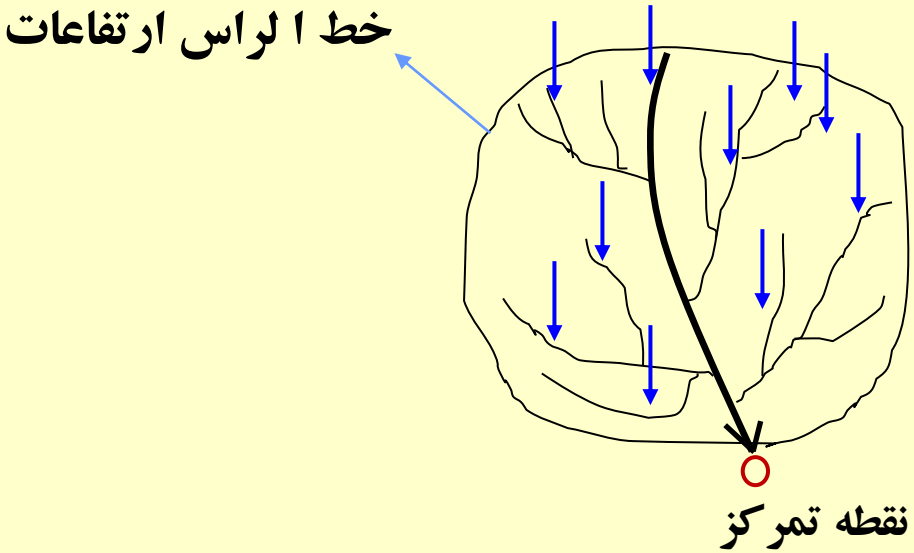
حوضه آبریز و پارامترهای آن

تعریف حوضه آبریز :

حوضه آبریز بخشی از یک خشکی است که تمام آب بارش یافته و یا جاری شده در آن به یک نقطه انتهایی برسد. با آنچه که تعریف شد می توان به این نتیجه رسید که داخل حوضه های آبریز، رودخانه ها، جاده ها، جنگل ها و حتی شهرها نیز قرار دارند.



حوضه آبریز

وقتی حوضه آبریز بارندگی را دریافت می کند، قسمتی از بارندگی، قبل از رسیدن به شبکه آبراهه‌ها، روی سطح حوضه به صورت یک جریان رو سطحی (overland flow)جاری می شود. سپس این جریانها جمع شده و تشکیل رودخانه اصلی را داده و نهایتاً از نقطه خروجی یا تمرکز خارج می شود. یعنی شیب نقاط به گونه ای است که آبها به سمت نقطه خروجی هدایت میشوند.

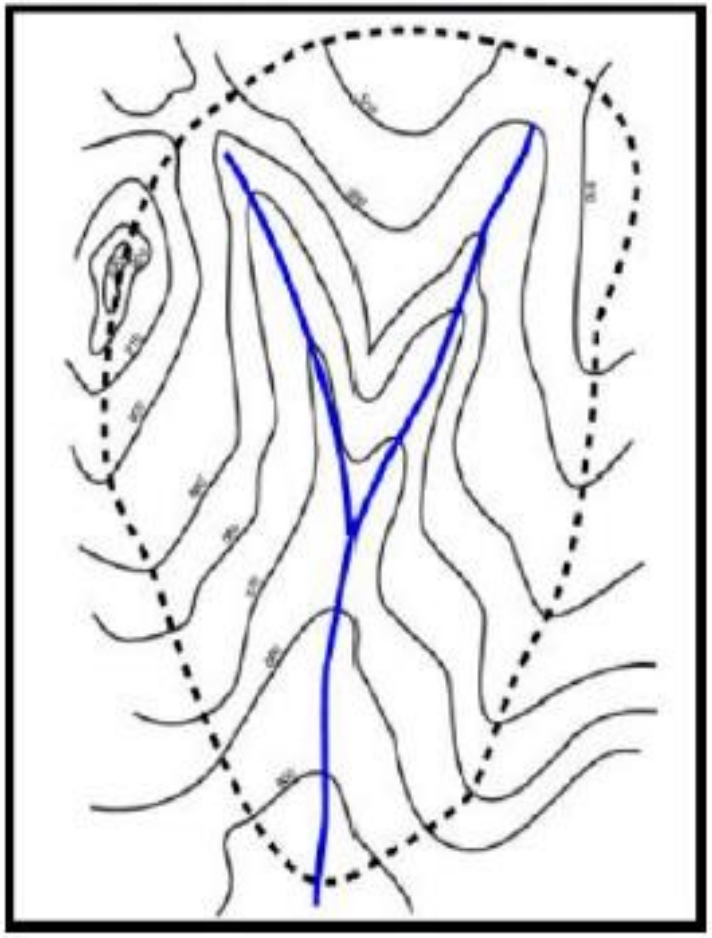
حوضه آبریز

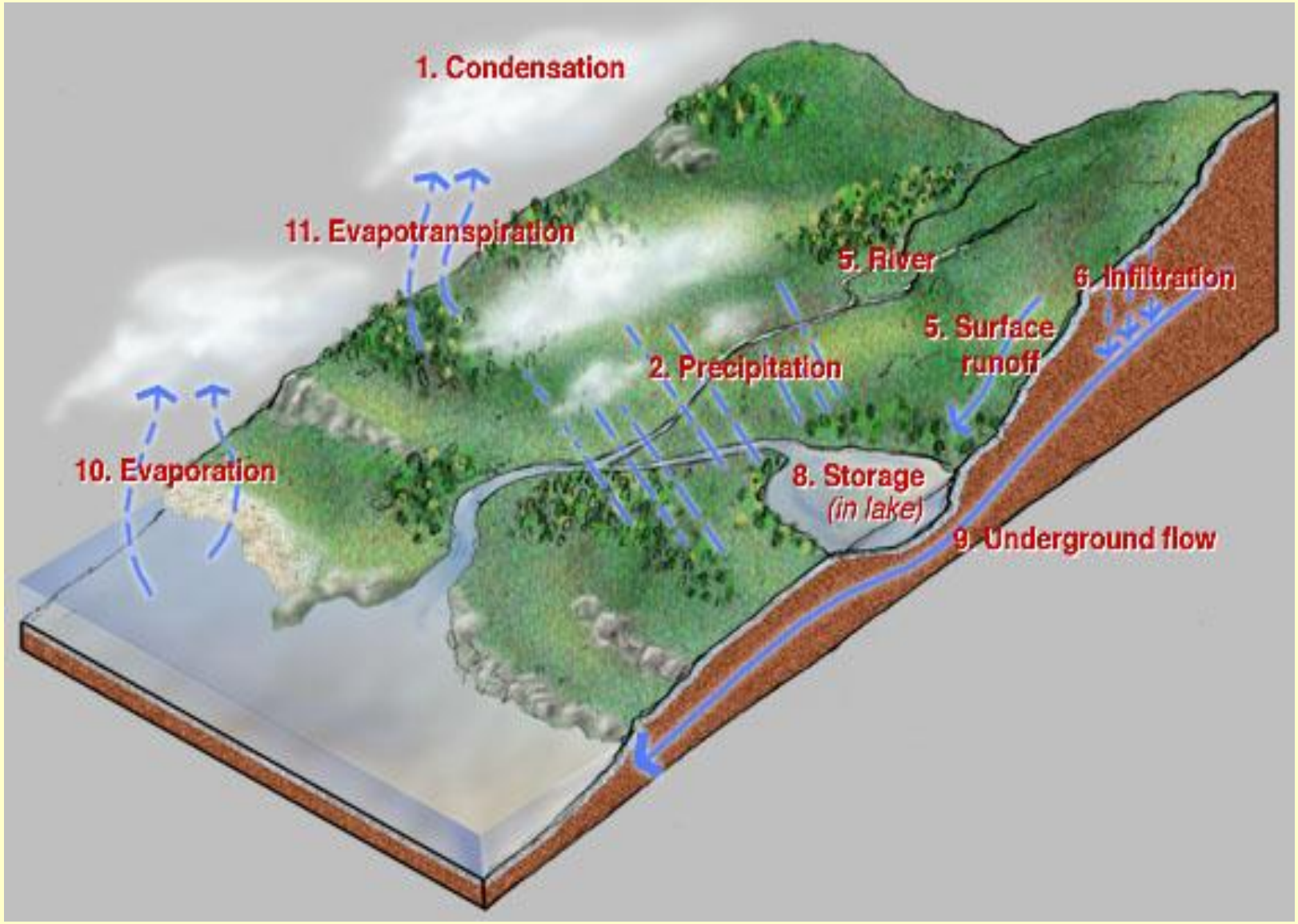
مرز هر حوضه آبریز ، خط الرأس ارتفاعات آن است، یعنی اگر دو حوضه کنار هم باشند، مرزهای جدا کننده آن، خط الرأس ارتفاعات است. بنابراین اشل مکانی که تحلیلهای هیدرولوژیک روی آن انجام می شود، حوضه آبریز یا بخشی از آن است.

