دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

هیدرولوژی

تهیه و تنظیم
حیدر غفاری

بارش (Precipitation): بارندگی مهم‌ترین پارامتری است که بطور مستقیم در سیکل هیدرولوژی دخالت دارد. منظور از بارندگی کلیه نزولات جوی است که به سطح زمین وارد می‌شود. از زمانی که قطرات باران در هوا تشکیل می‌شود تا موقعی که به سطح زمین می‌رسد، پدیده‌هایی رخ می‌دهد که بیشتر در قلمرو علم هواشناسی است. اما هنگامی‌که به سطح زمین رسید، به عنوان اساسی‌ترین نهاده سیکل هیدرولوژی به حساب می‌آید. بارندگی، منبع تهیه آب شیرین در خشکی‌هاست. برای تشکیل هر نوع بارش وجود ۳ عامل اساسی، لازم و ضروری به نظر می‌رسد: ۱- وجود محیط اشباع، ۲- تبدیل بخار به مایع یا جامد، ۳- نمو یا رشد دانه‌های باران

بر اساس نحوه سرد شدن هوا بارندگی را به سه دسته اصلی زیر تفسیم می کنند:

۱- بارندگی فرازی یا جابجایی[۴۱] که بالا رفتن هوای گرم و مرطوب به طبقات سرد بالا و تشکیل ابرهای کومولوس موجب بارش می شود. (شکل ۴-۱).

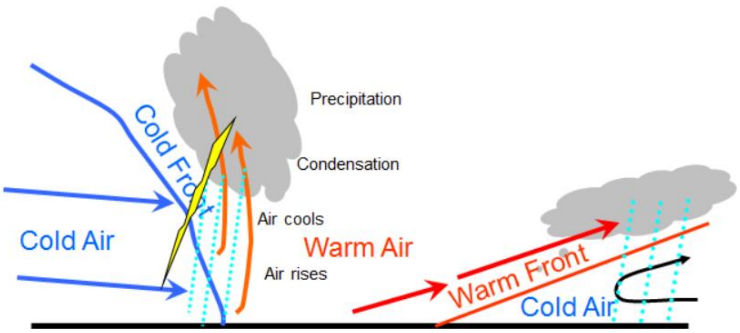
شکل ۴-۱ بارندگی فرازی یا جابجایی

۲- بارندگی کوهستانی یا اوروگرافیک[۴۲] که ابر تحت فشار باد روی دامنه کوهستان بالا رفته و در ارتفاعات سرد می شود. در دامنه طرف مقابل هم پدیده کوه پناهی اتفاق می افتد (شکل ۴-۲).

۴- بارندگی چرخه ای یا سیکلونیک[۴۳] در اثر جابجایی توده هوای گرم و مرطوب و حرکت به سمت کم فشار و برخورد دو توده هوا با دما و رطوبت متفاوت و تشکیل بارش در حد فاصل (جبهه) دو توده هوا اتفاق می افتد(شکل ۴-۳). این نوع بارش را به دو دسته تقسیم می کنند:

۱- جبهه گرم: توده هوای گرم و مرطوب با فشار زیاد به هوای سرد می رسد و روی آن شروع به بالا رفتن و سرد شدن می کند. معمولا بارش‌های با شدت کم ولی رز سطح وسیع و به مدت طولانی می شود.

۳- جبهه سرد: هوای سرد باعث جابجایی هوای گرم و مرطوب شده و هوای سرد روی هوای گرم و با سرعت بیشتر حرکت می کند. معمولا بارش با شدت زیاد ولی در سطح کم و به مدت کوتاه را ایجاد می کند.



باران (Rain): باران از مهم‌ترین اشکال ریزش است. معمولاً قطر باران از ۰/۱ تا ۰/۵ میلیمتر متغیر است. از نظر هیدرولوژیکی، خصوصیات باران به شرح ذیل است:

الف) مقدار بارش: این مقدار را بر حسب ارتفاع ریزش بارش اندازه می‌گیرند. مقیاس اندازه‌گیری بر حسب میلیمتر است.

