روش‌های تعیین دبی سیلابی حوضه‌ها بر اساس اطلاعات موجود

مناسب‌ترین روش برای تعیین حداکثر دبی، روش آماریِ تحلیل فراوانی است که از جمله آنها می‌توان به تحلیل لوگ پیرسون نوع III اشاره نمود. مهندسین طراح مسیرها در محل تقاطع محور جاده با رودخانه احتیاج به تحلیل هیدرولیکی و هیدرولوژیکی منطقه دارند. در صورتیکه ایستگاههای ثبت سیلاب به حد کافی وجود نداشته باشد یا در بعضی از مواقع اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولوژیکی اصلاً انجام نپذیرفته باشد، استفاده از تحلیل‌های منطقه‌ای و تکنیک‌های تجربی، نتایج موفقیت‌آمیزی در بر دارد.

در روش‌های تجربی، فرمول‌ها و گراف‌هایی تهیه شده است که در حوضه‌های آبریز فاقد اندازه‌گیری سیلاب، مقادیر دبی با دوره‌های بازگشت مختلف تخمین زده می‌شود. استفاده ترکیبی از تحلیل‌های تجربی و منطقه‌ای می‌تواند بسیار کارساز باشد. در این قسمت به برخی از معادلات رگرسیون منطقه‌ای و روشهای مبتنی بر مدلهای بارش – رواناب اشاره می‌شود.

۱ معادلات رگرسیون منطقه‌ای

معادلات رگرسیون منطقه‌ای معمولاً برای تخمین حداکثر دبی سیلاب در مناطقی که اندازه‌گیریهای میدانی صورت نپذیرفته یا اطلاعات به حد کافی وجود ندارد، بکار می‌رود. این معادلات، حداکثر دبی سیلاب یا ویژگی‌های دیگر سیل را در یک بازه زمانی مشخص، بنا بر خصوصیات فیزیوگرافی، هیدرولوژیکی و هواشناسی حوضه آبریز شرح می‌دهند. [۱]

۱-۱ مراحل تحلیل

در مدل‌های رگرسیونی مطالعات سیل منطقه‌ای، از ساختار مدل توانی که در رابطه ۵-۱ ارائه شده است استفاده می‌شود:

$$Y_T = a\, X_1^{b_1}\, X_2^{b_2} \ldots X_p^{b_p} \qquad ۱$$

در این معادله Y_T متغیر وابسته، $X_1, X_2, \ldots, X_p$ متغیرهای مستقل، a ضریب تبدیل، $b_1, b_2, \ldots, b_p$ ضرایب رگرسیون می‌باشند. متغیر وابسته معمولاً حداکثر دبی سیلاب با دوره بازگشت

T یا خصوصیات دیگر فراوانی سیل است. متغیرهای مستقل، خصوصیات حوضه آبریز و شرایط هواشناسی آن می‌باشند.

پارامترهای $b_p , \ldots , b_2 , b_1, a$ از تحلیل رگرسیونی بدست می‌آیند[1].

روند کلی تحلیل رگرسیون منطقه‌ای به ترتیب زیر است:

- ✓ تهیه سری‌های سیلاب حداکثر سالانه برای هر ایستگاه اندازه‌گیری در منطقه.
- ✓ انجام تحلیل فراوانی سیل با استفاده از روشهای ذکر شده در فصل قبل (بعنوان مثال توزیع احتمالاتی لوگ پیرسون نوع III) برای هر کدام از سری داده‌های گام یک و تعیین حداکثر سیلاب با دوره‌های بازگشت مورد نظر (برای مثال دبی ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله).
- ✓ تعیین مقادیر پارامترهای هواشناسی و حوضه آبریز برای سری سیلاب جمع‌آوری شده در گام یک .
- ✓ تشکیل ماتریس $n \times p$ از اطلاعات جمع آوری شده در گام سوم که n تعداد حوضه آبریز گام یک و p تعداد خصوصیات حوضه آبریز بدست آمده از گام سوم می‌باشد.
- ✓ تشکیل بردار یک بعدی با حداکثر سیلابn برای دوره بازگشت مشخص.
- ✓ تحلیل رگرسیونی بردارهای حداکثر سیلاب n از گام پنجم بر روی اطلاعات ماتریس بدست آمده از گام چهارم برای بدست آوردن ماتریس پیش‌بینی.

اگر بیش از یک دوره بازگشت مدنظر باشد، این روند برای هر دوره بازگشت تکرار می‌گردد.

نکته مهم این است که ضرایب رگرسیون بایستی دوباره کنترل شود تا از منطقی بودن ضرایب، اطمینان حاصل شود و این ضرایب با دوره بازگشت مختلف سازگار باشد. بدلیل وجود نوسانات در اطلاعات برداشت شده، ممکن است تحلیل رگرسیون، ضرایب غیرمنطقی تولید کند در چنین مواردی نتایج غیر واقعی با یکنواخت کردن ضرایب حذف خواهند شد. اگر ضرایب، احتیاج به یکنواخت‌سازی داشته باشند، نکویی برازش آمار باید با استفاده از ضرایب یکنواخت شده، دوباره محاسبه گردد.

۱- در بخش ۳-۲-۸ اشاره‌ای به معادلات رگرسیون خطی شد. لازم به ذکر است تحلیل رگرسیون با تمامی جزئیات آن در McCuen (1993), Kiggs (1968) , Sanders (1980))توضیح داده شده است.

مهمترین پارامتر مؤثر در حوضه آبریز، مساحت حوضه است. در همه معادلات رگرسیونی، مساحت حوضه یک متغیر مستقل می‌باشد. بقیه ویژگی‌ها بسیار متغیر است و می‌تواند متغیرهایی از نوع شیب کانال، طول و هندسه کانال، ضریب شکل، ارتفاع از سطح آب‌های آزاد، میزان بارش در حوضه آبریز و ... باشد. ویژگی‌های هواشناسی که اغلب بعنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از: پارامترهای بارش، ذوب برف، تبخیر، حرارت و وزش باد.

معناداری آماری هر متغیر مستقل نیز باید تعیین گردد و متغیرهایی که از لحاظ آماری معنادار نیستند بایستی حذف شوند. مطالب مطرح شده، نشان می‌دهد که تحلیل رگرسیونی یک تحلیل بازگشتی است بدین معنا که ابتدا متغیرهایی در نظر گرفته می‌شوند و معادله تشکیل می‌گردد، سپس درستی نتایج معادله رگرسیونی حاصله کنترل می‌گردد. توصیه می‌شود متغیرهایی انتخاب شوند که به راحتی قابل دسترس بوده و از دقت کافی هم برخوردار باشند. به منظور توضیح کاربرد رگرسیونی منطقه‌ای برای تخمین دبی‌های حداکثر مثال ذیل در نظر گرفته شده است.