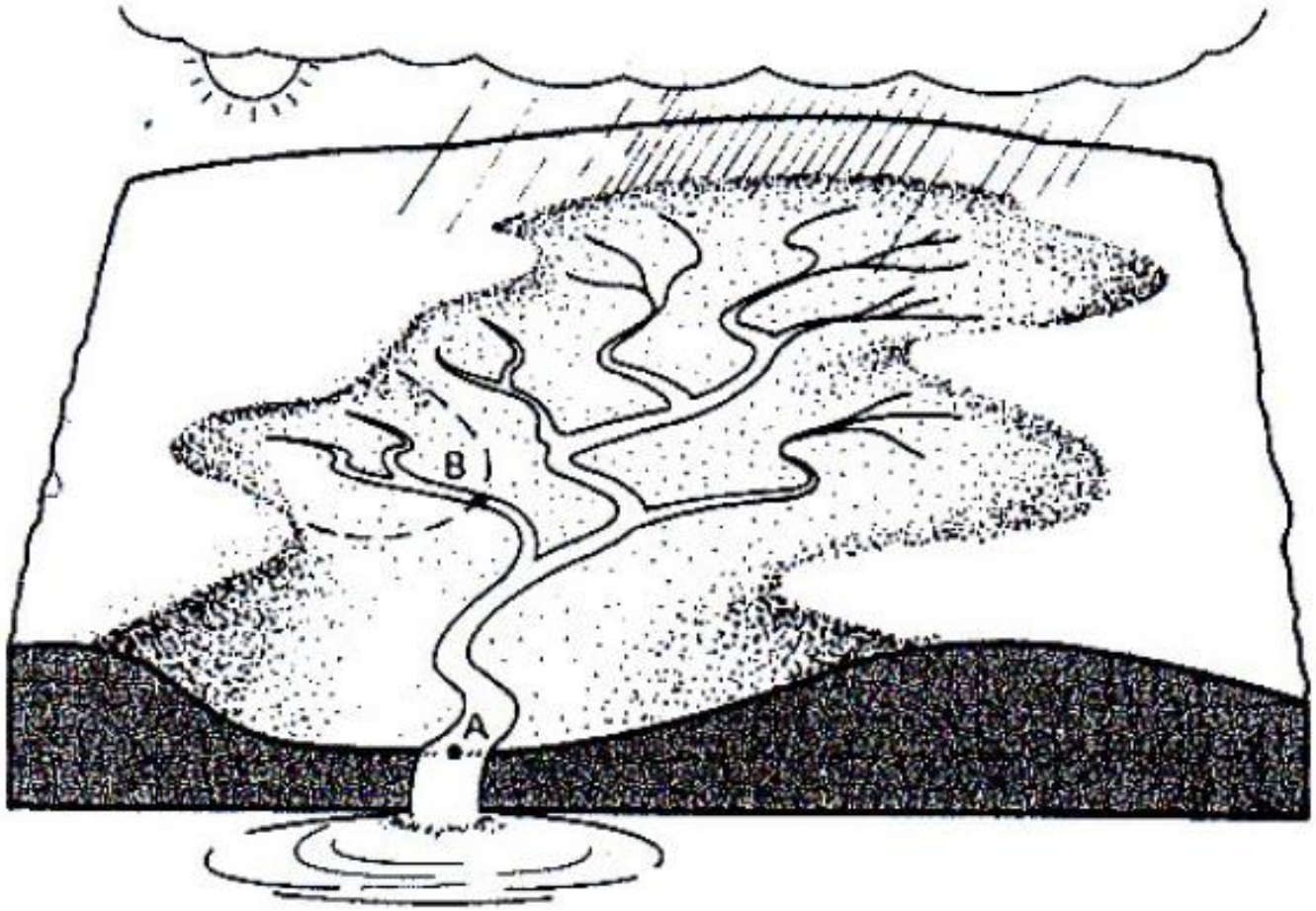
==========

Watershed, basin, catchment

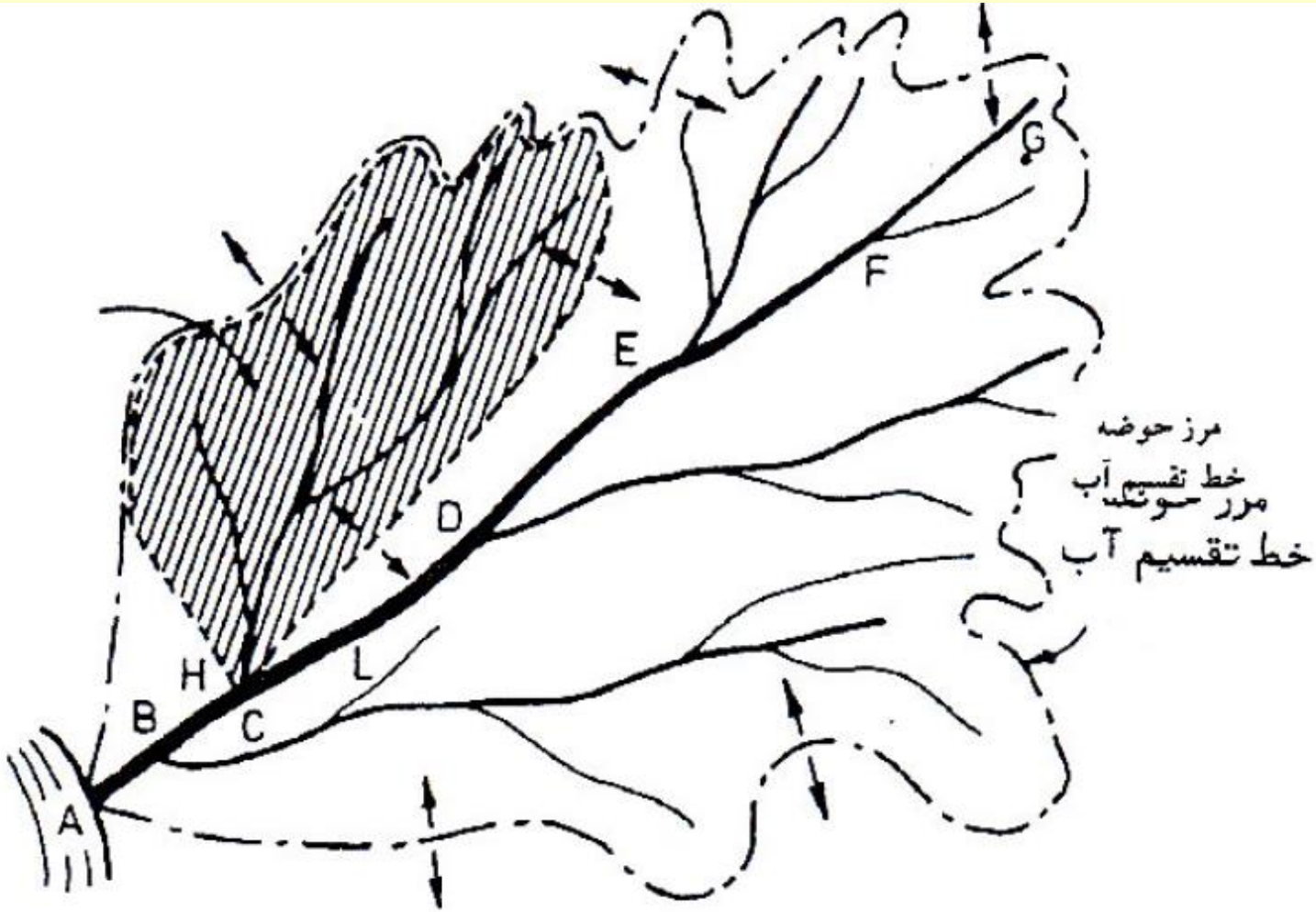
تعریف حوضه آبریز :



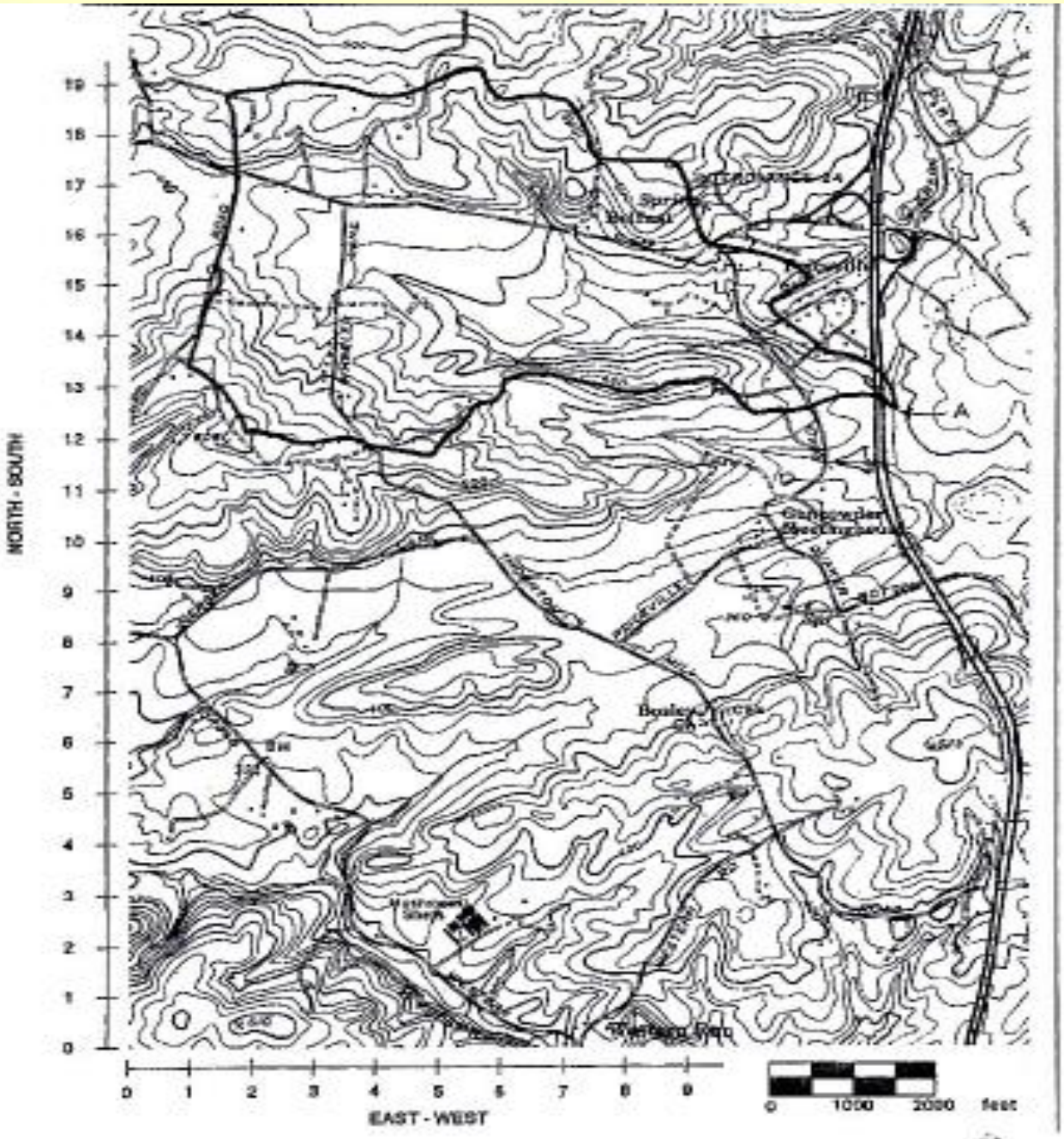

1. Condensation
11. Evapotranspiration
5. River
6. Infiltration
5. Surface runoff
2. Precipitation
10. Evaporation
8. Storage (in lake)
9. Underground flow



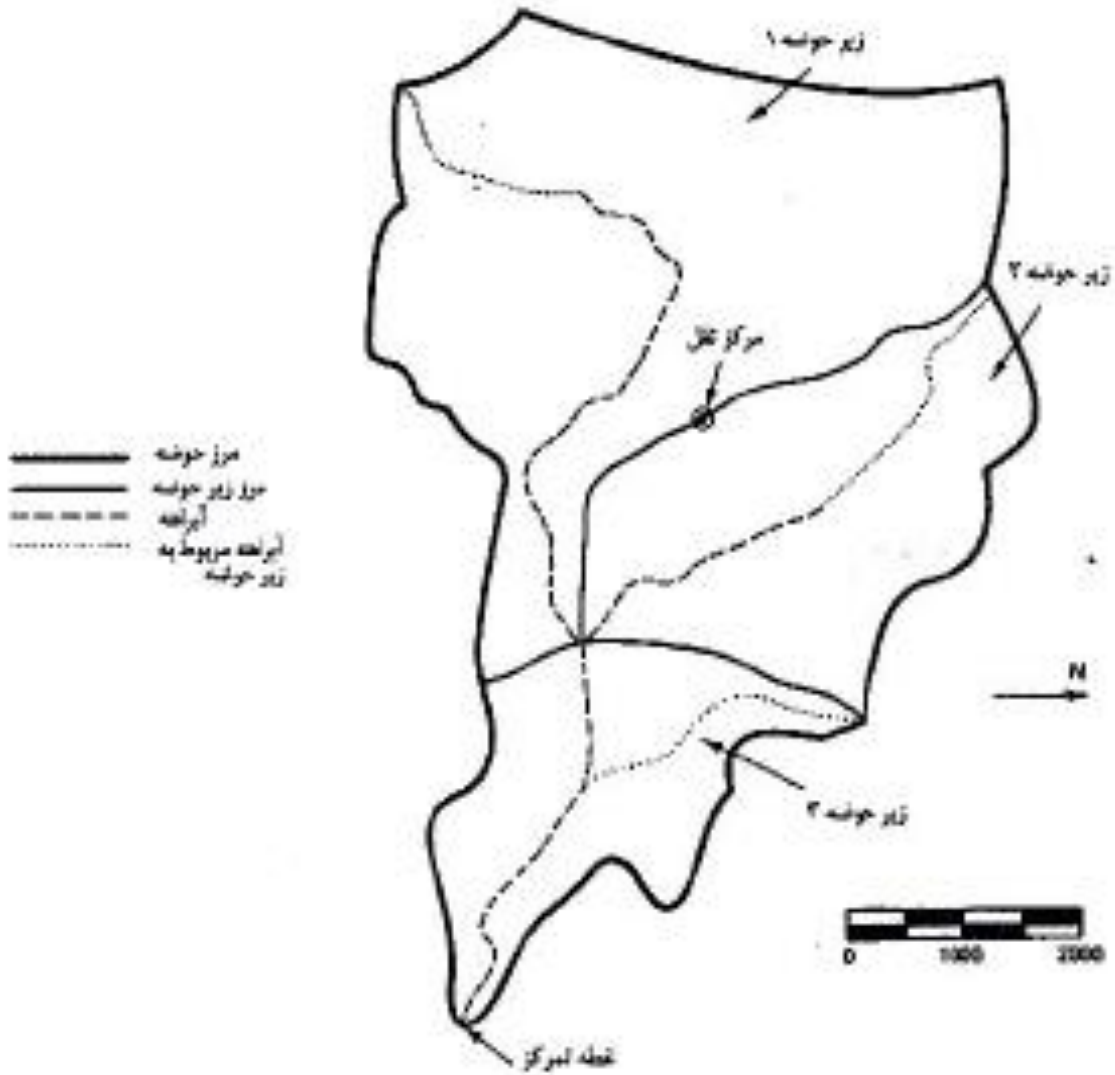
شکل ۱۲-۱ تصویر شماتیک از یک حوضه آبریز. نقاط A و B خروجی حوضه و زیر حوضه می‌باشند.



