

روش تعیین مقدار فاضلاب ناشی از آب باران در شهرهای ایران^(۱)

نوشته

دکتر محمد تقی منزوی

استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران

چکیده :

با گسترش کارهای عمرانی و توجه به پاکسازی و پاک نگهداری محیط زیست شهرهای ایران طرح شبکه های تخلیه فاضلاب روز بروز بیشتر مورد توجه قرار می گیرد. برای طرح این پروژه ها آگاهی بر مقدار فاضلابهای سطحی و در نتیجه اطلاع بر شدت لحظه ای بارندگیها لازم هست. نتایج کار باران نگارها در سطح کشور به علت کوتاه بودن عمر بیشتر آنها و ناقص کار کردن برخی از یکسو و مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفتن آمار بقیه از سوی دیگر تا کنون نیاز نامبرده را برآورده نکرده است.

عوامل موثر در تعیین مقدار فاضلابهای سطحی و روشهای گوناگون اندازه گیری آنها، مقایسه و تطبیق این روشها با وضع موجود در ایران و ارزیابی آنها برای نقاط گوناگون کشور مطالبی هستند که در این مقاله در مورد آنها گفتگو به عمل خواهد آمد.

در پایان بررسی آمارهای بارندگی موجود در سه شهر تهران، بجنورد و بیرجند و تجزیه و تحلیل آنها با روش پله کانی و کشیدن منحنیهای «شدت-مدت» بارندگی با توجه به دوره بازگشت آنها انجام گرفته و رابطه هائی برای تعیین شدت بارندگی در این شهرها پیشنهاد شده است.

پیشگفتار :

با گسترش کارهای عمرانی و توجه به پاکسازی و پاک نگهداری محیط زیست شهرهای ایران طرح شبکه های تخلیه فاضلاب مورد توجه قرار گرفته است به طوریکه هم اکنون طرح شبکه فاضلاب دهها شهر بزرگ و کوچک ایران در

(۱) مسئله مورد بحث در این مقاله از طرف نویسنده در دومین کنگره بین المللی راه و ساختمان ایران در سال ۲۵۳۵ در شیراز به صورت سخنرانی مطرح گردید. از آن تاریخ تا کنون نگارنده کوشش نموده تا با بررسی بیشتر امکانهائی موجود و مقایسه روشهای گوناگون حل این مسئله، مشکل نامبرده را برای چند شهر ایران که آمار بارندگی نسبتاً مرتبی داشته اند، برطرف سازد. این مقاله خلاصه ای از نتایج این بررسیها است.

در اینجا لازم است از آقای مهندس ادیبی برای کمک ایشان در تنظیم آمار بارندگی شهرهای تهران و بیرجند و آقایان مهندس شفیعی فر و مهندس پاکدامن برای کمک در تنظیم آمار بارندگی شهر بجنورد و بابل سپاسگزاری شود.

دست تهیه است. این طرحها تنها در برنامه‌های عمرانی پنجم و ششم کشور هزینه‌ای بیش از ۲۰۰ میلیارد ریال را در برمی‌گیرند. با توجه به اینکه در بیشتر طرحها به‌علل فنی روش مجزا برای تخلیه فاضلاب در نظر گرفته شده است حدود ۵۰ تا ۷۰ میلیارد ریال از هزینه‌های نامبرده صرف ساختمان شبکه‌های تخلیه فاضلابهای سطحی و اصلاح مسیلهای خشک درون شهرها می‌گردد.

محاسبه قطر لوله‌ها و ابعاد کانالهای هدایت سیلاب ناشی از بارندگی در شهرها نیاز به تعیین بده فاضلابهای سطحی دارد که آنهم تنها با آگاهی بر مقدار شدتهای، لحظه‌ای بارندگی در محل امکان‌پذیر است. با وجود بیش از ۲۰۰۰ بارانسنج معمولی و ۱۴۰ باران نگار (بارانسنج ثابت) در سطح کشور هنوز آمار دقیقی از شدت بارندگیهای لحظه‌ای در نقاط گوناگون کشور در دست نیست. کار نکردن و یا ناقص کار کردن بیشتر بارانسنج‌ها، متمرکز نبودن آمارهای به‌دست آمده در یک محل و بالاخره عدم استفاده از منحنیهای حاصله توسط بارانسنج‌هایی که در چند سال گذشته نسبتاً مرتب کار کرده‌اند و بایگانی نمودن این منحنیها به صورت خام خود در اداره‌های گوناگون عواملی هستند که مشکل نامبرده را موجب گردیده‌اند. رفع نواقص ذکر شده، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل آمارهای موجود بارندگی و ایجاد ایستگاههای باران نگار تازه در نقاطی که این دستگاهها موجود نیستند، تجزیه و تحلیل و رسم منحنیهای حاصله به روشی که در این مقاله به عنوان نمونه برای شهرهای تهران، بجنورد، بابل و بیرجند انجام گرفته راهی است که می‌باید برای رفع نقیصه در این زمینه انجام گیرد.

I - کلیات

۱- تعریف فاضلاب سطحی و شکل و پیدایش آن

قسمتی از آب باران که در سطح زمین جاری می‌گردد بر اثر شستشوی کثافتها و مواد آلی موجود در روی زمین آلوده گردیده و فاضلاب سطحی نامیده می‌شود. درجه آلودگی فاضلابهای سطحی ممکن است به اندازه‌ای زیاد باشد که با فاضلابهای خانگی تفاوت چندانی نداشته باشد و حتی در بعضی موارد آلودگی بیشتری را نیز نشان دهد. به‌عنوان مثال میانگین درجه آلودگی (COD) نمونه‌های برداشت شده از فاضلابهای سطحی تهران در سال ۲۰۳۳ در تهران پارس ۳۳۶ و در دروازه دولااب ۵۳۹ و در لشکر ۱۰۳۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

توجه زیاد به بیرون راندن فاضلابهای سطحی از شهرها بیشتر ناشی از کمیت آنها است. زیرا فاضلابهای سطحی حاصل از بارندگیها و رگبارهای شدید گرچه گاهی دارای درجه آلودگی کمی هستند ولی به علت زیادی آنها غالباً تولید مزاحمتهای شدید به‌ویژه در نقاط پست شهر می‌نمایند. این مسئله هم اکنون به صورت حاد خود در جنوب شهر تهران وجود دارد:

۲- عوامل موثر در مقدار فاضلابهای سطحی

آب باران پس از رسیدن به زمین و جریان آن به سمت کانالهای فاضلاب تحت تاثیر یک رشته عواملی قرار می‌گیرد که توجه به آنها در محاسبه مقدار فاضلاب لازم و ضروری است.