مثال ۱

طراحی یک پل بزرگراه بر روی رودخانه‌ای در منطقه Seco Creek در Hanis $D^{\prime}$ مدنظر است. در محل موردنظر اطلاعات اندازه‌گیری شده در دسترس نیست و دوره بازگشت ۲۵ ساله مطلوب می‌باشد.

معادله در نظر گرفته شده به صورت زیر است.

$$Q_T = a\, A^{b_1} S^{b_2} \qquad ۲$$

در معادله بالا، Q_T جریان حداکثرسالانه برای دوره بازگشت مشخص بر حسب m^3/s یا ft^3/s ، A مساحت حوضه بر حسب Km^2 یا mil^2 ، S شیب میانگین طولی بستر بر حسب m/km یا ft/mil می‌باشند. ضرایب معادله ۲ در جدول ۱ آورده شده است. حدود کاربرد معادله بالا به صورت زیر مشخص گردیده است.

متغیر	مقادیر در سیستم SI	مقادیر در سیستم CU
A مساحت حوضه	$2.8< A\ (Km^2) <5040$	$1.08<A\ (mil^2) < 1950$
S شیب	$1.7 <S\ (\frac{m}{km})< 14.5$	$9.2< S\ (\frac{ft}{mil})<76.8$

با محاسبه مساحت حوضه از روی نقشه توپوگرافی در محل عدد ۵۴۵/۵ کیلومتر مربع بعنوان مساحت زهکش (۲۱۰/۶ مایل مربع) و ۲/۸۳۳ متر بر کیلومتر ($۱۴/۹۶\frac{ft}{mil}$) بعنوان شیب تعیین شد.

با کاربرد معادله ۳-۷۵ و ضرایب جدول ۳-۴ دبی حداکثر سالانه مطابق زیر بدست می‌آید:

متغیر	مقادیر در سیستم SI	مقادیر در سیستم CU
$Q_{25} = a_{25} A^{0.776} S^{0.554}$	$= 6.13\ (545.5)^{0.776}\ (2.883)^{0.554}$ $= 1450\ \frac{m^3}{s}$	$= 180\ (210.6)^{0.776}\ (14.96)^{0.554}$ $= 51200\ \frac{ft^3}{s}$

جدول ۱ ضرایب رگرسیون برای ایالت Texas، منطقه ۵

دوره بازگشت	a(SI)	a(CU)	b_1	b_2	درصد خطای استاندارد
۲	/۳۱۹ ۰	۴/۸۳	۰/۷۹۹	۰/۹۶۶	۶۲/۱
۵	۱/۶۰	۳۶/۴	۰/۷۷۶	۰/۷۰۶	۴۶/۶
۱۰	۳/۱۵	۸۲/۶	۰/۷۷۶	۰/۶۲۲	۴۲/۶
۲۵	۶/۱۳	۱۸۰	۰/۷۷۶	۰/۵۵۴	۴۱/۳
۵۰	۸/۹۶	۲۷۸	۰/۷۷۸	۰/۵۲۲	۴۲
۱۰۰	۱۲/۳	۳۹۹	۰/۷۸۲	۰/۴۹۷	۴۴/۱

۱-۲ برآورد دقت پیش‌بینی

در بسیاری از موارد، معادلات رگرسیون منطقه‌ای به همراه خطای استاندارد که نشان از دقت معادلات رگرسیونی دارند بیان می‌شوند. خطای استاندارد، تخمین میزان انحراف اطلاعات مشاهده شده با مقادیر پیش‌بینی شده است و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$Se = \left[\frac{\sum (\hat{Q}_i - Q_i)^2}{n - q} \right]^{0.5} \qquad ۳$$

در معادله بالا، Q_i مقادیر مشاهده شده متغیر وابسته (دبی)، $\hat{Q}_i$ مقادیر پیش‌بینی شده بوسیله معادلات رگرسیونی، n تعداد حوضه آبریز بکار برده شده جهت تهیه معادلات رگرسیونی و q تعداد ضرایب رگرسیونی (مانند $b_p, \ldots, b_1, a$) است. ضریب تغییرات خطا از تقسیم خطای استاندارد بر مقدار میانگین (Q_T) بدست می‌آید.

$$Ve = \frac{Se}{Q_T} \times 100\% \qquad ۴$$

در معادله فوق، V_e ضریب خطای تغییرات می‌باشد.

برخی محققان هیدرولوژی معتقدند که معادلات رگرسیونی نسبت به تحلیل‌های فراوانی آماری نتایج بهتری ارائه می‌دهند. معادلات رگرسیونی، ظرفیت و پتانسیل حوضه آبریز برای تعیین دبی حداکثر را منعکس می‌نمایند در حالی که تحلیل فراوانی براساس نتایج اندازه‌گیری شده می‌باشد. مطالب بیان شده بدان معنی است که معادلات رگرسیونی منطقه‌ای در مواقعی که اطلاعات کافی وجود دارد بر تحلیل فراوانی مقدم است. معادلات رگرسیونی می‌تواند برای مقایسه دبی حداکثر با نتایج تحلیل فراوانی نیز بکار برده شود.

۱-۳ محدودیت‌ها و کاربردها

معادلات منطقه‌ای در هر منطقه برای حوضه‌های آبریز غیرشهری و طبیعی بدست آمده است. کاربران باید طوری از این معادلات رگرسیونی استفاده نمایند که از متغیرهای مستقل نزدیک به واقعیت استفاده شود.

محدودیت‌هایی که باید در نظر گرفته شود به قرار زیر است :

- ✓ معادلات بین‌شهری باید برای مناطق غیرشهری استفاده شود و برای مناطق شهری کاربرد ندارد مگر اینکه اثرات شهری قابل صرفنظر کردن باشد.
- ✓ در مناطقی که سد وجود دارد، معادلات رگرسیونی قابل استفاده نیست. سازه‌های سیل‌بند و بقیه سازه‌های ساخته شده نیز بر دبی حداکثر تأثیرگذار است.
- ✓ مساحت حوضه باید همیشه تعیین شود. اگرچه ممکن است سطح حوضه برای یک منطقه جزء متغیرهای معادله نباشد.
- ✓ در بعضی موارد، مقدار سیل حداکثر ممکن است از تعدادی از سیلابهای حداکثرمحاسبه شده T ساله برای حوضه آبریز کمتر باشد (دبی حداکثر T ساله حداکثر دبی است که احتمال رخ دادن آن یک‌بار در T سال باشد). مهندسان باید به دقت، حداکثر سیلاب‌های منطقه را بررسی کنند .
- ✓ در بعضی از مناطق هیدرولوژیکی، معادلات پیش‌بینی دبی حداکثر برای دوره‌های بازگشت بالاتر از ۱۰۰ سال وجود ندارد. در اینگونه موارد هیدرولوژیست باید به ارزیابی روشهای درون‌یابی و برون‌یابی و تفسیر آنها برای دبی حداکثرT ساله بپردازد.