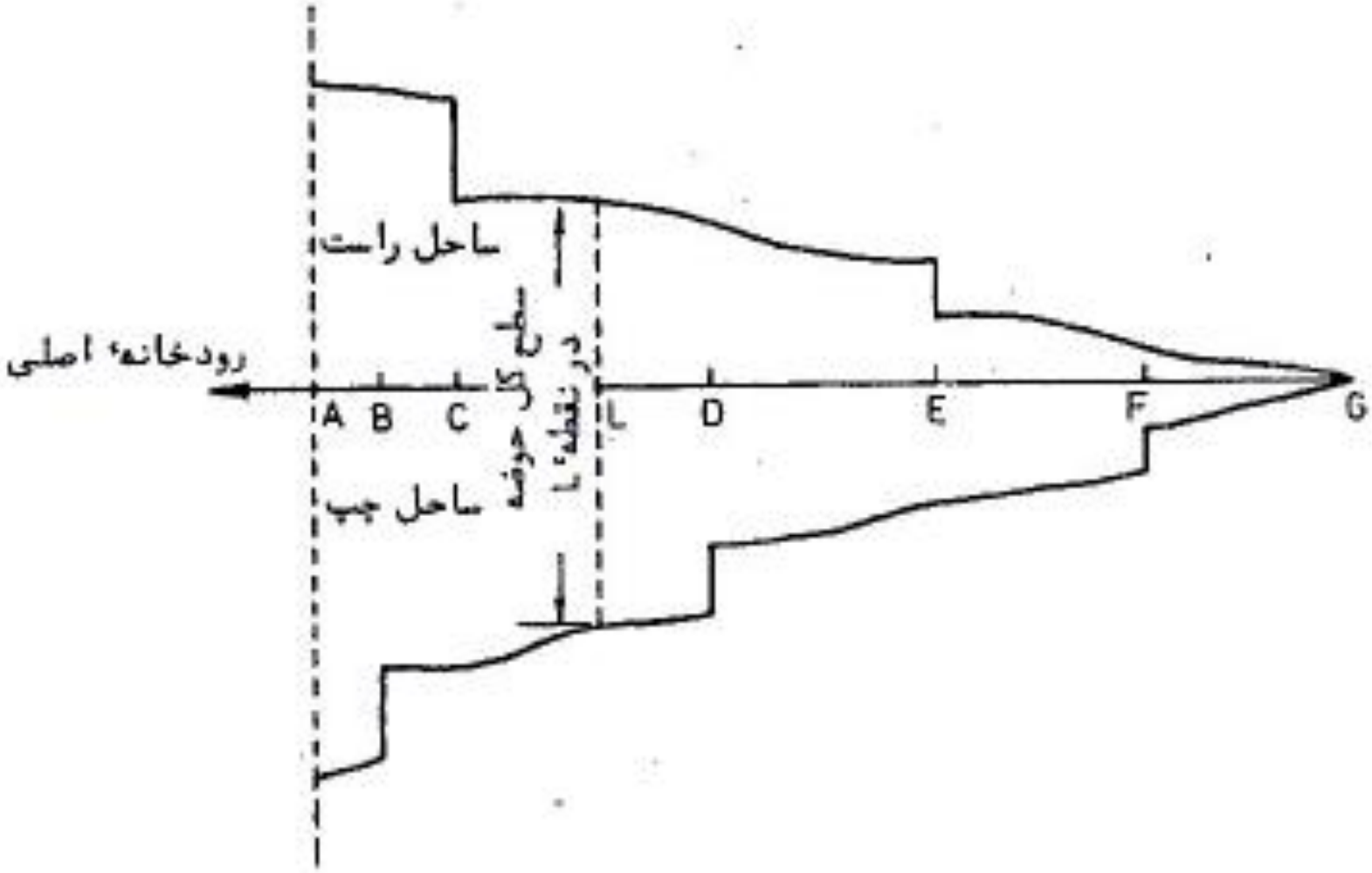
شکل ۱۲-۲ تصویر توصیفی از حوضه آبریز و زیرحوضه‌های مربوطه



شکل ۱۲-۳ وصل کردن خط‌الراس‌ها بیکدیگر برای مشخص کردن مرز حوضه آبریز



شکل ۱۲-۴ مشخص کردن شاخه‌های رودخانه اصلی در حوضه آبریز.



شکل ۱۲-۵ نمودار وسعت حوضه و روند افزایش سطح حوضه در الر ملحق شدن زیرحوضه‌ها از ابتدای حوضه تا انتهای آن برای حوضه شکل ۱۲-۲.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **شبکه رودخانه**

✓به مجموعه آبراهه ای که در سطح حوزه آبریز عمل تخلیه جریان سطحی را انجام می دهند شبکه رودخانه گویند.

✓نشان دهنده چگونگی تخلیه رواناب از حوضه می باشند.

شامل :

- رودخانه دایم : 90% اوقات داری آب
- رودخانه فصلی : کمتر از 50% اوقات آب دارد
- مسیل: فقط در هنگام بارندگی ها آب دارد

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها**

✓تراکم (density)

✓رده (order)

✓انشعاب (bifurcation)

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها**

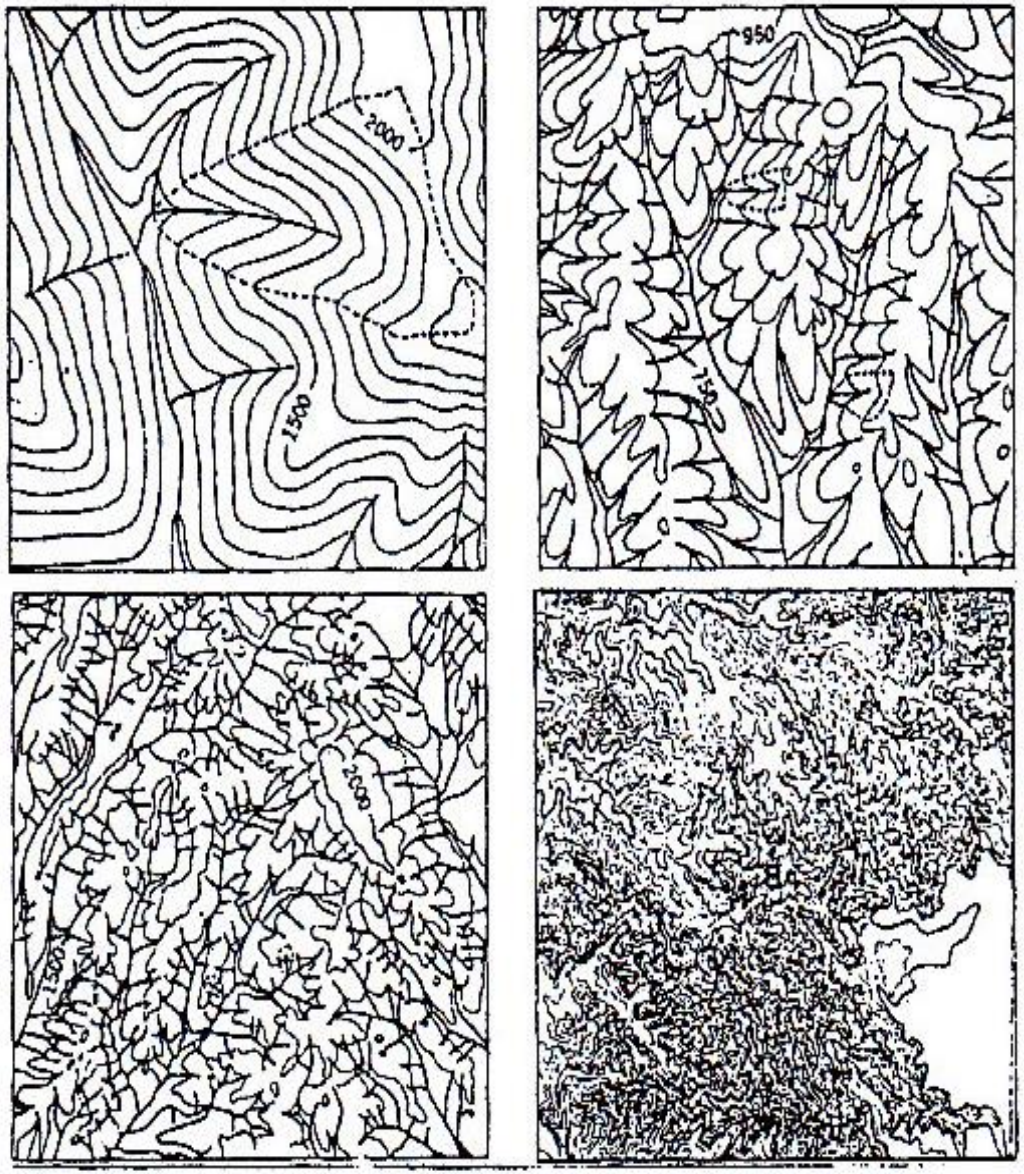
✓تراکم شبکه زهکشی یا تراکم رودخانه های حوضه

$$\mu = \frac{\Sigma\ Li}{A}$$

Li = طول هریک از آبراهه‌های حوضه، اعم از آبراهه دائم یا خشک رودها، برحسب km

A = مساحت حوضه برحسب km^2

μ = تراکم شبکه رودخانه‌های حوضه برحسب km/km^2



شکل ۱۲-۶ تراکم شبکه رودخانه در حوضه‌های مختلف. بالا سمت چپ ـ تراکم کم ، بالا سمت راست ـ تراکم متوسط ، پایین سمت چپ ـ تراکم زیاد و پایین سمت راست ـ تراکم بسیار زیاد

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها**

رده (order)

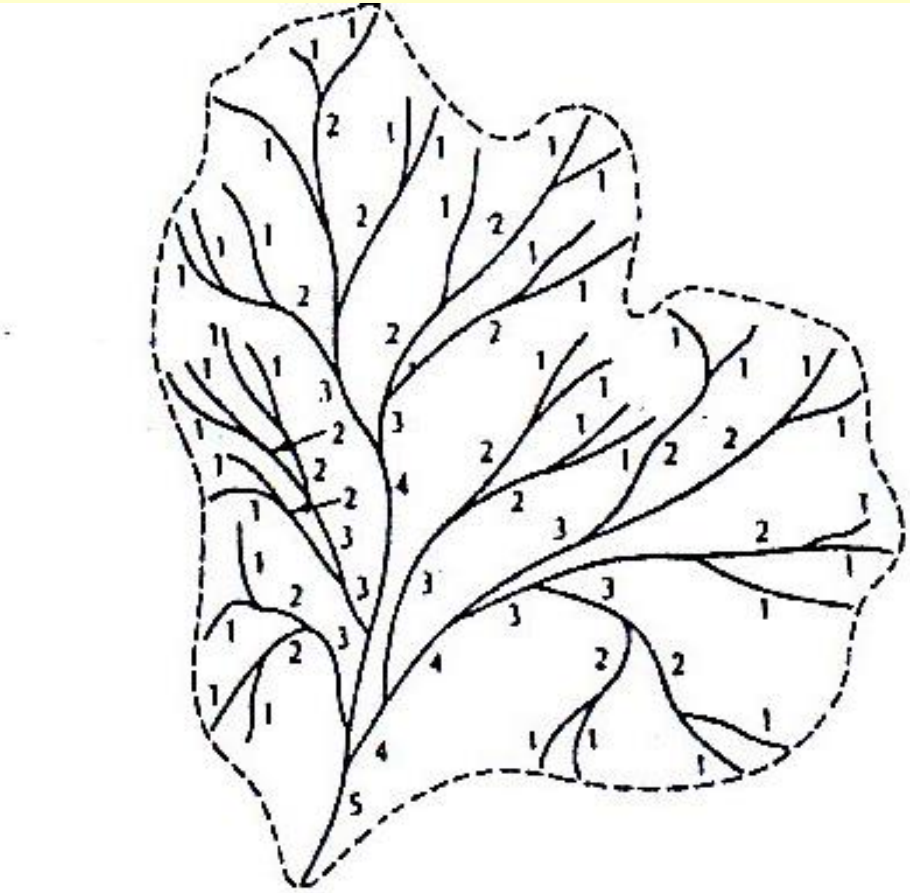
برای اطلاع از نحوه ارتباط انشعابات مختلف از نمایه رده بندی رودخانه استفاده می شود.

- ✓ سرشاخه هر رودخانه را که از ارتفاعات شروع می شود رودخانه رده یک گویند.
- ✓ از اتصال حداقل دو رودخانه رده یک رودخانه رده 2 بوجود می آید.
- ✓ شماره رده رودخانه در نقطه تمرکز نشانه تکامل رودخانه است. هر چه قدر رده بزرگتر باشد رودخانه

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها

رده (order)



شکل ۱۲-۷ رده‌بندی شبکه رودخانه‌های حوضه.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

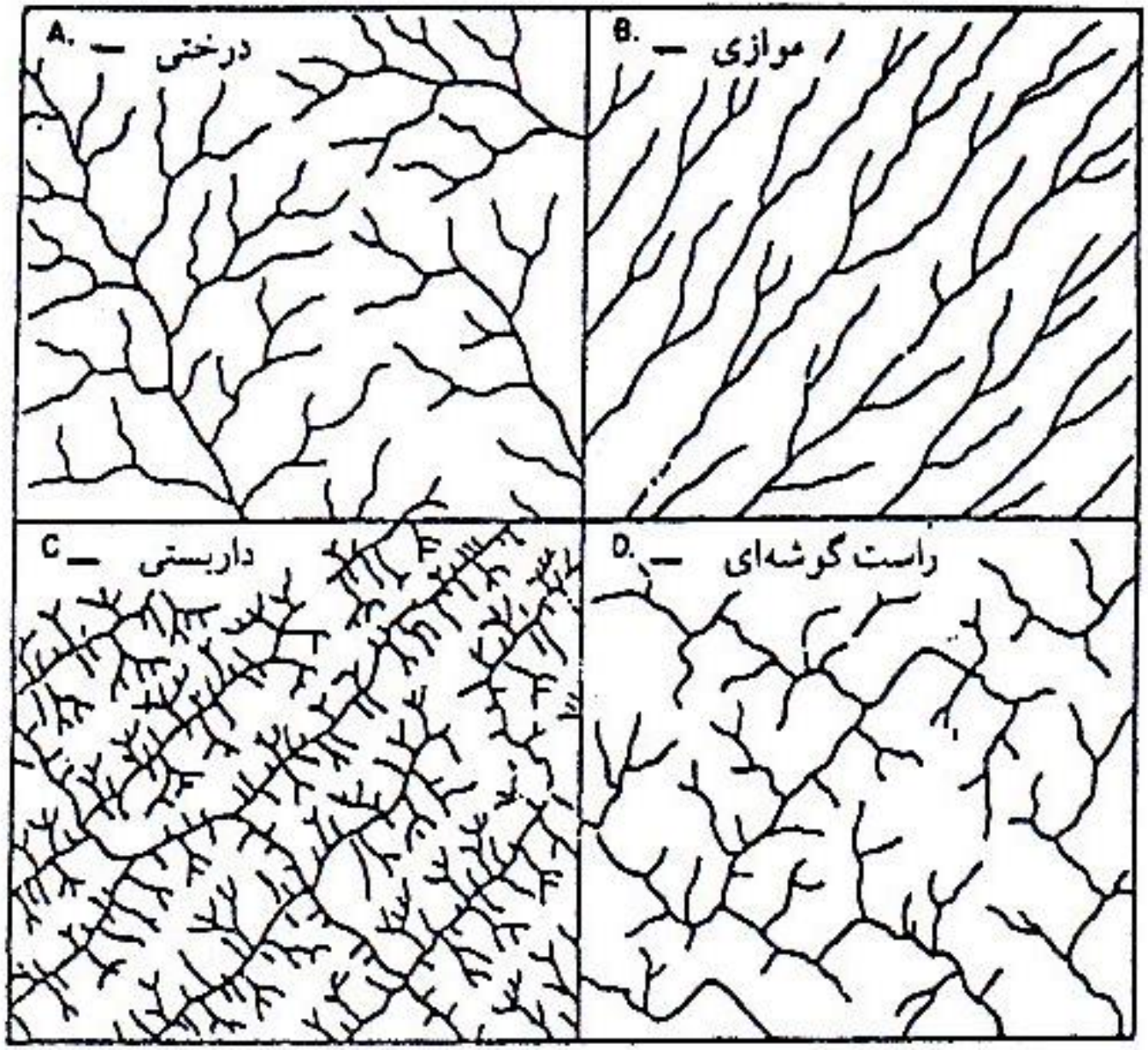
- **نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها**