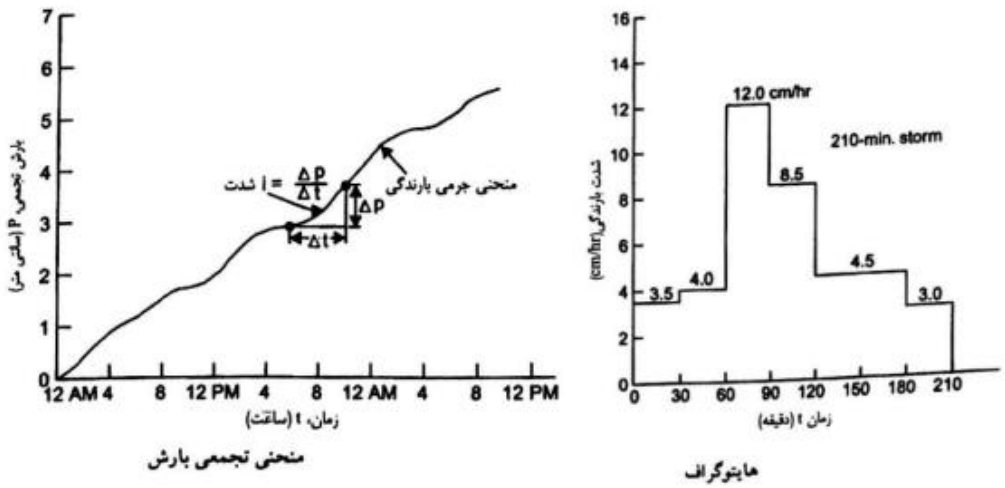
ب) تداوم بارش: طول مدت زمانی که ریزش باران ادامه دارد.

ج) شدت بارش: بر حسب ارتفاع ریزش در زمان تعیین می‌گردد. که از تقسیم ارتفاع بارش در مدت زمانی که این ارتفاع ریزش اتفاق افتاده است، حاصل می‌شود. (مثلا mm/h)

د) هایتوگراف (hyetograph): **نموداری استوانه‌ای (هیستوگرام) که در آن محور افقی فواصل زمانی و محور عمودی مقدار بارندگی در هر یک از فواصل زمانی باشد**

ه) منحنی تجمعی یا منحنی جرمی بارش (mass curve of rainfall):

منحنی جرم، بارندگی تجمعی را در طول زمان نشان می‌دهد.



اندازه‌گیری مقدار بارش: مقدار بارش، به هر نوعی که باشد، براساس ارتفاع آب جمع شده در یک سطح صاف برای یک مدت معین بیان می‌شود. در اندازه‌گیری مقدار بارش مشکلات زیادی وجود دارد که اندازه‌گیری را دچار عدم قطعیت می‌کند. مهمترین این مشکلات عبارتند از:

حرکت مغشوش هوا در اطراف دستگاه اندازه‌گیری، کوچک بودن سطح دستگاه‌های اندازه‌گیری بارش نسبت به سطح نقطه برای رفع این مشکل موضوع تراکم مناسب شبکه بارسنجی مطرح می‌شود.

در ایستگاه‌های هواشناسی دو نوع دستگاه برای اندازه‌گیری باران مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از: بارانگار یا بارانسنج ثبات (Recording Rain Gauge) و بارانسنج غیر ثبات یا ساده (Non-Recording Rain Gauge).

بارانسنج ثبات: دستگاهی که مقدار باران را نسبت به زمان ثبت می‌کند. لذا در این دستگاه‌ها ساعتی تعبیه شده است.
بارانسنج غیر ثبات یا ساده: مقدار باران را مستقیماً نسبت به زمان نشان نمی‌دهد. دارای یک ظرف درجه‌بندی است که باران در آن جمع می‌شود. این بارانسنج معمولا کل بارش در یک روز یا یک ماه را نشان می‌دهد اما بارانسنج ثابت برای مواقعی است که مقدار باران در کوتاه‌مدت مد نظر است.

با توجه به مشکلاتی که در مورد اندازه‌گیری باران توسط بارانسنج‌ها وجود دارد بایستی در محلی نصب شوند که کمترین خطا را داشته باشند. **مثلاً:** دور از ساختمان‌های بلند قرار گیرند. به طوری که بلندترین نقطه ساختمان با دیوارهای مجاور محل نصب زاویه‌ای کمتر از ۳۰ درجه داشته باشد. دور از درختان بلند باشد. در محل گود و یا مرتفع در یک منطقه قرارنگیرد. محل مناسب این ایستگاه‌ها است که باید به گونه‌ای تعیین شود که در ارتفاعاتی باشد که در حال حاضر در آن‌ها ایستگاه وجود ندارد. ضمنا محل این ایستگاه‌ها هم باید در محلی باشد که امکان آمارگیری روزانه از آن‌ها ممکن باشد، مثلا در حوالی روستا، پاسگاه نیروی انتظامی و نظایر آن که از نظر امنیتی هم با مشکلی مواجهه نباشد.