۲ تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش SCS

سازمان حفاظت خاک آمریکا SCS یک روش گرافیکی برای تعیین دبی پیک سیلاب و یک روش هیدروگراف واحد مصنوعی برای تهیه هیدروگراف سیلاب طراحی در سال ۱۹۷۲ برای حوضه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری سیلاب وجود ندارد پیشنهاد داده است. [۱]

روشهای مذکور شامل مراحل ذیل است:

- ✓ تبدیل بارندگی به رواناب با استفاده از منحنی‌های CN. به عبارت دیگر در این قسمت باید میزان رواناب حاصل از بارش در سطح حوضه آبریز محاسبه گردد .
- ✓ تبدیل رواناب محاسبه شده در گام قبل به دبی کل حوضه به کمک هیدروگراف واحد بدون بعد .

قابل توجه است که محاسبه عمق رواناب در هر دو روش SCS گرافیکی و هیدروگراف واحد از منطق واحدی برخوردار است.

۲-۱ محاسبه عمق رواناب

جهت محاسبه میزان رواناب، حجم بارش انجام گرفته فاکتور بسیار مهمی است. بارش انجام گرفته در سطح حوضه به سه قسمت اصلی، رواناب مستقیم، تلفات اولیه و ذخیره تقسیم می‌شود. عمق رواناب مستقیم حاصل از بارش با استفاده از رابطه (۳-۷۸) محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \qquad (۵)$$

در این رابطه

P: عمق بارش بر حسب (mm)

I_a: تلفات اولیه بر حسب (mm)

S: حداکثر نگهداشت سطحی بر حسب (mm)

R: عمق رواناب مستقیم بر حسب (mm)

در معادله ۵ دو پارامتر ناشناخته I_a و S وجود دارد که مطالعات انجام گرفته توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا رابطه بین تلفات اولیه و نگهداشت سطحی را در یک حوضه به صورت معادله ذیل پیشنهاد نموده است.

$$I_a = 0.2S \qquad (۶)$$

در صورتیکه رابطه ۶ در معادله ۵ قرار داده شود، خواهیم داشت

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \qquad (۷)$$

در معادله (۷) مقادیر R، P قبلاً تعریف شده‌اند و S تابعی از پنج فاکتور زیر است

- ✓ کاربری اراضی حوضه
- ✓ میزان نفوذپذیری خاک حوضه
- ✓ وضعیت رطوبتی حوضه قبل از بارش
- ✓ تیپ هیدرولوژیکی خاک حوضه

- ✓ وضعیت سطح زمین از نظر پوشش گیاهی

برای محاسبه مقدار S، استفاده از شماره منحنی (CN) پیشنهاد شده است:

$$S = \alpha\left[\frac{1000}{CN} - 10\right] \qquad (۸)$$

در رابطه فوق

CN: شاخصی است که به خصوصیات فیزیکی حوضه بستگی دارد.

α: ضریب ثابتی است که مقدار عددی آن درسیستم SI برابر 25.4 و در سیستم CU برابر با یک می‌باشد.

مطالعات تجربی انجام گرفته بر روی مقدار عددی CN نشان می‌دهد که نوع خاک، پوشش گیاهی و رطوبت اولیه حوضه از مهمترین پارامترهای موثر بر مقدار آن می‌باشند. مقادیر عددی CN در جدول ۲ ارائه شده است.

بدیهی است هرگاه حوضه آبریز دارای اراضی با کاربری‌های متفاوت و با مساحت‌های مختلف باشد، مقدار شماره منحنی(CN) معادل برای کل حوضه از میانگین‌گیری وزنی (مساحت) شماره منحنی‌ها به دست می‌آید.

$$\overline{CN} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i (CN)_i}{\sum_{i=1}^{N} A_i} \qquad (۹)$$

جدول ۲ شماره منحنی CN

نوع منحنی		گروههای هیدرولوژیکی خاک			
		A	B	C	D
مناطق شهری دارای پوشش گیاهی (فضاهای باز، پارکها، آرامگاهها و...) (۱)					
پوشش گیاهی خوب(بشر از ٪۷۵ حوضه دارای پوشش گیاهی)		۳۹	۶۱	۷۴	۸۰
پوشش گیاهی متوسط(بین ٪۵۰ تا ٪۷۵ حوضه دارای پوشش گیاهی		۴۹	۶۹	۷۹	۸۴
پوشش گیاهی فقیر(کمتراز ٪۵۰ حوضه دارای پوشش گیاهی)		۶۸	۷۹	۸۶	۸۹
پوشش گیاهی کامل و غیر قابل نفوذ (پشت بامها، پارکینهای آسفالت و ....)		۹۸	۹۸	۹۸	۹۸
خیابانها و جاده ها					
آسفالت شده با جدول ونهرها زهکش با پوشش حفاظتی کامل		۹۸	۹۸	۹۸	۹۸
آسفالت شده با جدول و نهرهای بدون پوشش حفاظتی		۸۳	۸۹	۹۲	۹۳
شوسه، شن ریزی شده با جوی‌های خاکی زهکش		۷۶	۸۵	۸۹	۹۱
خاکی		۷۲	۸۲	۸۷	۸۹
مناطق با کارهای تجاری و بازرگانی	٪۸۵ غیر قابل نفوذ	۸۹	۹۲	۹۴	۹۵
مناطق با کاربری صنعتی	٪۷۲ غیر قابل نفوذ	۸۱	۸۸	۹۱	۹۳
مناطق مسکونی و حوضه های شهرنشینی کوچک با متوسط سایز قطعات					
کمتر از ۰/۰۵هکتار	٪۶۵ غیر قابل نفوذ	۷۷	۸۵	۹۰	۹۲
۰/۱ هکتار	٪۳۸ غیر قابل نفوذ	۶۱	۷۵	۸۳	۸۷
۰/۲ هکتار	٪۲۵ غیر قابل نفوذ	۵۴	۷۰	۸۰	۸۵
۰/۴ هکتار	٪۲۰ غیر قابل نفوذ	۵۱	۶۸	۷۹	۸۴
۰/۸ هکتار	٪۱۲ غیر قابل نفوذ	۴۶	۶۵	۷۷	۸۲
مناطق شهری بدون هیچگونه پوشش گیاهی (بیابانی)					
بیابانهای طبیعی		۶۳	۷۷	۸۵	۸۸
بیابانهای مصنوعی		۹۶	۹۶	۹۶	۹۶
مناطق با کاربری کشاورزی (۲)					
	نوع زراعت	شرایط هیدرولوژیکی			
کشت آیشی	ـــــ	ـــــ	۷۷	۸۶	۹۱	۹۴
زراعت ردیفی	ردیفهای مستقیم	فقیر	۷۲	۸۱	۸۸	۹۱
		غنی	۶۷	۷۸	۸۵	۸۹
	ردیفها به موازات خطوط تراز	فقیر	۷۰	۷۹	۸۴	۸۸
		غنی	۶۴	۷۵	۸۲	۸۵
	ردیفها به موازات خطوط تراز و تراس بندی شده	فقیر	۶۶	۷۴	۸۰	۸۲
		غنی	۶۲	۷۱	۷۸	۸۱
مناطق زراعی باگیاهان دانه ریز	ردیفهای مستقیم	فقیر	۶۵	۷۶	۸۴	۸۸
		غنی	۶۳	۷۵	۸۳	۸۷
	ردیفهابه موازات خطوط تراز	فقیر	۶۳	۷۴	۸۲	۸۵
		غنی	۶۱	۷۳	۸۱	۸۴
	ردیفها به موازات خطوط تراز و تراس بندی شده	فقیر	۶۱	۷۲	۷۹	۸۲
		غنی	۵۹	۷۰	۷۸	۸۱
	ردیفهای مستقیم	فقیر	۶۶	۷۷	۸۵	۸۹