انشعاب (bifurcation)

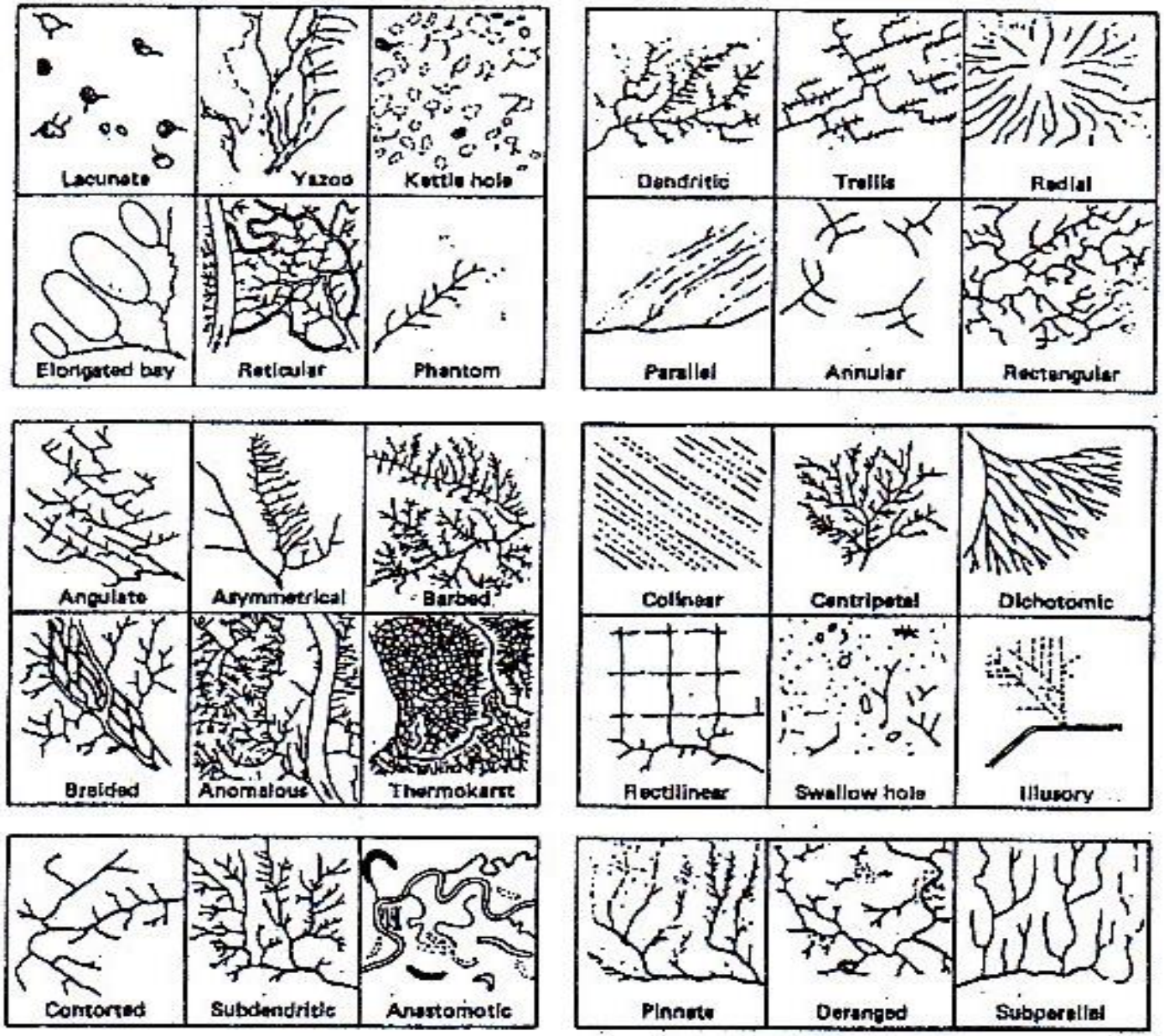
✓شکل به هم پیوستن رودخانه ها به یک دیگر

✓به ساختار زمین شناسی و عمر سیستم رودخانه بستگی دارد

✓شاخه درختی، موازی، داربستی، راست گوشه و .....



شکل ۱۲-۸ الف الگوهای ساده انشعابات شبکه رودخانه در حوضه‌های آبریز.



شکل ۱۲-۸ ب الگوهای شبکه زهکشی طبیعی حوضه‌های آبریز که با عکس‌برداری هوائی مشخص شده است.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها

نسبت انشعاب (bifurcation ratio)

$$BR = \left(\frac{n1}{n2} + \frac{n2}{n3} + \frac{n3}{n4} + \dots + \frac{n_{i-1}}{n_i}\right)\frac{1}{i-1}$$

که در آن:

BR = نسبت انشعاب رودخانه‌هادر حوضه و i = شماره رده رودخانه اصلی حوضه می‌باشد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها

نسبت انشعاب (bifurcation ratio)

در یک حوضه آبریز به مساحت ۲۲ کیلومترمربع تعداد انشعابات رده‌های مختلف به شرح زیر اندازه‌گیری شده است. نسبت انشعاب و تراکم شبکه رودخانه‌ها را بدست آورید.

شمارهٔ ردهٔ انشعابات	۱	۲	۳	۴	۵
تعداد انشعابات	۱۵۰	۴۶	۱۲	۵	۱
طول آبراهه (km)	۲۷	۱۷	۸	۴	۲

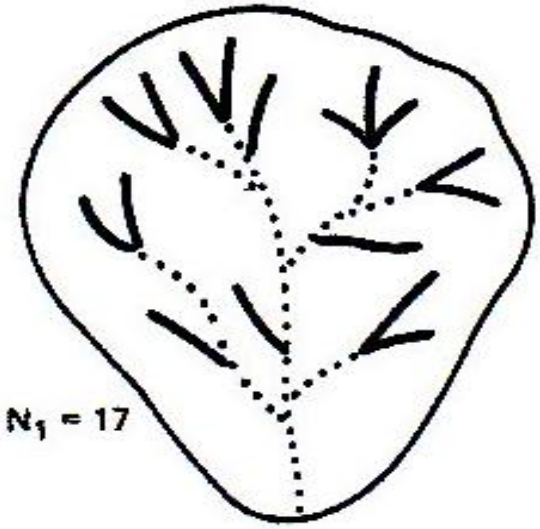
فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها

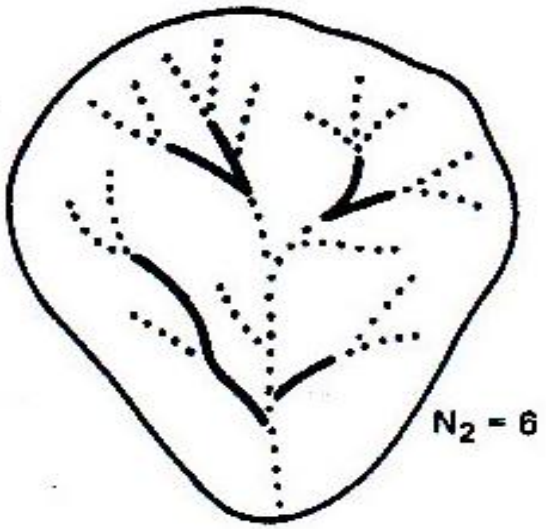
نسبت انشعاب (bifurcation ratio)

تراکم رودخانه‌ای را می‌توان برای هر رده نیز تعریف کرد بطوریکه اگر N_s تعداد آبراهه‌های یک رده مشخص و A مساحت حوضه باشد تراکم رودخانه‌ای آن داده (D_s) برابر $D_s=\frac{N_s}{A}$ خواهد بود.

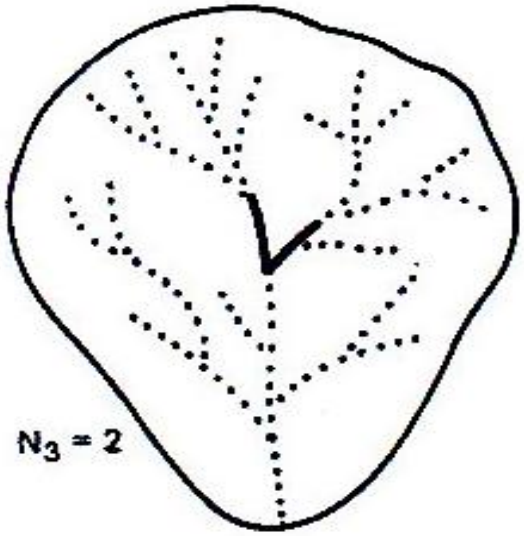
در شکل زیر (۱۲-۹) نسبت انشعاب را محاسبه کنید.



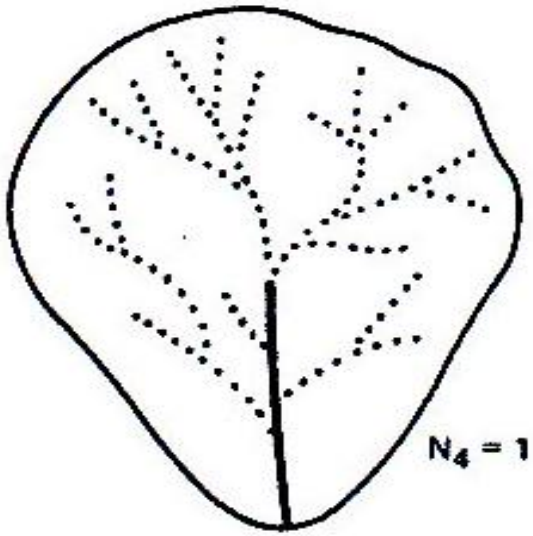
(الف) رودخانه های رده یک



(ب) رودخانه های رده دو



(ج) رودخانه های رده سه



(د) رودخانه های رده چهار

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های سنجش درجه تکامل حوضه و شبکه رودخانه ها

نسبت انشعاب (bifurcation ratio)

روش دیگر برای محاسبهٔ BR ، استفاده از فرمول زیر است:

$$BR = \text{Antilog}\left[\frac{\log n_1 - \log n_i}{n - 1}\right] \qquad (۳-۱۲)$$

که n_1 تعداد رودخانه‌های رده یک و n_i تعداد آخرین رده و n شماره‌رده رودخانه اصلی است.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **رودخانه**

رودخانه ها را معمولا به سه گروه طبقه بندی می شوند

جوان : مقطع به شکل V، شیب زیاد، فرسایش زیاد

کامل: مقطع به شکل U، انتقال مواد

مسن : مقطع به شکل ذوزنقه ، رسوبگذاری

فیزیوگرافی حوضه آبریز

ویژگی های فیزیکی حوضه روی رواناب،میزان دبی سیلابی و بیلان یک حوضه آبریز تاثیر فراوان دارد. تعدادی از این ویژگی ها عبارتند از:

- مساحت حوضه
- محیط حوضه
- طول آبراهه
- ضریب فشردگی حوضه
- تراکم زهکشی
- شیب متوسط حوضه
- شیب آبراهه
- ارتفاع متوسط حوضه

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **مساحت حوضه آبریز**

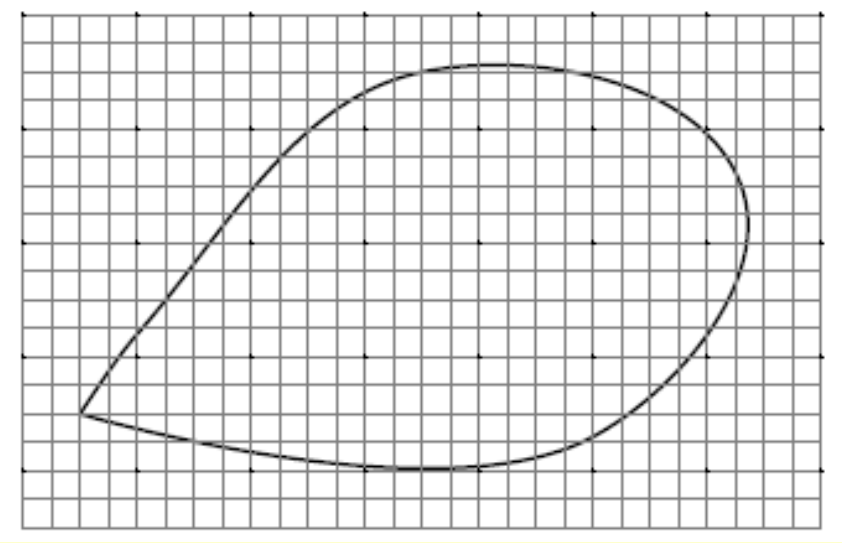
✓ مساحت حوضه مهم ترین عامل فیزیکی بوده که دبی اوج و شکل حوضه به آن بستگی دارد. برای تعیین مساحت حوضه ابتدا باید محدوده مربوط به حوضه را بر روی نقشه توپوگرافی تعیین نمود. این محدوده شامل خط الراسهایی است که منطقه را به نحوی محدود می سازد که کلیه آب های ناشی از بارندگی دراین سطح به سمت یک نقطه خروجی که معمولا مجهز به ایستگاه اندازه گیری است هدایت می کند. پس از محدود کردن حوضه می توان مساحت را محاسبه نمود.