تعداد ایستگاه‌ها در یک شبکه بارانسنجی: یکی از محاسباتی که معمولا در گزارش‌های هواشناسی در خصوص کفایت تعداد ایستگاه‌ها در شبکه بارانسنجی می‌شود، تعیین تعداد مطلوب ایستگاه، با توجه به درجه دقت تخمین باران در یک سطح، می‌باشد که از رابطه تجربی زیر استفاده می‌شود:

$$N = (C_v / E)^2$$

N: تعداد بارانسنج‌ها، C_v: ضریب تغییرات آمار بارندگی منطقه براساس ایستگاه‌های موجود
E: درصد اشتباه مجاز در تخمین میانگین بارندگی منطقه (هر چه تعداد بارانسنج بیشتر باشد، مقدار E کمتر خواهد بود)
در صورتی می توان از این فرمول استفاده کرد که در حوزه مورد نظر تعدادی ایستگاه بارانسنج قبلاً نصب شده باشد.
مقدار C_v براساس بارندگی سالانه ایستگاه‌های موجود، به صورت زیر محاسبه می‌شود:
الف) متوسط بارندگی سالانه (P) براساس تعداد ایستگاه‌های موجود و مقدار بارندگی سالانه در هر کدام به صورت زیر محاسبه می‌شود. $P = \sum P / n$ ($\sum P$: مجموع بارندگی سالانه در ایستگاه‌های موجود. n : تعداد ایستگاه‌ها)
ب) متوسط مجذورات بارندگی سالانه ایستگاه‌ها محاسبه می‌شود: $P^2 = \sum P^2 / n$
ج) انحراف معیار:

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1}[\overline{P^2} - (\bar{P})^2]} = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n-1}}$$

حال ضریب تغییرات از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$C_V = \frac{100\, S}{\bar{P}}$$

بارش نقطه‌ای (Point Rain fall):

بارش نقطه‌ای مقدار آمار بارندگی است که یک ایستگاه باران‌سنج در منطقه گزارش می‌دهد. طرح پروژه این آمار را می‌توان به شکل روزانه، هفتگی، ماهیانه، فصلی و یا سالیانه تهیه نمود. معمولاً برای تعیین شدت و سایر خصوصیات بارندگی از بارش نقطه‌ای استفاده می‌گردد.

بارش منطقه‌ای (Areal Rain fall):

منظور از بارش منطقه‌ای میانگین بارندگی گزارش شده ایستگاه‌های موجود در یک منطقه و حوزه است. روش‌های برآورد بارش منطقه‌ای به صورت روش میانگین حسابی (Arithmatical Average)، روش چند ضلعی تیسن (Thiesson Polygon Method) و روش خطوط همباران (Isoheytal Method) می‌باشد.

روش میانگین حسابی: ساده‌ترین روش تخمین باران منطقه‌ای، میانگین حسابی است و از این رو می‌تواند پر خطاترین روش هم باشد و تنها در شرایط خاص، که در ذیل می‌آید، می‌توان از این روش استفاده نمود.

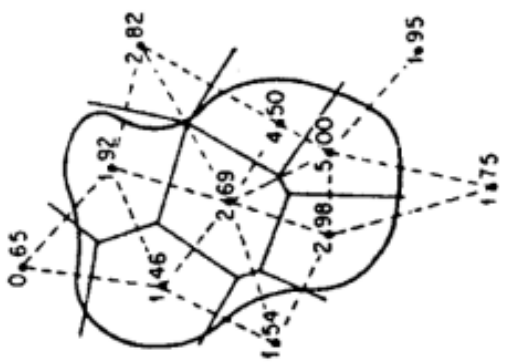
منطقه می‌بایست مسطح و هموار باشد، بارندگی‌های یکنواخت (نسبتاً یکنواخت) را می‌بایست استفاده نمود، باران‌سنج‌ها می‌بایست در فواصل نسبتاً مساوی از یکدیگر قرار گیرند، باران‌سنج‌های خارج از حوضه را نمی‌توان در نظر گرفت.

در این روش از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_n}{n}$$

که در آن P_1 تا P_n ارتفاع بارندگی ثبت شده در ایستگاه‌ها و P میانگین ارتفاع بارندگی در منطقه است. به دلیل وجود پستی و بلندی و تغییرات مکانی بارندگی، نتایج حاصله از این روش چندان رضایت بخش نبوده و تنها مزیت این روش سادگی عمل است.

