	۱۲/۶	۱۶/۴	۰/۴۷	۰/۵۰	۱/۶	۲/۱۵	۰/۶۵	۰/۸	۰/۶۴	۰/۱۵	۱۶	۱۸/۲۵	۲/۸۳	۹/۶۲
۴	۵۰ - ۱۳۴۹	۲/۸۴	۲/۶۱	۶/۲	۷/۵	۲۶/۲	۱۶۵/۷	۱۱/۲	۲۲/۳	۷/۹	۹/۵	۲/۶	۶/۸	۵/۴	۸/۶	۱۰/۸	۱/۴۳	۶/۴	۱۳/۴	۱/۴۵	۴/۷۷	۵/۴	۲/۱۵	۱/۶۵	۱/۶۱	۲/۶۲	۴/۷۶	۱۶۵/۸۷	۲۲/۳۶	۸/۶۰	۲۱/۵۱
۵	۵۱ - ۱۳۵۰	۲/۸	۲/۸۳	۳/۸	۴/۷	۲۲/۱	۹۳/۸۲	۱۱/۲	۲۱/۶	۵/۴	۶/۱	۴/۹۰	۶/۲۵	۴/۰۶	۲/۱۵	۱/۸۱	۲/۰۲	۱۳/۴	۱۴/۶	۱/۴	۲/۸۳	۶/۴	۲/۴	۱/۴۳	۶/۴	۲/۳۷	۴۴/۱۰	۷۱/۶	۴/۸	۶/۹۲
۶	۵۲ - ۱۳۵۱	۰/۸۶	۰/۶۲	۵/۳	۶/۴	۱۹/۳	۴۹/۰	۸/۱	۱۱/۴	۹/۶۴	۱۰/۸۰	۱/۴۲	۱/۸۴	۲/۰۶	۱۶/۵۶	۱/۴۳	۲/۱۳	۲/۶۰	۲/۸۱	۰/۵۲	۰/۶۳	۱/۴۱	۶/۰۱	۱/۴۱	۵/۸	۱/۴۵	۱/۴۲	۴۳/۰۲	۲۲/۶۹	۱/۵۸	۶/۲۲
۷	۵۳ - ۱۳۵۲	۱/۴۷	۱/۶۹	۴/۷۰	۵/۸	۱۲/۹	۱۲/۵	۶/۵	۸/۶	۳/۹۷	۲/۱۴	۵/۷۴	۵/۶	۲/۳۰	۲/۰	۴/۱	۲/۴۱	۲/۱۳	۲/۶۱	۰/۵۲	۰/۶۳	۲/۱۵	۴/۵	۱/۴	۲/۰	۲/۱۶	۷/۲۶	۴۸/۴۲	۱۱/۱۰۲	۲/۵۲	۴۹/۶
۸	۵۴ - ۱۳۵۳	۰/۸۲	۰/۸۲	۱۰/۷۲	۱۲	۲۸/۸	۹۲	۱۷/۰	۲۱/۹	۱۱/۲۱	۱۴/۴	۲/۴۰	۶/۷۷	۱/۴۱	۲/۲	۱۷/۹۷	۲۴/۴	۲/۰	۳/۹	۰/۶۳	۰/۱۰۲	۲/۸	۹/۲۱	۱/۹۱	۳/۹	۸/۵۹	۱۲/۰۲	۲۶/۳۲	۴/۸	۲/۶۵	۲/۶۰
۹	۵۵ - ۱۳۵۴	۱/۵۲	۱/۶۱	۶/۸۹	۱۲/۶۰	۲۶/۳	۷۷	۱۱/۶۴	۲۱/۸	۸/۴۲	۸/۳۷	۲/۰۲	۵/۸۴	۲/۰	۲/۲	۰/۹۵	۰/۱۴۲	۲/۵۲	۷/۰	۰/۲۰۲	۲/۱۰۲	۴/۱	۱۰/۴	۱/۰	۵/۴	۲/۲	۵/۰	۸۱/۲	۱۰/۱۲	۱/۴۱	۲/۴۰
۱۰	۵۶ - ۱۳۵۵	۱/۰۱	۱/۲	۶/۱۱	۱۲/۲۵	۳۸/۵	۷۸/۲۰	۱۴/۲۵	۲۵/۹	۷/۲۸	۸/۵۹	۱/۴۶	۱/۴۲	۱/۹۲	۲/۱	۱۰/۸	۲۱/۰۷	۲/۵۲	۴/۸	۰/۴۶	۰/۴۹	۲/۸	۹/۱	۱/۰	۱/۰۵	۴/۸	۵۶/۱	۱۰۰/۵	۲/۵۱	۲/۶۸
۱۱	۵۷ - ۱۳۵۶	۰/۴۸	۰/۴۶	۵/۲۶	۶/۴۶	۶۰/۷۲	۱۱/۲۴	۶/۱	۷/۱۶	۵/۱۱	۵/۱۰	۱/۶۸	۲/۰۰	۰/۶۹	۰/۰۲	۱/۰۴	۲/۱	۲/۱۷	۳/۸	۰/۴۹	۰/۵۱	۱/۶۲	۲/۸	۱/۸۱	۱/۰۵	۵/۵۶	۱۲/۶۰	۲۶/۰۱	۵/۰۵	۲/۶۲	۵/۰۳
۱۲	۵۸ - ۱۳۵۷	۰/۶۶	۰/۴۷	۱۰/۳	۱۲/۳	۷۶/۰۲	۵۱/۲۴	۱۲/۰	۲۷/۰	۱۷/۸۷	۲۲/۹۱	۱/۸۹	۲/۱۸	۱/۲۲	۱/۹۳	۲/۰۴	۲/۱۶	۲/۵۲	۳/۸	۰/۴۸	۰/۴۹	۲/۱۷	۲/۱	۱/۰۲	۱/۰۳	۲/۸۳	۱۲/۶۰	۲۷/۲	۵/۴۸	۵۶/۸	۷/۶
۱۳	۵۹ - ۱۳۵۸	۰/۸۲	۰/۶۶	۱۶/۲۵	۱۹/۲	۲۶/۲۸	۱۲/۶	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۸/۶	۲۰/۶۰	۳/۵۰	۲/۲۹	۹/۲۵	۱۰/۶	۲/۰۴	۲/۱۲	۲/۰۸	۳/۴۵	۰/۸۱	۰/۸۶	۲/۰۲	۶/۲۵	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۸۴	۲۵	۲۸/۴	۳/۶۰	۹/۶۱
۱۴	۶۰ - ۱۳۵۹	۰/۵۲	۰/۵۸	۵/۶	۶/۸	۲۰/۱۸	۲۲/۱۱	۲/۲۲	۵/۰۲	۷/۱۱	۸/۲۶	۱/۳۰	۱/۶۲	۱/۵	۱/۲۷	۲/۰۴	۳/۱۵	۲/۰۸	۲/۳۲	۰/۷۷	۰/۸۲	۱/۲۰	۶/۱۱	۱/۰۲	۱/۰۳	۲/۰۸	۲/۲	۱۰/۵۱	۵/۲۱	۱۰/۰۲	۰/۰۸
۱۵	۶۱ - ۱۳۶۰	۱/۷۰	۲/۲۱	۹/۵۵	۸/۲۶	۲۹/۴	۲۷/۴	۲/۱۷	۵/۱۰	۵/۹۱	۶/۷۰	۴/۵۲	۶/۶۴	۲/۹	۱/۱۲	۱/۲۵	۱/۳	۲/۹	۷/۴	۱/۲۲	۱/۴۴	۲/۹۱	۶/۲۱	۱/۲۶	۴/۲۱	۱/۱۶	۱/۵۱	۱۱/۰	۱۷/۱	۲/۱۵	۲/۲۲
۱۶	۶۲ - ۱۳۶۱	۲/۲۱	۶/۵	۷/۶	۱۱	۵۲/۱۲	۲۵/۶	۹/۵	۱۸/۱	۸/۲۹	۱۱/۱۲	۷/۱۸	۱۲	۸/۴	۱۴/۱	۲۴/۱	۲۸	۸/۲۷	۲۴/۵	۲/۱۹	۲/۹۵	۲/۶۵	۶/۹۱	۱/۲۸	۲/۹۵	۱۴/۵۵	۸/۹۶	۲۰/۳	۴۸/۶	۱۱/۰۱	۲۱/۱۲
۱۷	۶۳ - ۱۳۶۲	۱/۳۷	۱/۶۹	۸/۸۴	۱۰/۶	۲۲/۵۸	۶۲/۲۴	۲/۵۷	۶/۶۷	۱/۵	۲۲/۴۰	۱/۵	۱/۶۲	۱/۴۷	۲/۶۶	۲/۴۱	۲/۴	۱/۵۴	۴/۲	۰/۸۵	۱/۲۸	۲/۳۵	۵/۸۵	۱/۱۶	۱/۲۱	۷/۲۸	۱۰/۴۱	۴۰/۵	۵۱/۲۴	۵/۸۱	۸/۱
۱۸	۶۴ - ۱۳۶۳	۲/۰۵	۱/۲۲	۶/۲۵	۷/۶	۲۵/۲۲	۲۲/۶۱	۹/۴	۱۵/۸	۸/۰	۱۲/۴۰	۲/۷۷	۲/۰۸	۲/۱	۵/۰	۵/۴	۵/۴	۲/۴۶	۵/۴	۰/۶۴	۱/۰۲	۲/۴	۵/۰	۱/۱۵	۱/۲۸	۸/۴۰	۹/۴	۴۶/۴	۲۰/۲	۲/۶۱	۹/۶۲
۱۹	۶۵ - ۱۳۶۴	۱/۸۲	۲/۴۲	۱۰۸/۲۵	۲۲	۵۵/۱۷	۶۷/۶۰	۱۲/۹	۲۰/۹	۱۹/۵۲	۲۸/۸	۲/۶۸	۱۰/۱۰	۳/۵	۵/۱۷	۱۶/۱۳	۲۷/۱۵	۶/۷۱	۱۲/۱۰	۲/۱۲	۲/۸۳	۸/۲۲	۶/۵۲	۲/۱۰	۲/۲۲	۹/۹	۷/۸	۲۲/۴	۲۰/۲	۷/۲۲	۹۰/۱۵
۲۰	۶۶ - ۱۳۶۵	۲۲/۹	۳۶/۹	۷/۰	۸/۴	۱۲۰/۹	۹۹۰	۲۹/۲۲	۱۷۱/۳۰	۸/۷	۱۰/۶	۲۸/۴	۵۱/۸	۴۹/۸۵	۹۰۲	۱۲/۱۰	۲۷/۱۵	۴۵/۱۸	۱۵۲	۸/۳	۲۰/۷	۶/۲	۲/۸۱	۱/۵۱	۹/۱۰	۵/۲۴	۲۰/۷	۲۴/۲۱	۲۴/۲۱	۴۱	۷۰/۰
۲۱	۶۷ - ۱۳۶۶	۰/۹	۱/۰۲	۷/۱	۸/۶	۵۸/۰	۱۱۱/۴	۱۹/۵	۲۶/۲	۸/۸	۱۰/۸	۲/۴	۳/۶۲	۱۰/۱۸	۱۴/۲۲	۱۰/۴۷	۲۹/۲	۹/۲۶	۱۵۲	۰/۷۶	۱/۶۲	۲/۶۲	۸/۸۲	۱/۷۴	۵/۱۲	۶/۰	۸/۲۸	۱۲/۶۹	۳۷	۲۶/۱۷	۸/۲۱
۲۲	۶۸ - ۱۳۶۷	۱/۱	۱/۳۱	۷/۴	۸/۸	۲۶/۲۸	۵۲/۱۲	۱۰/۱۲	۱۷/۹	۹/۰	۱۱/۰	۲/۶	۲/۶	۲/۵۲	۲/۲۵	۲/۴۷	۶/۷۶	۵/۴	۱۵۲	۰/۸۷	۱/۲۲	۲/۸۵	۵/۰	۱/۲۵	۲/۶۲	۲/۰	۲۱/۵۵	۲۶/۱۷	۴۷	۱۲/۴۱	۹/۱۱
۲۳	۶۹ - ۱۳۶۸	۰/۶	۰/۴۷	۷/۶	۹/۲	۲۲/۸۲	۵۲/۸۷	۱۱/۶	۱۷/۶	۸/۸۸	۱۰/۳۲۲	۳۱/۷۲	۲۱/۸	۲/۸۸	۱۲/۲۹	۱۱/۴۷	۱۱/۵	۱/۸۷	۲/۰	۰/۶۲	۰/۶۲	۱/۶۲	۵/۴۹	۱/۱۶	۲/۶۲	۲/۶۶	۲/۶۴	۱۲/۵	۲۱/۵	۱۰/۴۲	۱۰/۲۵
۲۴	۷۰ - ۱۳۶۹	۲/۸	۲/۸	۹/۷	۱۱/۶	۵۴/۸۷	۸۹/۹	۱۵/۲۹	۲۱/۸	۱۱/۵	۱۴/۶	۲/۶	۶/۷۸	۲/۴۸	۸/۲۹	۷/۲۹	۱۱/۸۹	۷/۲۸	۱۱/۸۶	۱/۶۵	۲/۷۸	۲/۹۱	۵/۹	۱/۷۵	۲/۸۸	۶/۹	۵/۰۲	۷۱/۲	۱۵۱	۸/۱۶	۱۷/۲۹
۲۵	۷۱ - ۱۳۷۰	۲/۱۵	۵/۷۰	۱۰/۴	۱۲/۲	۶۲/۵۹	۸۲/۵	۱۷/۰۱	۲۷/۹	۱۲/۰	۱۵/۲	۵/۹	۸/۱۵	۷/۵۱	۱۲/۵	۷/۵۸	۱۰/۰۵	۸/۲۶	۱۸/۲۷	۱/۸	۴/۱۸	۲/۱۲	۷/۱	۱/۹	۳/۳	۵/۱۶	۷/۰۱	۲۶/۲۸	۷۱/۲	۱۲/۱۹	۲۶/۷۰

• برآورد شده

۵-۳-۱- آزمون تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای

قبل از برازش توزیعهای احتمالی مختلف بر سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای می‌بایستی تصادفی بودن این داده ها مورد آزمون قرار گیرد، آزمون مذکور برای کلیهٔ داده‌ها بعمل آمد و تصادفی بودن آنها مورد تایید قرار گرفت، در جداول (۵-۵) الی (۵-۸) نتایج انجام تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاههای درکه، مقصودبیک، قلاك و سولقان بعنوان نمونه ارائه گردیده‌است.

۵-۴- برازش توابع توزیع احتمال بر سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای

جهت تعیین نحوهٔ تطابق توزیعهای مختلف آماری بر سری داده های سیلاب ایستگاهها و انتخاب بهترین توزیع فراوانی از برنامهٔ کامپیوتری HIFA (Hydrology Frequency Analysis) استفاده گردید و نحوهٔ برازش توزیعهای نرمال، لوگ نرمال، لوگ نرمال دوپارامتری پیرسون تیپ III، لوگ پیرسون تیپ III ، کامبل تیپ I ، گاما ۲ پارامتری و لوگ نرمال ۳ پارامتری بر سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاههای هیدرومتری مورد آزمون قرار گرفت و مشاهده گردید که توزیع لوگ پیرسون تیپ III در اکثر قریب‌باتفاق ایستگاهها نسبت به بقیه توزیعها انطباق بهتری بر سری داده‌های دارد، بعنوان نمونه نتایج اجرای برنامهٔ کامپیوتری HIFA روی سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب ایستگاه «اوسون» در جدول (۵-۹) ارائه گردیده‌است، در انتهای این جدول نتایج تست‌های نیکویی برازش (Goodness of Fit Tests) نشان می‌دهد که برآوردهای انحام‌شده توسط توزیع لوگ پیرسون تیپ III درمقام مقایسه با مقادیر نظیر برآورد شده از توزیعهای دیگر، انحراف کمتری را نسبت به مقادیر مشاهده‌ای دارا هستند.

۵-۴-۱- برآورد سیلاب کلیه رودخانه‌ها براساس توزیع لوگ پیرسون تیپIII

براساس توزیع لوگ پیرسون تیپ III دبی سیلات با دوره برگشتهای مختلف برای هر یك از ایستگاه‌ها برآورد گردید که نتایج آن در جدول (۵-۱۰) منعکس است، در جدول (۵-۱۱)

جدول(۵-۵) تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانه درکه در ایستگاه درکه

(دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶)

```
                                Tests for Randomness
-------------------------------------------------------------------------------
Data: AMFLOOD.DARAKEQP


Median = 4.325  based on 14 observations.
Number of runs above and below median = 6
Expected number = 8
Large sample test statistic Z = -0.834523
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.403984

Number of runs up and down = 10
Expected number = 9
Large sample test statistic Z = 0.339683
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.734091

NOTE: 0 adjacent values ignored.
```

جدول(۵-۶) تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ دربند در ایستگاه مقصودبیك (دوره آماری۷۱-۱۳۴۶)

```
                                Tests for Randomness
-------------------------------------------------------------------------------
Data: AMFLOOD.MAGSODQP


Median = 5.4  based on 7 observations.
Number of runs above and below median = 4
Expected number = 4.42857
Large sample test statistic Z = 0.0606339
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.951645

Number of runs up and down = 4
Expected number = 4.33333
Large sample test statistic Z = 0.173553
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.862212

NOTE: 0 adjacent values ignored.
```

جدول(۵-۷) تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ دارآباد در ایستگاه قلاک

(دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶)

Tests for Randomness

Data: AMFLOOD.DARABADQP

Median = 3.445 based on 6 observations.
Number of runs above and below median = 4
Expected number = 4
Large sample test statistic Z = 0
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 1

Number of runs up and down = 5
Expected number = 3.66667
Large sample test statistic Z = 0.965834
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.334128

NOTE: 0 adjacent values ignored.