✓ در ذکر مساحت حوضه باید به نقطه تمرکز آن نیز اشاره کرد (به استثنای حوضه های بسته)

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **محاسبه مساحت حوضه آبریز**

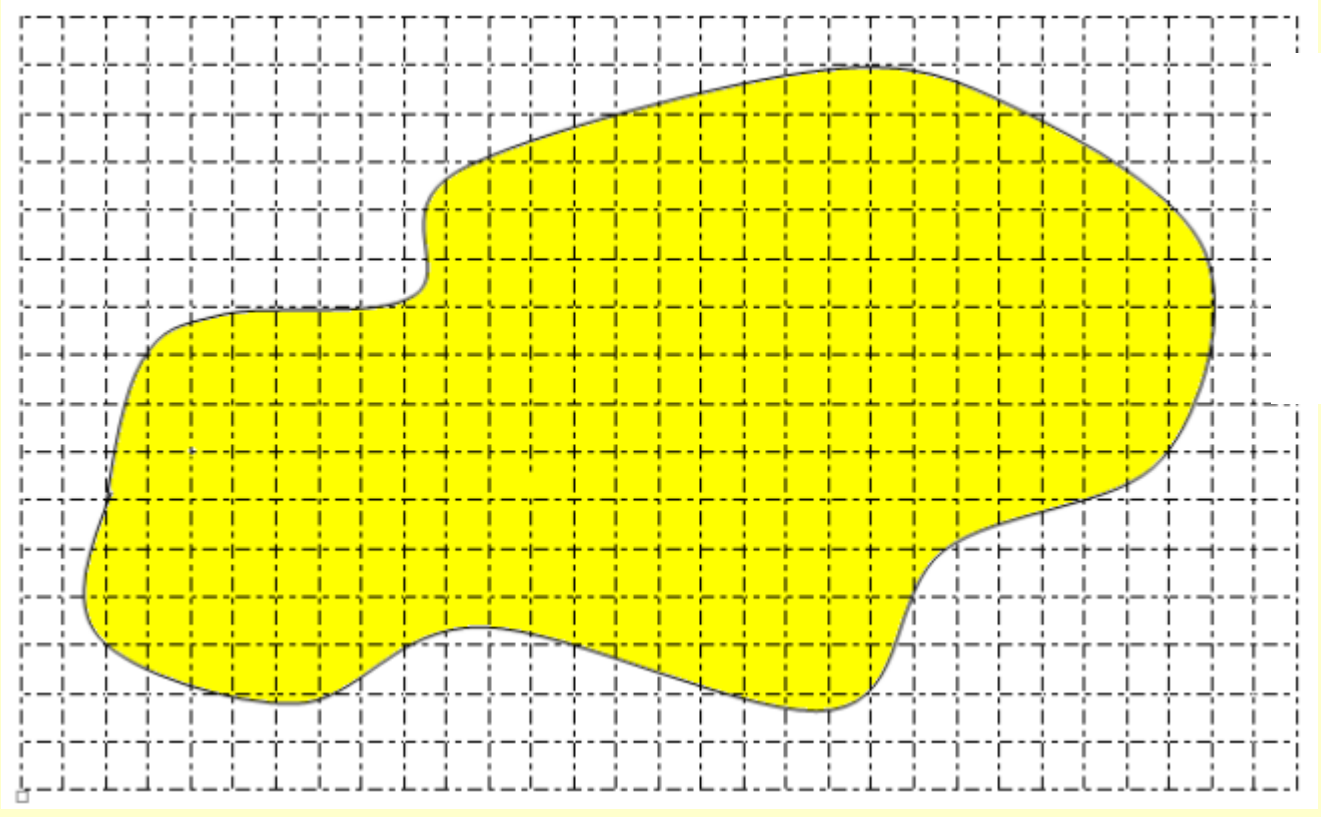
✓ استفاده از کاغذ یا روش شطرنجی
✓ استفاده از روش نواری
✓ استفاده از وسیله ای به نام پلانی متر



اگر مقیاس نقشه ۱:۵۰۰۰۰ باشد آنگاه مساحت هر سانتی متر از کاغذ شطرنجی، برابر $(500)^2$ است. یعنی مساوی ۲۵ هکتار خواهد بود.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **محاسبه مساحت حوضه آبریز**
  - ✓ استفاده از کاغذ یا روش شطرنجی



تعداد نقاط درون حوزه = n

$\frac{1}{2}$ تعداد نقاط روی مرز حوزه×

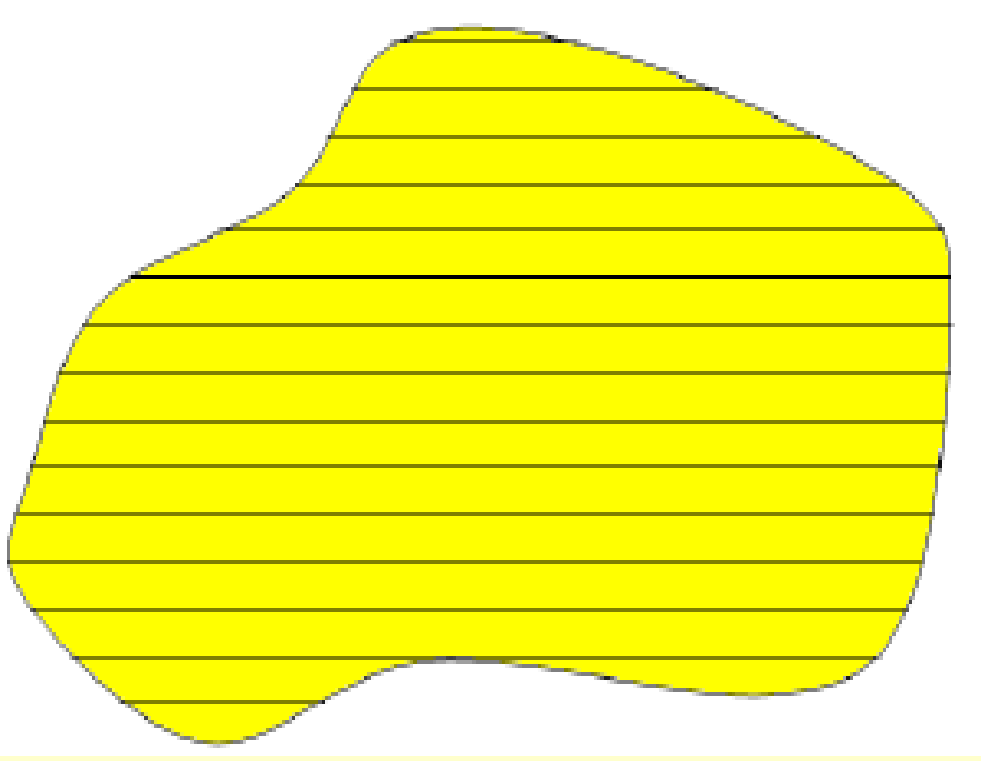
مجموع کل نقاط

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **محاسبه مساحت حوضه آبریز**

✓ استفاده از روش نواری

✓



فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **طبقه بندی حوضه آبریز بر مبنای مساحت**

✓ حوضه آبریز کوچک : کمتر از 100 کیلومتر مربع
✓ حوضه آبریز متوسط : بین 100 کیلومتر مربع تا 1000 کیلومتر مربع
✓ حوضه آبریز بزرگ : بزرگتر از 1000 کیلومتر مربع
✓

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **خط تقسیم آب**

✓ خط فرضی است که حوضه های مختلف را از هم جدا می کند .

✓ شکل خط تقسیم آب به توپوگرافی حوضه بستگی دارد و از بهم پیوستن خط الراس های ارتفاعات به دست می آید.

- **رودخانه اصلی**

رود خانه ای که تمامی رواناب زیر حوضه ها به آن می ریزد.

✓ فرازآب (upstream)

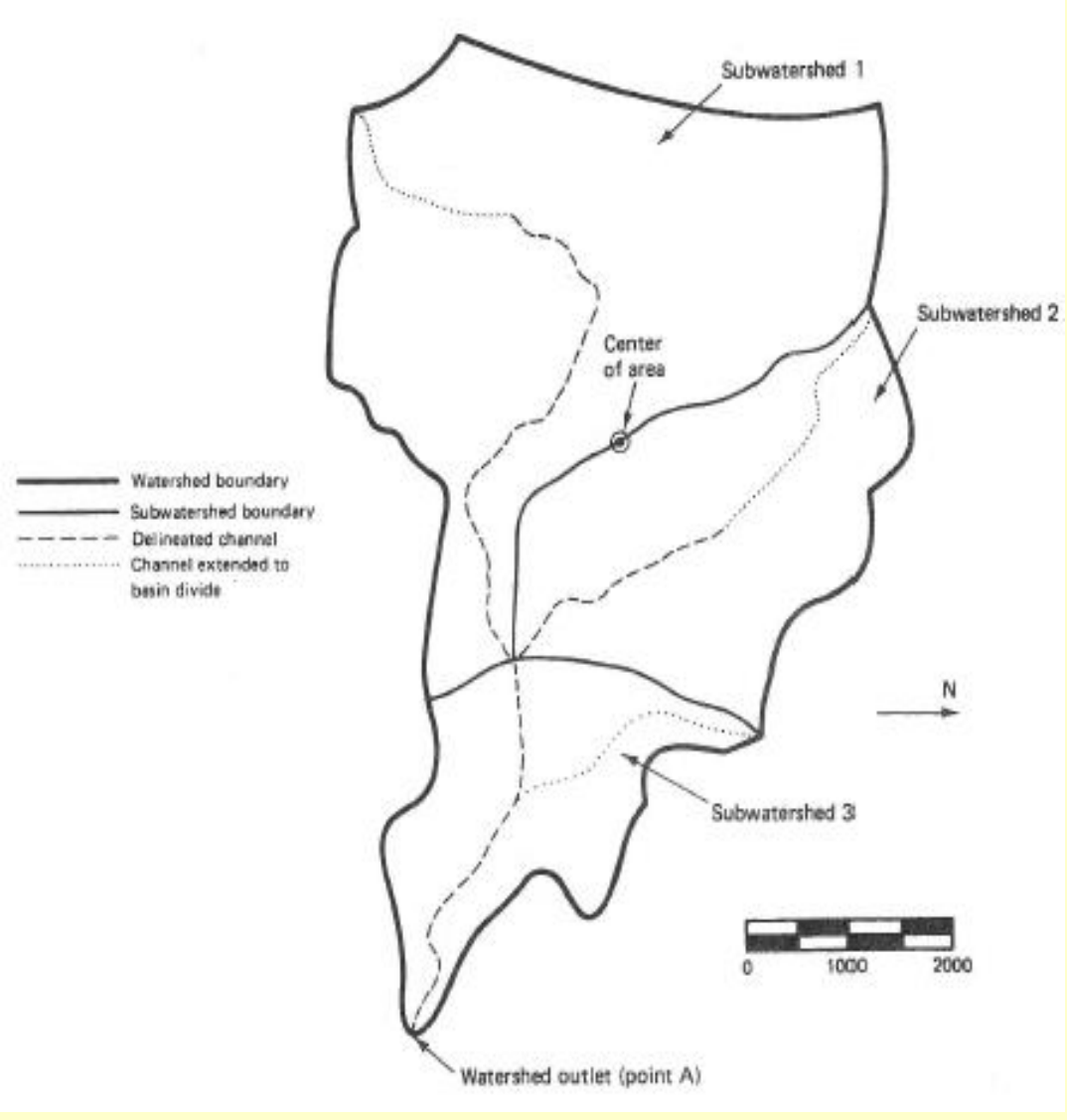
✓ پایاب (downstream)

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **محیط حوضه آبریز**

به طول خط تقسیم آب گفته می شود که حوضه آبریز را از حوضه های مجاور جدا می سازد. معمولا با منحنی سنج اندازه گیری می شود.