روش چند ضلعی تیسن (Thissen): این روش کامل‌تر از روش میانگین حسابی است. در این روش حوضه را به چند حوضه کوچکتر (زیر حوضه) تقسیم‌بندی می‌کنیم، به طوری‌که هر ایستگاه جداگانه در یک زیر حوضه قرار می‌گیرد. بنابراین در این روش کلیه ایستگاه‌های داخل حوضه و در صورت وجود، ایستگاه‌های مجاور می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. این روش در مناطقی به کار می‌رود که باران‌سنج‌ها بطور یکنواخت توزیع نشده باشند. خاصیت این روش این است که با تعیین وضع نسبت به سطوح در برگیرنده هر یک از ایستگاه‌ها، اثرات ناشی از توزیع غیریکنواخت باران‌سنج‌ها کاسته می‌شود.

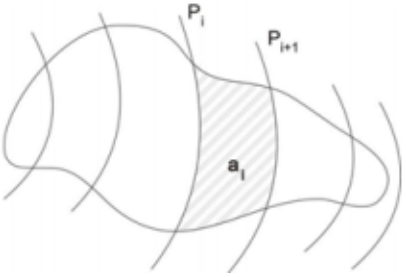


نحوه ترسیم: تعیین محل حوضه با استفاده از نقشه‌های جغرافیایی (توپوگرافی)، تعیین محل حوضه و محل استقرار ایستگاه‌ها، نقاط ایستگاه‌ها را به هم وصل نموده تا مثلث‌هایی حاصل شود، بطوری‌که ضلعی، ضلع دیگر را قطع نکند، سپس عمود منصف اضلاع را رسم می‌کنیم، با امتداد عمود منصف‌ها چند ضلعی‌هایی حاصل می‌شود که هر کدام بیانگر سطح تحت پوشش یکی از ایستگاه‌ها خواهد بود. اگر مساحت مربوط به هر چند ضلعی، به ترتیب A_1 و A_2 و . . . و An و مقادیر بارندگی در ایستگاه‌های داخل چند ضلعی نیز P_1 و P_2 و . . . و P_n باشد، در این صورت متوسط بارندگی منطقه از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \ldots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \ldots + A_n}$$

عمده‌ترین محدودیت‌های این روش عبارتند از: هر نوع تغییر در شبکه باران‌سنجی سبب ایجاد چندضلعی‌های جدید دیگری می‌گردد. عدم امکان انعکاس اثرات بارش کوهستانی. دقت و مهارت در ترسیم چندضلعی‌ها

روش خطوط همباران: درمناطقی که دارای پستی و بلندی‌های زیادی است و شرایط اقلیمی آن سبب تغییرات شدت بارندگی می‌گردد، دو روش فوق نتایج رضایت بخشی نخواهند داشت و در این صورت از روش خطوط همباران استفاده می‌شود. خط همباران مکان هندسی نقاطی است که مقدار بارندگی آن برای یک دوره مشخص بارش یکسان باشد. رسم خطوط همباران مشابه رسم خطوط هم‌تراز (هم‌ارتفاع) است. اگر در یک منطقه که مرزهای آن و محل استقرار ایستگاه‌ها مشخص است با استفاده از عمل درون‌یابی خطوط همباران ترسیم می‌شوند و مساحت‌هایی از منطقه که بین خطوط همباران واقع می‌شود، A_1 و A_2 و . . . و An و متوسط بارندگی نیز در این مساحت‌ها P_1 و P_2 و . . . و P_n باشد، مقدار متوسط بارندگی در منطقه از فرمول زیر محاسبه می‌شود که A مجموع مساحت‌ها می‌باشد.



$$\bar{P} = \frac{(P_1A_1) + (P_2A_2) + \ldots + (P_nA_n)}{(A_1 + A_2 + \ldots + A_n)}$$

فراوانی وقوع (Frequency of Occurance): منظور از فراوانی وقوع یک بارش با مدت معین (تداوم معین) این است که در یک دوره زمانی معین بطور متوسط چند بار می‌توان انتظار داشت که بارشی مشابه با آن رخ دهد، مثلا یک باران ۲ ساعته با مقدار ۱۵ میلیمتر یا بیشتر را در نظر بگیرید. اگر در طول مدت ۲۰ سال ۴ مرتبه باران‌های ۲ ساعته‌ای رخ داد که مقدار باران به اندازه ۱۵ میلیمتر بوده است، در این صورت گفته می‌شود که فراوانی وقوع باران ۲ ساعته با مقدار ۱۵ میلیمتر، ۴ بار در ۲۰ سال یا ۲۰ بار در ۱۰۰ سال است.