عوامل دسته اول- قسمتی از آب باران پس از رسیدن به زمین نفوذ کرده و به سفره‌های آبی زیرزمینی می‌ریزد. قسمت دیگری از آب باران پس از رسیدن به زمین دوباره به صورت بخار به جو برمی‌گردد. تبخیر ممکن است مستقیماً انجام گیرد. (تبخیر سطحی) و یا به صورت تعرق گیاهان و یا به صورت تبخیر از زمینهای مرطوب رخ دهد. عواملی از قبیل درجه نفوذپذیری زمین، پستی و بلندی و شیب زمین مورد بارش، درجه حرارت و درجه رطوبت محیط و بالاخره میزان و شدت وزش باد در محل عواملی هستند که در شدت و ضعف پدیده‌های نامبرده مؤثرند. با توجه به اینکه ضریب جذب زمین در ابتدای یک بارندگی بیشتر است و پس از مدتی به‌علت بالا رفتن درجه اشباع زمین نسبت به آب کاسته می‌شود و نیز به

علت بالا رفتن درجه رطوبت هوا پس از شروع بارندگی و کاهش درجه تبخیر، اثر این پدیده در مدت زمان بارش نیز ثابت نمی‌ماند.

عوامل دسته دوم- هر قطره از آب باران پس از رسیدن به زمین و جریان روی آن مدت زمانی را به نام زمان جریان یا زمان تمرکز لازم دارد تا به کانال فاضلاب برسد. برای اینکه در یک بارندگی قطره بارانی که در فاصله دوری نسبت به دریاچه ورودی کانال فاضلاب به زمین نشسته است با قطره باران دیگری که در نزدیکی دریاچه ورودی مزبور به زمین می‌بارد با هم جمع گردند لازم است مدت زمان جریان قطره اول مساوی و یا کوچکتر از مدت زمان بارش باشد. در صورتیکه مدت زمان بارش کمتر از مدت زمان جریان قطره باشد وقتی آن قطره به دریاچه ورودی کانال فاضلاب می‌رسد آخرین قطره آب باران باریده شده در نزدیکی دریاچه یاد شده پیش از آن وارد کانال شده و لذا این دو قطره هیچگاه بایکدیگر جمع نمی‌گردند.

عوامل دسته سوم- به علت حرکت ابرها و رگبارهای حاصل از آنها نیز جابجا می‌شوند لذا در حوزه‌های آبریز پهناور به علت نابرابر بودن شدت بارندگی و بسته به گستردگی حوزه احتمال بارندگی باشد تا ماکزیمم در همه حوزه کم می‌گردد. البته در مورد شهرهای کوچک این پدیده قابل چشم‌پوشی است.

۳- رابطه بین شدت و مدت و فراوانی (Frequency) رگبارها

از آمارها و مشاهدات عینی نتیجه می‌شود که هرچه مدت بارش زیادتر باشد احتمال اینکه شدت بارندگی کمتر باشد بیشتر است و نیز هرچه درجه فراوانی یک بارندگی بیشتر باشد شدت آن کمتر می‌گردد. به عبارت دیگر بارانهائی که شدت زیادتری دارند احتمال باریدن آنها کمتر است. مثلاً شدت بارندگیهائی که ده سال یکبار ممکن است رخ دهند بیشتر از شدت بارندگیهائی است که سالی یکبار می‌بارند.

II - روشهای محاسبه دبی فاضلابهای سطحی

اگر شدت بارندگی را در محل برحسب میلیمتر در ساعت با I وسطح بارش را برحسب هکتار با A نشان دهند مقدار دبی که ظاهراً می‌بایستی به کانال مورد محاسبه وارد گردد برحسب لیتر در ثانیه برابر است با:

$$Q = 2,78 \cdot A \cdot I \quad [l/s]$$

ولی همانگونه که از قسمت اول نتیجه می‌شود در تمام روشهای محاسبه‌ی مقدار فاضلاب سطحی، باید دو موضوع مورد توجه قرار گیرد. نخست اینکه اصولاً چه مقدار آب باران پس از جریان روی زمین و یا کانال دیگری به کانال مورد محاسبه می‌رسد. دوم اینکه چه مقدار از این آب باران همزمان وارد کانال مورد نظر می‌گردد.

۱ - ضریب جریان سطحی C (Runoff Coefficient)

این ضریب مشخص کننده آن مقدار از آب باران است که پس از جریان سطحی به کانال مورد محاسبه وارد می‌گردد. مقدار این ضریب ثابت نبوده و تابعی است از عواملی که در قسمت اول به آنها اشاره شد. عوامل نامبرده همگی دارای اثری برابر در مقدار ضریب جریان سطحی نیستند. عامل اصلی و تعیین کننده همانا نوع زمین مورد بارش می‌باشد. لذا چون محاسبه دقیق ضریب جریان سطحی با توجه به کلیه عوامل گوناگون نامبرده میسر نیست عملاً با توجه به عامل اصلی ورده بندی زمینهای گوناگون اعدادی تجربی برای ضریب نامبرده در نظر گرفته شده که در بیشتر کتابهای کلاسیک دیده می‌شوند [۱، ۴، ۶، ۸] مهندسیین طراح شبکه‌های فاضلاب در ایران باید با توجه به وضع اقلیمی نقاط مختلف ایران عوامل درجه دوم مزبور را نیز در انتخاب ضریب جریان سطحی دخالت دهند. با توجه به ضریب جریان سطحی فرمول محاسبه دبی آب باران در سطح شهرها برابر می‌شود با:

$$Q = 2,78 \cdot C \cdot A \cdot I \quad (1)$$

۲- ضریب حوزه آبریز α

در نتیجه حرکت ابرها، رگبارهای حاصل از آنها نیز حرکت کرده و از قسمتی به قسمت دیگر منتقل می‌گردد.