جدول (۵-۸) تست تصادفی بودن سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانه کن در ایستگاه سولقان

(دوره آماری ۷۱-۱۳۴۶)

Tests for Randomness

Data: AMFLOOD.kanQP

Median = 50.77 based on 10 observations.
Number of runs above and below median = 8
Expected number = 6
Large sample test statistic Z = 1.00623
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.314303

Number of runs up and down = 8
Expected number = 6.33333
Large sample test statistic Z = 0.967013
Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.333586

NOTE: 0 adjacent values ignored.

جدول (۵ - ۹) - نتایج حاصل از اجرای برنامه کامپیوتری HYFA (Hydrologic Freguency Analysis) روی
سری داده های دبی حداکثر لحظه ای ایستگاه هیدرومتری "اوسون"

```
Pause - Please enter a blank line (to continue) or a DOS command.

        H Y F A (HYdrological Frequency Analysis)
        Hyfa computes parameters of
        some frequency distributions as listed below.
        parameter fitting is assessed by both
        the method of moments and the maximum likelihood.
        Hyfa estimates the variate value(s), the standard error
        of estimate and confidence intervals corresponding
        to a set of selected return periods
        Hyfa performs the goodness of fit test according to the
        Chi-Square test and the Deviation method

****************************************************************
  Menu :                                                       *
    1.: Natural-raw-original series Xi                         *
                                                               *
    2.: Modular series Ki = Xi/X̄                               *
****************************************************************
Your choice is (1)  or  (2) ====) 1
        Title of this program run = ...
```

ISON STATION

INPUT OF THE VARIATE VALUES & FILE COMMUNICATION

File : PEAK DISCHARGE OF "ISON" STATION

1 =	14.60	8 =	.83	15 =	3.10	22 =	1.31
2 =	14.10	9 =	1.91	16 =	6.60	23 =	.67
3 =	4.96	10 =	1.20	17 =	1.69	24 =	3.30
4 =	3.97	11 =	.38	18 =	2.35	25 =	5.70
5 =	3.34	12 =	.57	19 =	3.43		
6 =	.33	13 =	.66	20 =	42.90		
7 =	1.59	14 =	.58	21 =	1.34		

BASIC STATISTICS OF x and ln x

Descriptor	x-stat	ln x-stat
mean =	4.8580	.8142
var =	.7733E+02	1.2965
st.dev=	8.7936	1.1386
biasskew=	3.6109	.7643
biaskurt=	18.3677	3.1733
skew =	1.9762	.3664
kurt =	19.7598	4.3823

RANKING OF THE DATA & THE PLOTTING POSITIONS

rank	value of x	value of ln(x)	plotting position (percent) according to WEIBULL
1 =	.33	-1.09759	3.8462
2 =	.38	-.96473	7.6923
3 =	.57	-.56042	11.5385
4 =	.57	-.56042	15.3846
5 =	.83	-.18633	19.2308
6 =	.83	-.18257	23.0769
7 =	.96	-.04082	26.9231
8 =	1.24	.33922	30.7692
9 =	1.20	.18232	34.6154
10 =	1.31	.27003	38.4615
11 =	1.59	.52473	42.3077
12 =	1.69	.52473	46.1538
13 =	1.91	.64710	50.0000
14 =	2.35	.71734	53.8462
15 =	3.10	.78846	57.6923
16 =	3.43	.83799	61.5385
17 =	3.60	1.38630	65.3846
18 =	3.94	1.34647	69.2308
19 =	4.31	1.36224	73.0769
20 =	4.96	1.60141	76.9231
21 =	5.70	1.74047	80.7692
22 =	6.60	1.87180	84.6154
23 =	14.60	2.68100	88.4615
24 =	14.70	2.68795	92.3077

مثال جدول (۵-۹) - نتایج حاصل از اجرای برنامه کامپیوتری HYFA (Hydrologic Freguency Analysis) دبی سری داده های دبی حداکثر لحظه ای ایستگاه هیدرومتری " ایسون"

```
        25 =      42.90        3.75887     96.1532

    EVALUATION t-VALUE

            **one-tail Student t-value**


            Degrees of freedom =   24
            level of significance= .0500
            t-value       = 1.711


-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()

                    F R E Q U E N C Y   A N A L Y S I S

-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()-------()


        >>> 2-PAR LOGNORMAL DISTRIBUTION <<<


 Note :  The user should keep in mind that
         for a relevant use of this distribution.
       - skew of original data(x) must be positive
       - skew of logs should be close to zero
       - kurtosis of logs should be close to 3.0

---method of moments---

        Return per.    Probab.      Probab.      Est.       St.Error      Conf. Lim. of Est.
          Years        Exc.         Non.Exc.     value      --------      lower----------upper
          T=1/a        (a)          (1-a)          X           S          (X -t.S )    (X +t.S )
                                                  -           -           -    -       -    -


        1.01010        .990         .010         .142       10.977       -18.537      18.822
        1.02564        .975         .025         .221       10.785       -18.227      18.670
        1.05263        .950         .050         .323       10.533       -17.597      18.144
        1.11111        .900         .100         .501       10.098       -16.776      17.779
        1.25000        .800         .200         .862        9.242       -14.961      16.664


        2.00000        .500         .500        2.346        6.625        -7.275      11.971
        5.00000        .200         .800        5.480        5.065        -2.185      13.144
       10.00000        .100         .900       11.212       16.109       -16.548      38.973
       20.00000        .050         .950       17.365       21.349       -26.357      70.186
       25.00000        .040         .960       19.387       26.791       -43.657      82.332
       50.00000        .020         .980       27.937       57.936       -71.194     127.068
      100.00000        .010         .990       38.827       84.825      -106.223     183.935

---Maximum likelihood---

        Return per.    Probab.      Probab.      Est.       St.Error      Conf. Lim. of Est.
          Years        Exc.         Non.Exc.     value      --------      lower----------upper
          T=1/a        (a)          (1-a)          X           S          (X -t.S )    (X +t.S )
                                                  -           -           -    -       -    -


        1.01010        .990         .010         .142         .366          .229         .366
        1.02564        .975         .025         .221         .367          .262         .377
        1.05263        .950         .050         .323         .420          .113         .533
```

*.25000	.800	.200	.952	.339	.449	*.250
2.00000	.500	.500	3.349	.566	1.320	3.378
5.00000	.200	.800	5.480	*.378	3.369	8.598
10.00000	.100	.900	11.211	3.883	4.882	17.742
20.00000	.050	.950	17.365	5.311	6.957	27.992
25.00000	.040	.960	19.327	7.439	6.861	32.114
50.00000	.020	.980	27.997	11.277	7.878	48.357
100.00000	.010	.990	38.807	18.312	7.990	69.824

<<< 3-PAR LOGNORMAL DISTRIBUTION >>>

Note : The user should keep in mind that
for a relevant use of this distribution,
- skew of original data must be positive, not approaching zero
- skew of logs should be close to zero
- kurtosis of logs should be close to 3.0

Lower boundary A =
-3.221661

---Method of moments---

Return per. years T=1/p	Prbbs. Exc. p	Prbbs. Non.Exc. (1-p)	Est. value x	St.Error S	Conf. Lm. of Est. Lower (x-1.5 S)	Upper (x+1.5 S)
*.01010	.990	.010	-3.072	15.976	-47.913	41.769
1.02564	.975	.025	-2.741	23.38*	-42.003	36.736
*.05263	.950	.050	-2.180	23.382	-36.738	31.977
*.10101	.900	.100	-1.347	16.351	-26.286	25.552
*.25000	.800	.200	-.354	*2.319	-*3.515	*5.788
2.00000	.500	.500	3.285	3.552	-1.754	8.324
5.00000	.200	.800	8.574	15.515	-*7.997	35.159
10.00000	.100	.900	*4.*5*	17.472	-*5.731	44.251
20.00000	.050	.950	29.542	14.227	-3.798	44.882
25.00000	.040	.960	33.731	12.748	.101	44.564
50.00000	.020	.980	50.145	*5.194	3.185	68.106
100.00000	.010	.990	59.180	37.854	-35.501	*33.86*

Lower boundary A =
3.2625742-3*

---Maximum likelihood---

Return per. years T=1/p	Prbbs. Exc. p	Prbbs. Non.Exc. (1-p)	Est. value x	St.Error S	Conf. Lm. of Est. Lower (x-1.5 S)	Upper (x+1.5 S)
*.10101	.990	.010	.035	.037	.018	.049
1.02564	.975	.025	.*0*	.042	.037	.074
*.05263	.950	.050	.*75	.057	.067	.090

1.11111	.900	.100	.520	.100	.408	.75'
*.25000	.800	.200	.807	.156	.523	*.091
2.00000	.500	.500	1.363	.427	1.140	2.787
5.00000	.200	.800	5.399	1.891	2.663	9.135
10.00000	.100	.900	10.898	4.200	3.713	18.083
20.00000	.050	.950	18.267	8.177	4.279	32.257
25.00000	.040	.960	21.256	9.323	4.272	38.234
50.00000	.020	.980	32.362	17.215	1.408	52.315
100.00000	.010	.990	48.709	28.113	.610	96.808

--statistics of 'ln(Y-A)--

mean = .492756+00
var = .2''896+01
skew = .12490E+00

<<< THE TWO PARAMETER GAMMA DISTRIBUTION <<<

---method of moments---

Return per. Years T=1/p	Prooab. Exc. p	Prooab. Non.Exc. 1-p	Est. value X T	St.Error S T	Conf. Int. of Est. lower (X -t.S) T	upper (X +t.S) T
1.01010	.990	.010	-3.139	2.198	-5.359	1.560
1.02564	.975	.025	-.794	.974	-2.460	.873
1.05263	.950	.050	-.220	.665	-.345	.405
1.11111	.900	.100	-.073	.046	-.092	.067
*.25000	.800	.200	.310	.333	-.347	.25'
2.00000	.500	.500	1.249	.569	.121	2.378
5.00000	.200	.800	7.259	3.873	2.696	11.843
10.00000	.100	.900	13.596	4.924	5.771	22.02'
20.00000	.050	.950	20.980	7.581	7.339	34.120
25.00000	.040	.960	23.547	8.56'	8.728	38.365
50.00000	.020	.980	32.334	11.351	11.573	52.459
100.00000	.010	.990	41.335	15.612	14.818	67.335

alpha = .'59'8E+02
beta = .30520E+00

---Maximum likelihood---

Return per. Years T=1/p	Prooab. Exc. p	Prooab. Non.Exc. 1-p	Est. value X T	St.Error S T	Conf. Int. of Est. lower (X -t.S) T	upper (X +t.S) T
1.01010	.990	.010	.000	.001	-.002	.002
1.02564	.975	.025	.002	.005	-.004	.009
*.05263	.950	.050	.003	.009	-.007	.017
1.11111	.900	.100	.007	.017	-.022	.036
*.25000	.800	.200	.760	.305	.'52	*.369

2.30000	.500	.500	3.358	.787	1.777	4.405
5.30000	.200	.800	7.226	1.791	4.233	10.350
10.30000	.100	.900	11.731	2.736	7.057	16.477
20.30000	.050	.950	16.716	3.795	9.232	22.211
25.30000	.040	.960	17.327	4.152	9.913	24.140
50.30000	.020	.980	21.179	5.336	12.049	30.307
100.30000	.010	.990	25.445	6.588	14.174	36.717

alpha = .624978E-01
beta = .177316E-00

>>> PEARSON TYPE III DISTRIBUTION <<<

---method of moments---

Return per. Years Tr(y)	Probab. Exc. (p)	Probab. Non.Exc. 1-p	Est. value X	St.Error S	Conf. Int. of Est. lower X(-t.S)	upper X(-t.S)
1.01010	.990	.010	-11.739	118.468	-274.444	150.925
1.02564	.975	.025	-4.606	70.349	-124.955	115.752
1.05263	.950	.050	-.384	40.262	-69.125	67.358
1.11111	.900	.100	8.147	18.111	-25.422	39.704
1.25000	.800	.200	3.534	1.136	1.882	5.446
2.00000	.500	.500	3.829	3.076	-1.437	9.088
5.00000	.200	.800	7.297	10.997	-11.295	25.889
10.00000	.100	.900	12.813	16.346	-16.211	41.834
20.00000	.050	.950	20.281	19.390	-12.215	53.737
25.00000	.040	.960	23.303	19.119	-9.697	56.730
50.00000	.020	.980	32.567	19.455	-.778	66.852
100.00000	.010	.990	43.473	23.165	3.842	83.099

alpha = .200306E+02
beta = .159345E+00
gamma = .134796E+01
skew = 5.3104

%C MAX..IKELIHOOD SOLUTION : skew=

>>> LOG-PEARSON TYPE III DISTRIBUTION <<<

---indirect method of moments---

Return per. Years Tr(y)	Probab. Exc. (p)	Probab. Non.Exc. 1-p	Est. value X	St.Error S	Conf. Int. of Est. lower X(-t.S)	upper X(-t.S)
1.01010	.990	.010	.192	.227	.334	.779
1.02564	.975	.025	.452	.788	.783	.789
1.05263	.950	.050	.827	.754	.359	.731
1.11111	.900	.100	.913	.758	.479	.892

1.25000	.800	.200	.363	.154	.599	1.127
2.00000	.500	.500	1.848	.491	1.307	2.688
5.00000	.200	.800	5.255	1.792	2.198	8.321
10.00000	.100	.900	10.315	4.806	2.092	18.537
20.00000	.050	.950	19.350	13.135	-5.123	41.822
25.00000	.040	.960	23.543	18.024	-7.293	54.379
50.00000	.020	.980	42.576	46.819	-37.426	122.778
100.00000	.010	.990	75.111	117.617	-126.117	277.339

---direct method of moments---

D = 2.39234 DIRECT METHOD OF MOMENTS IS NOT APPLICABLE
BECAUSE ALPHA IS OUT OF THE USEFUL RANGE

---maximum likelihood---

Return per. Years (T=1/p)	Probab. Exc. (p)	Probab. Non.Exc. (1-p)	Est. value X	St.Error S	Conf. Int. of Est. - lower (X -t.S)	upper (X +t.S)
1.31313	.760	.310	.373	.368	.267	.489
1.32564	.375	.325	.434	.375	.306	.562
1.35263	.150	.350	.508	.384	.365	.651
1.11111	.900	.100	.530	.100	.460	.601
1.25000	.800	.200	.961	.137	.826	1.096
2.00000	.500	.500	1.873	.393	1.198	2.542
5.00000	.200	.800	5.333	1.795	2.257	8.203
10.00000	.100	.900	10.294	4.334	2.879	17.709
20.00000	.050	.950	19.048	9.705	2.446	35.651
25.00000	.040	.960	23.361	12.404	1.839	44.283
50.00000	.020	.980	41.112	25.752	-2.348	85.168
100.00000	.010	.990	71.983	51.543	-16.200	160.167

alpha = .581515E+00
beta = .382108E+01
gamma = -.140738E+01

>>> THE GUMBEL TYPE I DISTRIBUTION <<<

Note : for relevant use of this distribution
skew should preferably be around 1.13
there is a perfect fit when skew = 1.1395
& kurt = 5.4002

---method of moments---

Return per. Years (T=1/p)	Probab. Exc. (p)	Probab. Non.Exc. (1-p)	Est. value X	St.Error S	Conf. Int. of Est. - lower (X -t.S)	upper (X +t.S)
1.31313	.760	.310	-3.877	3.543	-10.802	3.048
1.32564	.675	.325	-3.043	3.397	-11.313	-4.726

1.05263	.950	.050	-6.523	1.371	-10.755	-3.378
1.11111	.900	.100	-4.819	1.626	-7.342	-2.594
1.25000	.800	.200	-2.962	1.579	-6.060	.339
2.00000	.500	.500	3.474	1.674	.852	6.176
5.00000	.200	.800	11.785	3.779	5.834	17.936
10.00000	.100	.900	16.330	3.672	10.248	23.512
20.00000	.050	.950	21.259	4.638	13.330	29.202
25.00000	.040	.960	22.831	4.951	14.351	31.322
50.00000	.020	.980	27.554	5.924	17.519	37.790
100.00000	.010	.990	32.441	6.931	20.634	44.248

alpha = .145845+00

u = .300875+00

---Maximum Likelihood---

Return per. (Years) (T=1/p)	Prob. Exc. (p)	Prob. Non.Exc. (1-p)	Est. value X	St.Error S	Conf. Int. of Est. lower X-1.S	upper X+1.S
1.05263	.950	.050	-1.733	.965	-4.233	-.244
1.11111	.900	.100	-1.197	.795	-3.358	.965
1.25000	.800	.200	-.176	.740	-2.682	2.330
2.00000	.500	.500	.474	.756	-1.281	2.229
5.00000	.200	.800	3.785	1.674	2.111	5.459
10.00000	.100	.900	6.640	2.574	4.066	9.214
20.00000	.050	.950	9.396	3.453	5.943	12.849
25.00000	.040	.960	10.249	3.763	6.486	14.012
50.00000	.020	.980	12.945	4.805	8.140	17.750
100.00000	.010	.990	15.530	5.849	9.681	21.379

alpha = .105568+02

u = .227498+01

D I S C H A R G E S OF P I T T E S T S

FREQUENCY ANALYSIS CORRESPONDING TO
PLOTTING POSITION ACCORDING WEIBULL

P.III DIR : LOG PEARSON TYPE III DIRECT METHOD OF MOMENTS
P.III IND : LOG PEARSON TYPE III INDIRECT METHOD OF MOMENTS
GUMBEL EVI : GUMBEL EXTREME VALUE TYPE I