در اکثر موارد به جای فراوانی وقوع از واژه **دوره بازگشت (Return Period)** استفاده می‌شود و آن تعداد سالهایی است که بین دو بارندگی مشابه وجود دارد. فراوانی وقوع یک بارندگی در واقع احتمال وقوع آن را بیان می‌کند و بنابراین احتمال وقوع باران‌های بزرگ (از نظر ارتفاع) بسیار کم و به عبارتی دوره بازگشت آنها زیاد است. در اغلب سازه‌های آبی احتمال وقوع یک رویداد با حداکثر میزان ممکنه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اگر ما فراوانی وقوع را با F و دوره بازگشت را با T نشان دهیم. رابطه $F = 1/T$ صادق می‌باشد و احتمال عدم وقوع یک رویداد را با رابطه $q = 1 - P$ نشان می‌دهند. اگر دوره بازگشت ۱۰ سال باشد، پس احتمال وقوع آن 1/10 و احتمال عدم وقوع آن 9/10 است.

تعیین بارش‌های ترسالی و خشک‌سالی: یکی از موضوعات با اهمیت در هیدرولوژی، تعیین احتمال وقوع باران در دوره ترسالی یا خشک‌سالی یک سال به خصوص در منطقه می‌باشد، لذا با دانستن آن می‌توان سایر پروژه‌های آبی منطقه را طراحی و پیش‌بینی نمود. برای این‌کار نیاز به آمار بارندگی سالیانه ثبت شده در منطقه داریم. سپس اگر ترسالی یا پربارانی مد نظر باشد آمار موجود را به صورت نزولی مرتب می‌کنیم و اگر خشک‌سالی یا کم‌بارانی مد نظر باشد، آمار را به ترتیب صعودی آرایش می‌دهیم. **ترسالی: ترتیب نزولی ، خشک‌سالی: ترتیب صعودی**

$$T = \frac{m}{N}$$

N : تعداد سال‌های آماری ، T : دوره بازگشت ، m : شماره ردیف

روابط بین خصوصیات بارندگی:

رابطه بین شدت و مدت بارش: رابطه بین شدت بارندگی و مدت آن را نمودار شدت – مدت نامند. در یک رگبار هرچه مدت بارش کوتاه باشد، شدت آن زیاد خواهد بود و باران‌های درازمدت از شدت کمتری برخوردار می‌باشند. روابط شدت – مدت بارندگی‌ها با تناوب یا دوره برگشت آن‌ها نیز تغییر می‌کند. هرچه دوره بازگشت طولانی‌تر باشد، باید انتظار باران‌های شدیدتری را داشت. رابطه بین شدت و مدت بارندگی در باران‌هایی که مدت آن‌ها **از ۲ ساعت کمتر** است:

$$i = a / (t + b)$$

i = شدت بارندگی (میلی‌متر بر ساعت)، t = مدت بارندگی (ساعت)، a و b ضرایبی هستند که به موقعیت جغرافیایی محل بستگی دارند.

رابطه بین شدت و مدت بارندگی در باران‌هایی که مدت آن‌ها **از ۲ ساعت بیشتر** است: $i = a / t^b$

رابطه‌ای که **برای هر دو حالت** صادق است: $i = a / (t + b)^c$

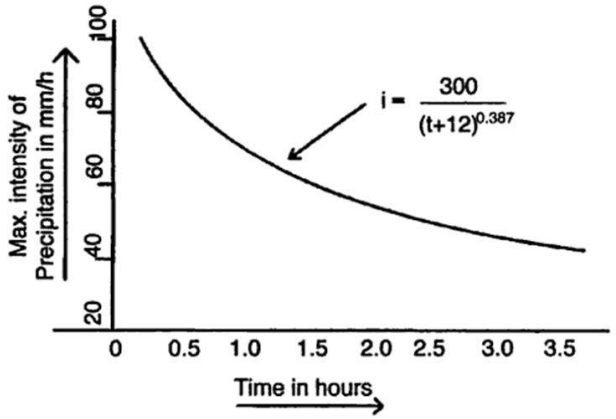
رابطه بین مدت و مقدار بارندگی به صورت یک منحنی در خواهد آمد که معادله آن به صورت زیر است:

$$R = 425\ D^{0.47}$$

D = مدت بر حسب ساعت ، R = مقدار بارندگی بر حسب میلی‌متر

شکل زیر تیپ روابط بین شدت – مدت و فراوانی وقوع بارندگی‌ها را نشان می‌دهد. اعداد روی منحنی‌ها نشان دهنده دوره بازگشت بارندگی‌ها می‌باشد.