فیزیوگرافی حوضه آبریز



- **طول آبراهه اصلی**

فاصله بین نقطه خروجی حوضه (در مسیر آبراهه حوضه) تا مرز آن.

نظر به این که آبراهه تا مرز حوضه ادامه ندارد، لازم است که آبراهه را تا مرز حوضه به گونه ای دنبال کنیم که بیشترین حجم آب گذری را داشته باشیم.

در شکل مقابل تفکیک این دو مسیر از یکدیگر دیده می شود.

این خصوصیت در محاسبه پارامترهای زمانی حوضه آبریز حائز اهمیت است.

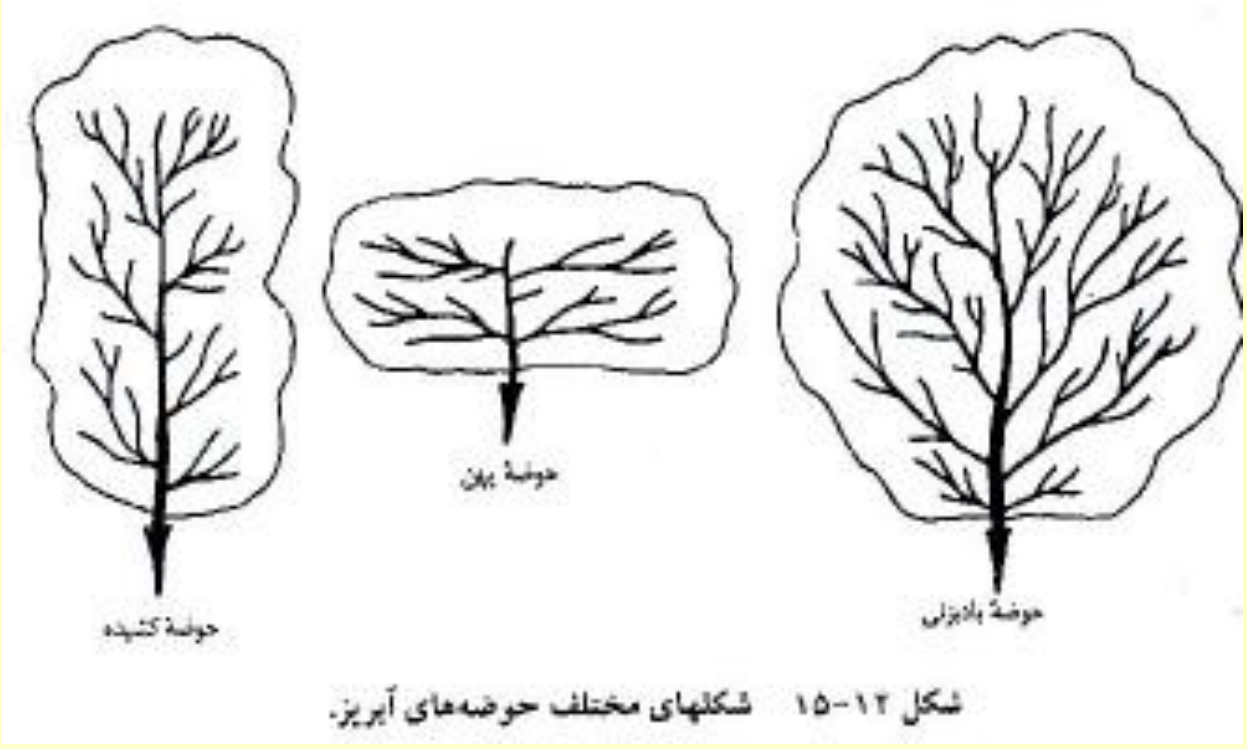
فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **شکل حوضه**

حوضه های کشیده

حوضه های پهن

حوضه های بادبزنی



شکل ۱۲-۱۵ شکلهای مختلف حوضه‌های آبریز.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمایه های مربوط به شکل حوضه آبریز
  - ✓ دایره و مستطیل معادل
  - ✓ عامل شکل و فرم حوضه
  - ✓ ضریب فشردگی
  - ✓ نسبت دایره ای
  - ✓ نسبت کشیدگی
  - ✓ طول و عرض مستطیل معادل
  - ✓ فاصله تا مرکز ثقل

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **ضریب فشردگی (روش گراولیوس)**

این ضریب از نسبت محیط حوضه (p)به محیط دایره ای (p′)که سطح آن معادل سطح حوضه (A)است بدست می اید.
روش محاسبه به صورت زیر است.

$$C_c = \frac{P}{P'} = \frac{P}{۲\sqrt{\pi A}} = ۰/۲۸۲\frac{P}{\sqrt{A}}$$

این ضریب بدون بعد است برای حوضه های تقریباً گرد یک است و برای حوضه ها معمولاً 1.5 تا 2.5 می باشد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

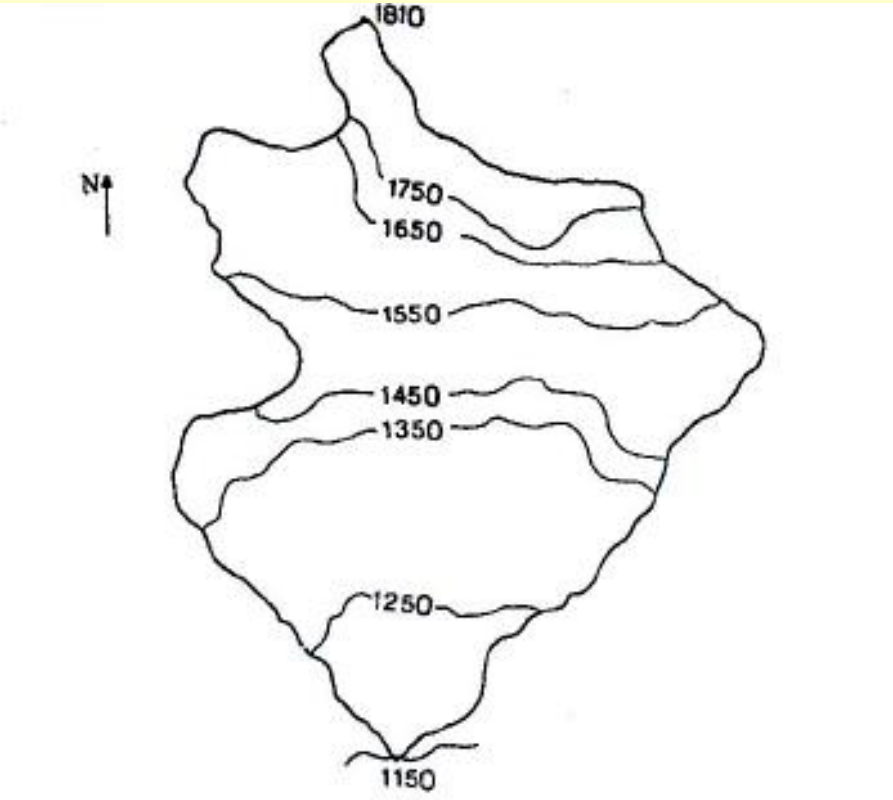
- ارتفاع حوضه آبریز
- ارتفاع حوضه نسبت به سطح دریا نشان دهنده موقعیت اقلیمی آن حوضه است.
- ارتفاع میانه حوضه:
- رقومی که 50% مساحت اراضی حوضه ارتفاعی بالاتر ار آن و 50 درصد مساحت حوزه ارتفاعی کمتر از آن داشته باشند.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نحوه توزیع ارتفاعات در حوضه ها معمولاً با دو منحنی هیپسومتری و نمودار آلتی متری رسم می شوند.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- منحنی هیپسومتریک



شکل ۱۲-۱۶ خطوط تراز در محدوده حوضه آبریز

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نحوه رسم منحنی هیپسومتریک**

برای رسم منحنی هیپسومتری ابتدا پس از تعیین و رسم مرز حوضه روی نقشه توپوگرافی مساحتی از حوضه که بین هر دو خط تراز واقع شده است با پلانی‌متر اندازه‌گیری می‌شود. سپس در یک دستگاه محور مختصات، ارتفاع نسبت به مساحتی از حوضه که بالاتر از آن ارتفاع قرار دارد به صورت تجمعی رسم می‌شود. به عنوان مثال اگر فرض شود در حوضه‌ای مطابق شکل ۱۲-۱۶ خطوط تراز ۱۱۵۰ تا ۱۷۵۰ متر با فواصل ۱۰۰ متری رسم شده باشد، مساحتی از حوضه که بین هر دو خط تراز قرار گرفته است در ستون دوم جدول ۱۲-۱ نوشته شده است. در ستون سوم این جدول مساحتی از حوضه که در بالای هر خط تراز قرار می‌گیرد محاسبه شده است. ارقام ستون چهارم این مساحت‌ها را برحسب درصد نسبت به سطح کل حوضه نشان می‌دهد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نحوه رسم منحنی هیپسومتریک

(1)	(2)	(3)	(4)
ارتفاع (m)	مساحت بین دو خط تراز km^2	مساحتی از حوضه که بالاتر از ... قرار گرفته است	درصدی از مساحت حوضه که ارتفاعی بیش از ... دارند
1150	22	182	100
1250	50	160	88
1350	15	110	60
1450	33	95	52
1550	31	62	34
1650	12	31	17
1750	19	19	10
1810			0

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نحوه رسم منحنی هیپسومتریک**

حال اگر ارقام ستون اول نسبت به ستونهای ۳ یا ۴ رسم شود شکلی مطابق منحنی ۱۲-۱۷ بدست خواهد آمد که منحنی ارتفاعی یا **هیپسوگراف** حوضه نامیده می‌شود. ارتفاع مربوط به ۵۰ درصد مساحت حوضه نشان‌دهندهٔ ارتفاع متوسط حوضه است که در شکل ۱۲-۱۷ مربوط به رقوم ۱۴۶۰ متر است. ارتفاع متوسط حوضه از فرمول ۱۲-۱۸ نیز محاسبه می‌شود.

$$\bar{H} = \frac{\Sigma(a \times H)}{A} \qquad (۱۲-۱۸)$$

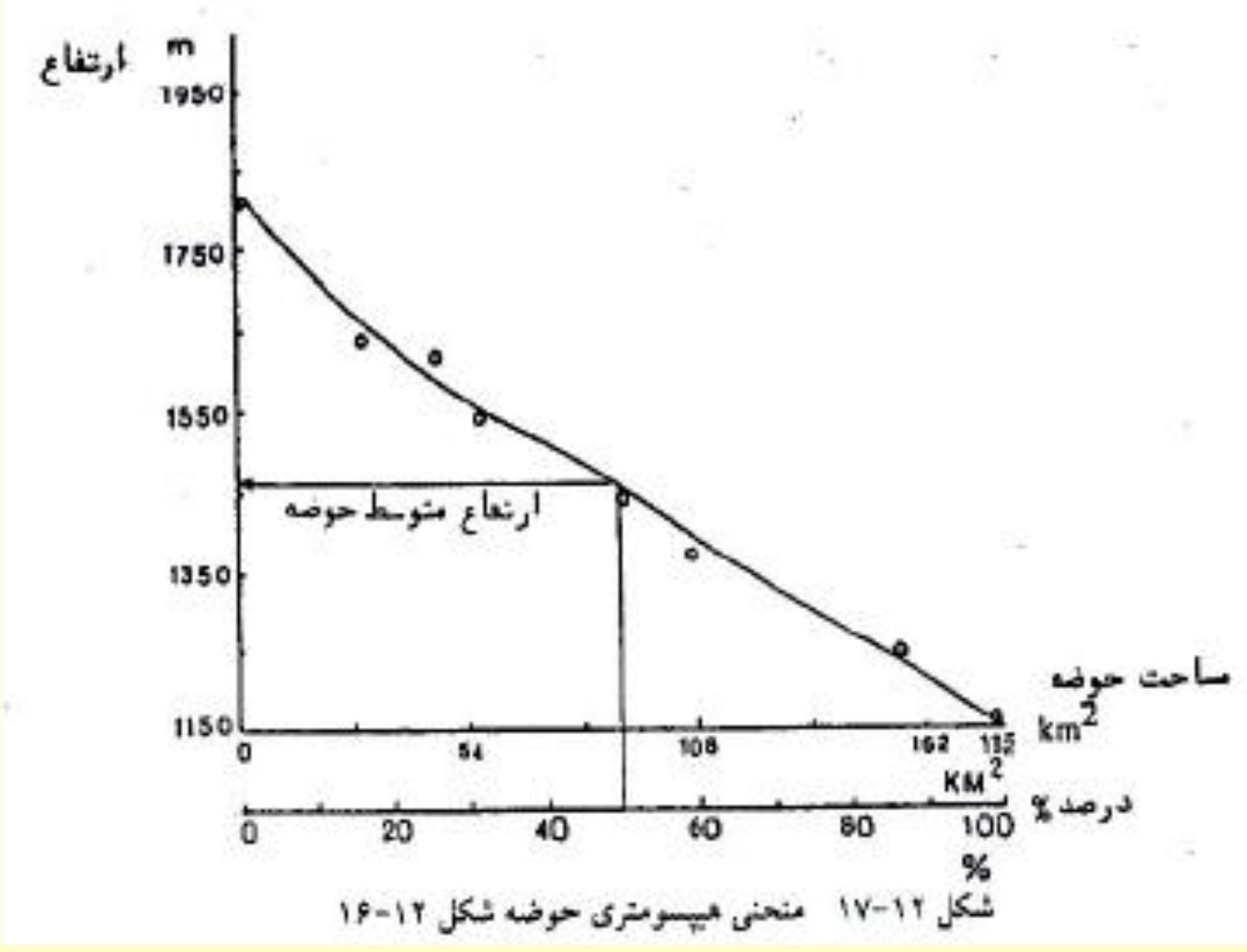
a = مساحت جزیی حوضه که بین هر دو خط تراز واقع شده است

H = متوسط ارتفاع در جزء a از مساحت (از جمع کردن خط تراز بالایی و پایینی و تقسیم آن بر ۲ به دست می‌آید).