لذا عملاً در حوزه‌های آبریز بزرگ هیچگاه ماکزیمم شدت بارندگی همزمان در تمام حوزه رخ نمی‌دهد. هرچه وسعت حوزه آبریز بیشتر گردد احتمال باریدن همزمان با شدت ماکزیمم در تمام حوزه کمتر می‌گردد. بدین جهت این خاصیت را با ضریبی به نام ضریب حوزه آبریز در محاسبه دخالت می‌دهند. [۷]

جدول شماره ۱- ضریب حوزه آبریز [۷]

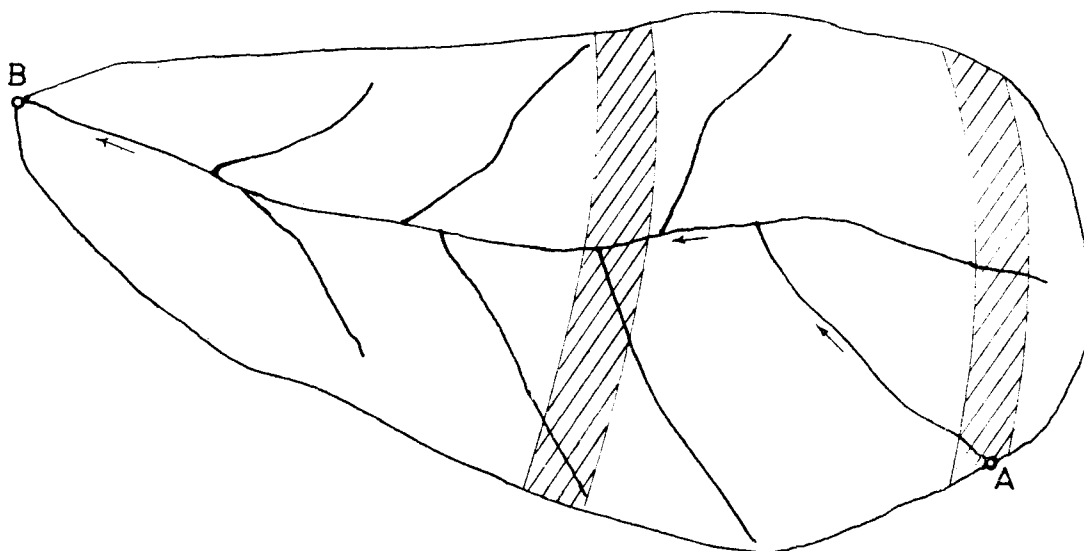
ضریب حوزه آبریز	مساحت حوزه آبریز بر حسب کیلومتر مربع
۱	کمتر از ۵
۰٫۸۷ تا ۱	۵ تا ۱۰
۰٫۸۰	۱۰ تا ۲۵
۰٫۷۷	۲۵ تا ۵۰
۰٫۷۵	بیشتر از ۵۰

باتوجه به اعداد جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود که ضریب حوزه تنها ممکن است در شاه لوله‌های شهرهای بزرگ و یا در محاسبه آبهای سطحی خارج از شهرها که به علت شیب زمین به سوی شهر می‌آیند موثر واقع گردد. در شهرهای کوچک و متوسط از این ضریب برای افزایش اطمینان صرف نظر می‌کنند. باتوجه به ضریب حوزه دبی آب باران در سطح شهرها برابر می‌شود با:

$$Q = 2,78 \cdot \alpha \cdot C \cdot A \cdot I \quad (2)$$

۳- زمان تمرکز (Time of Concentration)

منظور از زمان تمرکز دو قطره آب بارانی که در لحظه‌های مختلف در نقاط A و B از حوزه آبریز نشان داده شده در شکل شماره ۱ به زمین پاریده‌اند مدت زمانی است که قطره A لازم دارد تا با جریان خود در حوزه ناسبرده به نقطه B رسیده و با قطره بارانی که در این نقطه می‌بارد جمع گردد.



شکل شماره ۱- شمای یک حوزه آبریز

ملاحظه می‌شود که تمام قطره‌های بارانی که در نقاط گوناگون حوزه آبریز شکل ۱ در زمانهای گوناگون به زمین باریده‌اند تنها وقتی ممکن است باهم در نقطه B جمع شوند که مدت زمان بارش باران بزرگتر و یا حداقل برابر بزرگترین زمانهای تمرکز نقاط مختلف حوزه آبریز نامبرده باشد. برای اینکه این شرط لازم در محاسبه دخالت داده شود شدت بارندگی I را در رابطه (۲) باید برابر شدت آنچنان بارندگی‌هایی در نظر گرفت که مدت زمان بارش آنها برابر و یا بزرگتر از زمان تمرکز به دست آمده در حوزه آبریز مورد نظر باشد [۴، ۶].