مناطق زراعی برای گیاهان نهان دانه(بعقولات) و یا مراتع حفاظت شده با تناوب		غنی	۵۸	۷۲	۸۱	۸۵
	ردیف به موازات خطوط تراز	فقیر	۶۴	۷۵	۸۳	۸۵
		غنی	۵۵	۶۹	۷۸	۸۳
	ردیف به موازات خطوط ترازو تراس بندی شده	فقیر	۶۳	۷۳	۸۰	۸۳
		غنی	۵۷	۶۷	۷۶	۸۰
زمینهای بایر بودن کشت (۳)						
چراگاهها و مراتع	بدون هیچگونه اقدام حفاظتی (۴)	فقیر	۶۸	۷۹	۸۶	۸۹
		متوسط	۴۹	۶۹	۷۹	۸۴
		غنی	۳۹	۶۱	۷۴	۸۰
	کنتور و تراس بندی شده	فقیر	۴۷	۶۷	۸۱	۸۸
		متوسط	۲۵	۵۹	۷۵	۸۳
		غنی	۶	۳۵	۷۰	۷۹
مراتع حفاظت شده ، چمنزارها ، علفزارها			۳۰	۵۸	۷۱	۷۸
جنگلهای همیشه سبز، باغها علفی (مناطقی که در زمستان نیز سند می باشد)		فقیر	۵۵	۷۳	۸۲	۸۶
		متوسط	۴۴	۶۵	۷۶	۸۲
		غنی	۳۲	۵۸	۷۲	۷۹
مناطق مرکب از مراتع با علف هرز و جنگلها (۵)		فقیر	۴۸	۶۷	۷۷	۸۳
		متوسط	۳۵	۵۶	۷۰	۷۷
		غنی	۳۰	۴۸	۶۵	۷۳
بیشه ها و جنگل ها		فقیر	۴۵	۶۶	۷۷	۸۳
		متوسط	۳۶	۶۰	۷۳	۷۹
		غنی	۳۰(۶)	۵۵	۷۰	۷۷
مزارع با تاسیسات ساختمانی و ابنه			۵۹	۷۴	۸۲	۸۶

۱) برای کاربریهای که درصد نفوذ ناپذیری آن ذکر نگردیده است، فرض بر ۱۰۰درصد غیر قابل نفوذ بودن آنهاست

۲) در کاربری تجاری، اگر بین ۵ تا ۲۰ درصد سطح زمین پوشیده باشد(با تراکم کمتر از $850(^{kg}/_{h})$ برای محصولات ردیفی و کمتر از $350(^{kg}/_{h})$ برای محصولات ریزدانه)جزء شرایط هیدرولوژی فقیر و در صورتیکه بیش از ۲۰ درصد سطح زمین پوشیده باشد(با تراکم بیش از $850(^{kg}/_{h})$ برای محصولات ردیفی و بیش از $350(^{kg}/_{h})$ برای محصولات ریز دانه) جزء شرایط غنی می باشد.

۳) شرایط هیدرولوژیکی برای مناطق بایر به صورت ذیل است:

فقیر- کمتراز ۲۵ درصد تراکم پوشش گیاهی.

متوسط- بین ۲۵ تا ۵۰ درصد تراکم پوشش گیاهی.

غنی- بیشتر از ۵۰ درصد تراکم پوشش گیاهی.

و برای مناطق جنگلی به صورت ذیل می باشد:

فقیر- کمتر از ۳۰ درصد تراکم پوشش گیاهی

متوسط- بین ۳۰ تا ۷۰ درصد تراکم پوشش گیاهی

غنی- بیشتر از ۷۰ درصد تراکم پوشش گیاهی

۴- تقسیم بندی شرایط هیدرولوژیکی به صورت ذیل می باشد:

فقیر- پوشش زمین کمتر از ۵۰ درصد و بطور مداوم بدون هیچگونه محدودیت به عنوان چراگاه مورد استفاده قرار می گیرد.

متوسط- پوشش زمین بین ۵۰ تا ۷۵ درصد و به طور متوسط به عنوان چراگاه مورد استفاده قرار می گیرد.

غنی- پوشش زمین بیشتر از ۷۵ درصد و به ندرت به عنوان چراگاه مورد استفاده قرار می گیرد.

۵- مقادیر CN برای تراکم ۵۰ درصد منطقه جنگلی و ۵۰ درصد مراتع می باشد و برای سایر ترکیبات باید براساس درصدهای فوق اصلاح گردد.

۶- مقدار واقعی CN کمتر از ۳۰ تخمین زده می شود(در بعضی منابع ۲۵ آمده است).

۲-۲ طبقه‌بندی نوع خاک

در روش SCS خاک به چهارگروه A،B،C،D طبقه‌بندی شده است. در جدول ۳ بر اساس نوع خاک و شدت نفوذپذیری، طبقه‌بندی مذکور ارائه شده است.

جدول ۳تشریح گروههای هیدرولوژیکی خاک

گروه	نوع خاک	شدت نفوذ(cm/h)
A	ماسه عمیق- لوم عمیق- لای	۷/۵-۱۱/۶
B	لوم کم عمق، لوم ماسه دار	۳/۸-۷/۵
C	لوم نرم، لوم شنی سطحی، خاکهای دارای مواد ارگانیک کم و یا دارای رس نسبتاً زیاد	۱/۳-۳/۸
D	خاکهایی که زیاد متورم می‌شوند ،رس با خاصیت خمیری بالا، خاکهای شور	< ۱/۳

۲-۳ شاخص پوشش گیاهی

پوشش گیاهیِ حوضه آبریز تابعی از نوع کاربری اراضی، شکل و عملکرد حوضه و در نهایت شرایط هیدرولوژیکی آن است. کاربری اراضی به انواع کاربری تجاری، صنعتی، کشاورزی و ... تقسیم‌بندی می‌شوند. همچنین در کاربری کشاورزی نوع و شکل کشت درتخمین مقادیر CN اهمیت زیادی دارد. شرایط هیدرولوژیکی خاک به سه دسته فقیر، متوسط و خوب(غنی) تقسیم‌بندی می‌شود.

۲-۴ شرایط رطوبتی خاک

شرایط رطوبتی خاک نیز به سه دسته ذیل تقسیم‌بندی می‌شود.