The Deviation Method

Freq. Distribution	Plotting method	mean	mean

		relat.dev	sq.rel.dev.
2LOGNORMAL	Moments	20.61026	573.50513
	Max.Likelihood	20.61025	573.50510
3LOGNORMAL	Moments	124.34390	**********
	Max.Likelihood	10.77303	222.97160
2PARGAMMA	Moments	56.55115	5256.10100
	Max.Likelihood	46.43394	2561.49200
PEARSON III	Moments	151.87860	**********
	Max.Likelihood	---	---
LPEARSON III	Moments Dir.	---	---
	Moments Ind.	9.80699	225.36310
	Max.Likelihood	9.65537	220.76200
GUMBEL EVI	Moments	258.10060	**********
	Max.Likelihood	84.86552	**********

****

*****The Chi-square Test*****

****

The number of classes : 6
The expected absolute frequency : 5.33

Freq.Distribution	Fitting Method	Chi-square value
2LOGNORMAL	Moments	1.20000
	Max.Likelihood	1.20000
3LOGNORMAL	Moments	9.60000
	Max.Likelihood	.80000
2PARGAMMA	Moments	26.00000
	Max.Likelihood	6.80000
PEARSON III	Moments	31.60000
	Max.Likelihood	---
LPEARSON III	Moments Dir.	---
	Moments Ind.	.40000
	Max.Likelihood	.40000
GUMBEL EVI	Moments	17.60000
	Max.Likelihood	12.40000

>>CLASS INTERVALS<<

Fitting Method : Method of Moments

PROB. L.P.III IND 2LOGNORMAL 3LOGNORMAL 2PARGAMMA PEARSON III L.P.III DER GUMBEL EVI

جدول (۵-۹) - نتایج حاصل از اجرای برنامه کامپیوتری HYFA (Hydrologic Frequency Analysis) جهت سری داده های بارش حداکثر لحظه ای ایستگاه هیربیدی "ایستن"

جدول (۵-۱۰) برآورد دبی حداکثر لحظه ای سیلاب با دوره برگشت های مختلف در رودخانه های منطقه براساس توزیع لوگ پیرسون تیپ III (ارقام برحسب m^3/s)

ردیف	دوره برگشت سال / رودخانه - ایستگاه	T = ۲	T=۲/۳۳	T = ۵	T = ۱۰	T = ۲۰	T = ۲۵	T = ۵۰	T = ۱۰۰
۱	اوسون - پس قلعه	۱/۸	۲/۲	۵/۳	۱۰/۳	۱۹/۳	۲۳/۵	۴۲/۷	۷۶/۱
۲	آب میگون - مگسك	۹/۳	۱۰/۰	۱۳/۱	۱۵/۸	۱۸/۵	۱۹/۳	۲۲/۳	۲۵/۳
۳	جاجرود - رودك	۵۹/۹	۶۶/۲	۹۷/۹	۱۲۹/۰	۱۶۳/۵	۱۷۵/۳	۲۱۵/۷	۲۶۱/۲
۴	گلندوك - فجارکلا	۱۸/۷	۲۲/۰	۳۳/۰	۷۰/۱	۱۰۸/۳	۱۲۳/۵	۱۸۲/۵	۲۶۳/۷
۵	آهار - اوشان	۱۱/۲	۱۲/۳	۱۷/۵	۲۲/۳	۲۷/۸	۲۹/۷	۳۵/۹	۴۲/۸
۶	دارآباد - قلاك	۳/۱	۳/۹	۹/۳	۱۶/۲	۲۶/۹	۳۱/۶	۵۱/۲	۸۲/۰
۷	افجه - نارون	۳/۵	۵/۳	۱۱/۷	۲۲/۱	۳۰/۷	۳۹/۲	۸۸/۳	۱۵۶/۷
۸	درکه - درکه	۷/۱	۸/۷	۱۸/۷	۳۱/۱	۳۷/۵	۵۳/۸	۷۶/۷	۱۰۵/۶
۹	جعفرآباد - پس قلعه	۱/۵	۱/۹	۳/۶	۹/۶	۱۹/۳	۲۳	۳۶/۸	۹۰
۱۰	امامه - کمرخانی	۶/۳	۶/۷	۸/۱	۹/۲	۱۰/۳	۱۰/۶	۱۱/۶	۱۲/۶
۱۱	امامه - باغ تنگه	۲/۶	۲/۹	۳/۹	۳/۸	۵/۵	۵/۷	۶/۳	۷/۱
۱۲	فرح‌زاد - دالاخر	۷/۳	۸/۰	۹/۳	۹/۶	۹/۷	۹/۷	۹/۸	۱۰/۰
۱۳	کن - سولقان	۵۱/۲	۵۷/۵	۸۶/۶	۱۱۱/۵	۱۳۵/۷	۱۳۳/۵	۱۶۷/۳	۱۹۱/۱
۱۴	لوارك - علی آباد	۱۰/۲	۱۱/۳	۱۷/۲	۲۳/۶	۳۱/۵	۳۳/۳	۴۳/۶	۵۷/۲
۱۵	دریند - مقصودبیك*	۶/۵	۷/۷	۱۷/۵	۳۶/۸	۷۷/۲	۹۸/۱	۲۰۷/۳	۴۴۱/۸

* با منظور کردن رقم استثنایی مرداد ماه سال ۱۳۶۶

جدول (۵-۱۱)- برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای (برحسب m^3/s) با دوره برگشت‌های مختلف در کلیه ایستگاههای هیدرومتری براساس توزیعهای احتمالی لوگ نرمال ۲ پارامتری، پیرسون تیپ III، لوگ پیرسون تیپIII، گامبل تیپI، لوگ نرمال ۳ پارامتری و گاما ۲ پارامتری

نوع توزیع	نام ایستگاه / دوره برگشت	اویسون پس‌قلعه	آب میگون مگسک	جاجرود رودک	گلندوك نجارکلا	امار اوشان	دارآباد قلاك	اقجه نارون	درکه درکه	دربند(۱) مقصربیك	دربند(۲) مقصربیك	جعفرآباد پس قلعه	امامه کمرخانی	امامه باغ تنگه	فرحزاد دالاغر	کن سولقان	لوارك علی‌آباد
لوگ نرمال ۲ پارامتری ۲ پارامتری	۲ سال	۲/۳	۹/۵	۶۱/۵	۲۰/۹	۱۱/۵	۴/۶	۵/۲	۸/۷	۸/۴	۷/۸	۲/۱	۶/۴	۲/۵	۵/۸	۵۰/۱	۹/۹
	۵ »	۶/۵	۱۳/۲	۹۹/۰	۴۵/۴	۱۷/۸	۱۰/۹	۱۴/۵	۱۸/۱	۲۶/۵	۱۶/۶	۶/۱	۸/۱	۳/۷	۸/۹	۸۲/۸	۱۹/۵
	۱۰ »	۱۱/۰	۱۵/۷	۱۲۶/۹	۶۸/۱	۲۲/۲	۱۷/۱	۲۴/۸	۲۶/۵	۴۸/۳	۲۴/۶	۱۰/۶	۹/۲	۴/۶	۱۱/۲	۱۰۷/۶	۲۷/۱
	۲۰ »	۱۷/۱	۱۸/۱	۱۵۵/۸	۹۵/۲	۲۶/۹	۲۴/۸	۳۸/۷	۲۶/۴	۷۹/۴	۲۴/۱	۱۶/۹	۱۰/۱	۵/۴	۱۲/۶	۱۳۲/۶	۳۷/۵
	۲۵ »	۱۹/۴	۱۸/۸	۱۶۵/۵	۱۰۵/۰	۲۸/۴	۲۷/۶	۴۴/۰	۲۹/۹	۹۱/۷	۲۷/۵	۱۹/۳	۱۰/۴	۵/۷	۱۴/۳	۱۴۲/۳	۴۰/۹
	۵۰ »	۲۷/۹	۲۱/۲	۱۹۶/۴	۱۳۸/۸	۳۳/۲	۲۷/۶	۶۳/۸	۵۱/۹	۱۳۸/۸	۴۹/۳	۲۸/۴	۱۱/۳	۶/۶	۱۶/۷	۱۷۰/۵	۵۲/۳
	۱۰۰ »	۳۸/۸	۲۳/۶	۲۲۹/۱	۱۷۸/۵	۳۸/۳	۲۹/۷	۸۸/۹	۶۵/۸	۲۰۱/۵	۶۲/۹	۴۰/۳	۱۲/۲	۷/۴	۱۹/۳	۲۰۰/۵	۶۵/۳
پیرسون تیپ III لوگ پیرسون تیپ I گامبل تیپ I لوگ نرمال ۳ پارامتری گاما ۲ پارامتری	۲ »	۲/۸	۹/۲	۵۹/۰	۱۸/۶	۱۱/۰	۵/۲	۱۲/۵	۸/۸	۳۹/۵	۷/۱	۵/۱	۶/۵	۲/۷	۶/۵	۴۹/۲	۱۱/۱
	۵ »	۷/۲	۱۲/۰	۹۸/۶	۴۴/۵	۱۷/۵	۱۰/۵	۱۸/۴	۲۱/۰	۴۹/۰	۱۷/۸	۷/۹	۸/۲	۳/۹	۹/۷	۸۴/۷	۱۷/۱
	۱۰ »	۱۲/۸	۱۵/۷	۱۲۸/۸	۷۱/۲	۲۲/۴	۱۷/۶	۲۹/۹	۳۰/۱	۷۳/۸	۲۷/۱	۱۲/۴	۹/۲	۴/۷	۱۱/۴	۱۱۰/۷	۲۵/۸
	۲۰ »	۲۰/۲	۱۸/۴	۱۵۹/۵	۱۰۲/۱	۲۷/۵	۲۶/۶	۴۶/۷	۲۹/۲	۱۱۲/۵	۳۷/۲	۲۱/۱	۱۰/۰	۵/۳	۱۲/۸	۱۳۶/۶	۲۷/۲
	۲۵ »	۲۳/۰	۱۹/۲	۱۶۹/۵	۱۱۲/۸	۲۹/۱	۲۹/۹	۵۲/۹	۴۲/۲	۱۲۷/۷	۴۰/۵	۲۴/۱	۱۰/۳	۵/۵	۱۳/۲	۱۴۴/۹	۲۹/۲
	۵۰ »	۳۲/۶	۲۱/۹	۲۰۰/۸	۱۴۸/۱	۳۲/۲	۴۱/۰	۷۵/۲	۵۱/۵	۱۸۲/۵	۵۱/۳	۳۴/۴	۱۱/۰	۶/۱	۱۴/۵	۱۷۰/۹	۵۵/۵
	۱۰۰ »	۴۳/۵	۲۴/۶	۲۳۲/۷	۱۸۶/۲	۳۹/۶	۵۲/۵	۱۰۱/۲	۶۰/۹	۲۴۸/۰	۶۲/۶	۴۶/۲	۱۱/۸	۶/۶	۱۵/۶	۱۹۲/۹	۷۱/۵
لوگ پیرسون تیپ III	۲ »	۱/۸	۹/۴	۵۹/۹	۱۸/۷	۱۱/۲	۴/۱	۴/۵	۷/۱	۶/۵	۶/۶	۱/۵	۶/۲	۲/۶	۷/۲	۵۱/۱	۱۰/۲
	۵ »	۵/۲	۱۲/۱	۹۷/۹	۴۳/۰	۱۷/۵	۹/۲	۱۱/۷	۱۸/۷	۱۷/۵	۱۴/۷	۴/۶	۸/۱	۳/۹	۹/۲	۸۶/۶	۱۷/۲
	۱۰ »	۱۰/۲	۱۵/۸	۱۲۹/۰	۷۰/۱	۲۲/۲	۱۶/۲	۲۲/۱	۳۱/۱	۲۶/۸	۲۴/۶	۹/۶	۹/۲	۴/۸	۹/۶۳	۱۱۱/۵	۲۲/۶
	۲۰ »	۱۹/۲	۱۸/۵	۱۶۳/۵	۱۰۸/۲	۲۷/۸	۲۶/۹	۴۰/۷	۲۷/۵	۷۷/۲	۳۹/۷	۱۹/۳	۱۰/۲	۵/۵	۹/۶۴	۱۳۵/۷	۳۱/۵
	۲۵ »	۲۳/۵	۱۹/۲	۱۷۵/۲	۱۲۲/۵	۲۹/۷	۳۱/۶	۴۹/۲	۵۲/۸	۹۸/۱	۴۶/۱	۲۴/۰	۱۰/۶	۵/۷	۹/۷	۱۴۳/۵	۳۴/۲
	۵۰ »	۲۴/۷	۲۲/۲	۲۱۵/۷	۱۸۲/۵	۳۵/۹	۵۱/۲	۸۸/۳	۷۶/۷	۲۰۷/۲	۷۲/۵	۲۶/۸	۱۱/۶	۶/۲	۹/۸	۱۶۷/۲	۴۴/۶
	۱۰۰ »	۷۶/۱	۲۵/۲	۲۶۱/۲	۲۶۲/۷	۴۲/۸	۸۲/۰	۱۵۶/۷	۱۰۵/۶	۲۴۱/۸	۱۱۲/۵	۹۰/۰	۱۲/۶	۷/۱	۱۰/۲	۱۹۱/۱	۵۷/۲

۱- با درنظر گرفتن رقم مربوط به سیلاب مرداد ماه سال ۶۶ ۲- بدون درنظر گرفتن رقم سال ۱۳۶۶

دنبالهٔ جدول (۵-۱۱) - برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای (برحسب m^3/s) با دوره برگشتهای مختلف در کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری براساس توزیعهای احتمالی لوگ نرمال ۲ پارامتری، پیرسون تیپ III، لوگ پیرسون تیپ III، گامبل تیپ I، لوگ نرمال ۳ پارامتری و گاما ۲ پارامتری