ع- رابطه شدت بارندگی

بنابراینچه در قسمت نخست درباره رابطه شدت رگبارها بامدت بارش آنها یعنی T و نیز شدت رگبارها با فراوانی آنها یعنی n گفته شد نتیجه می‌شود که اگر بقیه خصوصیات اقلیمی محل را با x نمایش دهند خواهیم داشت.

$$I = f(T, n, x) \quad (۳)$$

برای کاربرد عملی رابطه (۳) روشهای گوناگونی متداول هست

الف- روش ضریب زمان Φ (Zeitbeiwert Verfahren)

در این روش که بیشتر در کشورهای اروپائی متداول است تابع I را تفکیک کرده و به صورت رابطه (۴) می‌نویسند.

$$I = \Phi(T, n) \cdot g(x) \quad (۴)$$

تابع $g(x)$ شدت بارندگی‌هایی را که به مدت ۱۰ دقیقه وسالی یکبار ببارند مشخص می‌کند و با توجه به آمارهای بارندگی در هر نقطه از کشور تعیین می‌گردد و تابع Φ که تغییرات شدت لحظه‌ای بارندگی را نشان می‌دهد به صورت تجربی و بر مبنای آمارهای بارندگی برای تمام کشور مشخص می‌گردد. مثلا در کشور آلمان مقدار Φ به صورت رابطه (۵) بیان می‌شود.

$$\Phi = \frac{24}{n^{0,35}(T+9)} \quad (۵)$$

Φ برای بارندگی‌هایی که سالی یکبار و به مدت ۱۰ دقیقه رخ می‌دهند برابر یک می‌گردد. یعنی با در دست داشتن شدت بارندگی‌هایی با ویژگی نامبرده می‌توان شدت بارندگی‌هایی با مدت بارش و فراوانیهای گوناگون را محاسبه نمود [۱، ۷].

ب- روش استدلالی (Rational method)

این روش بر اساس همان استدلالی که برای بیان زمان تمرکز به عمل آمد پایه‌گذاری شده است. مقدار I را در رابطه (۲) می‌توان با کمک رابطه‌هایی کلی به صورت (۶) و (۷) به دست آورد.

$$I = \frac{a}{(b+T)^c} \quad (۶)$$

$$I = \frac{aN^b}{T^c} \quad (۷)$$

ضریبهای a و b باید با کمک آمارهای بارندگی در هر محل تعیین گردند. رابطه (۶) که نخستین بار توسط Loyd Divis پیشنهاد گردید مستقل از دوره بازگشت (Period) بارندگی یعنی $\left(\frac{1}{n} = N\right)$ می‌باشد. لذا عددهای ثابت a و b برای دوره‌های بازگشت گوناگون محاسبه گردیده و تعداد زیادی از چنین رابطه‌ها به دست می‌آید. [۱]. مثلاً در ایالات متحده آمریکا برای هرناحیه‌ای و برای هر پرودی رابطه‌هایی در دست هستند و یاب به صورت منحنی‌های همباران نمایش داده شده‌اند [۳، ۴].

کاربرد رابطه‌هایی باشکل کلی رابطه (v) گرچه از دقت آن تا حدی کاسته شده است دارای این برتری است که دوره بازگشت بارندگی یعنی N در آن دخالت داشته و رابطه نامبرده برای هر منطقه‌ای تقریباً ثابت می‌باشد.

III - تعیین شدت‌های لحظه‌ای بارندگی در ایران

۱- مقایسه روشهای محاسبه - برای تعیین شدت‌های لحظه‌ای بارندگی روشهای نامبرده در قسمت دوم بایکدیگر به صورت زیر مقایسه می‌گردند:

الف- استفاده از ضریب زمان Φ - به علت نامتوازن بودن رژیم بارندگی در نقاط گوناگون ایران وعدم تشابه با هم پیش‌بینی یک رابطه برای ضریب زمان Φ در تمام نقاط کشور درست نیست. لذا لازم است حداقل سطح کشور را از نظر رژیم بارندگی به چهار ناحیه به شکل زیر تقسیم نمود:

نواحی کویری و مجاور آن، نواحی حوزه آبریز دریاچه سازندران، نواحی حوزه آبریز خلیج فارس و بالاخره نواحی کوهستانی آذربایجان، کردستان و لرستان. البته همانطور که پیش از این اشاره شد کاربرد یک رابطه برای Φ در هر یک از نواحی نامبرده خود نیز تقریبی را دربر خواهد داشت. پس از تعیین رابطه‌های نامبرده باید مقدار $g(x)$ را در رابطه (ع) در هر یک از شهرهای نواحی نامبرده جداگانه تعیین نمود.

ب- کاربرد رابطه استدلالی - به علت گوناگون بودن رژیم‌های بارندگی در شهرهای ایران انتخاب ضرایب عددی ثابتی برای یک منطقه وسیع و شامل چندین شهر تقریب زیادی را به همراه خواهد داشت. با توجه به اینکه هنوز در بسیاری از شهرهای ایران باران‌نگار کار گذاشته نشده است و پس از کارگزاردن آن نیز تا حداقل ۵ سال آمار کافی برای محاسبه ضرایب نامبرده به دست نخواهد آمد نتیجه می‌شود که محاسبه رابطه‌های تعیین شدت بارندگی تنها در چند شهری که آمار نسبتاً طولانی از بارندگی‌های لحظه‌ای دارند امکان پذیر است. با توجه به آنچه بیان شد و نیز امکانات آماری موجود نویسنده به این نتیجه رسیده که بهتر است تعیین شدت‌های لحظه‌ای بارندگی را به تدریج در شهرهای گوناگون و بسته به غنی بودن آنها از لحاظ آماری و به ویژه مدت زمان آمارگیری در آنها انجام داد. لذا به عنوان مثال شهر تهران و بجنورد و بیرجند و بابل که هر چهار دارای باران‌نگار و آمار بارندگی نسبتاً منظمی هستند مورد بررسی قرار گرفتند. برای هر یک از سه شهر اول سنجش شدت و مدت بارندگی برای دوره‌های بازگشت مورد استفاده در طرح شبکه فاضلابهای سطحی کشیده شد و در رابطه‌ای به شکل کلی رابطه (v) برای شهرهای نامبرده پیشنهاد گردید.