A = مساحت کل حوضه

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نحوه رسم منحنی هیپسومتریک



شکل ۱۲-۱۷ منحنی هیپسومتری حوضه شکل ۱۲-۱۶

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نحوه رسم منحنی هیپسومتریک**

بعنوان مثال برای شکل ۱۲-۱۶، مقدار $\bar{H}$ برابر است با :

$$\bar{H}= \frac{22[(1150 + 1250)/2] + 50[(1250 + 1350)/2] + ... + 19[(1750 + 1810)/2]}{182}$$

$$\bar{H} = \frac{26400 + 65000 + 21000 + 49500 + 49600 + 20400 + 33820}{182} = 1460 \text{ m}$$

داشتن منحنی هیپسومتری حوضه‌ها در هیدرولوژی کاربرد فراوان دارد از جمله این که می‌توان از روی آن مساحت سطوح پوشیده از برف را اندازه‌گیری کرده و یا با داشتن ارتفاع متوسط حوضه مقادیر دما، بارندگی و تبخیر در سطح حوضه را تخمین زد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- ارتفاع متوسط حوضه آبریز

۱	۲	۳	۴	۵	۶
contours	average	Area	(۲) * (۳)	R. Area	cumulative col. ۵
(m)	(m)	km^2	-	-	-
۱۳۲۷-۱۴۰۰	۱۳۶۳/۵	۸/۵۰	۱۱۵۸۹/۷۵	۰/۳۲	۰/۳۲
۱۴۰۰-۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۴۸/۰۰	۲۲۲۰۰۰/۰۰	۵/۵۳	۵/۸۴
۱۶۰۰-۱۸۰۰	۱۷۰۰	۶۷۱/۲۰	۱۱۴۱۰۴۰/۰۰	۲۵/۰۶	۳۰/۹۱
۱۸۰۰-۲۰۰۰	۱۹۰۰	۹۱۴/۰۰	۱۷۳۶۶۰۰/۰۰	۳۴/۱۳	۶۵/۰۴
۲۰۰۰-۲۲۰۰	۲۱۰۰	۶۳۹/۸۰	۱۳۴۳۵۸۰/۰۰	۲۳/۸۹	۸۸/۹۳
۲۲۰۰-۲۴۰۰	۲۳۰۰	۲۱۵/۹۰	۴۹۶۵۷۰/۰۰	۸/۰۶	۹۶/۹۹
۲۴۰۰-۲۶۰۰	۲۵۰۰	۵۴/۶۰	۱۳۶۵۰۰/۰۰	۲/۰۴	۹۹/۰۳
۲۶۰۰-۲۸۰۰	۲۷۰۰	۱۷/۲۵	۴۶۵۷۵/۰۰	۰/۶۴	۹۹/۶۷
۲۸۰۰-۳۰۰۰	۲۹۰۰	۶/۴۵	۱۸۷۰۵/۰۰	۰/۲۴	۹۹/۹۱
۳۰۰۰-۳۲۵۰	۳۱۲۵	۲/۳۰	۷۱۸۷/۵۰	۰/۰۹	۱۰۰/۰۰
	مجموع	۲۶۷۸	۵۱۶۰۳۴۷/۲۵		
	ارتفاع متوسط		$\frac{۵۱۶۰۳۴۷/۲۵}{۲۶۷۸} = ۱۹۲۷\ m$		

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **نمودارآلتی متری یا منحنی توزیع مساحت بر حسب ارتفاع**

روش دیگر برای مشخص کردن توزیع ارتفاعات حوضه رسم **نمودار آلتی‌متری** است. اگر روی محور عرضها ارتفاع و روی محور طولها مساحتی ازحوضه که بین دو ارتفاع موردنظر واقع شده است به صورت نمودار ستونی تصویر شوند شکل به دست آمده را نمودار آلتی‌متری حوضه گویند.

به عنوان مثال در مورد حوضه‌ای که منحنی هیپسومتری آن قبلا رسم شده بود (شکل ۱۲-۱۶) اگر ارقام ستون ۱ و ۲ جدول ۱۲-۱ نسبت بهم به صورت هیستوگرام رسم شود منحنی آلتی‌متری حوضه بدست می‌آید (شکل ۱۲-۲۱). از روی این نمودار بهتر می‌توان تشخیص داد که بیشترین سطح حوضه دارای چه ارتفاعی است. مثلاً در شکل ۱۲-۲۱ مشاهده می‌شود که ۵۰ کیلومتر مربع از مساحت حوضه دارای ارتفاعی بین ۱۲۵۰ تا ۱۳۵۰ متر می‌باشد.

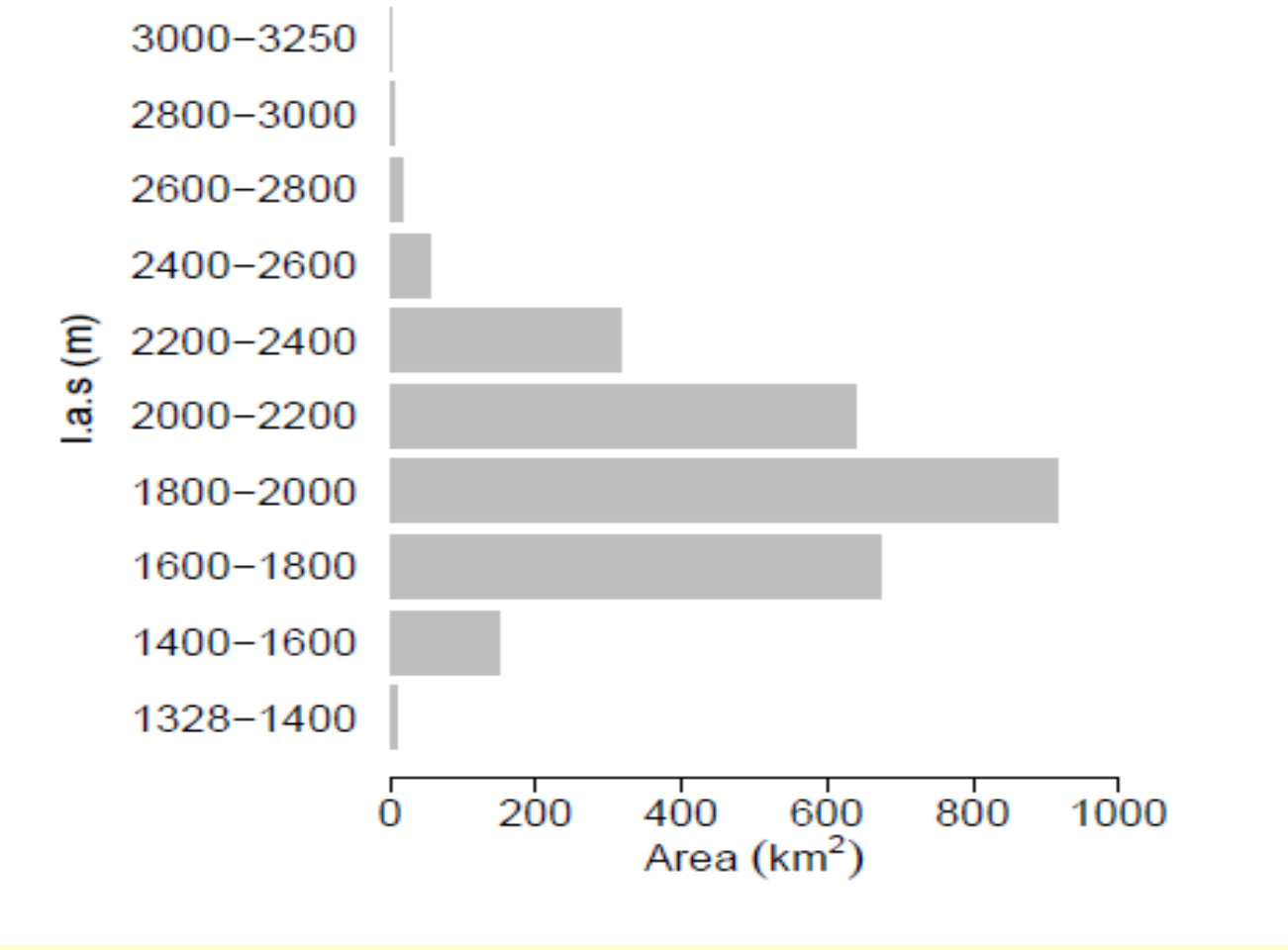
فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمودارآلتی متری یا منحنی توزیع مساحت بر حسب ارتفاع

(1)	(2)	(3)	(4)
ارتفاع (m)	مساحت بین دو خط تراز km^2	مساحتی از حوضه که بالاتر از ... قرار گرفته است	درصدی از مساحت حوضه که ارتفاعی بیش از ... دارند
1150	22	182	100
1250	50	160	88
1350	15	110	60
1450	33	95	52
1550	31	62	34
1650	12	31	17
1750	19	19	10
1810			0

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- نمودارآلتی متری یا منحنی توزیع مساحت بر حسب ارتفاع



فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **شیب متوسط حوضه آبریز**

برای محاسبه این شاخص از فرمول هورتون استفاده می شود. این خصوصیت نقش اساسی در میزان رواناب و مقدار نفوذ دارد و رابطه آن به شرح زیر است.

$$S = \frac{Z \sum l_i}{A}$$

که در آن

- S: شیب متوسط حوضه به درصد
- Z: اختلاف ارتفاع بین خطوط میزان منحنی به حسب کیلومتر
- l_i: طول خطوط میزان منحنی واقع در محدوده حوضه بر حسب کیلومتر
- A: مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع

شیب متوسط حوضه را به تقریب می‌توان از فرمول زیر بدست آورد.

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{A}}$$

که در آن H_{max} و H_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه و A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع است.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **شیب متوسط حوضه آبریز**

مثال :

در یک حوضه ابریز به مساحت 100 کیلومتر مربع حداکثر ارتفاع 2850 متر و حداقل ارتفاع 1200 متر است شیب حوضه را حساب کنید.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **جهت شیب حوضه آبریز**

عامل جهت شیب از نظر تاثیر آن بر بعضی فرآیندهای هیدرولوژیک مانند ذوب برفها و تنوع پوشش گیاهی در حوضه‌های آبریز حائز اهمیت است. جهت حوضه را بطرق مختلف می‌توان اندازه‌گیری و توصیف کرد. یک روش آن است که فقط جهت عمومی حوضه را در نظر بگیریم مثلاً یک حوضه ممکن است در دامنه‌های شمالی یک رشته‌کوه قرارگیرد در این صورت کلاً مشخص است که جهت شیب حوضه رو به شمال است. ممکن است بطور دقیق‌تر برای تعیین جهت حوضه جهات چهارگانه (شمال، شرق، جنوب و غرب) و یا جهات هشت گانه مورد بررسی قرار گیرد. در مطالعات آبخیزداری از نظر تأثیری که جهت دامنه‌های حوضه بر نوع فرسایش خاک دارد لازم است نقشه جهت شیب نیز تهیه شود.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **شیب آبراهه**
- این شیب مربوط به آبراهه حوضه آبریز است که به صورت زیر محاسبه می شود.

$$S_c = \frac{\Delta E_c}{L_c}$$

که در آن ΔE_c اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه آبراهه است و بر حسب متر بیان می‌شود. عامل L_c طول آبراهه بر حسب متر است. برای جلوگیری از شیب بسیار تند اولیه و کندی شیب در نزدیکی خروجی حوضه، شیب براساس نقاط ۱۰ و ۸۵ درصد آبراهه اصلی معین می‌شود.