نوع توزیع	نام ایستگاه / دوره برگشت	اویسون پس قلعه	آب میگون مگسک	جاجرود رودک	گلندوک نجارکلا	دارآباد قلاک	اهار اوشان	اقبه نارون	درکه درکه	دربند(۱) مقصودبیک	دربند(۲) مقصودبیک	جعفرآباد پس قلعه	امامه کمرخانی	امامه باغ تنگه	فرحزاد دالاغر	کن سولقان	لوارک طی‌آباد
کامبل تیپ I	۲ سال	۳/۴	۹/۶	۶۴/۹	۲۵/۹	۶/۱	—	۷/۶	۱۰/۵	۱۲/۱	۹/۵	۲/۱	۶/۲	۲/۶	۶/۰	۵۳/۲	۱۱/۶
	۵ "	۱۱/۲	۱۳/۳	۱۰۴/۰	۵۸/۶	۱۵/۴	—	۲۵/۵	۲۲/۴	۵۷/۲	۲۱/۰	۱۱/۴	۸/۰	۳/۸	۹/۳	۸۸/۰	۱۸/۰
	۱۰ "	۱۶/۳	۱۵/۷	۱۲۹/۹	۸۰/۲	۲۱/۵	—	۳۷/۴	۳۰/۳	۸۶/۴	۲۸/۶	۱۶/۹	۹/۱	۴/۶	۱۱/۴	۱۱۰/۸	۲۲/۲
	۲۰ "	۲۱/۳	۱۸/۰	۱۵۴/۸	۱۰۱/۰	۲۷/۴	—	۴۸/۸	۲۷/۹	۱۱۴/۴	۲۵/۹	۲۲/۲	۱۰/۲	۵/۴	۱۲/۵	۱۳۲/۸	۲۶/۲
	۲۵ "	۲۲/۸	۱۸/۸	۱۶۲/۶	۱۰۷/۶	۲۹/۳	—	۵۲/۴	۴۰/۳	۱۲۳/۳	۲۸/۲	۲۳/۹	۱۰/۵	۵/۶	۱۴/۱	۱۳۹/۸	۲۷/۵
	۵۰ "	۲۷/۷	۲۱/۱	۱۸۶/۹	۱۲۷/۹	۳۵/۱	—	۶۳/۶	۴۷/۷	۱۵۰/۷	۴۵/۳	۲۹/۱	۱۱/۵	۶/۴	۱۶/۱	۱۶۱/۲	۳۱/۴
	۱۰۰ "	۳۲/۴	۲۳/۳	۲۱۱/۰	۱۴۸/۰	۴۰/۸	—	۷۴/۶	۵۵/۱	۱۷۷/۹	۵۲/۴	۳۴/۲	۱۲/۶	۷/۱	۱۸/۱	۱۸۲/۵	۳۵/۳
لوگ نرمال ۳ پارامتری	۲ "	۲/۳	۹/۵	۶۲/۹	۲۱/۹	۴/۸	۱۱/۶	۴/۹	۱۰/۰	۶/۴	۸/۵	۱/۹	۶/۶	۲/۷	۶/۵	۵۲/۲	۱۰/۳
	۵ "	۸/۶	۱۲/۲	۱۰۱/۶	۵۱/۴	۱۲/۶	۱۸/۰	۱۹/۱	۲۱/۸	۴۰/۱	۱۹/۴	۸/۵	۸/۲	۳/۹	۹/۷	۸۶/۸	۱۷/۹
	۱۰ "	۱۴/۲	۱۵/۷	۱۲۸/۸	۷۵/۱	۱۹/۳	۲۲/۴	۳۱/۸	۳۰/۱	۷۰/۹	۲۷/۶	۱۴/۴	۹/۱	۴/۶	۱۱/۴	۱۱۰/۴	۲۴/۷
	۲۰ "	۲۰/۵	۱۸/۱	۱۵۵/۸	۱۰۰/۸	۲۶/۹	۲۶/۹	۴۶/۶	۳۸/۲	۱۰۷/۵	۳۶/۲	۲۱/۲	۱۰/۰	۵/۳	۱۲/۸	۱۳۳/۵	۳۲/۵
	۲۵ "	۲۲/۸	۱۸/۹	۱۶۴/۶	۱۰۹/۶	۲۸/۳	۲۹/۵	۵۱/۸	۴۰/۸	۱۲۰/۶	۳۹/۰	۲۳/۷	۱۰/۲	۵/۴	۱۳/۲	۱۴۰/۹	۳۵/۳
	۵۰ "	۳۰/۴	۲۱/۲	۱۹۲/۴	۱۳۸/۶	۳۲/۹	۳۸/۴	۶۹/۹	۴۹/۱	۱۶۵/۸	۴۸/۲	۲۲/۰	۱۰/۹	۶/۰	۱۴/۴	۱۶۲/۲	۴۴/۷
	۱۰۰ "	۳۹/۲	۲۳/۷	۲۲۰/۹	۱۷۰/۴	۳۷/۶	۴۸/۵	۹۰/۷	۵۷/۵	۲۱۸/۶	۵۷/۹	۴۱/۶	۱۱/۶	۶/۵	۱۵/۵	۱۸۷/۸	۵۵/۶
گاما ۲ پارامتری	۲ "	۱/۲	۹/۷	۶۲/۵	۱۹/۷	۲/۹	۱۱/۹	۲/۶	۸/۵	۱/۳	۷/۵	۰/۸	۶/۵	۲/۶	۶/۰	۵۱/۷	۱۱/۹
	۵ "	۷/۳	۱۳/۵	۱۰۴/۲	۵۱/۹	۱۸/۵	۱۶/۷	۱۶/۱	۲۰/۵	۲۴/۶	۱۸/۹	۶/۵	۸/۲	۳/۹	۹/۳	۸۷/۷	۲۰/۱
	۱۰ "	۱۲/۶	۱۵/۸	۱۳۱/۱	۷۷/۹	۲۲/۸	۲۰/۲	۲۰/۷	۲۹/۸	۵۷/۴	۲۷/۹	۱۲/۱	۹/۲	۴/۷	۱۱/۵	۱۱۱/۸	۲۵/۶
	۲۰ "	۲۱/۰	۱۷/۹	۱۵۶/۶	۱۰۴/۸	۲۶/۹	۲۸/۲	۴۷/۸	۳۹/۳	۱۰۰/۲	۳۷/۲	۲۱/۲	۱۰/۰	۵/۴	۱۳/۵	۱۳۲/۸	۳۰/۹
	۲۵ "	۲۲/۵	۱۸/۶	۱۶۴/۵	۱۱۳/۷	۲۸/۱	۳۱/۱	۵۲/۸	۴۲/۴	۱۱۵/۷	۴۰/۳	۲۴/۰	۱۰/۳	۵/۶	۱۴/۲	۱۴۲/۰	۳۲/۵
	۵۰ "	۳۲/۰	۲۰/۵	۱۸۸/۹	۱۴۲/۰	۳۲/۰	۳۹/۸	۷۳/۶	۵۲/۳	۱۶۹/۰	۵۰/۰	۲۳/۵	۱۱/۱	۶/۳	۱۶/۱	۱۶۴/۲	۳۷/۴
	۱۰۰ "	۴۱/۲	۲۲/۴	۲۱۲/۸	۱۷۱/۰	۳۵/۷	۴۹/۰	۹۵/۱	۶۲/۳	۲۲۹/۱	۵۹/۹	۴۲/۹	۱۱/۸	۷/۰	۱۸/۰	۱۸۵/۲	۴۲/۶

۱- با درنظر گرفتن رقم مربوط به سیلاب مرداد ماه سال ۶۶

۲- بدون درنظر گرفتن رقم سال ۱۳۶۶

برآوردهای انجام‌شده براساس کلیهٔ توزیعها، فقط جهت مقایسه آورده‌شده‌است.

در مورد سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای رودخانهٔ دربند در ایستگاه مقصودبیك وجود رقم استثنایی سیلاب مردادماه ۱۳۶۶ تاثیر خیلی زیادی بر مقادیر پارامترهای توزیع می‌گذارد بنحوی که برآورد سیلاب با دوره برگشتهای بیشتر از ۱۰ سال منجر به اعداد بزرگی می‌گردد که هیچکدام از حوضه های مجاور و رودخانه‌های منطقه چنان سیلابهایی را نتیجه نمی‌دهند، بنابراین اگر می‌خواستیم برآوردهای سیلاب را به تنهایی برای این ایستگاه تعیین کنیم، رقم سال ۶۶ را از سری داده ها حذف می‌کردیم ولی چون در تحلیل منطقه‌ای سیلاب، اثر ارقام خیلی بزرگ یا کوچك بصورت تعدیل‌شده در نتیجه نهایی نمود می‌کند، محاسبات مربوطه با در نظرگرفتن این رقم ادامه یافته‌است.

۵-۵- تحلیل منطقه‌ای سیلاب

برمبنای تحلیلی که روی نوع توزیع احتمالی مقادیر مشاهده‌ای یا برآوردشدهٔ سیلابهای حداکثر لحظه‌ای انجام گرفت و نتایجی که از این تحلیل حاصل گردید، می‌توان اندازهٔ پیشامد متناظر با احتمال مفروض وقوع را معین کرد، مثلاً هم‌اکنون می‌توانیم بگوییم که احتمال وقوع سیلابی با دبی حداکثر لحظه‌ای مساوی یا بزرگتر از ۱۴۳/۵ مترمکعب در ثانیه از مقطع «سولقان» در رودخانهٔ «کن» ۴ درصد می‌باشد (دورهٔ برگشت ۲۵سال) ولی این اندازهٔ پیشامد، فقط برای محل دقیقی که مشاهدات در آن صورت گرفته (ایستگاه سولقان) اعتبار دارد.

در هیدرورلوژی اغلب اتفاق می‌افتد که مقدار سیل با توجه به زمان بازگشت در ناحیه‌ای مورد است، که مشاهدات آماری درآنجا وجود ندارد و یا تعداد مشاهدات خیلی کم می‌باشد، مثلاً ممکن است طرح یك آبگذر در یك بزرگراه نیاز به دبی سیلاب با دوره بازگشت معینی داشته‌باشد، در حالی که جز سطح حوضهٔ مورد زهکشی توسط این آبگذر هیچ اطلاع دیگری نداریم یا اینکه به اقتضای توسعهٔ منطقهٔ شهری لازم است که حریمی برای آبراهه‌های طبیعی جهت ساخت و ساز ساختمانهای مسکونی یا تجاری تعیین گردد و برای این امر نیاز به برآورد بزرگی سیلاب با دوره بازگشت معین می‌باشد.

تحلیل منطقه‌ای (Regional Analysis) سیلاب اصطلاحاً به فنونی گفته می‌شود که این برآورد را امکان‌پذیر می‌سازد و در حقیقت این تحلیل ابزاری را در اختیار می‌گذارد که به کمك آن می‌توان مشکل را حل نمود و به تخمین مناسبی از دبی سیل دست یافت. علاوه بر این بکار بردن بیش از یك سری داده، احتمالاً خطاهای نمونه‌برداری را حتی برای ایستگاه‌های اندازه‌گیری، کاهش می‌دهد، به عبارت دیگر نتایج حاصل ازچند ایستگاه همواره مطمئن‌تر از یك ایستگاه می‌باشد و مقادیر ناحیه‌ای از اعتبار بیشتری نسبت به مقادیر نقطه‌ای بخصوص در مجموعه‌ای از ایستگاه‌های با آمار کوتاه‌مدت، برخوردار خواهدبود.

یکی از راههای ناحیه‌ای کردن مسائل مربوط به سیلاب ها، استفاده از فرمولهای تجربی است که برای مثال ارتباط دبی با سطح حوضهٔ آبریز را در بر می‌گیرد (فرمول منطقی، فرمول فولر و ...).

یکی از روشهای معتبر که به این منظور بکار گرفته می‌شود و تاکید این تحقیق نیز بر آن متمرکز است، روش «شاخص سیلاب» که توسط U.S. Geological Survey ارائه گردیده و به عنوان یك روش سودمند جهت خلاصه نمودن خصوصیات ناحیه‌ای بشمار می‌رود.

قبل از هر گونه محاسبه‌ای یکنواحت بودن داده‌های سیلاب ایستگاه‌ها بایستی مورد آزمون قرار گیرد.

۵-۵-۱- آزمون تجانس(یکنواختی)هیدرولوژیك داده‌های سیلاب ایستگاههای هیدرومتری

دالریمپل (۱) آزمونی را توصیف می‌کند که باید برای کنترل یکنواختی داده‌ها در روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگر خطای استاندارد برآورد متغیر کاهش یافته y_T، $\{(y_T = -Ln(-Ln(T-1)/T)\}$

1) Dalrymple, T.1960, Flood Frequency Analysis,USGS Water Supply Paper 1543-A

در توزیع اکسترمم نوع I (گامبل) بصورت زیر داده‌شود:

$$\delta_y = \frac{e^y}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1}{T-1}}$$

آنگاه با فرض توزیع نرمال برآوردها، ۹۵٪ برآوردها داخل فاصلهٔ $2\delta_y \pm$ از محتمل‌ترین مقدار خود قرار می‌گیرند. اگر T دورهٔ بازگشت برآورد برابر ۱۰سال اختیار شود آنگاه:

$$2\delta_y = \frac{0.666\, e^y}{\sqrt{n}}$$

چون به ازای T=۱۰ متغیر کاهش یافته در یك توزیع اکسترمم نوع I برابر ۲/۲۵ است، حدود اطمینان را می‌توان چنین نوشت :

$$۲/۲۵ + ۶/۳۳/\sqrt{n}$$

جدول زیر از «دالریمپل» حدود اطمینان را با دوره‌بازگشت متناظر به ازای مقادیر مختلف n نشان می‌دهد.

جدول (۵-۱۲)- حدود اطمینان برای آزمون تجانس در روش شاخص سیلاب

حجم نمونه	حدپایین		حد بالا	
	$y-2\delta y$	TL	$y+2\delta y$	TU
۵	-۰/۵۹	۱/۲	۵/۰۹	۱۶۰
۱۰	۰/۲۵	۱/۸	۴/۲۵	۱۰
۲۰	۰/۸۳	۲/۸	۳/۶۷	۴۰
۵۰	۱/۳۵	۴/۴	۳/۱۵	۲۴
۱۰۰	۱/۶۲	۵/۶	۲/۸۸	۱۸
۲۰۰	۱/۸۰	۶/۵	۲/۷۰	۱۵
۵۰۰	۱/۹۷	۷/۷	۲/۵۳	۱۳
۱۰۰۰	۲/۰۵	۸/۳	۲/۴۵	۱۲

روش بکار رفته برای آزمون از این قرار است که ابتدا TL و TU از جدول (۵-۱۲) را در مقابل Nروی کاغذ گراف با مقیاس احتمالی رسم می‌کنیم‌سپس برای هر ایستگاه در منطقه موردآزمون، نسبت پیشامد ۱۰ساله را به میانگین پیشامد سالانه محاسبه کرده و متوسط آنها را برای این منطقه به دست می‌آوریم، سپس این متوسط بدست آمده برای منطقه را در میانگین پیشامد سالانه برای هر ایستگاه ضرب می‌کنیم تا این اندازه اصلاح‌شدهٔ پیشامد ۱۰ ساله برای هر ایستگاه حاصل شود {ستون نهم از جدول (۵-۱۳)}. سپس دورهٔ بازگشت متناظر با این پیشامدهای ۱۰سالهٔ اصلاح‌شده را برای هر ایستگاه از هریك از منحنی‌های فراوانی مربوط مثلاً TEپیدا می‌کنیم.

دورهٔ مؤثر آماری هر ایستگاه اندازه‌گیری به صورت تعداد پیشامدهای سالانهٔ ثبت‌شده به اضافهٔ نصف تعداد پیشامدهای محاسبه شده برای آن ایستگاه توسط همبستگی داخلی ایستگاه مثلاً NF. معین می‌شود، سپس نقاط متناظر با زوج‌های (TE،NE) برای هر ایستگاه روی گراف آزمون که منحنیهای TL وTU رانشان می‌دهند پیاده می‌گردند، هر ایستگاهی که موقعیت آن خارج از حدود اطمینان باشد از ناحیهٔ همگن خارج می‌شود.

لازم به ذکر است که بنسون(۱) از نظر تجربی تأیید کرده‌است که میانگین پیشامد سالانه با یك دورهٔ بازگشت ۲/۳۳ سال اتفاق می‌افتد. بنابراین در اینجا نیزهنگام محاسبهٔ TE از دبی سیلاب با دوره بازگشت ۲/۳۳ سال (Q ۲/۳۳) استفاده شده است.

آزمون یکنواختی برای داده‌های سیلاب ۱۵ ایستگاه هیدرومتری منتخب در منطقه، انجام گردید و چنانکه در نمودار (۵-۱) دیده‌میشود برآوردهای حاصل از داده‌های گزارش شدهٔ سیلاب در ۵ ایستگاه کمرخانی، باغ تنگه، مگسك، فرحزاد و اوشان با مجموعهٔ ایستگاههای دیگر متجانس نبوده و از ناحیهٔ همگنی خارج می‌باشند، بنابراین این ۵ ایستگاه در تحلیل منطقه‌ای سیلاب دخالت داده نمی‌شوند و محاسبات براساس ۱۰ ایستگاه باقیمانده ادامه یافته است.

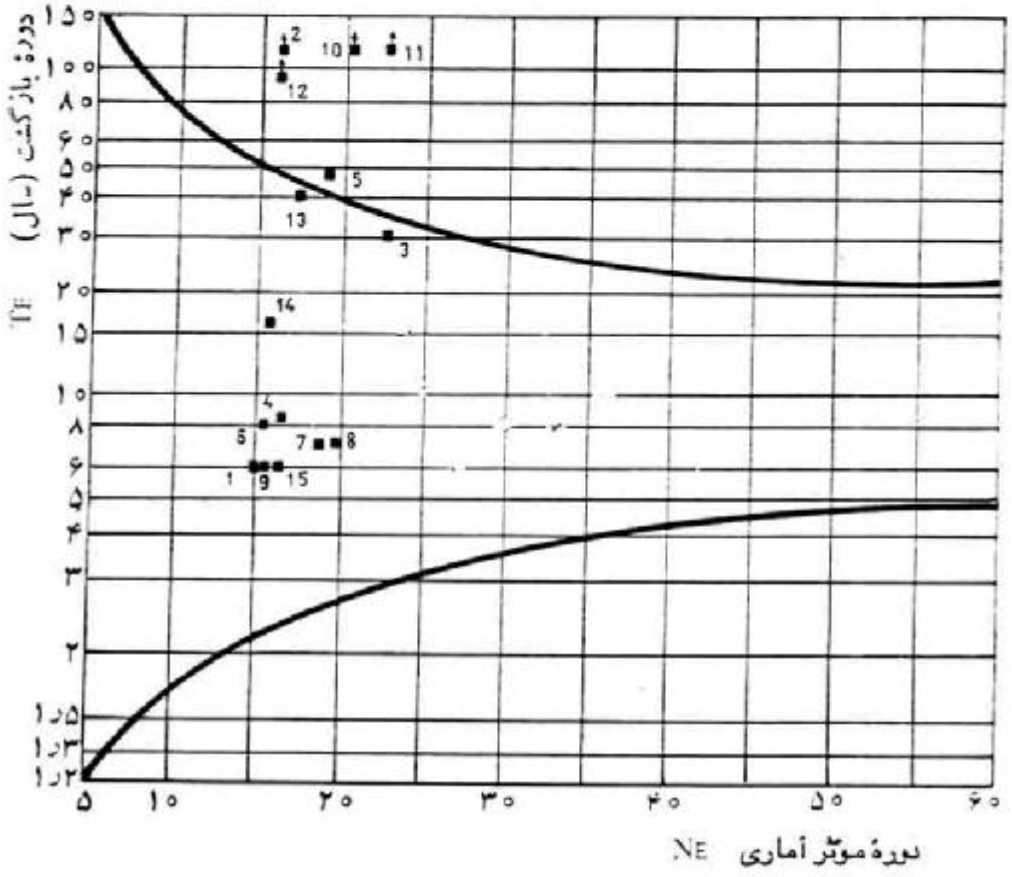
---

1) Beneson, M.A.,1960, Characteristics of Frequency of Curves based on a Theoritical 1000-Year record. UGSWater Supply Paper 1543-A,PP.51073