Intensity Duration Curve



منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی[۶۷]

برای طراحی سازه‌های آبی و پروژه‌های کنترل سیلاب، مهندسی رودخانه، زهکشی آبهای سطحی شهرها و برآورد سیلاب در حوزه‌های آبریز بایستی بارش طراحی انتخاب شود. در هر بارش طراحی. بایستی شدت بارش برای یک تداوم زمانی معین و با احتمال وقوع خاصی تعیین گردد.

برای تهیه منحنی IDF در یک ایستگاه (متعلق به سازمان هواشناسی و یا مدیریت آب وزارت نیرو) مراحل زیر را بایستی انجام داد:

۱- مقادیر شدت بارندگی برای تداوم‌های مختلف در هر سال استخراج می‌شود

۲- حداکثر شدت بارش برای هر یک از تداوم‌ها (مثلا ۱، ۲، ۳ و.....ساعته) در هر سال مشخص می‌شود.

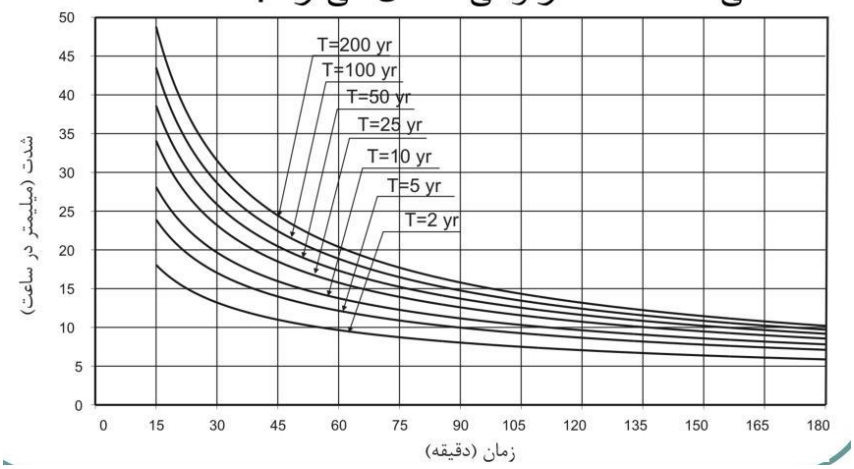
۳- با استفاده از مقادیر حداکثر شدت بارش برای هر تداوم زمانی بارش یک سری زمانی تهیه می‌شود

۴- سری داده‌ها بالا به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند و احتمال وقوع تجربی هر یک با استفاده از یکی از روابط مثلا فرمول ویبول $P = \frac{m}{n+1}$ محاسبه شود. (P احتمال، m ردیف یا مرتبه و N تعداد داده‌هاست).

۵- مقادیر شدت بارش نسبت به احتمال تجربی مربوطه روی کاغذ احتمالات (با توجه به مناسبترین توزیع احتمالات برازش شده) ترسیم می‌گردد تا مناسبترین شکل رابطه به صورت یک رابطه خطی یا غیر خطی تعیین شود.

۶- ترسیم منحنی‌هائی که به صورت زیر برای هر تداوم رسم شد را می توان در یک صفحه رسم نمود تا دسته منحنی‌های شدت – مدت– فراوانی بدست آید.

- اگر به منحنی شدت-مدت عامل فراوانی نیز افزوده شود، آنگاه منحنی شدت-مدت-فراوانی حاصل می‌گردد.



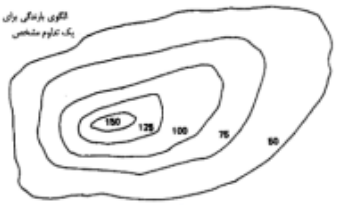
رابطه بین مقدار و مساحت بارندگی:

مقدار بارندگی در تمام نقاط سطح بارش یکسان نیست.
مقدار بارش در مرکز بارش حداکثر بوده و با فاصله گرفتن از مرکز بارش، مقدار بارش نیز کاهش می یابد.

