

هیدروگراف واحد لحظه‌ای

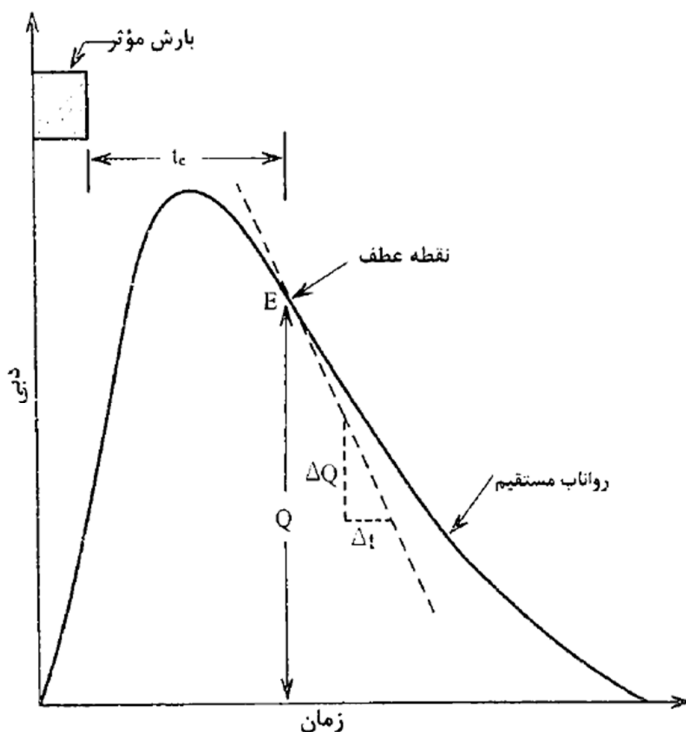
هرگاه مدت زمان بارش مؤثر به عمق 1cm را خیلی کوتاه (از نظر تئوری صفر) فرض کنیم، هیدروگراف واحد لحظه‌ای (IUH)¹ بدست می‌آید. در هیدروگراف واحد لحظه‌ای بارش 1 سانتیمتری بطور ناگهانی در کل سطح حوضه باریده است. مزیت هیدروگراف واحد لحظه‌ای این است که خطای ناشی از یکنواخت فرض کردن شدت بارش در طول بارش را برطرف می‌سازد. هیدروگراف واحد لحظه‌ای، یک پاسخ منحصر به فرد حوضه آبریز به بارش است. بنابراین تأثیر پارامترهای مختلف حوضه در این هیدروگراف لحاظ شده است.

روش کلارک² برای بدست آوردن IUH:

در این روش فرض می‌شود که در قسمت انتهایی حوضه یک مخزن آب فرضی وجود داشته باشد و حجم آب ذخیره شده در آن (S) تابعی از دبی خروجی از آن (O) باشد. به عبارت دیگر:

$$S = KO$$

که در رابطه فوق ضریب K نشانگر وضعیت زهکشی حوضه است. مقدار ضریب K بر حسب تجربه از تقسیم دبی هیدروگراف در نقطه عطف بازوی پایین رونده تقسیم بر شیب منحنی هیدروگراف در نقطه عطف بدست می‌آید.



$$K = -\frac{Q}{\frac{dQ}{dt}}$$

شکل ۸-۳۱ تعیین مقدار K از هیدروگراف رواناب مستقیم

¹ Instantaneous Unit Hydrograph (IUH)

² Clark

هم چنین می توان از رابطه تجربی کلارک برای محاسبه ضریب K استفاده کرد:

$$K = \frac{C \cdot L}{\sqrt{S}}$$

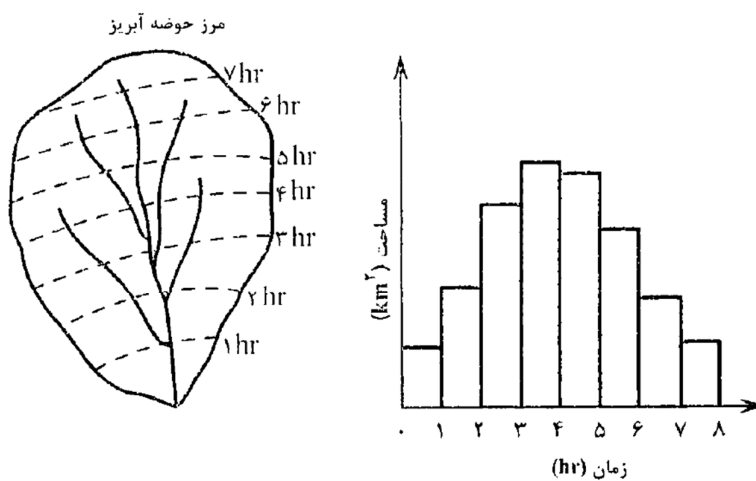
در رابطه اخیر، K ثابت ذخیره (ساعت)، L طول آبراهه اصلی (کیلومتر)، S شیب میانگین آبراهه و C ضریبی که بین 0/5 تا 1/4 متغیر است.