جدول (۵-۱۳) - محاسبهٔ پارامترهای TE و NE جهت آزمون تجانس (یکنواختی) هیدرولوژیک

داده‌های سیلاب ایستگاه‌های منطقه

شمارهٔ ایستگاه	رودخانه - ایستگاه	تعداد داده‌های مشاهده‌ای (n)	تعداد داده‌های بازسازی شده (۲۵ - n)	دورهٔ موثر آماری NE	$Q_{۲/۳۳}$ (m^3/s)	$Q_{۱۰}$ (m^3/s)	$\frac{Q_{۱۰}}{Q_{۲/۳۳}}$	$\bar{x} \times Q_{۲/۳۳}$	دورهٔ برگشت اصلاح شده TE(سال)
۱	اوسون - پس قلعه	۵	۲۰	۱۵	۲/۲	۱۰/۳	۴/۶۸	۶/۲	۶
۲	آب میگون - مگسك	۷	۱۸	۱۶	۱۰/۰	۱۵/۸	۱/۵۸	۲۸/۲	بیشتراز ۱۰۰
۳	ججرود - رودك	۲۰	۵	۲۲/۵	۶۶/۲	۱۲۹/۰	۱/۹۵	۱۸۶/۷	۳۰
۴	گلندوك - تجارکلا	۸	۱۷	۱۶/۵	۲۲/۰	۷۰/۱	۳/۱۹	۶۲/۰	۸/۵
۵	آهار - نوشان	۱۲	۱۳	۱۸/۵	۱۲/۳	۲۲/۴	۱/۸۲	۳۴/۷	۴۹
۶	دارآباد - قلاك	۶	۱۹	۱۵/۵	۴/۹	۱۶/۲	۳/۳۱	۱۳/۸	۸
۷	افجه - نارون	۱۱	۱۴	۱۸	۵/۳	۲۲/۱	۴/۱۷	۱۳/۹	۷
۸	درکه - درکه	۱۴	۱۱	۱۹/۵	۸/۷	۳۱/۱	۳/۵۷	۵/۴	۷
۹	جعفرآباد - پس قلعه	۶	۱۹	۱۵/۵	۱/۹	۹/۶	۵/۰۵	۱۸/۹	۶
۱۰	امامه - کمرخانی	۱۶	۹	۲۰/۵	۶/۷	۹/۲	۱/۳۷	۱۸/۹	بیشتراز ۱۰۰
۱۱	امامه - باغ تنگه	۲۰	۵	۲۲/۵	۲/۹	۴/۸	۱/۶۶	۸/۳	۰
۱۲	فرحزاد - دالاغر	۷	۱۸	۱۶	۸/۰	۹/۶۳	۱/۲۰	۲۲/۶	۰
۱۳	کن - سولقان	۱۰	۱۵	۱۷/۵	۵۷/۵	۱۱۱/۳	۱/۹۴	۱۶۲/۱	۴۰
۱۴	لوارك - علی‌آباد	۶	۱۹	۱۵/۵	۱۱/۳	۲۳/۶	۲۰/۹	۳۱/۹	۱۶
۱۵	دربند - مقصودبیك	۸	۱۷	۱۶/۵	۷/۷	۳۶/۸	۴/۷۸	۲۱/۷	۶
			میانگین نسبت‌ها		$\bar{x} = ۲/۸۲$				



نمودار(۵-۱) آزمون تجانس هیدرولوژیك داده های سیلاب

۵-۲-۲- روش «شاخص سیلاب» Flood Index Method

هدف کلی در روش شاخص سیلاب، افزایش اعتماد و اطمینان به خصوصیات تناوب (فراوانی Frequency) در یك منطقه می‌باشد. اگر در داخل منطقه‌ای که ازلحاظ هیدرولوژی همگن است، چند ایستگاه هیدرومتری مشغول کار باشد و اثرات عوامل یکسان جوی را ثبت کنند، آنگاه ترکیبی از این رکوردهای اطلاعاتی به جای یك رکورد طولانی، نتایج قابل اعتمادتری را فزاهم می‌سازند.

روش «شاخص سیلاب» را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود.

۱- تعیین نوع توزیع فراوانی سری داده‌های سیلاب کلیهٔ ایستگاههایی که متجانس بودن آمار آنها تحقیق گردیده است.

در مبحث قبل نوع توزیع فراوانی سری داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای کلیهٔ ایستگاههای هیدرومتری از جمله ۱۰ ایستگاهی که یکنواختی آمار آنها مورد آزمون قرار گرفت، لوگ پیرسون تیپ III تعیین گردید.

۲- برای دوره‌بازگشتهای مختلف T ، مقادیر دبی سیلاب براساس توزیع فراوانی تعیین‌شده، برآوردمی‌گردد و نسبت این دبی سیلابی به دبی سیلاب با دوره‌بازگشت ۲ سال (یا متوسط سیل سالیانه $T=2/33$) $\alpha = Q_T / Q_2$ برای کلیهٔ ایستگاهها محاسبه می‌گردد.

در جدول (۵-۱۰) مقادیر برآوردشدهٔ سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف براساس توزیع لوگ پیرسون تیپ III آورده‌شده است و در جدول (۵-۱۴) نسبت سیلاب با دوره بازگشت T سال به سیلاب ۲ ساله محاسبه گردیده است و در نمودار (۵-۲) این نسبتها برای ۱۰ ایستگاه همگن نشان داده شده است.

۳- برای هر دوره برگشت میانهٔ سری نسبتهای فوق الذکر (Median Ratio) تعیین می‌گردد. در پایین جدول (۵-۱۴) میانهٔ سریهای مورد نظر تعیین و درج گردیده است.

جدول (۵-۱۴) - نسبتهای سیلاب با دوره برگشت T ساله به میانگین سیلاب سالانهٔ (سیلاب ۲ ساله) کلیهٔ ایستگاههای متجانس و تعیین میانهٔ سریهای حاصل

ردیف	رودخانه - ایستگاه	سطح حوزه A (km^2)	ارتفاع التیتری H (m)	سیلاب ۲ ساله Q_2 (m^3/s)	نسبت سیلاب T ساله به سیلاب ۲ ساله $K = Q_T / Q_2$						
					T=۲	T=۲/۳۳	T=۵	T=۱۰	T=۲۰	T=۲۵	T=۵۰	T=۱۰۰
۱	لوسون - پس قلعه	۱۰	۲۰۰۰	۱/۸	۱	۱/۳۲	۲/۹۴	۵/۷۲	۱۰/۷۸	۱۳/۰۶	۲۳/۷۳	۴۲/۲۸
۲	جاجرود - رودك	۴۲۶	۱۷۰۰	۵۹/۹	۱	۱/۱۱	۱/۶۳	۲/۱۵	۲/۷۳	۲/۹۳	۳/۶۰	۴/۳۶
۳	گلندوك - نجارکلا	۵۹/۳	۱۷۷۰	۱۸/۷	۱	۱/۱۸	۲/۳۰	۳/۷۵	۵/۷۹	۶/۶۰	۹/۷۶	۱۳/۱۰
۴	دارآباد - قلاك	۱۷	۱۸۳۳	۴/۱	۱	۱/۲	۲/۲۹	۲/۹۵	۶/۵۶	۷/۷۱	۱۲/۳۹	۲۰/۰۰
۵	امجه - نارون	۳۰	۱۷۹۰	۴/۵	۱	۱/۱۸	۲/۶۰	۴/۹۱	۹/۰۴	۱۰/۹۳	۱۹/۶۲	۳۳/۸۲
۶	درکه - درکه	۲۵	۱۷۶۰	۷/۱	۱	۱/۲۳	۲/۶۳	۴/۳۸	۶/۶۹	۷/۵۸	۱۰/۸۰	۱۳/۸۷
۷	جعفرآباد-پس قلعه	۹	۲۰۰۰	۱/۵	۱	۱/۲۷	۳/۰۷	۶/۴۰	۱۲/۸۷	۱۶/۰۰	۳۱/۲۰	۶۰/۰۰
۸	کن - سولقان	۱۹۶	۱۴۱۰	۵۱/۲	۱	۱/۱۲	۱/۶۹	۲/۱۸	۲/۶۵	۲/۸۰	۳/۳۷	۳/۷۳
۹	لواسك - علی آباد	۱۰۳	۱۷۹۰	۱۰/۲	۱	۱/۱۱	۱/۶۹	۲/۳۱	۳/۰۱	۳/۳۶	۴/۳۷	۵/۶۱
۱۰	دربند-مقصودبیك	۲۸/۵	۱۸۰۰	۶/۵	۱	۱/۱۸	۲/۶۹	۵/۶۶	۱۱/۸۸	۱۵/۰۹	۳۱/۹۱	۶۷/۹۷
	میانهٔ نسبتها				۱	۱/۱۸	۲/۳۵	۴/۱۶۵	۶/۶۲۵	۷/۶۲۵	۱۱/۶۲۵	۱۷/۲۲۵

۴- با استفاده از میانهٔ نسبتها که در مرحلهٔ قبل تعیین گردیده، منحنی تناوب ناحیه‌ای چنانچه در نمودار (۳-۵) نشان داده‌شده، ترسیم می‌گردد، این منحنی تناوب در واقع یك رابطهٔ منطقه‌ای را بیان می‌کند که توسط آن می‌توان بزرگی سیلاب T ساله را در مقایسه با سیلاب دوساله تعیین نمود.

۵- بکار گیری منحنی تناوب منطقه‌ای در هر حوضهٔ آبریز واقع در منطقه مستلزم معلوم‌بودن سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال آن حوضه می‌باشد، به این منظور معمولاً یك رابطه بین عوامل فیزیوگرافی حوضه و میانگین سیلاب سالیانهٔ ایستگاههایی که یکنواختی آنها ثابت شده‌است برقرار می‌سازند.

در اینجا اقدام به تعیین دو رابطهٔ منطقه‌ای جهت محاسبه سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال گردیده‌است.

الف : تعیین ضرایب فرمول منطقه‌ای $Q_{(۲)} = C A^{n}$

با معلوم بودن وسعت حوضه‌های آبریز ایستگاه‌های هیدرومتری ۱۰گانه و سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله آنها رابطهٔ بین این دو متغیر (دبی سیلاب ۲ساله بعنوان متغیر تابع و مساحت حوضه بعنوان متغیر مستقل) بصورت زیر تعیین گردید.

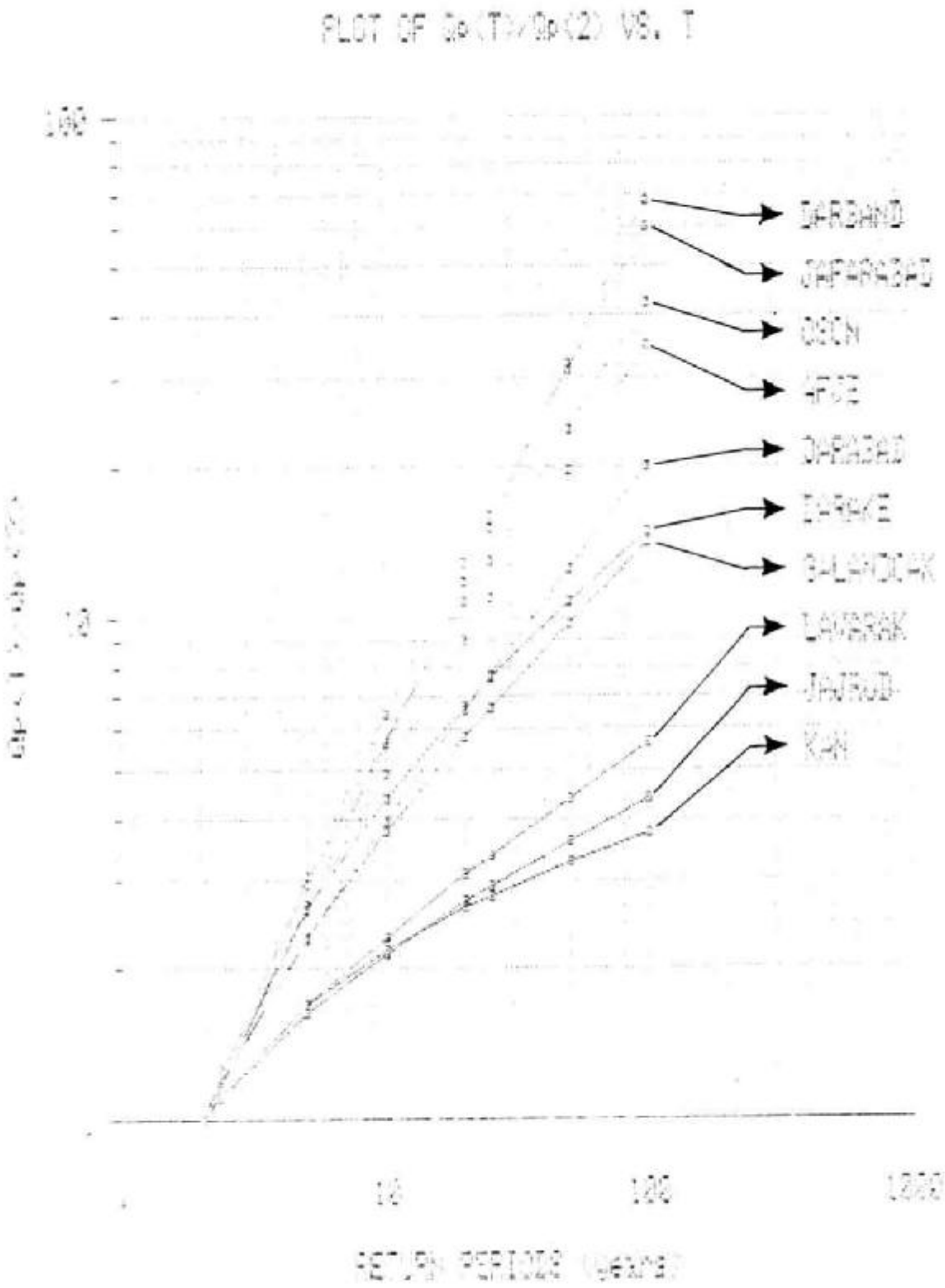
$Q_{(۲)} = ۰/۲۳۷A^{۰/۹۴۸}$

$R = ۰/۹۵۸$

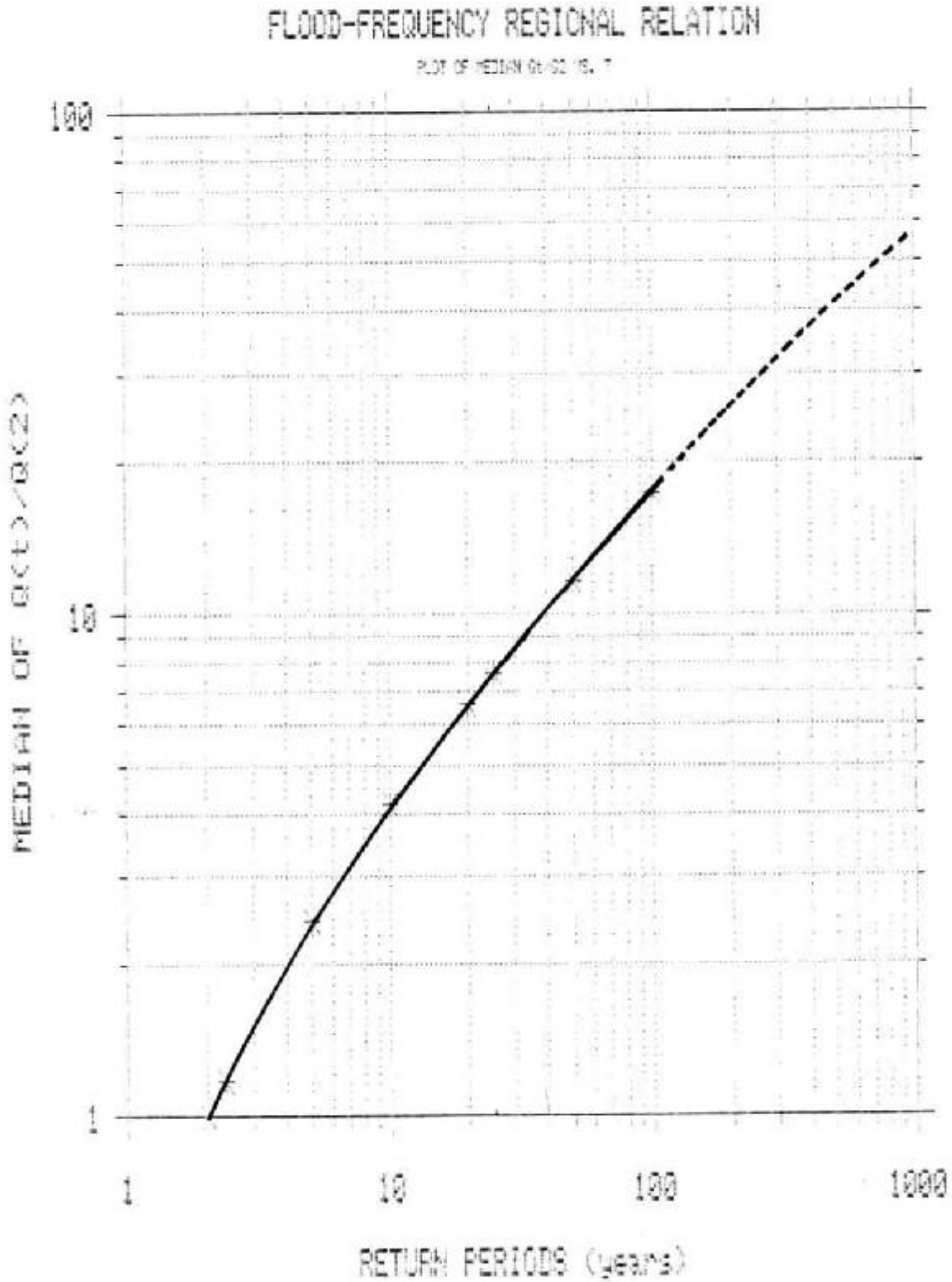
$N = ۱۰$

در رابطه فوق $Q_{(۲)}$ دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب با دوره بازگشت ۲سال برحسب مترمکعب بر ثانیه و A وسعت حوضه مورد زهکشی برحسب کیلومتر مربع می‌باشد. ضریب همبستگی بین $Q_{(۲)}$ و A حدود $R = ۰/۹۶$ می‌باشد که با توجه به درجه آزادی در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی داراست، نمودار (۵-۴) رابطهٔ تغییرات دبی دوساله را نسبت به سطح حوضه نشان می‌دهد.