- ✓ AMCI- رطوبت کم ، خاک خشک

- ✓ AMCII- شرایط متوسط رطوبتی (معمولاً برای تخمین سیلاب سالانه بکاربرده می‌شود)
- ✓ AMCIII- رطوبت زیاد، وقوع باران زیاد در چند روز گذشته

جدول ۴ طبقه‌بندی شرایط رطوبت خاک در حوضه آبریز قبل از وقوع باران برای دو فصل رشد و خواب را نشان می دهد.

جدول ۴ طبقه‌بندی شرایط قبلی رطوبت خاک در حوضه

کلاس AMC	مقدار بارندگی در ۵ روز قبل از وقوع باران طرح در حوضه	
	فصل خواب	فصل رشد
I	<12/5 mm	<35 mm
II	12/5-27/5 mm	35-52/5 mm
III	>27/5 mm	>52/5 mm

جدول ۳ برای شرایط رطوبتی AMCII ارائه شده است، مقدار CN برای سایر شرایط رطوبتی از جدول ۵ تعیین می‌شود.

جدول ۵ تبدیل شماره منحنی از شرایط رطوبتی متوسط به حالت خشک یا مرطوب

شماره منحنی در شرایط رطوبتی متوسط AMCII	شماره منحنی در شرایط رطوبتی		شماره منحنی در شرایط رطوبتی متوسط AMCII	شماره منحنی در شرایط رطوبتی	
	خشک AMCI	مرطوب AMCIII		خشک AMCI	مرطوب AMCIII
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۸	۳۸	۷۶
۹۸	۹۴	۹۹	۵۶	۳۶	۷۵
۹۶	۸۹	۹۹	۵۴	۳۴	۷۳
۹۴	۸۵	۹۸	۵۲	۳۲	۷۱
۹۲	۸۱	۹۷	۵۰	۳۱	۷۰
۹۰	۷۸	۹۶	۴۸	۲۹	۶۸
۸۸	۷۵	۹۵	۴۶	۲۷	۶۶
۸۶	۷۲	۹۴	۴۴	۲۵	۶۴
۸۴	۶۸	۹۳	۴۲	۲۴	۶۲
۸۲	۶۶	۹۲	۴۰	۲۲	۶۰
۸۰	۶۳	۹۱	۳۸	۲۱	۵۸
۷۸	۶۰	۹۰	۳۶	۱۹	۵۶
۷۶	۵۸	۸۹	۳۴	۱۸	۵۴
۷۴	۵۵	۸۸	۳۲	۱۶	۵۳
۷۲	۵۳	۸۶	۳۰	۱۵	۵۰
۷۰	۵۱	۸۵	۲۵	۱۲	۴۳
۶۸	۴۸	۸۴	۲۰	۹	۳۷
۶۶	۴۶	۸۳	۱۵	۶	۳۰
۶۴	۴۴	۸۱	۱۰	۴	۲۲
۶۲	۴۲	۷۹	۵	۲	۱۳
۶۰	۴۰	۷۸	۰	۰	۰

۲-۵ محاسبه حداکثر دبی سیلاب(دبی اوج) با استفاده از روش SCS گرافیکی

در روش SCS گرافیکی معادله (۹) جهت محاسبه دبی پیک سیلاب پیشنهاد شده است .

$$q_p = q_u AR \qquad (۱۰)$$

در این رابطه

q_p: دبی پیک بر حسب (m^3/s)

q_u: دبی پیک هیدروگراف واحد $(^{m^3/S}/_{km^2/mm})$

A: مساحت حوضه بر حسب (km^2)

R : عمق بارش بر حسب (mm)

دبی پیک هیدروگراف وابسته به زمان تمرکز t_c و پارامتر $^{I_a}/_{P}$ است که I_a، تلفات اولیه و P ارتفاع بارش ۲۴ ساعته در یک دوره بازگشت معین می‌باشد، برای محاسبه دبی پیک هیدروگراف واحد رابطه ذیل پیشنهاد شده است.

$$q_u = \alpha 10^{C_0 + C_1 Log(t_C) + C_2 [Log(t_C)]^2} \qquad (۱۱)$$

در رابطه ۱۱

C_0، C_1 و C_2 ضرایب رگرسیونی بوده که تابعی از $^{I_a}/_{P}$ می‌باشند و در جدول ۵ ارائه شده است

t_c :زمان تمرکز برحسب ساعت است.

α : ضریب ثابت معادله که برای سیستم آحاد SI برابر با 0.000431 است.

برای استفاده از روش SCS باید محدودیتهای زیر را در نظر گرفت

- ✓ CN حوضه آبریز باید بزرگتر از ۵۰ و زمان تمرکز بین ۰.۱ تا ۱۰ ساعت باشد.
- ✓ مقادیر $^{I_a}/_{P}$ بین ۰.۱ تا ۰.۵ باشد.
- ✓ حوضه آبریز باید دارای یک کانال اصلی زهکش و یا دو کانال اصلی زهکش با زمان تمرکز یکسان باشد.

جدول ۵ ضرایب رگرسیونی دبی پیک سیلاب در روش SCS

نوع بارش	I_a/p	C_0	C_1	C_2
I	0.1	2.30550	-0.51429	-0.11750
	0.2	2.23537	-0.50387	-0.08929
	0.25	2.18219	-0.48488	-0.06589
	0.3	2.10624	-0.45695	-0.02835
	0.35	2.00303	-0.40769	0.01983
	0.4	1.87733	-0.32274	0.05754
	0.45	1.76312	-0.15644	0.00453
	0.5	1.67889	-0.06930	0.00
IA	0.1	2.03250	-0.31583	-0.13748
	0.2	1.91978	-0.28215	-0.07020
	0.25	1.83842	-0.25543	-0.02597
	0.3	1.72657	-0.19826	-0.02633
	0.5	1.63417	-0.09100	0.00
II	0.1	2.55323	-0.61512	-0.16403
	0.3	2.46532	-0.62257	-0.11657
	0.35	2.41896	-0.61594	-0.08820
	0.4	2.36409	-0.59857	-0.05621
	0.45	2.29238	-0.57005	-0.02281
	0.5	2.20282	-0.51599	-0.01259
III	0.1	2.47317	-0.51848	-0.17083
	0.3	2.39628	-0.51202	-0.13245
	0.35	2.35477	-0.49735	-0.11985
	0.4	2.30726	-0.46541	-0.11094
	0.45	2.24876	-0.41314	-0.11508
	0.5	2.17772	-0.36803	-0.09525

مقدار دبی حداکثر سیلاب از رابطه ۱۱ به دست می‌آید، در صورتیکه منطقه دارای تالاب و یا لجنزار باشد به نحوی که رواناب سطحی به صورت موقتی ذخیره گردیده و با تاخیر از حوضه خارج شود دبی پیک به تناسب میزان و حجم ذخیره انجام گرفته، کاهش می‌یابد. برای اصلاح دبی پیک، فاکتور f_P پیشنهاد شده است.