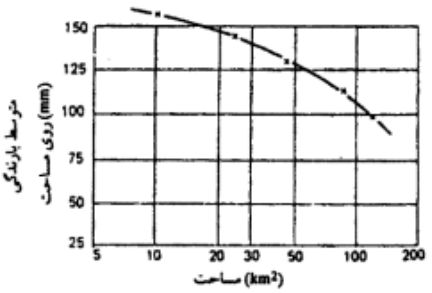
مقدار × مساحت = حجم بارندگی

$= 20 \times 10^6 \times 112.5 \times 10^{-3}$

$= 2250{,}000\ m^3$



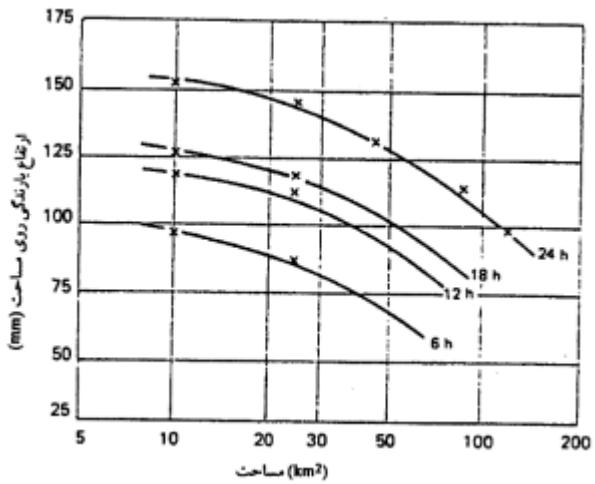
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4) × (3)	(6)	(7) = (6) : (2)
خط همباران (میلیمتر)	مساحت تجمعی محصوردرداخل خط همباران (کیلومترمربع)	مساحت محصور بین خطوط همباران	متوسط‌بارندگی بین خطوط همباران	حجم بارندگی بین خطوط همباران (هزارمترمکعب)	حجم تجمعی (هزارمترمکعب)	متوسط بارندگی روی مساحت (میلیمتر)
150	10	10	155	1550	1550	155.0
125	25	15	137.5	2062.5	3612.5	144.5
100	45	20	112.5	2250	5867.5	130.4
75	75	30	87.5	2625	8487.5	113.2
50	110	35	62.5	2187.5	10675	97.0



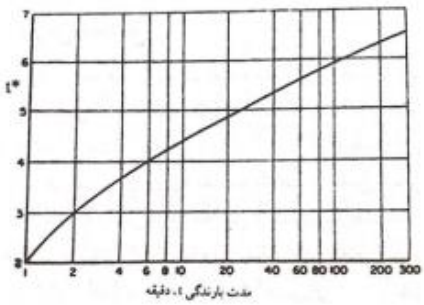
منحنی مقدار بارندگی- مساحت- مدت (DAD: Depth- Area- Duration):

در اغلب مطالعات هیدرولوژیکی که شامل محاسبه حداکثر طغیان جریان رودخانه‌هاست، آگاهی از حداکثر میزان بارندگی و سطوحی را که تحت پوشش قرار می‌دهد، لازم است. در این روش هر چقدر آمار بارندگی اتفاق افتاده در قبل با تداوم‌های متفاوت بیشتر باشد، دقت رسم منحنی بالاتر خواهد بود و همچنین حتی بعد از رسم منحنی‌ها می‌توان با روش درون‌یابی به منحنی‌های دیگر برای تداوم‌های ریزتر دست یافت.

شکل زیر نمونه‌ای از منحنی حداکثر عمق- سطح- تداوم بارش را برای مدت‌های ۱ الی ۲۴ ساعته نشان می‌دهد. طبق شکل حداکثر ارتفاع بارندگی با ازدیاد سطوح تحت پوشش کاهش می‌یابد، در صورتی که با افزایش مدت، مقدار بارندگی اضافه می‌گردد. با داشتن این منحنی‌ها در یک منطقه، به محض وقوع بارش و با داشتن ارتفاع باران و زمان تداوم آن سریعاً به مساحت تحت پوشش بارندگی پی برده و سپس میزان طغیان رودخانه را می‌توان تخمین زد.