نمودار(۵-۲) تغییرات $\alpha=Q_2/Q_T$ (سیلاب T ساله بر سیلاب ۲ساله) نسبت به زمان برگشت T در ایستگاههای مختلف

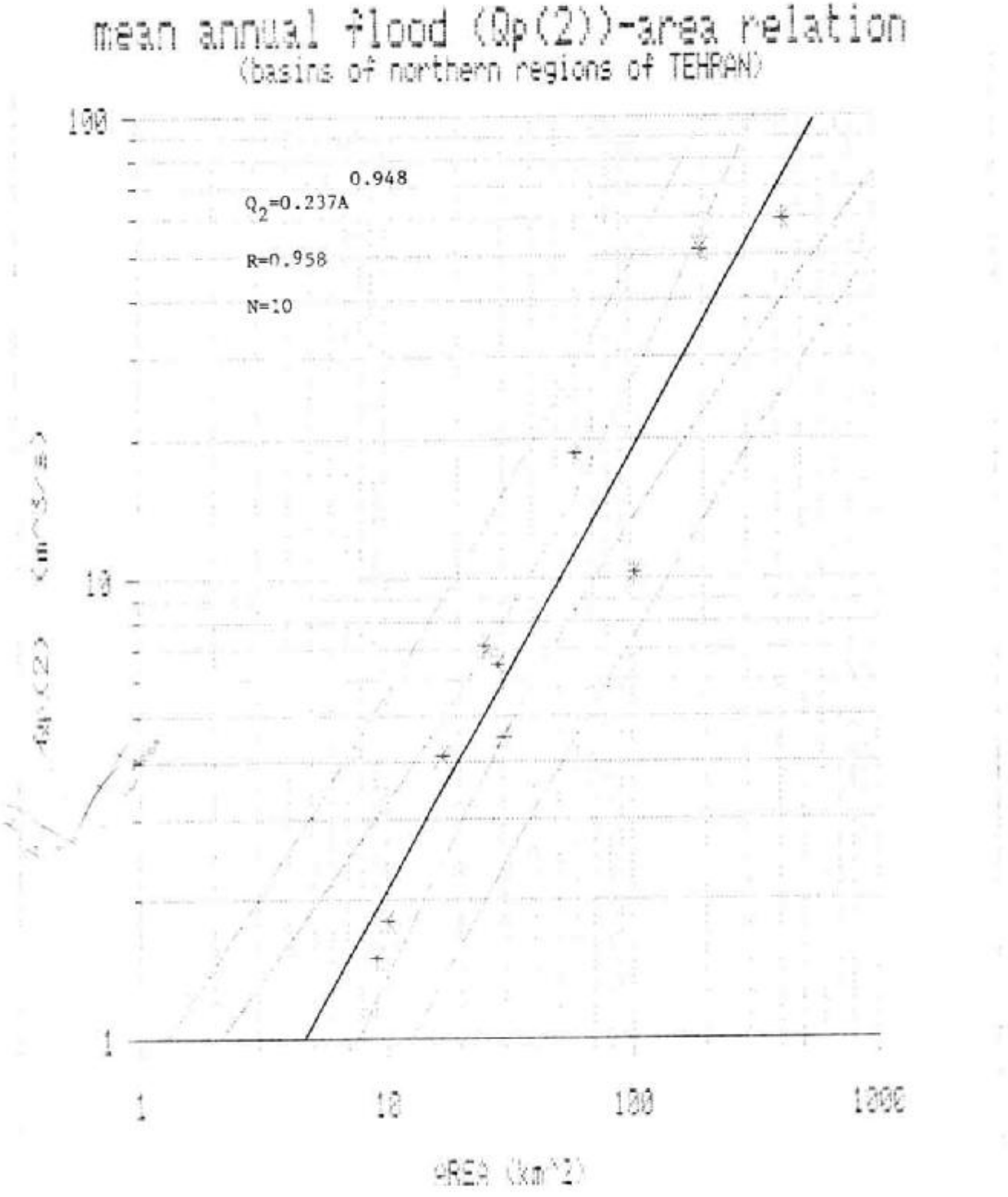


نمودار (۵-۳) منحنی منطقه ای تناوب سیلاب (کاربرد در مناطق کوهستانی شمال تهران)



$Q = {}^{0.948}2.37A$

نمودار (۵-۴) رابطهٔ تغییرات دبی حداکثر لحظه ای سیلاب با دوره بازگشت دو سال نسبت به سطح حوضه آبریز (حوضه‌های آبریز کوهستانی منطقهٔ شمال تهران)



ب : تعیین ضرایب مدل منطقه ای $Qp=aAH^{b\ c}$

بطور کلی هرچقدر تعداد پارامترهای هیدرواوژیك دخیل در جریانهای سطحی حوضه را در روابطی که بنحوی رابطه بین این پارامترها و رواناب حوضه را بیان می‌کنند، افزایش دهیم، نتایج حاصل به واقعیت نزدیکتر خواهندشد ولی ازطرفی اضافه کردن تعداد متغیرهای مستقل کاربرد روابط مشکلتر می‌سازد، بهمین دلیل اگرچه می‌توان براحتی با رگرسیون چند متغیره غیرخطی تعداد عوامل فیزیوگرافیك حوضه را افزایش و روابط جدیدی بدست اورد ولی در اینجا اقدام به تعیین رابطه ای که دو متغیر سطح حوضه A و ارتفاع مینیمم حوضه (ارتفاع نقطهٔ خروجی حوضه) H را در محاسبه سیلاب ۲ ساله دخالت می‌دهد میگردد. این رابطه (مدل) بصورت کلی زیر می‌باشد:

$$Q_{(2)}=aAH^{b\ c}$$

در این رابطه $Q_{(2)}$ دبی حداکثر لحظه ای سیلاب با دوره بازگشت ۲سال برحسب مترمکعب بر ثانیه و A سطح حوضه برحسب کیلومترمربع و H ارتفاع آلتیمتری نقطه تمرکز (نقطه خروجی) حوضه برحسب متر می‌باشد. ضرایب a,b,c ثابت های مدل می‌باشند که براساس داده‌های ستونهای ۵،۴،۳ از جدول (۵-۱۴) و اعمال روش حداقل مربعات محاسبه‌شده و مدل منطقه ای زیر حاصل گردیده است. در جدول (۵-۱۵) و نمودار (۵-۴) مناسب بودن این مدل نشان داده شده است،

$$Q_{(2)}= ۷۲۴۸۸۳۸۲/۱\ A^{۰/۸}\ H^{-۲/۵}$$

$$R^2=۰/۹۷$$

$$N=۱۰$$

بکارگیری توأم یکی از روابط (۱) یا (۲) و منحنی منطقه ای تناوب سیلاب {نمودار (۵-۳)}، برآورد سیلاب با دورهٔ بازگشت T سال را برای هر حوضه واقع در ارتفاعات ودامنه‌های شمالی تهران امکان پذیر می‌سازد.

کاربرد روابط فوق الذکر دو محدودیت دارد یکی از نظر وسعت حوضه ای که موردنظر می‌باشد و دیگری ارتفاع آلتیمتری نقطهٔ تمرکز حوضه. به این معنی که چون وسعت حوضه‌های کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری منتخب بجز ایستگاه رودک، کمتر از ۲۰۰ کیلومترمربع و اکثراً دارای سطوحی کوچك می‌باشند، لذا توصیه می‌گردد که روابط برای حوضه های کمتر از ۱۰۰ کیلومترمربع بکار گرفته شوند، دیگر اینکه چون دبی سیلاب ۲ساله تحت تاثیر ریزش و ذوب برف در ارتفاعات است و روابط مورد نظر نیز با استفاده از آمار مشاهده‌ای منتج گردیده‌اند و حوضه های مورد استفاده اکثراً در بالای رقوم ۱۵۰۰متر که بخش قابل ملاحظه‌ای از ریزشهای زمستانه در آنها بصورت جامد است، قرار گرفته‌اند، بنابراین مناسب است که روابط موردنظر فقط برای حوضه‌هایی که کلاً در بالای ارتفاع ۱۵۰۰ متر قرار دارند بکار گرفته شود.

۵-۶- برآورد سیل مناطق شمالی تهران با استفاده از نتایج «تحلیل منطقه‌ای سیلاب»

حوضه های کوچك وکوهستانی شمال تهران دارای خصوصیات مشترك منطقه ای زیادی از جمله شیب زیاد، پوشش گیاهی ضعیف، نفوذپذیری نسبتاً کم، فرسایش زیاد، تشکیلات زمین‌شناسی متشابه، جهت شیب دامنه‌ها و بالاخره زمان ، نوع و شدت ریزشهای جوی نسبتاً یکسانی می‌باشند لذا می‌توان بدون درنظر داشتن حوضهٔ خاصی برای سطوح با وسعتهای گوناگون (کمتر از ۱۰۰ کیلومترمربع) که در بالای رقوم ۱۵۰۰متر قرار دارنداقدام به برآورد سیلابهای محتمل نمود، نتایج تحلیل منطقه ای سیلاب که در دو نمودار (۵-۳) و (۵-۴) متبلور است این برآورد را ممکن می سازد به این ترتیب که ابتدا با توجه به سطح حوضه، دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال را از روی نمودار (۵-۴) {یا با استفاده از روابط ۱و۲} تعیین کرده و سپس با استفاده از نمودار (۵-۳) نسبت سیلاب با دوره بازگشت T سال را به سیلاب ۲ ساله قرائت و با ضرب این نسبت در سیلاب ۲ ساله، مقدار سیلاب T ساله را محاسبه نمود، این اعمال برای سطوحی از ۵ تا ۱۰۰ کیلومترمربع انجام و نتایج در جدولی تنظیم و ارائه شده‌است {جدول (۵-۱۵)}. این جدول می‌تواند توسط کلیهٔ سازمانها، شرکتها و مؤسسات خدماتی که می‌خواهند در مناطق شمالی تهران اقدام به طراحی تأسیسات نمایند که بنحوی اطلاع از

بزرگی سیلابها از نظر منظور داشتن تمهیدات ایمنی اهمیت دارد، بعنوان یك مبنا و تخمین اولیه مورد استفاده قرارگیرد.

جدول (۵-۵) – تخمین سیلاب با دوره برگشت های مختلف در حوضه ای برون شهری مناطق شمالی تهران

(دبی حداکثر لحظه ای سیل برحسب مترمکعب در ثانیه)

دوره برگشت سال / وسعت km^2	۲ سال	۵ سال	۱۰ سال	۲۰ سال	۲۵ سال	۵۰ سال	۱۰۰ سال
۵/۰	۱/۰۹	۲/۶۲	۳/۴۸	۷/۱۸	۸/۲۵	۱۲/۷۹	۱۹/۳۲
۷/۰	۱/۶۰	۳/۸۸	۶/۵۸	۱۰/۵۲	۱۲/۱۲	۱۸/۷۹	۲۸/۳۸
۱۰/۰	۲/۱۰	۵/۰۹	۸/۶۵	۱۳/۸۲	۱۵/۹۲	۲۴/۶۸	۳۷/۲۸
۱۲/۵	۲/۶۰	۶/۲۹	۱۰/۶۸	۱۷/۱۰	۱۹/۶۸	۳۰/۳۹	۴۶/۰۶
۱۵/۰	۳/۰۹	۷/۴۸	۱۲/۷۰	۲۰/۳۲	۲۳/۳۹	۳۶/۲۴	۵۴/۷۵
۱۷/۵	۳/۵۸	۸/۶۵	۱۴/۷۰	۲۳/۵۲	۲۷/۰۷	۴۱/۹۴	۶۳/۲۶
۲۰/۰	۴/۰۶	۹/۸۲	۱۶/۶۸	۲۶/۷۰	۳۰/۷۲	۴۷/۶۰	۷۱/۹۱
۲۲/۵	۴/۵۴	۱۰/۹۸	۱۸/۶۵	۲۹/۸۶	۳۴/۳۵	۵۳/۲۳	۸۰/۴۰
۲۵/۰	۵/۰۱	۱۲/۱۳	۲۰/۶۱	۳۲/۹۹	۳۷/۹۶	۵۸/۸۲	۸۸/۸۵
۲۷/۵	۵/۴۹	۱۳/۲۸	۲۲/۵۶	۳۶/۱۱	۴۱/۵۵	۶۴/۳۸	۹۷/۲۵
۳۰/۰	۵/۹۶	۱۴/۴۲	۲۴/۵۰	۳۹/۲۲	۴۵/۱۲	۶۹/۹۱	۱۰۵/۶۱
۳۲/۵	۶/۳۳	۱۵/۵۶	۲۶/۴۳	۴۲/۳۱	۴۸/۶۷	۷۵/۶۲	۱۱۳/۹۴
۳۵/۰	۶/۹۰	۱۶/۶۹	۲۸/۳۵	۴۵/۳۹	۵۲/۲۳	۸۰/۹۱	۱۲۲/۲۳
۳۷/۵	۷/۳۶	۱۷/۸۲	۳۰/۲۷	۴۸/۴۶	۵۵/۷۵	۸۶/۳۸	۱۳۰/۴۹
۴۰/۰	۷/۸۳	۱۸/۹۵	۳۲/۱۸	۵۱/۵۱	۵۹/۲۶	۹۱/۸۳	۱۳۸/۷۲
۴۲/۵	۸/۲۹	۲۰/۰۷	۳۴/۰۸	۵۴/۵۶	۶۲/۷۷	۹۷/۲۶	۱۴۶/۹۳
۴۰/۰	۷/۸۳	۱۸/۹۵	۳۲/۱۸	۵۱/۵۱	۵۹/۲۶	۹۱/۸۳	۱۳۸/۷۲
۴۲/۵	۸/۹	۲۰/۰۷	۳۴/۰۸	۵۴/۵۶	۶۲/۷۷	۹۷/۲۶	۱۴۶/۹۳
۴۵/۰	۸/۷۵	۲۱/۱۸	۳۵/۹۸	۵۷/۶۰	۶۶/۲۶	۱۰۲/۶۸	۱۵۵/۱۱
۴۷/۵	۹/۲۱	۲۲/۳۰	۳۷/۸۷	۶۰/۶۳	۶۹/۷۵	۱۰۸/۰۸	۱۶۳/۲۷
۵۰/۰	۹/۶۷	۲۳/۴۱	۳۹/۷۶	۶۳/۶۵	۷۳/۲۲	۱۱۳/۴۶	۱۷۱/۳۰
۵۲/۵	۱۰/۱۳	۲۴/۵۲	۴۱/۶۴	۶۶/۶۶	۷۶/۶۹	۱۱۸/۸۳	۱۷۹/۵۲
۵۵/۰	۱۰/۵۹	۲۵/۶۲	۴۳/۵۱	۶۹/۶۷	۸۰/۱۵	۱۲۴/۱۹	۱۸۷/۶۱
۵۷/۵	۱۱/۰۳	۲۶/۷۳	۴۵/۳۹	۷۲/۶۶	۸۳/۶۰	۱۲۹/۵۳	۱۹۵/۶۹
۶۰/۰	۱۱/۵۰	۲۷/۸۳	۴۷/۲۶	۷۵/۶۶	۸۷/۰۳	۱۳۴/۸۷	۲۰۳/۷۳
۶۲/۵	۱۱/۹۵	۲۸/۹۲	۴۹/۱۲	۷۸/۶۴	۹۰/۴۷	۱۴۰/۱۹	۲۱۱/۷۸
۶۵/۰	۱۲/۳۰	۳۰/۰۲	۵۰/۹۸	۸۱/۶۲	۹۳/۹۰	۱۴۵/۵۰	۲۱۹/۸۰
۶۷/۵	۱۲/۸۶	۳۱/۱۱	۵۲/۸۴	۸۴/۵۹	۹۷/۳۲	۱۵۰/۸۰	۲۲۷/۸۱
۷۰/۰	۱۳/۳۱	۳۲/۲۰	۵۴/۶۹	۸۷/۵۶	۱۰۰/۷۳	۱۵۶/۰۹	۲۳۵/۸۰
۷۲/۵	۱۳/۷۶	۳۳/۲۹	۵۶/۵۳	۹۰/۵۲	۱۰۴/۱۲	۱۶۱/۳۷	۲۴۳/۷۸
۷۵/۰	۱۴/۲۱	۳۴/۳۸	۵۸/۳۹	۹۳/۴۸	۱۰۷/۵۲	۱۶۶/۶۲	۲۵۱/۷۴
۷۷/۵	۱۴/۶۵	۳۵/۴۶	۶۰/۲۳	۹۶/۴۳	۱۱۰/۹۲	۱۷۱/۹۰	۲۵۹/۶۸
۸۰/۰	۱۵/۱۰	۳۶/۵۵	۶۲/۰۷	۹۹/۲۸	۱۱۴/۳۳	۱۷۷/۱۵	۲۶۷/۶۲
۸۲/۵	۱۵/۵۵	۳۷/۶۳	۶۳/۹۱	۱۰۲/۳۲	۱۱۷/۷۱	۱۸۲/۳۰	۲۷۵/۵۴
۸۵/۰	۱۶/۰	۳۸/۷۱	۶۵/۷۴	۱۰۵/۳۵	۱۲۱/۰۹	۱۸۷/۶۳	۲۸۳/۴۵
۸۷/۵	۱۶/۴۴	۳۹/۷۹	۶۷/۵۸	۱۰۸/۱۹	۱۲۴/۴۶	۱۹۲/۸۶	۲۹۱/۳۵
۹۰/۰	۱۶/۸۹	۴۰/۸۷	۶۹/۳۰	۱۱۱/۱۱	۱۲۷/۸۳	۱۹۸/۰۸	۲۹۹/۲۳
۹۲/۵	۱۷/۳۳	۴۱/۹۴	۷۱/۲۳	۱۱۴/۰۴	۱۳۱/۲۰	۲۰۳/۲۹	۳۰۷/۱۱
۹۵/۰	۱۷/۷۷	۴۳/۰۱	۷۳/۰۵	۱۱۶/۹۶	۱۳۴/۵۵	۲۰۸/۵	۳۱۴/۹۷
۹۷/۵	۱۸/۲۲	۴۴/۰۹	۷۴/۸۸	۱۱۹/۸۷	۱۳۷/۹۱	۲۱۳/۶۹	۳۲۲/۸۲
۱۰۰/۰	۱۸/۶۶	۴۵/۱۶	۷۶/۶۹	۱۲۲/۷۸	۱۴۱/۲۶	۲۱۸/۸۹	۳۳۰/۶۶

• جهت تخمین اولیهٔ سیلابهای با دوره برگشت ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال بایستی مقادیر سیلاب ۲ ساله بترتیب در ضرایب منطقه‌ای ۲۶/۴۲، ۲۲/۱۰ و ۵۷/۱۸ ضرب گردد.