در جدول ۳-۱۰ با توجه به نسبت مساحت لجنزار به کل حوضه مقادیر f_P ارائه شده است و دبی پیک تعدیل شده که با q_a نشان داده می‌شود به استفاده از رابطه ۳-۸۵ به دست می‌آید

$$q_a = q_p f_P \qquad (۱۲)$$

در رابطه فوق q_a دبی تعدیل شده پیک سیلاب است.

جدول ۶ مقادیر فاکتور اصلاحی برای دبی پیک سیلاب

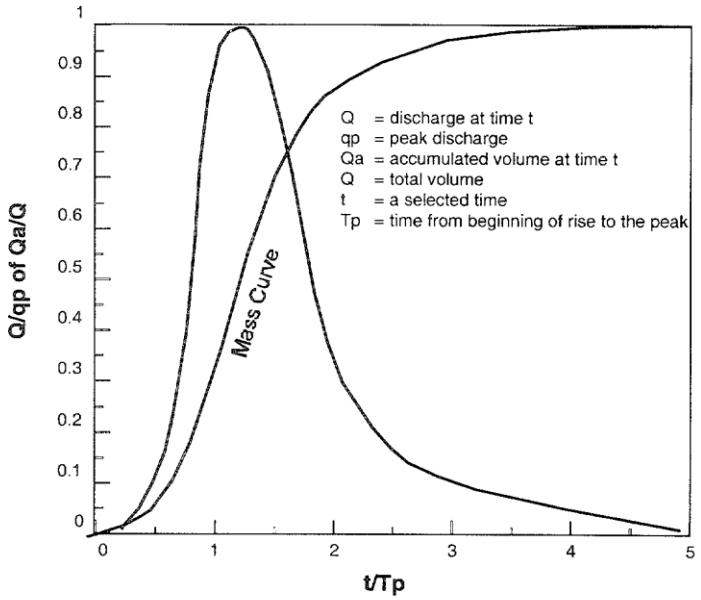
f_P	درصد مساحت لجنزار به کل حوضه
۱	۰
۰,۹۷	۰,۲
۰,۸۷	۱
۰,۷۵	۳,۰
۰,۷۲	۰,۵

۶-۲ محاسبه حداکثر دبی سیلاب(دبی اوج) با استفاده از روش هیدروگراف واحد SCS

این روش بر مبنای تحلیل هیدروگرافهای واحد طبیعی که از طیف گسترده ای از حوزه های آبریز استخراج شده بدست آمده است. در این روش از هیدروگراف واحد بدون بعدی استفاده می شود که ستون عمودی آن از تقسیم دبی در هر لحظه بر دبی اوج و ستون افقی آن از زمان سیلاب در هر لحظه تقسیم بر زمان رسیدن سیلاب به دبی اوج بدست میآید. از مشخصات اصلی هیدروگراف واحد مصنوعی SCS می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ✓ زمان پایه هیدروگراف(زمان شروع تا خاتمه سیلاب) ۵ برابر زمان رسیدن به دبی اوج است.($t_b=5t_p$)
- ✓ $\frac{3}{8}$حجم سیلاب قبل از زمان رسیدن به دبی اوج رخ می دهد.

شکل ۱ ساختار یک هیدروگراف واحد بدون بعد و جدول ۷ نسبت دبی هیدروگراف به نسبت زمان انتخابی را نشان می دهد.

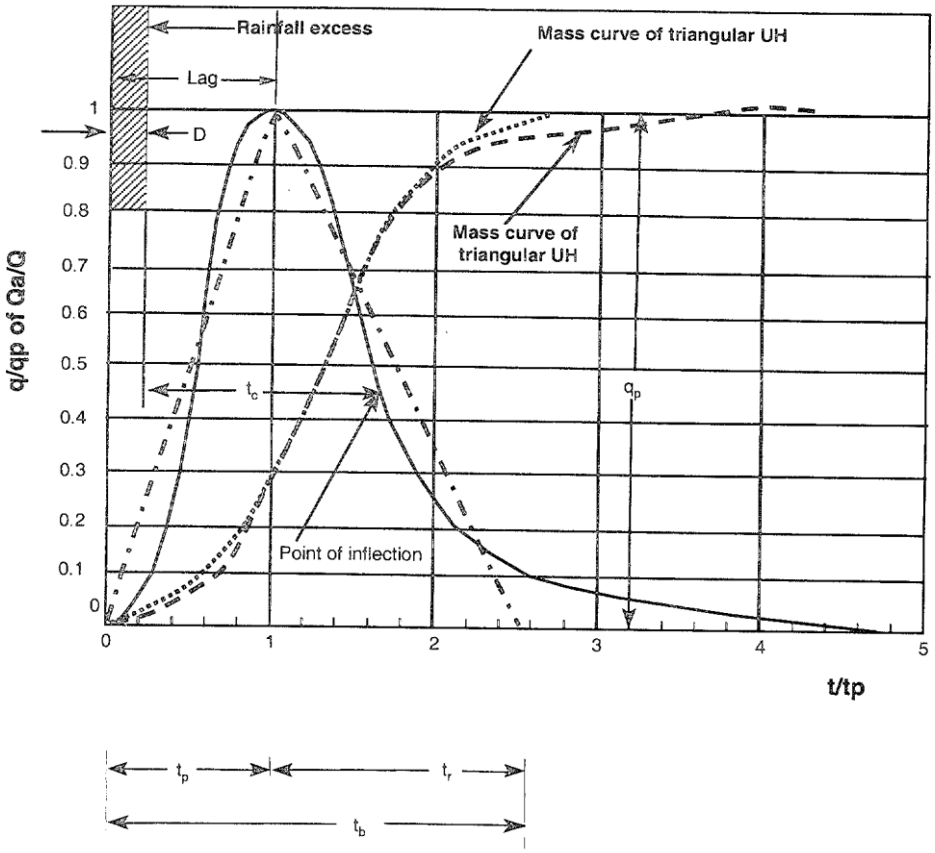


شکل ۱–هیدروگراف واحد بدون بعدِSCS و منحنیِ تجمعی آن

جدول ۷ نسبتهای بدون بعد هیدروگراف واحد مصنوعی SCS و منحنی جرم مضاعف مربوطه

Time Ratios t/T_p	Discharge Ratios q/q_p	Mass Curve Ratios Q_a/Q
0	0.000	0.000
0.1	0.030	0.001
0.2	0.100	0.006
0.3	0.190	0.012
0.4	0.310	0.035
0.5	0.470	0.065
0.6	0.660	0.107
0.7	0.820	0.163
0.8	0.930	0.228
0.9	0.990	0.300
1.0	1.000	0.375
1.1	0.990	0.450
1.2	0.930	0.522
1.3	0.860	0.589
1.4	0.780	0.650
1.5	0.680	0.700
1.6	0.560	0.751
1.7	0.460	0.790
1.8	0.390	0.822
1.9	0.330	0.849
2.0	0.280	0.871
2.2	0.207	0.908
2.4	0.147	0.934
2.6	0.107	0.953
2.8	0.077	0.967
3.0	0.055	0.977
3.2	0.040	0.984
3.4	0.029	0.989
3.6	0.021	0.993
3.8	0.015	0.995
4.0	0.011	0.997
4.5	0.005	0.999
5.0	0.000	1.000

جهت تعیین دبی اوجِ هیدروگراف واحد SCS می توان این هیدروگراف را با یک هیدروگراف واحد مثلثی بدون بعد با همان مشخصات مقایسه نمود.(شکل۲) لازم به ذکر است که استفاده از هیدروگراف واحد مثلثی صرفا جهت سهولت مقایسه و بدست آوردن دبی اوج کاربرد دارد و در مطالعات هیدرولوژیکی که نیاز به هیدروگراف داریم قابل استفاده نمی باشد.