۲- وضعیت آمارهای موجود از بارندگیها در ایران

در ایران تا کنون آمارگیری از وضع بارندگی توسط اداره هواشناسی (وزارت جنگ) و اداره آبهای سطحی (وزارت نیرو) تهیه می‌گردیده است. به علاوه سازمانهای آب منطقه‌ای در محل سدهای مخزنی خود دستگاههای بارانسنج دارند که تعداد آنها ناچیز است. دو اداره هواشناسی و آبهای سطحی جمعاً بیش از ۲۰۰۰ بارانسنج معمولی و نزدیک به ۱۴۰ عدد باران‌نگار (بارانسنج ثابت) در نقاط گوناگون کشور کارگزارده‌اند. بیشتر این باران‌نگارها دارای عمری کوتاه‌تر از ده سال و آمار بقیه ایستگاهها نیز غالباً ناقص می‌باشند. در این مقاله به عنوان مثال آمار ایستگاه هواشناسی بهرآباد که مرتب ترین ایستگاه باران‌نگاری است و دارای عمری بالغ بر ۱۵ سال و آمار ایستگاه هواشناسی شهر بیرجند با آمار ۸ ساله و آمار ۵ ساله شهر بجنورد از اداره‌های نامبرده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

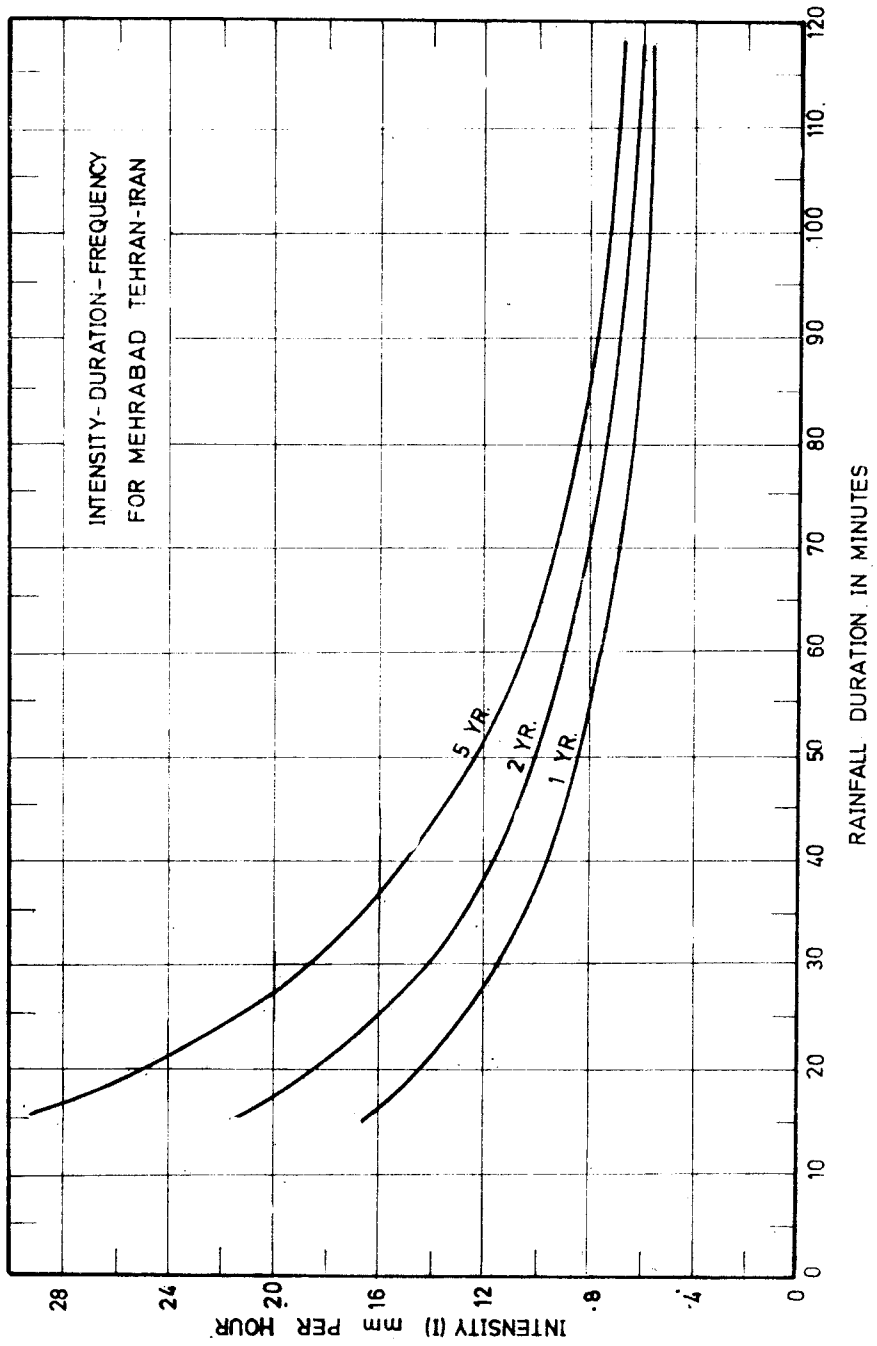
۳ - روش آنالیز آمارهای

در این مقاله برای تجزیه و ارزیابی آمارهای بارندگی از روش معروف به روش پله کانی استفاده شده است [۶]. در این روش نخست با استفاده از گرافهای به دست آمده از باران‌نگارها، تمام رگبارها به مدت‌های کوتاه مثلاً دقیقه‌ای تجزیه و نتایج آنرا به صورت اطلاعات اولیه به کامپیوتر می‌دهند. سپس ماشین حساب با استفاده از این بارندگیهای دقیقه‌ای شدت بارانهای ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ دقیقه‌ای را محاسبه می‌کند. برای هر یک از این مدت‌ها در هر بارندگی ماکزیمم آنرا در نظر گرفته و تعداد رخ دادن آنها را در جدولی مانند جدول شماره ۲ که برای شهر بجنورد انجام گرفته وارد می‌سازند.