نظریات کلارک:

کلارک 2 نظریه را مطرح کرد:

الف) هر قطره آب یک فاصله مکانی مشخصی را قبل از اینکه به خروجی حوضه برسد طی می کند (نظریه تأثیر جابجایی).

ب) با افزایش مقدار آب ورودی از نقاط مختلف حوضه به آبراهه اصلی، حجم ذخیره کانال افزایش یافته و باعث افزایش دبی می شود. این امر بر زمان رسیدن قطرات آب تا خروجی حوضه هم اثرگذار است (نظریه تأثیر ذخیره).



شکل ۸-۳۰ نحوه استخراج دیاگرام زمان - مساحت

مطابق شکل 8-30 می توان حوضه آبریز را به نواحی همزمان تمرکز تقسیم بندی کرد. برای مثال قطرات آب که روی منحنی شماره 6 قرار دارند، 6 ساعت زمان لازم دارند تا به خروجی حوضه برسند. مساحت بین هر دو منحنی همزمان تمرکز را می توان بدست آورد و بر اساس آنها نمودار زمان (تمرکز)-مساحت را ترسیم کرد. اگر از اثر ذخیره صرف نظر شود، با اتصال نقاط بالای ستونهای نمودار و ضرب آنها در ضریب تبدیل واحد $\frac{2.778}{\Delta t}$ می توان هیدروگراف واحد لحظه ای حوضه را بدست آورد.

از رابطه بیلان (پیوستگی) داریم:

$$\Rightarrow \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{دبی متوسط ورودی} - \text{دبی متوسط خروجی}$$

که I_1 و I_2 مقادیر دبی ورودی در ابتدا و انتهای بازه زمانی Δt و O_1 و O_2 مقادیر دبی خروجی در همین بازه زمانی است. از طرف دیگر داریم:

$$\Delta S = K O_2 - K O_1 = K(O_2 - O_1)$$

$$\Rightarrow \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{K(O_2 - O_1)}{\Delta t}$$

اگر رابطه فوق را بر حسب O_2 مرتب کنیم خواهیم داشت:

$$2 \frac{I_1 + I_2}{2} - O_1 - O_2 = \frac{2K}{\Delta t} (O_2 - O_1) \Rightarrow O_2 \left(\frac{2K}{\Delta t} + 1 \right) = 2 \frac{I_1 + I_2}{2} + O_1 \left(\frac{2K}{\Delta t} - 1 \right)$$

$$O_2 = C_0 \left(\frac{I_1 + I_2}{2} \right) + C_1 O_1$$

که C_0 و C_1 از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$C_0 = \frac{\Delta t}{K + \frac{\Delta t}{2}}, \quad C_1 = \frac{K - \frac{\Delta t}{2}}{K + \frac{\Delta t}{2}}$$

می‌توان دبی ورودی را در آغاز و پایان بازه زمانی Δt ثابت فرض کرد ($I_1 = I_2$)؛ در این صورت خواهیم داشت:

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 O_1$$

مراحل محاسبه هیدروگراف واحد لحظه‌ای به روش کلارک:

- 1- تعیین Δt و K و محاسبه C_0 و C_1
- 2- ترسیم منحنی‌های هم-زمان تمرکز بر روی نقشه حوضه و محاسبه مساحت بین هر دو منحنی هم-زمان تمرکز
- 3- محاسبه مقادیر دبی ورودی به مخزن فرضی انتهای حوضه با رابطه زیر (با فرض بارش به عمق 1 cm):

$$I_{i+1} = A_{i,i+1} \left(\frac{2.778}{\Delta t} \right)$$

4- در زمان صفر از فرض $O_1 = 0$ استفاده شود (دبی IUH در شروع زمان برابر صفر قرار داده شود) و برای زمان‌های بعدی از رابطه زیر برای محاسبه دبی IUH استفاده شود.

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 O_1 \quad \text{or:} \quad O_{i+1} = C_0 I_{i+1} + C_1 O_i$$

مثال ۸-۲۲

مساحت بین منحنی‌های همزمان یک ساعته حوضه‌ای به ترتیب ۱۵، ۳۶، ۸۱، ۴۹، ۲۸ و ۹ کیلومترمربع است. با فرض اینکه $K = ۳/۵$ (hr) باشد، هیدروگراف واحد لحظه‌ای این حوضه را به روش کلارک به دست آورید.

$\Delta t =$	1	hr	$K =$	3.5	hr
$C_0 =$	0.25		$C_1 =$	0.75	
time	مساحت بین دو منحنی همزمان تمرکز	I	$C_0*(I_2)$	C_1O_1	هیدروگراف واحد لحظه ای O_2
hr	km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
0					0.00
1	15	41.67	10.42	0.00	10.42
2	36	100.01	25.00	7.81	32.82
3	81	225.02	56.25	24.61	80.87
4	49	136.12	34.03	60.65	94.68
5	28	77.78	19.45	71.01	90.46
6	9	25.00	6.25	67.84	74.09
7				55.57	55.57
8				41.68	41.68
9				31.26	31.26
10				23.44	23.44
11				17.58	17.58
12				13.19	13.19
13				9.89	9.89
14				7.42	7.42
15				5.56	5.56
16				4.17	4.17
17				3.13	3.13