شکل ۲ هیدروگراف واحد بدون بعدِ SCS و هیدروگراف واحد بدون بعد مثلثیِ معادل

بر اساس این مقایسه هرگاه زمان پایه هیدروگرافِ واحد مثلثی 8/3 زمان رسیدن به دبی اوج باشد($t_b=8/3t_p$) مساحت زیر شاخه بالارونده دو هیدروگراف با یکدیگر برابر خواهد بود. ضمنا کل مساحت زیر هیدروگراف برابر عمق رواناب(R) است که طبق تعریف در هیدروگراف واحد برابر واحد می باشد. بر این اساس حجم رواناب حوزه برابر است با:

$$AR = \frac{1}{2} Q_p (t_p + t_R) \qquad (۱۳)$$

A: مساحت حوزه

R: عمق رواناب

Q_p: دبی اوج

t_p: زمان رسیدن به دبی اوج

t_r: زمان فروکش کردنِ سیلاب

با حل معادله فوق بر حسب دبی اوج خواهیم داشت:

$$Q_p = \frac{AR}{t_p}\left[\frac{2}{1+\frac{t_r}{t_p}}\right] \qquad (۱۴)$$

با توجه به اینکه در هیدروگراف واحد مثلثی $t_r = 1.67t_p$ خواهیم داشت:

$$Q_p = 0.0208\frac{AR}{t_p} \qquad (۱۵)$$

که در آن:

A: مساحت حوزه بر حسب کیلومتر مربع

R: عمق رواناب بر حسب میلی متر

Q_p:دبی اوج بر حسب متر مکعب بر ثانیه

t_p: زمان رسیدن به دبی اوج بر حسب ساعت

می باشند.

زمان رسیدن به دبی اوج نیز بر اساس آنچه در شکل ۳-۲ نشان داده شده است برابر است با:

$$t_p = 0.667t_c \qquad (۱۶)$$

$$D = 0.133t_c \qquad (۱۷)$$

$$t_b = 5t_c \qquad (۱۸)$$

لازم به ذکر است از این روش در کنار سایر روشها در نرم افزارHEC-HMS برای محاسبه هیدروگراف سیلاب طراحی بهره گرفته شده است.ضمن اینکه نرم افزار TR55 نیز توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا SCS برای بکارگیریِ این روش تهیه و منتشر شده است.

۳-۳ تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش استدلالی (Rational Method)

یکی از روابط متداول برای محاسبه دبی حداکثر سیلاب در حوضه‌های آبریز کوچک، روش استدلالی است. روش مذکور بر این اساس استوار است که در یک حوضه آبریز ، حداکثر دبی از بارانهایی که مدت ریزش آنها برابر زمان تمرکز است حاصل می‌شود. زیرا اگر مدت بارندگی کوچکتر از زمان تمرکز باشد در این صورت کلیه قسمتهای حوضه در میزان دبی خروجی شرکت ننموده و فقط رواناب حاصله از قسمتهای نزدیک به خروجی در تجمیع دبی شرکت داشته‌اند و قبل از آنکه روانابهای دوردست به نقطه خروجی برسند، بارندگی تمام شده و از میزان حداکثر سیلاب کاسته می‌شود. چنانچه مدت بارندگی از زمان تمرکز بیشتر باشد با توجه به این اصل که بارانهای طولانی مدت، شدت کمتری دارند، باز هم دبی خروجی تقلیل پیدا می‌کند.

حداکثر دبی سیلاب در یک حوضه با استفاده از رابطه ذیل بدست می‌آید.

$$Q = \frac{1}{\alpha} CiA \qquad (۱۹)$$

که رابطه فوق:

Q: دبی پیک بر حسب (m^3/S)

i: شدت بارش بر حسب (mm/h)

C: ضریب رواناب(بدون بعد) که تابعی از پوشش حوضه است.

A : مساحت حوضه بر حسب هکتار

α : ضریب ثابت که مقدار آن در سیستم SI ، برابر با ۳۶۰ است.

در رابطه استدلالی، ضریب رواناب بیانگر قسمتی از بارندگی است که تبدیل به جریان سطحی شده و در به وجود آوردن دبی حداکثر هیدروگراف دخالت دارد. مقدار ضریب رواناب در وهله اول بستگی به پوشش گیاهی و قابلیت نفوذ خاک و در وهله دوم به عواملی که باعث نگهداشت آب در سطح حوضه می‌شوند، دارد. هر چند روش استدلالی بسیار ساده است ولی تخمین نادرست مقدار ضریب رواناب (C) می‌تواند باعث ایجاد خطای زیاد در محاسبه مقدار دبی حداکثر رواناب گردد. بنابراین دقت در تخمین ضریب رواناب می‌تواند دقت محاسبات را به مقدار قابل قبولی ارتقا دهد. جدول ۷ مقدار پایه ضریب رواناب برای حوضه‌های آبریز طبیعی و جدول ۸ تعدیل مقدار ضریب مذکور را نشان می‌دهند. [۱]

جدول ۷ ضریب رواناب (C) در روش منطقی برای حوضه های آبریز طبیعی

نوع کاربری و پوشش گیاهی حوضه آبریز	ضریب رواناب (C)
اراضی بایر و فاقد پوشش گیاهی	۰/۴
چمن زارها و مراتع	۰/۳۵
اراضی مزروعی	۰/۳
اراضی جنگلی	۰/۱۸

جدول ۸ تعدیل ضریب رواناب بر اساس مقدار پایه از جدول ۳-۱۱

شرایط حوضه آبریز	اضافه به یا کسر از ضریب رواناب پایه
شیب کمتر از ۵ درصد	-۰/۰۵
شیب بیشتر از ۱۰ درصد	+۰/۰۵
دوره بازگشت بارش طرح کمتر از ۲۰ سال	-۰/۰۵
دوره بازگشت بارش طرح بیش از ۵۰ سال	+۰/۰۵
میانگین بارندگی سالیانه کمتر از ۶۰۰ میلیمتر	-۰/۰۳
میانگین بارندگی سالیانه بیشتر از ۹۰۰ میلیمتر	+۰/۰۳

همچنین در جدول ۹ مقدار ضریب رواناب برای حوضه‌های شهری و در جدول ۳-۱۵ ضریب تعدیل برای دوره بازگشت‌های مختلف ارائه شده است.