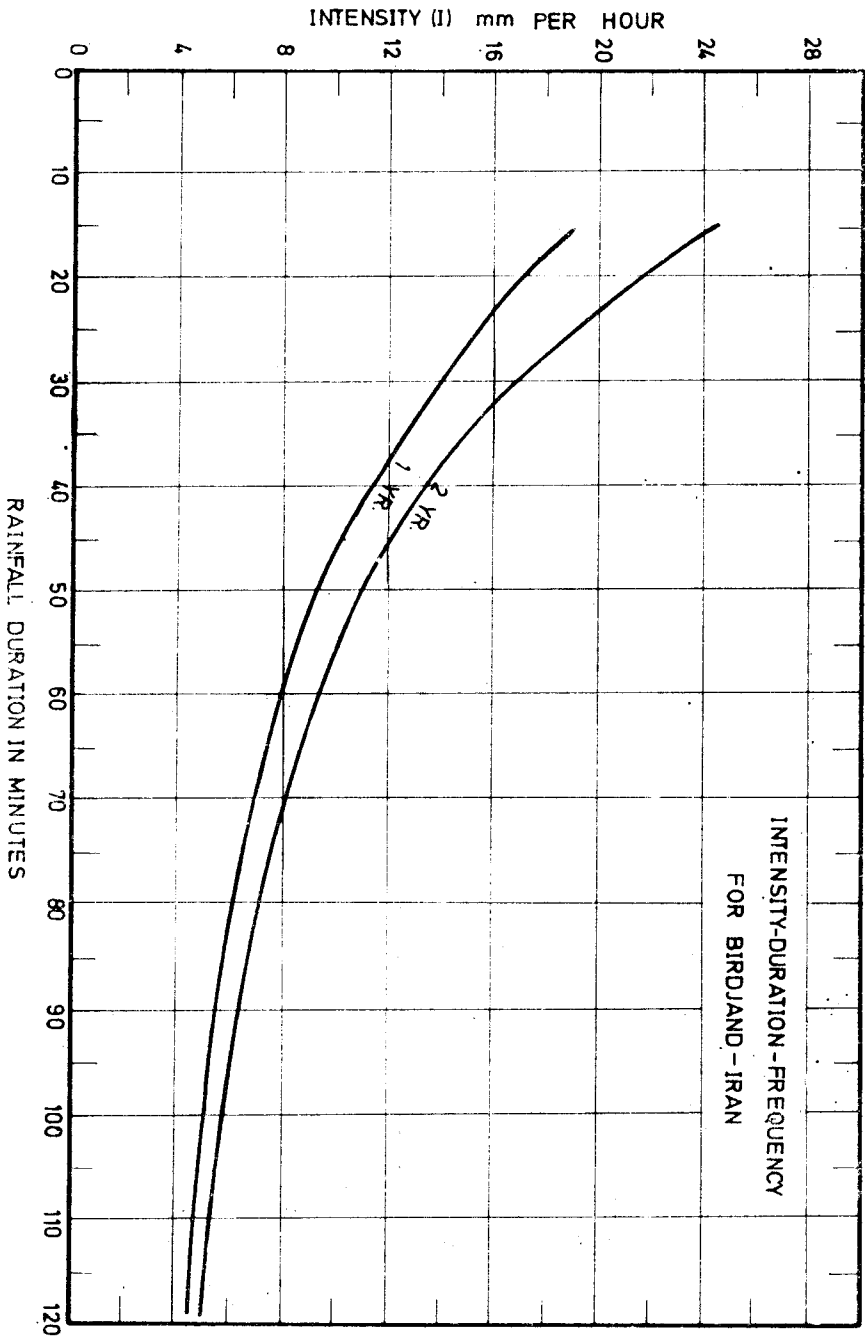
جدول شماره ۲ - تعیین میانگین عورت با زندگی I بر حسب میله بیشتر در ساعت با روش کالانی

I	I			T
	۱	۲	۳	
۵				۱۱
۱۰				۱۱
۱۵				۱۱
۲۰				۱۱
۲۵				۱۱
۳۰				۱۱
۳۵				۱۱
۴۰				۱۱
۴۵				۱۱
۵۰				۱۱
۵۵				۱۱
۶۰				۱۱
۶۵				۱۱
۷۰				۱۱
۷۵				۱۱
۸۰				۱۱
۸۵				۱۱
۹۰				۱۱
۹۵				۱۱
۱۰۰				۱۱
۱۰۵				۱۱
۱۱۰				۱۱
۱۱۵				۱۱
۱۲۰				۱۱
۱۲۵				۱۱
۱۳۰				۱۱
۱۳۵				۱۱
۱۴۰				۱۱
۱۴۵				۱۱
۱۵۰				۱۱
۱۵۵				۱۱
۱۶۰				۱۱
۱۶۵				۱۱
۱۷۰				۱۱
۱۷۵				۱۱
۱۸۰				۱۱
۱۸۵				۱۱
۱۹۰				۱۱
۱۹۵				۱۱
۲۰۰				۱۱
۲۰۵				۱۱
۲۱۰				۱۱
۲۱۵				۱۱
۲۲۰				۱۱
۲۲۵				۱۱
۲۳۰				۱۱
۲۳۵				۱۱
۲۴۰				۱۱
۲۴۵				۱۱
۲۵۰				۱۱
۲۵۵				۱۱
۲۶۰				۱۱
۲۶۵				۱۱
۲۷۰				۱۱
۲۷۵				۱۱
۲۸۰				۱۱
۲۸۵				۱۱
۲۹۰				۱۱
۲۹۵				۱۱
۳۰۰				۱۱
۳۰۵				۱۱
۳۱۰				۱۱
۳۱۵				۱۱
۳۲۰				۱۱
۳۲۵				۱۱
۳۳۰				۱۱
۳۳۵				۱۱
۳۴۰				۱۱
۳۴۵				۱۱
۳۵۰				۱۱
۳۵۵				۱۱
۳۶۰				۱۱
۳۶۵				۱۱
۳۷۰				۱۱
۳۷۵				۱۱
۳۸۰				۱۱
۳۸۵				۱۱
۳۹۰				۱۱
۳۹۵				۱۱
۴۰۰				۱۱
۴۰۵				۱۱
۴۱۰				۱۱
۴۱۵				۱۱
۴۲۰				۱۱
۴۲۵				۱۱
۴۳۰				۱۱
۴۳۵				۱۱
۴۴۰				۱۱
۴۴۵				۱۱
۴۵۰				۱۱
۴۵۵				۱۱
۴۶۰				۱۱
۴۶۵				۱۱
۴۷۰				۱۱
۴۷۵				۱۱
۴۸۰				۱۱
۴۸۵				۱۱
۴۹۰				۱۱
۴۹۵				۱۱
۵۰۰				۱۱