به طور تجربی از روی اندازه‌گیری‌های باران در مرکز بارندگی و مقایسه مقدار بارندگی این نقطه با متوسط مقدار بارندگی در سطح بارش رابطه‌ای ارائه شده است که با استفاده از آن با داشتن بارندگی در مرکز یک مساحت می‌توان متوسط بارندگی روی آن مساحت را پیدا کرد.



$$\frac{\bar{P}}{P} = 1 - \frac{0.3\sqrt{A}}{t^*}$$

$\bar{P}$ = متوسط ارتفاع بارندگی روی مساحت مورد نظر.

P = ارتفاع بارندگی در مرکز بارندگی.

A = مساحت منطقه (بر حسب کیلومتر مربع).

t^* = تابعی است که به‌مدت بارندگی بستگی داشته ومقدارآن از شکل به دست می‌آید.

حداکثر بارش محتمل (PMP: Probable maximum Precipitation):

بزرگترین بارانی که از نظر مقدار با یک تداوم مشخص، احتمال وقوع آن را می‌توان انتظار داشت حداکثر بارش محتمل می‌باشد. در سازه‌های آبی از قبیل سرریز و سدهای بزرگ می‌بایست احتمال عدم کارایی یا تخریب سازه‌ها را حتی‌المقدور به حداقل بلکه به صفر رسانید. در غیر اینصورت خسارات جانبی و مالی هنگفتی را باید تقبل نمود. بنابراین به منظور اطمینان و ایمنی سازه‌ها از حداکثر بارندگی که سر منشاء حداکثر سیلاب است، استفاده می‌شود. حداکثر بارش محتمل بر حسب تعریف عبارت است از مقدار بارانی که در یک سطح معین و در یک تداوم مشخص ممکن است اتفاق بیافتد و در شرایط هواشناختی موجود امکان تجاوز از آن وجود نداشته باشد یا به عبارت ساده‌تر، حداکثر بارشی است که در یک منطقه و در یک فاصله زمانی معین می‌تواند اتفاق بیافتد و احتمال وقوع بیشتر از آن غیر ممکن باشد. معمولاً دو روش برای تعیین PMP وجود دارد: ۱) استفاده از روش اطلاعات آمار و منحنی عمق – سطح – تداوم بارش. ۲) تعیین شاخص‌های هواشناسی مانند حداکثر رطوبت ممکنه که بوسیله آن می‌توان PMP را محاسبه نمود (راه پیچیده‌تر ولی دقیق‌تر). با استفاده از روش اول و داشتن آمار و استفاده از فرمول زیر می‌توان PMP را محاسبه نمود: $PMP = R + K.S$ (R = متوسط بارش t ساعته، S = انحراف معیار، K = ضریبی متغیر بین ۵ تا ۳۰ بسته به مدت بارندگی)

PMF:

باران طرح: هدف از اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل داده‌های بارندگی در هیدرولوژی بدست آوردن پارامتری به نام باران طرح است. باران طرح از نظر تئوری به دوره‌ای از یک بارندگی شدید همراه با باد گفته می‌شود که بتواند ارتفاع مشخصی را از نظر مقدار بارش تولید نماید و برای یک سازه آبی خطرناک باشد. در واقع سازه آبی باید بتواند در مقابل باران طرح مقاومت کند. باران طرح در هیدرولوژی به سه روش محاسبه می‌شود که عبارتست از :

- محاسبه به روش‌های آماری (FBS)
- محاسبه از روی حداکثر بارش محتمل (PMP)
- محاسبه از روی بارش‌های استاندارد (SPS)

۴-۱۲-۴- طرز استفاده از منحنی‌های TP، DAD و IDF

برای تعیین بارش طراحی برای هر پروژه آبی مثل کنترل سیل، ساماندهی رودخانه و امثال آن ابتدا متناسب با نوع پروژه، بایستی تداوم بارش مناسب انتخاب شود، سپس با توجه به احتمال وقوع مورد نظر (یا دوره بازگشت)، فراوانی وقوع مورد انتظار مشخص و سرانجام سطح مورد مطالعه معلوم شود.

با استفاده از منحنی IDF، مقدار شدت بارش (I) با تداوم (D) و احتمال وقوع F بدست می‌آید. سپس به کمک منحنی DAD ویا RDF، بارش نقطه‌ای (در ایستگاه) به بارش منطقه‌ای تبدیل می‌شود. آنگاه برای مقدار بارش $P=I \times D$ که مربوط به دوره بازگشت F است هیتوگرام (باران نگار) این بارش طراحی با استفاده از الگوی توزیع بارش (هیتوگرام الگوی شاخص) برای تداوم D ترسیم می‌شود.