۶- تعیین ضریب جریان "C" در فرمول منطقی "Rational " برای حوضه‌های شمالی تهران بزرگ

یکی ازروشهای تجربی که برای تخمین دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب در حوضه های کوچك شهری وکوهستانی بکرات توسط هیدرولوژیستها در مناطقی که فاقد آمار و اندازه گیری جریان می‌باشند بکار گرفته شده، روش موسوم به فرمول «منطقی» می‌باشد که در سیستم متریك بصورت زیر بیان می‌گردد.

Q_p= ۰/۲۷۸ CIA

که در آن :

Q_p = دبی ماکزیمم سیلاب بر حسب مترمکعب درثانیه

I = شدت بارندگی با تداومی معادل با بزرگتر از تمرکز حوضه بر حسب میلیمتر در ساعت

A = وسعت حوضه برحسب کیلومترمربع

C = ضریب جریان سیل

تعیین مقادیر سطح حوضه A و زمان تمرکز حوضه معمولاً با استفاده از مشخصات فیزیوگرافیك حوضه به راحتی امکان‌پذیر است و شدت بارندگی با تداوم معادل با زمان تمرکز نیز برای دوره بازگشتهای مختلف از نتایج آنالیز رگبارها که بصورت دسته منحنی‌های شدت–مدت– فراوانی برای ایستگاههای بارانسنجی ثبات ارائه شده، با دقتی مناسب قابل استخراج است. پارامتری که تخمین آن همواره با عدم دقت روبرو می‌باشد ضریب C است. برای تخمین C جداول و گرافهایی ارائه گردیده که با مشخص شدن نفوذپذیری خاك، نوع پوشش زمین حوضه، شیب و نوع کاربری می‌توان مقداری برای آن تعیین نمود ولی آنچه عملاً تجربه شده است این تخمین از دقت زیادی برخوردار نیست و فقط هنگامی که داده‌های مشاهده ای همزمان سیل و باران در اختیار باشد، محاسبه C از دقت خوبی برخوردار است. از آنجا که آمار گزارش‌شده و در دسترس از جریان سیل و بارندگی ایستگاهها، فاقد خصوصیت فوق الذکر (همزمانی) می‌باشند، بهترین روشی که

می‌توان مقدار C را تعیین نمود، استفاده از نتایج تحلیل داده‌های مشاهده‌ای سیلاب و نتایج آنالیز رگبارها (منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی) می‌باشد، باینطریق که ببینیم حوضه‌های شمالی تهران با چه ضریب جریانی با توجه به مقادیر بارندگی چنین سیلابهای مشاهده‌ای را نتیجه می‌دهند.

با توجه به ایدهٔ فوق‌الذکر برای ۶ حوضه واقع در مناطق شمالی تهران اقدام به محاسبه ضریب جریان "C" گردید و میانگین وزنی آنها (وسعت حوضه‌ها بعنوان وزن اختیار گردید) بعنوان متوسط ضریب جریان سیل در حوضه‌های مناطق شمالی تهران پیشنهاد می‌گردد.

وسعت و زمان تمرکز حوضه‌ها قبلاً تعیین و درجدول (۳-۱) نشان داده شده است، دبی حداکثر سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف نیز با استفاده از نتایج تحلیل منطقه‌ای سیلاب {نمودار (۵-۴) و (۵-۳) } قابل محاسبه می‌باشد، شدت بارندگی با تداوم معادل با زمان تمرکز حوضه نیز از دسته منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی ارائه شده برای ۱۱ ایستگاه بارانسنجی منطقه تهران {نمودارهای (۴-۲) الی (۴-۱۲)} استخراج گردیده به اینطریق که با ملحوظ داشتن ارتفاع حوضه و ایستگاهها، دوری ونزدیکی ایستگاهها به حوضه و طول مدت آمار مشاهده‌ای آنالیزشدهٔ ایستگاه بارانسنج ثبات رقم متوسطی تعیین گردید سپس این رقم نقطه‌ای با توجه به سطح حوضه تعدیل گردید و بکار گرفته شد.

با جایگذاری مقادیر معلوم A ، I و Q_p در فرمول منطقی برای هر حوضه و هر دوره بازگشتی مقدار C محاسبه گردید.

در جدول (۶-۱) مقادیر بکار گرفته شده و مقدار محاسبه شده ضریب جریان سیل ارائه شده است با توجه به مقادیر C و وسعت حوضه مقدار متوسط ضریب جریان C برای استفاده در فرمول منطقی بصورت جدول (۶-۲) پیشنهاد می‌گردد.

جدول (۶-۱)- محاسبهٔ مقدار تجربی ضریب جریان سیل"C"در فرمول منطقی $Q_p = ۰/۲۷۸ CIA$ برای حوضه‌های کوچک و کوهستانی مناطق شمالی تهران

(Q_p با توجه به نتایج تحلیل منطقه‌ای سیلاب برآورد شده‌اند)

ردیف	رودخانه / ایستگاه	وسعت Km2	زمان تمرکز tc (دقیقه)	زمان بازگشت۲سال			زمان بازگشت ۵سال			زمان بازگشت ۱۰سال			زمان بازگشت ۲۵سال			زمان بازگشت ۵۰سال			زمان بازگشت ۱۰۰سال		
				Qp m3/s	I /h	ضریب C	Qp m3/s	I /h	ضریب C	Qp m3/s	I /h	ضریب C	Qp m3/s	I /h	ضریب C	Qp m3/s	I /h	ضریب C	Qp m3/s	I /h	ضریب C
۱	اوسون - پس‌قلعه	۱۰	۲۴/ ۵	۲/ ۱	۱۶/۲	۰/۰۵	۵/۱	۲۳/۶	۰/۰۸	۸/۶	۲۹/۸	۰/۱۰	۱۵/۹	۳۷/۲	۰/۱۵	۲۴/۷	۴۱/۴	۰/۲۱	۳۷/۳	۴۶/۳	۰/۲۹
۲	دارآباد -قلاك	۱۷	۲۹/۲	۳/۵	۱۲/۸	۰/۰۶	۸/۴	۱۸/۷	۰/۱۰	۱۴/۲	۲۳/۴	۰/۱۳	۲۶/۳	۲۹/۲	۰/۱۹	۴۰/۸	۳۲/۶	۰/۲۶	۶۱/۶	۳۶/۴	۰/۳۶
۳	اقچه - نارون	۳۰	۴۲/۲	۶/۰	۱۲/۲	۰/۰۶	۱۴/۴	۱۴/۳	۰/۱۲	۲۴/۵	۱۷/۶	۰/۱۷	۲۱/۱	۲۱/۹	۰/۱۷	۶۹/۹	۲۴/۶	۰/۲۴	۱۰۵/۶	۲۷/۵	۰/۴۶
۴	درکه - درکه	۲۵	۴۰/۲	۵/۰	۱۰/۴	۰/۰۷	۱۲/۱۷	۱۵/۱	۰/۱۲	۲۰/۶	۱۸/۷	۰/۱۶	۳۷/۹	۲۲/۱	۰/۲۴	۵۸/۸	۲۶/۰	۰/۳۳	۸۸/۸	۲۹/۱	۰/۴۴
۵	دربند - مقصودبیك	۲۸/۵	۴۱/۶	۵/۷	۱۰/۱	۰/۰۷	۱۲/۷	۱۴/۶	۰/۱۲	۲۱/۳	۱۸/۰	۰/۱۶	۴۳/۰	۲۲/۳	۰/۲۴	۶۶/۶	۲۵/۲	۰/۳۳	۱۰۰/۶	۲۸/۸	۰/۴۴
۶	جعفرآباد - پس قلعه	۹	۲۴/۲	۱/۹	۱۶/۳	۰/۰۵	۴/۶	۲۳/۸	۰/۰۸	۷/۸	۳۰/۰	۰/۱۰	۱۴/۴	۳۷/۵	۰/۱۵	۲۲/۳	۴۱/۷	۰/۲۱	۳۳/۷	۴۶/۷	۰/۲۹
میانگین C				C = ۰/۰۶			C = ۰/۱۰			C = ۰/۱۴			C = ۰/۱۹			C = ۰/۲۸			C = ۰/۳۳		

جدول (۶-۲): مقادیر ضریب جریان سیل "C" در فرمول منطقی برای حوضه‌های شمالی تهران

(وسعت حوزه $A<30km^2$)

زمان برگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
ضریب جریان "C"	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۸	۰/۳۳

چنانکه ملاحظه می‌گردد مقدار ضریب تجربی C برای دوره برگشتهای مختلف ثابت نبوده و مقدار آن از ۰/۰۶ برای بارندگیهای با دوره بازگشت ۲سال تا ۰/۳۳ برای رگبارهای با دوره بازگشت ۱۰۰ سال متغیر است و این مسئله مهمی است که اغلب در کاربرد فرمول راشنال در نظر گرفته نمی‌شود .

علت متغیربودن ضریب جریان C را براحتی می‌توان توضیح داد، فرض می‌کنیم که زمین برای اشباع‌شدن و یا ناچیز شدن شدت نفوذ احتیاج به ۱۰ میلیمتر بارندگی داشته‌باشد، حال اگر در مدت ۰/۵ساعت ۱۲ میلیمتر بارندگی نازل گردد، بالطبع حدود ۱۷درصد آن بجریان تبدیل می‌شود در حالیکه اگر درهمان ۰/۵ ساعت (مثلاً زمان تمرکز حوضه) مقدار ۳۰ میلیمتر بارندگی نازل گردد بیش از ۶۰ درصد آن به جریان تبدیل خواهدشد .

خلاصه و نتیجه‌گیری

گسترش دامنهٔ مناطق شهری و مسکونی تا پهنه‌های سیلابی آبراهه‌ها و مسیل‌های حوضه‌های کوچك کوهستانی شمال تهران و درنظر نگرفتن تمهیدات ایمنی در این توسعه، باعث گردیده است که این شهر در مقابل رواناب سطحی حاصل از رگبارهای شدید و کوتاه مدت بشدت آسیب‌پذیر باشد، بطوری که در سالهای اخیر شاهد خسارات مالی و جانی شهروندان بوده‌ایم.

از طرف دیگر توسعهٔ منطق شهری و افزایش جمعیت، اجرای پروژه‌ها و طرحهائی را که بعضاً در حریم یا بستر مسیل‌ها واقع می گردند اجتناب ناپذیر ساخته است، در اینجاست که برآورد بزرگی سیلابهائی که ممکن است با احتمال مشخص بوقوع بپیوندد اهمیت پیدا می کند، چرا که، این پارامتر اجرای طرح را هم از نظر مکانیابی و هم از نظر سازه‌ای مشروط می‌سازد.

مشاهدهٔ ارقام و اعدادی که برای سیلاب یك مسیل یا رودخانه از طرف مراجع و مشاوران مختلف ارائه گردیده بیان کنندهٔ غیر یکنواخت بودن رو شما، عدم بکارگیری کلیهٔ داده‌های مشاهده‌ای سیلاب و بعضاً استناد به یك واقعهٔ تاریخی یا گفته‌های شفاهی ساکنین اطراف بوده است، بطوری که از یکطرف خود این برآوردها با یکدیگر اختلاف زیادی دارند و از طرف دیگر بعضاً ملاحظه می گردد که سیلابهای مشاهده‌ای و ثبت شده با سیلابهای طراحی اختلاف کاملاً درخور توجه داشته که در برخی موارد بهیچوجه قابل توجیه نمی باشد.

در تحقیق انجام شده، ابتدا اقدام به گردآوری کلیهٔ داده‌های مشاهده‌ای سیلابهای حادث شده در منطقه نسبتاً وسیعی گردید، این داده‌ها که شامل دبی حداکثر لحظه‌ای و روزانه

۱۷ ایستگاه هیدرومتری طی دورهٔ ۲۵ ساله ۷۱-۱۳۴۶ می شد، با روشهای معتبر آماری مورد کنترل، اصلاح و بازسازی قرار گرفت، سپس آمار تکمیل شده آنالیز و تابع توزیع چگالی آنها شناخته گردید و دبی حداکثر لحظه ای دردوره بازگشت های مختلف برای کلیه رودخانه ها برآورد شد.

درمرحله بعد ضمن انجام آزمون تجانس هیدرولوژیك داده ها، تحلیل منطقه ای سیلاب با روش «شاخص سیلاب Flood Index » که توسط U.S.G.S پیشنهاد گردیده انجام و نتایج در چند رابطه و نمودار منطقه ای ارائه گردید، بنحوی که با استفاده از آنها می توان برای هر حوضهٔ کوهستانی واقع در شمال تهران بزرگ، با معلوم بودن سطح حوضه و یا سطح حوضه و مینیمم ارتفاع آلتیمتری، اقدام به محاسبهٔ مقدار سیلاب با دوره برگشتهای مختلف نمود.

جهت سهولت و سرعت بکارگیری نتایج این تحقیق، جدولی تنظیم گردید [جدول(۵-۱۵)] که مقدار سیلاب محتمل را برای حوضه های با وسعت مختلف (از ۲/۵ تا ۱۰۰ کیلومترمربع) بدست می دهد. این جدول می تواند توسط کلیهٔ سازمانها، شرکتها و موسسات خدماتی که می خواهند در مناطق شمالی تهران اقدام به طراحی تاسیساتی نمایند که بنحوی اطلاع از برزگی سیلاب بلحاظ منظور داشتن تمهیدات ایمنی اهمیت دارد، بعنوان یك مبنا و تخمین مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

یکی از روشهای تجربی که برای تخمین دبی حداکثر لحظه ای سیلاب در حوضه های کوچك شهری و کوهستانی بکرات توسط هیدرولوژیستها درمناطقی که فاقد آمار اندازه گیری جریان می باشند، بکار گرفته شده روش موسوم به فرمول «منطقی Rational » می باشد. در این فرمول تخمین مقدار ضریب جریان سیل «C» همواره با عدم دقت روبرو بوده است.

روش مناسبی که می توان مقدار «C» را تعیین نمود استفاده از نتایج تحلیل داده‌های مشاهده‌ای سیلاب و نتایج آنالیز رگبارها (منحنی های شدت – مدت – فراوانی) می‌باشد. با این ایده برای ۶ حوضهٔ واقع در مناطق شمالی تهران اقدام به محاسبهٔ ضریب جریان «C» شده و میانگین وزنی آنها بعنوان متوسط ضریب جریان سیل در حوضه های کوهستانی مناطق شمالی تهران پیشنهاد گردید.