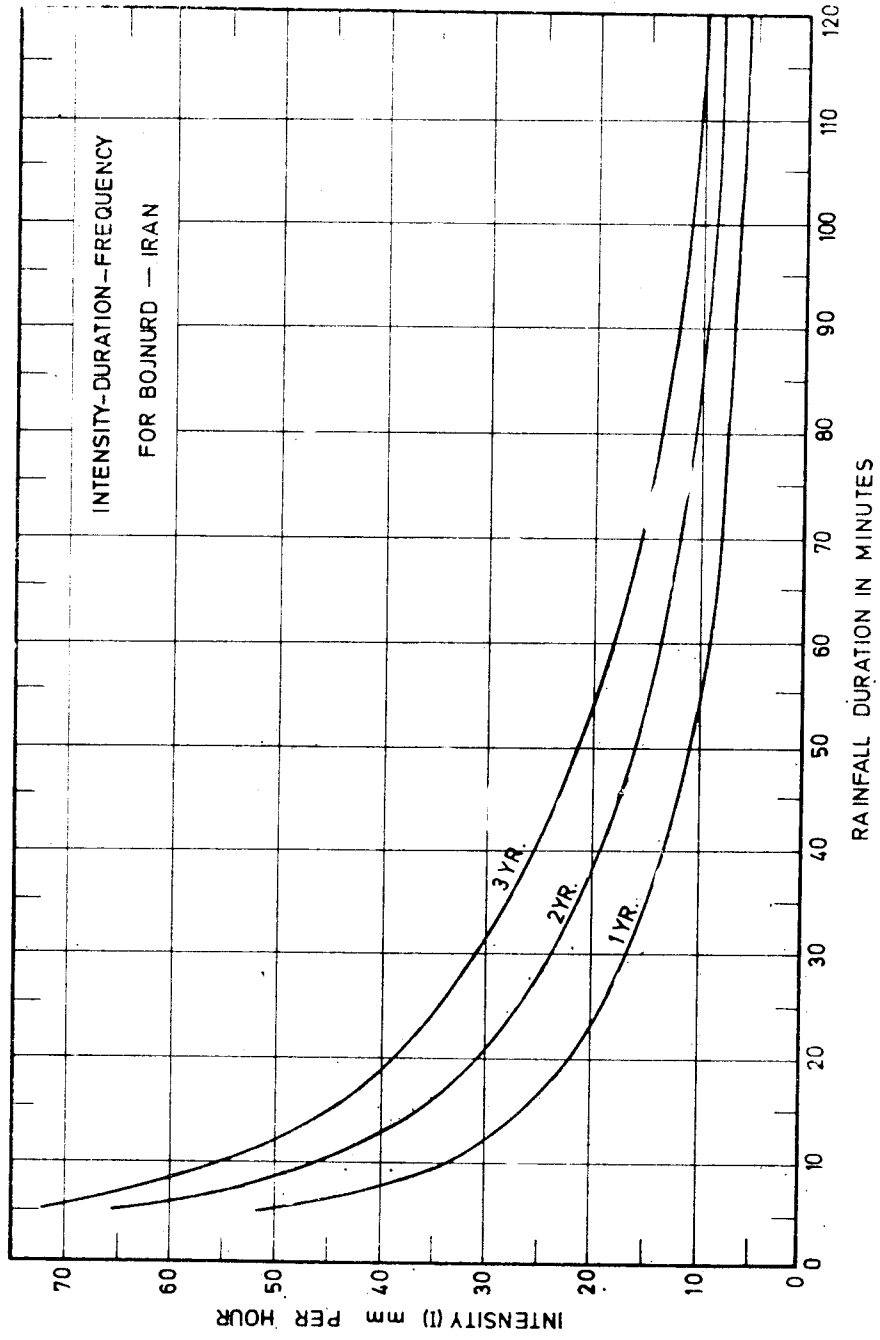
مربوط به معنی ۴ سال بیکار در شکل شماره ۲



شکل شماره ۲ - منحنی های نمایش تغییرات شدت بارندگی با مدت و فراوانی آن برای ایستگاه مهرآباد در تهران



شکل شماره ۳ - منحنی‌های نمایش تغییرات شدت بارندگی با مدت و فراوانی آن برای شهر بیرجند



شکل شماره ۴ - منحنی های نمایش تغییرات شدت بارندگی با مدت و فراوانی آن برای شهر بجنورد

باتوجه به ۵/۵ سال آمارگیری در شهر بجنورد تعداد دفعات بارندگی برای بارانهای سه سال یکبار $\left(\frac{۰.۰۵}{۳} = ۱.۸۳۳\right)$ و دو سال یکبار $\left(\frac{۰.۰۵}{۲} = ۲.۷۵\right)$ و سالی یکبار $\left(\frac{۰.۰۵}{۱} = ۵.۰\right)$ را مانند پله کان وارد جدول نموده شدت بارندگی را برای مدت بارشهای گوناگون تعیین می کنند. با کمک مقادیر شدت بارندگی ومدتهای بارش مربوط به آن، منحنیهای نمایش (شدت مدت) بارندگی را برابر شکل شماره ۴ (برای شهر بجنورد) نشان می دهند. برای شهرهای تهران (مهرآباد) و بیرجند نیز بهمین روش منحنیهای در شکلهای ۲ و ۳ کشیده شده اند.