جدول ۹ ضریب رواناب (C) در روش منطقی برای حوضه‌های شهری

(دوره بازگشت بارش بین ۲ تا ۱۰ سال)

نوع کاربری اراضی شهری	ضریب رواناب (C)
۱- منطقه تجاری	۰/۵ –۰/۷
- درحومه شهری	۰/۷ –۰/۹۵
- درمرکز شهر	
۲- مناطق مسکونی :	۰/۳ –۰/۵
- خانه های تک واحدی	۰/۴–۰/۶
- نواحی مسکونی با تراکم پائین	۰/۶–۰/۷
- نواحی مسکونی با تراکم بالا	۰/۲۵–۰/۴
- نواحی مسکونی حومه شهرها	۰/۵–۰/۷
- نواحی آپارتمانی	
۳- مناطق صنعتی:	۰/۵ –۰/۸
- با تراکم پائین	۰/۶ –۰/۹
- با تراکم زیاد	۰/۱ –۰/۳
۴- پارک ها و گورستان ها	۰/۲۵ –۰/۳۵
۵- میادین ورزشی	۰/۱ –۰/۳
۶- اراضی بایر	
۷- انواع سطوح روکش شده شهری:	۰/۷ –۰/۹
- سطوح آسفالته و بتنی	۰/۷ –۰/۸۵
- سطوح آجر فرش	۰/۷ –۰/۹
- بام ساختمان ها	۰/۲ –۰/۳۵
۸- محوطه راه آهن:	
۹- باغچه ها و اراضی چمنی:	
- بافت خاک سنگین، شیب زیاد(بیش از ۷ درصد)	۰/۲۵ –۰/۳۵
- بافت خاک سنگین، شیب متوسط(۲ تا ۷ درصد)	۰/۱۸ –۰/۲۲
- بافت خاک سنگین، شیب کم (کمتر از ۲ درصد)	۰/۱۳ –۰/۱۷
- بافت خاک سبک، شیب زیاد(بیش از ۷ درصد)	۰/۱۵ –۰/۲۰
- بافت خاک سبک، شیب متوسط(بین ۲ تا ۷ درصد)	۰/۱ –۰/۱۵
- بافت خاک سبک،شیب کم (کمتر از ۲ درصد)	۰/۰۵ –۰/۱
۱۰- بام ساختمان ها :	
- بام های پرشیب	۰/۷۵ –۰/۹۵
- سنگ یا فلز (شیروانی)	۰/۹۵
- سفال	۰/۹۰
- بام های مسطح یا کم شیب	۰/۵ –۰/۷۵
۱۱- سایر سطوح:	
- اراضی بایر و توسعه نیافته	۰/۰۵
- باغات	۰/۱۰

جدول ۱۰ ضریب تعدیل برای اصلاح ضریب رواناب(C) در روش منطقی

دوره بازگشت بارش طرح(سال)	ضریب تعدیل
۲ تا ۱۰	۱/۰
۲۵	۱/۱
۵۰	۱/۲
۱۰۰	۱/۲۵

محدودیت‌های و فرضیات رابطه استدلالی به شرح ذیل است:

- ✓ سطح حوضه آبریز باید کمتر از ۸۰ هکتار باشد.
- ✓ دبی حداکثر زمانی ایجاد می‌گردد که تمام حوضه در تشکیل رواناب نقش دارند.
- ✓ دبی حداکثر پس از طی مدت زمانی معادل با زمان تمرکز (t_c) حاصل می‌شود.
- ✓ شدت بارش برای بارانهایی که مدت زمان آن برابر زمان تمرکز حوضه می‌باشد در نظر گرفته می‌شود.
- ✓ دوره بازگشت دبی سیلاب معادل با دوره بازگشت شدت بارندگی می‌باشد، به عبارت دیگر فرض می‌شود شدت بارندگی ۱۰ ساله تولید سیلابی با دوره بازگشت ۱۰ ساله می نماید.

۳-۴ تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش مک مت (Mac Math Method)

روش مک مت با اعمال اصلاحاتی بر روی روش استدلالی به دست آمده است وغالباً جهت محاسبه دبی حداکثر رواناب در حوضه‌های کوچک طبیعی بکار می‌رود. مقدار دبی حداکثر در این روش از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q = 0.091CiS^{0.2}A^{0.8} \qquad (۲۰)$$

که در آن :

Q: دبی حداکثر رواناب بر حسب $\left(\frac{m^3}{S}\right)$

C: ضریب رواناب در روش مک مت

i: شدت بارندگی طرح بر حسب $\left(\frac{mm}{hr}\right)$

S: شیب طولی آبراهه اصلی بر حسب $\left(\frac{m}{km}\right)$

A = مساحت حوضه آبریز بر حسب (km^2)

رابطه فوق‌الذکر نشانگر اصلاح روش استدلالی براساس شیب آبراهه اصلی است. در این رابطه نیز C به عنوان ضریب رواناب تابعی از خصوصیات حوضه آبریز نظیر تراکم پوشش گیاهی، بافت خاک و شیب حوضه بوده و از ۰/۲ تا ۰/۷۵ تغییر می‌کند. هرچه پوشش گیاهی کمتر، بافت خاک سنگین‌تر و شیب حوضه تندتر باشد، مقدار ضریب C به رقم ۰/۷۵ نزدیکتر می‌گردد. برای تعیین مقدار C از جدول ۱۱ استفاده می‌شود.

جدول ۱۱ ضریب رواناب (C) در روش مک مت

استعداد سیلابزایی	پوشش گیاهی	بافت خاک	توپوگرافی
خیلی کم	مراتع پرتراکم (۰/۰۸)	شنی (۰/۰۸)	مسطح (۰/۰۴)
کم	نسبتاً پرتراکم(۰/۱۲)	سبک(۰/۱۲)	شیب ملایم(۰/۰۶)
متوسط	نسبتاً متراکم تا متوسط(۰/۱۶)	متوسط(۰/۱۶)	شیب متوسط تا تپه ماهواره ای(۰/۰۸)
زیاد	متوسط تا تنک (۰/۲۲)	سنگین(۰/۲۲)	تپه ماهوری پرشیب (۰/۱۱)
		خاک سنگین تا سنگی و	
خیلی زیاد	تنک تا بدون پوشش گیاهی(۰/۳)	صخره ای(۰/۳)	پرشیب(۰/۱۵)

برای استفاده از این روش نیز بایستی زمان تداوم بارش بیشتر از زمان تمرکز حوضه بوده و شدت بارندگی درتمام حوضه یکنواخت باشد، که لازمه آن کوچک بودن سطح حوضه آبریز است. [۱]