فهرست منابع و مراجع

۱- هیئت مؤلفان نشریات آماری وزارت نیرو، دفتر بررسیهای منابع آب - بخش آبهای سطحی

۲- طرح جمع آب کشور، حوضهٔ آبریز شور کرج - جاجرود

۳- وزیری فریبرز، خرداد ۱۳۶۳، نشریه تجزیه و تحلیل رگبارها و تعیین منحنیهای شدت - مدت مناطق مختلف ایران

۴- بخش طرحها و تحقیقات تابستان۱۳۷۱، تعیین روابط منطقه ای بارندگیهای کوتاه مدت در ایران، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیر طوسی

۵- شناخت اقلیمی ایران، جلد چهارم، تقسیمات آب و هوا، شرکت مهندسین مشاور جاماب- وزارت نیرو

۶- دفتر برنامه‌ریزی و مطالعات منابع آب ، ۱۳۶۹، اطلس منابع آب ایران- وزارت نیرو

۷- سالنامه های آماری سازمان هواشناسی کشور

۸- استاندارد مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های فاضلاب و آبهای سطحی - استاندارد صنعت آب کشور- شماره ۳۴ - الف اسفند ۶۵

۹- افشار عباس، ۱۳۶۴، هیدرولوژی مهندسی، مرکز نشر دانشگاهی

۱۰- علیزاده امین، ۱۳۶۷، اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس رضوی

۱۱- دکتر نجمائی محمد، مهرماه ۱۳۶۹، هیدرولوژی مهندسی، دانشگاه علم و صنعت ایران

۱۲- بخش تلفیق و آنالیز آمار، مهرماه ۱۳۶۶، بررسی سیل مرداد ۱۳۶۶ تهران، دفتر بررسی های منابع آب، وزارت نیرو

۱۳- کایت ج. دبلیو، ۱۳۶۹، تحلیل فراوانی وقایع و ریك در هیدرولوژی، انتشارات آستان قدس رضوی

۱۴- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیای ارتش

۱۵- مهندس ضیائی حجت ا....، ۱۳۷۰، کاربرد قوانین آماری در هیدرولوژی مهندسی

۱۶- مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران - خرداد ۱۳۶۸

۱۷- رحمت اله شفیعی علویچه، خرداد ۱۳۶۸، هیدرولوژی برف (مطالعه برف حوضهٔ آبریز سد امیرکبیر) پایان‌نامه کارشناسی ارشد

۱۸- Technical Release no.55-1975, Urban Hydrology for Small Watershed

۱۹- نرم‌افزار کامپیوتری Hyfa (Hydrologic Frequency Analysis)

۲۰- نرم‌افزار کامپیوتری FRAH (G.W. Kite)

۲۱- Linsley, R.Etal (1958) Hydrology for Engineers, Mc Graw Hill, New York

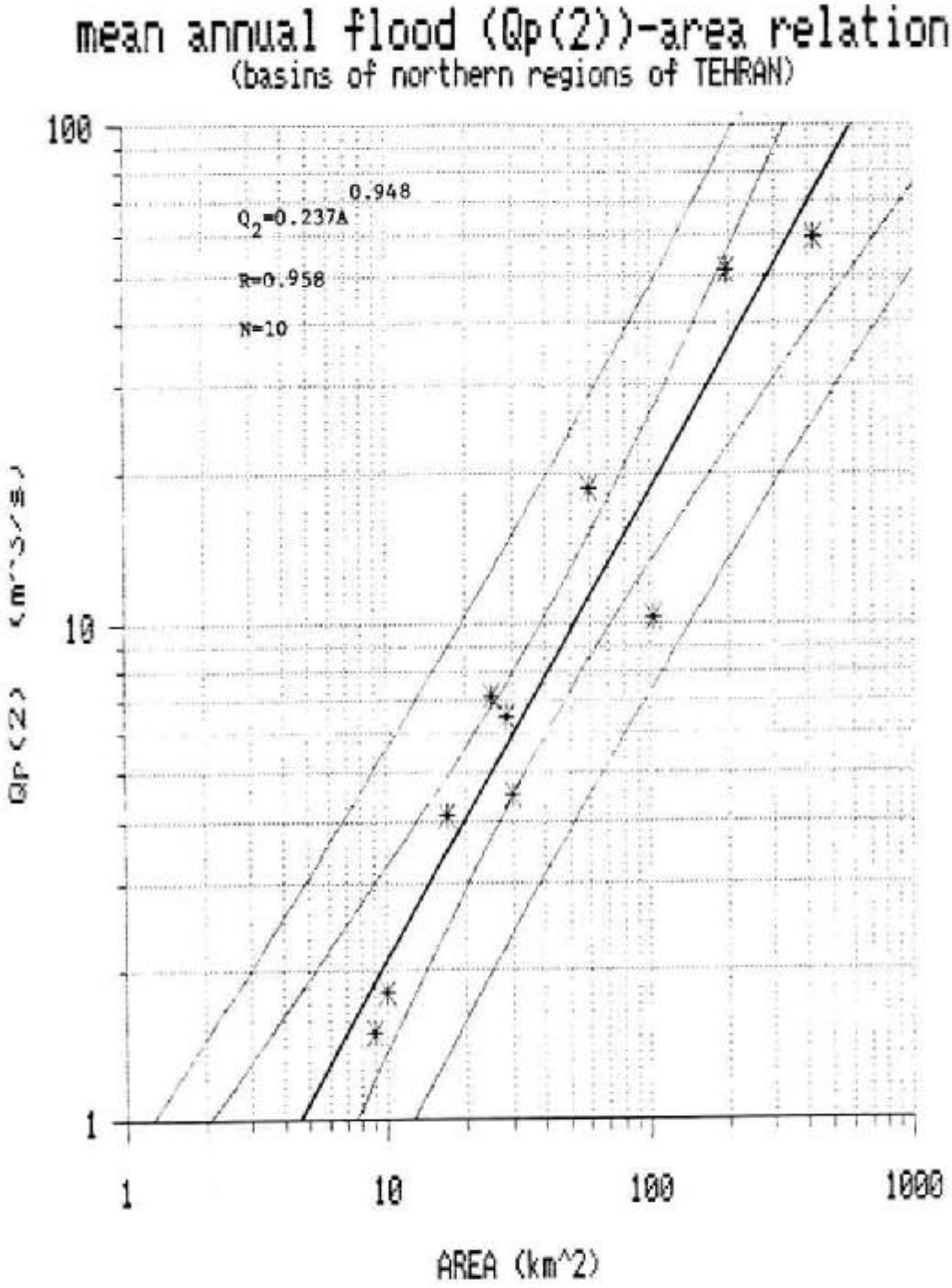
۲۲- Vissman, W. Et al (1972). Introduction to Hydrology, IEP, New York

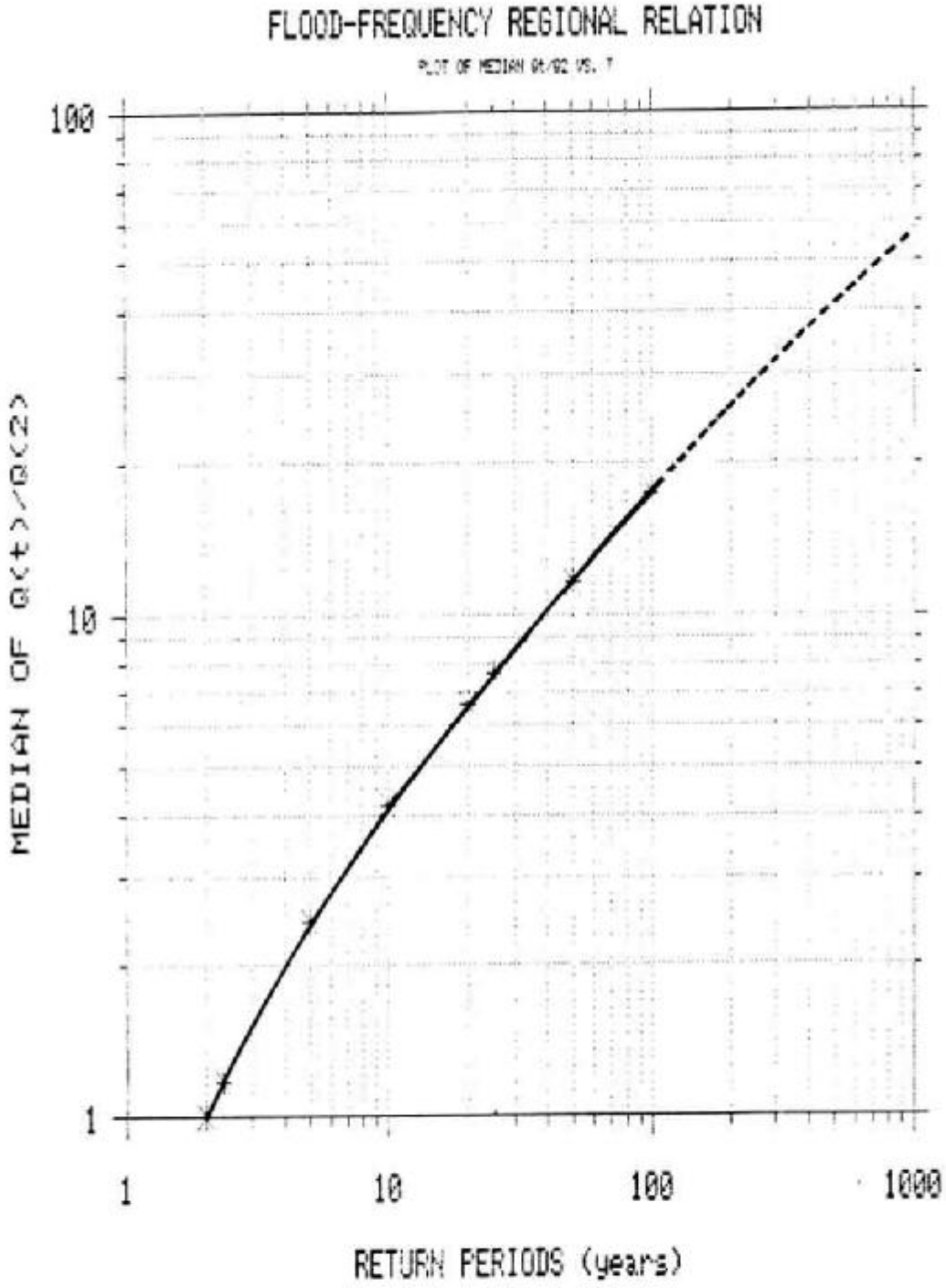
۲۳- نرم‌افزار کامپیوتری Hydrocad (Storm Water Modeling System)

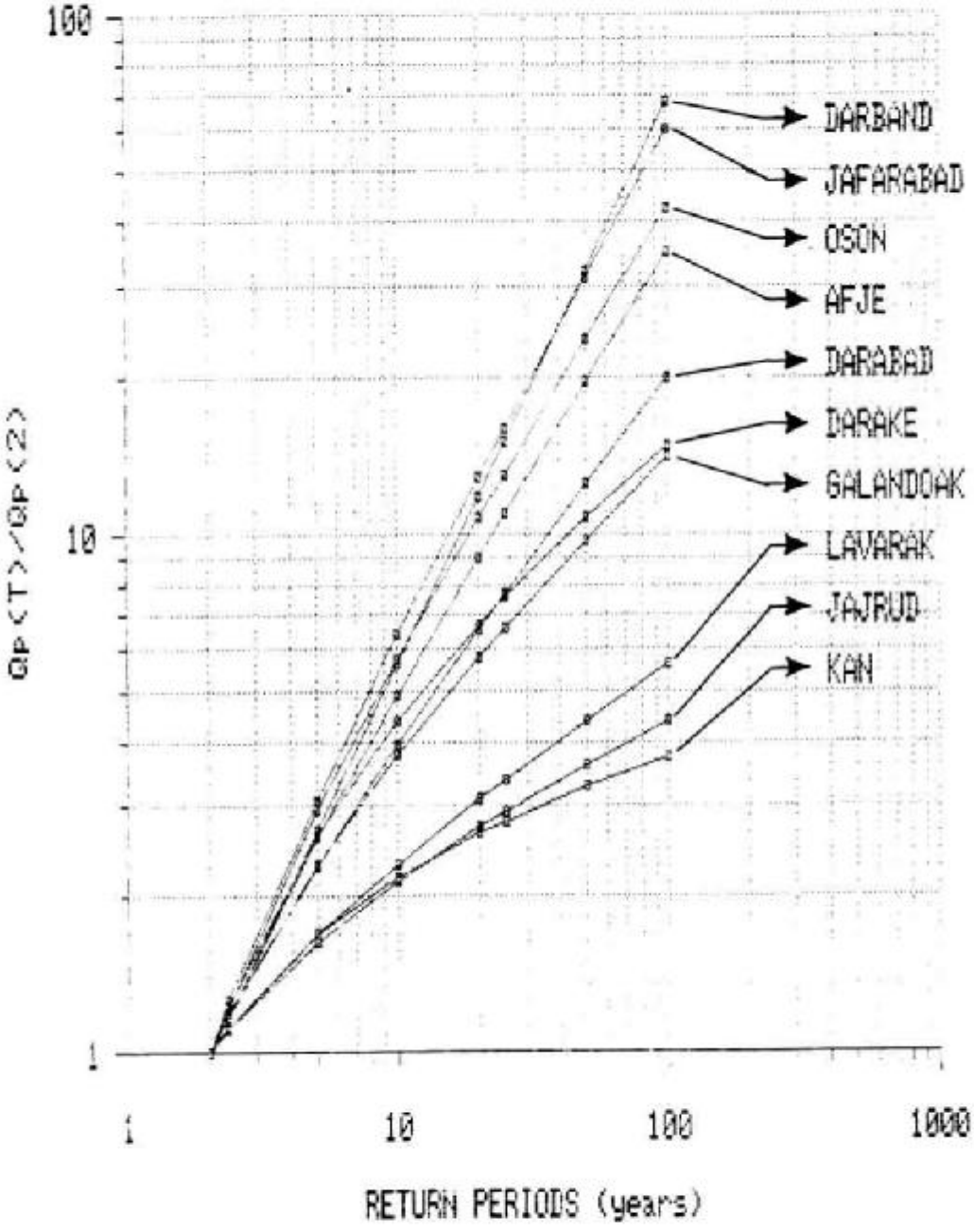
۲۴- نرم‌افزار کامپیوتری STATGRAPHICS (VER.5), Statistical Graphics System By Statistical Graphics Corporation

Computed "Rational" runoff coefficient for different returns periods, based on flood regional analysis for Northern basins in Tehran (Basins Area<30km^2)

Return Period (Year)	Rational Runoff Coefficient
2	0.06
5	0.10
10	0.14
25	0.19
50	0.28
100	0.33


mean annual flood (Qp(2))-area relation
(basins of northern regions of TEHRAN)
100
10
1
0.948
Q2=0.237A
R=0.958
N=10
Qp(2) (m^3/s)
1
10
100
1000
AREA (km^2)


FLOOD-FREQUENCY REGIONAL RELATION
PLOT OF MEDIAN Q(T)/Q(2) VS. T
100
10
1
MEDIAN OF Q(T)/Q(2)
1
10
100
1000
RETURN PERIODS (years)


PLOT OF Qp(T)/Qp(2) VS. T
100
10
1
Qp(T)/Qp(2)
1
10
100
1000
RETURN PERIODS (years)
DARBAND
JAFARABAD
OSON
AFJE
DARABAD
DARAKE
GALANDOAK
LAVARAK
JAJRUD
KAN

are due to the editing and the typist team Ms. Mehrad and Ms. Kiaie, and the graphists Mr. Farshid Rad and Ms. Navabie. And finally thanks to all colleagues at Rah Shahr who have contributed to this effort.

basins in Tehran, and is based on hydrometery data from 17 gauging stations, the records for which have been extended over 25 years.

In this study, the extensive runoff data gathered and compiled was used in the U.S.G.S Flood Index method to develop a number of design. These charts can be used to determine the flood magnitude associated with a given frequency, and are accurate for basins from 2.5 to 100 square kilometers in area.

In addition, the study results have been used to back-calculate the runoff coefficient associated with the famous Rational Formula, for various return periods.

This work is an effort to utilize all the available runoff data in Greater Tehran, and to standardize flood frequency determination for the Northern basins in Tehran. It is intended for use by various organizations, government agencies, and consulting engineers envolved in the design of civil projects.

The authors wish to thank the management at Rah Shahr and the Hydraulics Department, who have provided the necessary funds and facilities to enable the completion of this paper. Special thanks

SUMMARY

The southern slopes of the Central Alborz Mountain Range are drained by numerous rivers, washes, and small water courses, a number of which lead to the foot hills, and the Northern districts of Greater Tehran.

Urban development and the need for various civil projects inevitably mean having to design for the incipient floods from the water courses, so as to secure the necessary safety of the civilians. In this effort there needs to be a standard procedure to determine flood frequencies. Such a procedure must be well substantiated utilizing all the available data.

Currently, determination of flood frequencies for civil projects in Tehran have no standard and universal basis, and their accuracy is at the mercy of the particular consultant involved. To make matters worse, there is an acute scarcity of the necessary data, as well as a lack of published materials and procedures pertaining to flood estimation in Tehran.

To address the above shortcomings, the Hydraulics Department at Rah Shahr has prepared this paper. It is a complete flood regional analysis for the northern

Flood Regional Analysis for Nortehrn Basins in Tehran

Technical Journal of the Hydraulics Department No. 2, Spring 1994

Authors: Eng. Shafiee, R., A., and Dr. S. Eftekharzadeh

Type: Horoufchin Shahr

Printing and Type Setting: Chaap Shahr

FLOOD REGIONAL ANALYSIS FOR NORTHERN BASINS IN TEHRAN

Technical Journal
of the
Hydraulics Department

No. 2, Spring 1994

By

Eng. R. Shafiee

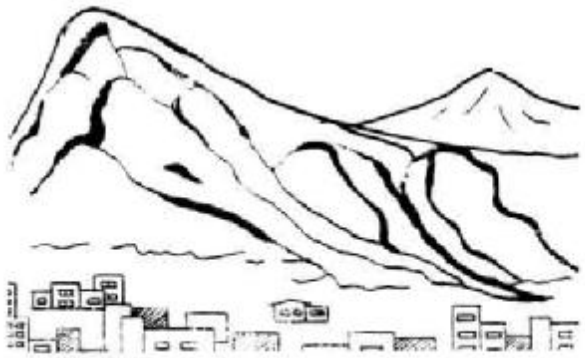
Dr. S. Eftekharzadeh

RAH SHAHR

FLOOD REGIONAL ANALYSIS

FOR

NORTHERN BASINS IN TEHRAN



Technical Journal

of the

Hydraulics Department

No.2, Spring 1994

RAH SHAHR

مهندسین مشاور معمار، شهرساز، عمران آب، و انرژی

Architects, Urban Design, Hydraulics, & Energy Consultants