۴- تعیین رابطه شدت بارندگی

باتوجه به آمارهای بارندگی رابطه کلی شماره (۷) را مبنا قرار داده و ضریبهای a و b به روش زیر محاسبه می گردند.

الف- اگر شدت دو بارندگی I_1 و I_2 را که دارای دوره بازگشتی برابر هستند در نظر بگیریم طبق رابطه (۷) خواهیم داشت:

$$I_1 = a \cdot N^b \cdot T_1^{-c}$$

$$I_2 = a \cdot N^b \cdot T_2^{-c}$$

از تقسیم این دو رابطه نتیجه می شود.

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^c$$

و یا

$$C = \frac{\log\left(\frac{I_1}{I_2}\right)}{\log\left(\frac{T_2}{T_1}\right)} \quad (۸)$$

مقدار c را در رابطه (۸) برای مقادیر مختلف به دست آمده از آمارهای محاسبه و میانگین آنرا می توان به عنوان ضریب تقریبی c فرض نمود.

ب- برای تعیین ضریب b بارانهائی را که دارای زمان بارشی برابر هستند در نظر گرفته و مانند گذشته با استفاده از رابطه (۷) نتیجه می شود

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^b$$

$$b = \frac{\log\left(\frac{I_1}{I_2}\right)}{\log\left(\frac{N_1}{N_2}\right)} \quad (۹)$$

مقدار b را در رابطه (۹) برای شدتهای گوناگونی که مدت بارش آنها برابر است محاسبه و مقدار میانگین آنها را به عنوان مقدار تقریبی b فرض می کنند.

ج- تعیین مقدار a با در دست داشتن مقادیر b و c در رابطه (۷) برای شدتهای گوناگون ساده می باشد. رابطه های (۱۰) و (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) برای شهرهای تهران (مهرآباد) ، بجنورد ، بیرجند و بابل باروش نامبرده در بالا و به عنوان رابطه های تعیین شدت بارندگی در این شهرها پیشنهاد می گردند.

$$I = 103 \frac{N^{0.27}}{T^{0.64}} \quad \text{تهران (مهرآباد)} \quad (۱۰)$$

$$I = 148 \frac{N_{0,43}}{T_{0,67}} \quad \text{بجنورد} \quad (11)$$

$$I = 21 \frac{N_{0,25}}{T_{0,80}} \quad \text{بیرجند} \quad (12)$$

$$I = 137 \frac{N_{0,34}}{T_{0,72}} \quad (\text{T برای 60 دقیقه} \leq) \quad (13)$$

آقای طلائی پاشیری با استفاده از آمار ۷ ساله بارندگی (۱۹۶۴ تا ۱۹۷۰) رابطه (۱۴) را برای ایستگاه سعد آباد تهران پیشنهاد کرده است [۷].

$$I = 150 \frac{N_{0,28}}{T_{0,72}} \quad (14)$$

بمقایسه رابطه‌های (۱۰) و (۱۴) و با توجه به بیشتر بودن بارندگی در سعدآباد که به علت نزدیکی بودن به دامنه کوهی البرز و ۴۴۹ متر بلندتر قرار گرفتن آن نسبت به مهرآباد رخ می‌دهد ضریب ۱۰۰ در رابطه (۱۴) زیاد به نظر می‌رسد. از سوی دیگر رابطه (۱۰) که بر مبنای آمارهای ۱۰ ساله (۱۹۶۲ تا ۱۹۷۶) تنظیم شده است با توجه به موقعیت مهرآباد نسبت به دامنه البرز برای تهران مناسبتر می‌باشد. در اینجا لازم به یادآوری است که کاربرد رابطه‌های (۱۰) تا (۱۴) و نظایر آنها دارای دقت کمتری از کاربرد منحیهای داده شده در شکل‌های ۲ تا ۴ می‌باشد.

۴- انتخاب دوره بازگشت N

انتخاب دوره بازگشت (پریود) بارندگی N و یافروانی (فرکانس) آن n از یکسو جنبه اقتصادی و از سوی دیگر تعیین کننده درجه ایمنی شبکه رابه همراه دارد. هرچه N را بزرگتر انتخاب نمایم شدتهای بارندگی بیشتری را مبنای قرار داده، هزینه ساختمان شبکه فاضلاب فزونی یافته و ایمنی شهر در برابر سیلابها افزایش می‌یابد. برای فاضلاب درون شهرها بسته به موقعیت و ویژگیهای آنها N بین ۵/۰ تا ۱۰ برگزیده می‌شود. برای نقاطی که تراکم ساختمان زیاد و ترافیک سنگین داشته باشد N برابر ۲ تا ۵ و برای شهرها و نقاطی که ویژگیهای نامبرده را نداشته باشند ۱ تا ۳ انتخاب می‌گردد. (۷، ۱).

منابع

References :

- 1) R. Latutrich «Der Abwasser Kanal» 3. Auflage - Verlag Wasser und Boden, Axel Lindow, Hamburg 1978
- 1) H.C. Preul «Selecticon of critical design storm in Urban Runoff Modeling». Ministry of Energy - Tehran 1975.
- 3) R.E. Linsley, M.A. Kohler, J.L.H. Paulhus «Hydrology for Engineers», Mc Graw - Hill, New York, 1973
- 4) V.T. Chow (Editor - in - chief) «Hand book of Applied Hydrology», Mc Graw - Hill, New York, 1964
- 5) T.G. Davis «Rainfall intensity analysis» Ministry of Water and Power - Tehran 1976
- 6) G.M. Fair, J.C. Geyer «Water supply and waste - water disposal» John Wiley, New York, 1954
- 7) D. W. Trichel (Schriftleitung) «Abwasser Technik - Band I» 2. Auflage - Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn - Berlin 1973

۸) «کنترل سیلابهای منطقه تهران» حسینعلی طلائی پاشیری نشریه شماره ۲ کمیته ملی آبیاری و زهکشی (وزارت

آب و برق) تهران ۱۳۰۰

۹) مدارک چاپ نشده اداره‌های هواشناسی و آبهای سطحی