$$S_{۱۰-۸۵} = \frac{\Delta E_{۱۰-۸۵}}{L_{۱۰-۸۵}}$$

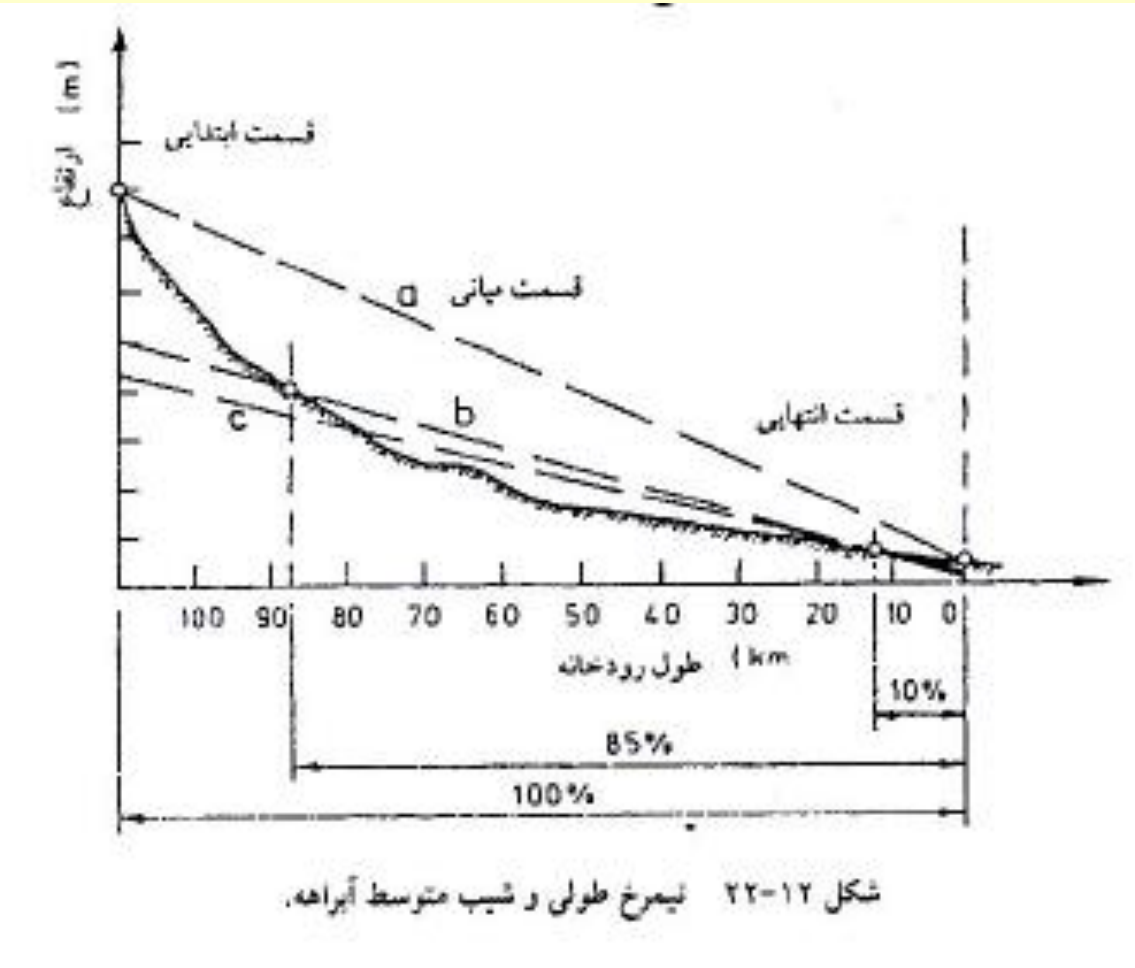
که در آن $\Delta E_{۱۰-۸۵}$ اختلاف ارتفاع بین ۱۰ و ۸۵ درصد بر حسب متر و $L_{۱۰-۸۵}$ طول بین آن دو درصد بر حسب متر است. برای حالتی که شیب غیریکنواخت است، شیب وزنی عملکرد مناسب‌تری از خود نشان می‌دهد.

$$S_e = \left(\frac{n}{\frac{۱}{\sqrt{S_۱}} + \frac{۱}{\sqrt{S_۲}} + \cdots + \frac{۱}{\sqrt{S_n}}} \right)^۲$$

که در آن n تعداد بازه‌ها است و S_i شیب بازه iام می‌باشد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- شیب آبراهه اصلی



شکل ۱۲-۲۲ نیمرخ طولی و شیب متوسط آبراهه.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **تراکم زهکشی**

نسبت طول کل شبکه هیدروگرافی شامل کلیه آبراهه ها (فرعی و اصلی) به مساحت حوضه، تراکم زهکشی را نشان می دهد. این خصوصیت بیانگر وضعیت رواناب و فرسایش در قسمت های مختلف آن می باشد.
رابطهٔ آن به صورت زیر است.

$$Dd = \frac{\sum L_i}{A}$$

که در آن

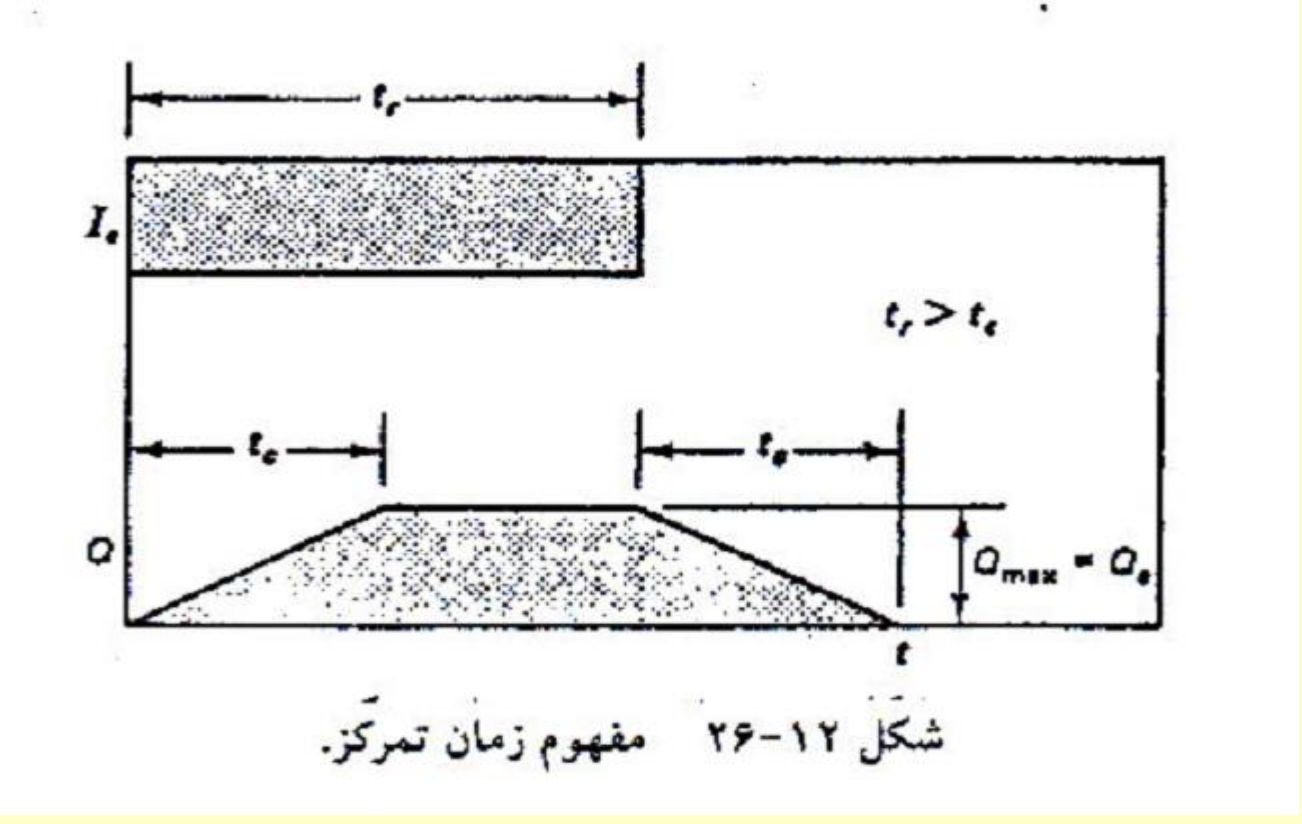
Dd: تراکم زهکشی بر حسب کیلومتر بر کیلومتر مربع

L_i: طول آبراهه بر حسب کیلومتر

A: مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- زمان تمرکز (Time of concentration)
- حداکثر زمانی که طول می کشد تا آب از دورترین نقطه حوضه مسیر هیدرولوژیکی خود را طی کرده و به نقطه خروجی برسد زمان تمرکز نام دارد.



شکل ۱۲-۲۶ مفهوم زمان تمرکز.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- خطوط هم پیمایش (Isochronal)
- مکان هندسی نقاطی هستند که زمان تمرکز آنها مساوی باشد.
- اگر در یک حوضه آبریز خطوط هم پیمایش همانند خطوط هم باران رسم شده باشد آن نقشه را ایزوکرونال یا هم پیمایش گویند.
- خطوط هم پیمایش در محاسبه حداکثر دبی لحظه ای سیلابهای حوضه مفید است.

فیزیوگرافی حوضه آبریز

- **خطوط هم پیمایش (Isochronal)**

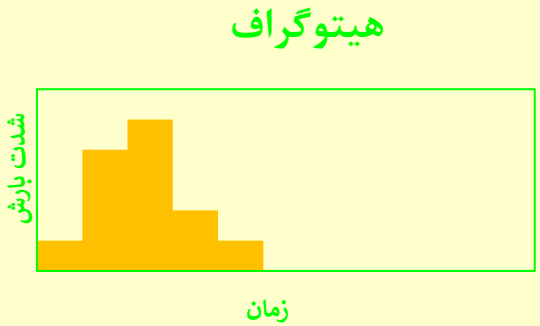
بعنوان مثال اگر نقاطی از حوضه راکه فاصله زمانی حرکت آب از آن نقاط تا نقطه خروجی حوضه یک ساعت باشد بهم وصل کنیم خط ایزوکرونال یک ساعته بدست می آید. بهمین ترتیب می توانیم از روی تجربه یا به روشهای غیر مستقیم خطوط ایزوکرونال ۲، ۳، و یا ... ساعته حوضه را رسم کرد.

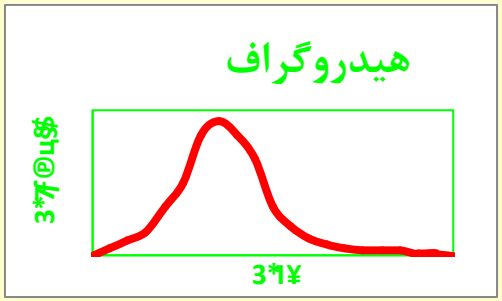
برای رسم خطوط هم-پیمایش می‌توان از نقطه خروجی حوضه خطوط شعاعی اخراج کرده و با توجه به شیب زمین در امتداد هر کدام از این خطوط سرعت آب را تخمین زده و سپس نقاطی راکه زمان پیمایش آنها یکسان است بدست آورد. برای بدست آوردن سرعت حرکت آب در امتداد هر یک از خطوط می‌توان از شکل ۱۲-۲۷ نیز استفاده کرد. با این وجود رسم خطوط هم‌پیمایش بستگی به مهارت هیدرولوژیست و دیدگاههای تجربی وی دارد.

شکل ۱۲-۲۹ نقشهٔ خطوط هم-پیمایش حوضه.

نکته قابل توجه آن است که خطوط ایزوکرونال علاوه بر شیب حوضه و خصوصیات سنگ‌شناسی به وضعیت پوشش گیاهی حوضه نیز بستگی داشته و لذا می‌تواند در طول سال ویا از سالی به سال دیگر تغییر نماید.

حوضه آبریز از منظر یک سیستم ورودی-خروجی





$$Q_t = f(I_t)$$

چرا دنبال محاسبه Q_t ⟸ طراحی راه، پل، سرریز و ... .

هستیم؟

1.برای این منظور ابتدا می بایست یک سری تنظیمات در محیط نرم افزار انجام شود. در گوشه ی سمت چپ بالا بر روی Office button کلیک نموده Excel Options را انتخاب نمایید، سپس از نوار سمت چپ، Add-Ins را انتخاب کنید. در قسمت پایین پنجره ی باز شده، از میان گزینه های موجود، Excel Add-Ins را انتخاب کرده و Go را فشار دهید، پنجره ی کوچکی باز می شود که در آن می بایست چک باکس مربوط به گزینه ی Analysis toolpak را فعال کنید. پس از انجام این تنظیمات، در سمت راست سربرگ data از نرم افزار اکسل شما، گزینه ی جدیدی به نام Data Analysis ظاهر خواهد شد که قبل از این تنظیمات چنین گزینه ای وجود نداشت.

2.هم اکنون داده هایی را که قصد دارید برای آن ها هیستوگرام رسم کنید در یک ستون از صفحه ی اکسل وارد کنید که این ستون همان Input Range شما را تشکیل خواهد داد و در ستون دیگری از صفحه ی اکسل بازه هایی که قصد دارید داده ها در آن بازه ها دسته بندی شده و نمایش داد شوند مشخص کنید که همان Bin Range را تشکیل می دهد (برای این منظور لازم است بزرگترین و کوچکترین داده ی موجود در ستون اول را بشناسید). برای مثال اگر بزرگترین داده ی شما عدد 300 و کوچکترین آن ها 10 باشد و شما تصمیم دارید داده ها را در بازه هایی به اندازه ی 20 تقسیم بندی کنید می بایست در ستونی که به عنوان Bin Range انتخاب نموده اید از بالا به پایین، اعداد 10، 30، 50 ... 300 را وارد کنید.

3. در مرحله ی بعد از سر برگ data گزینه ی Data Analysis را انتخاب و سپس روی Histogram کلیک کنید، پنجره ای با تعدادی فیلد برای شما باز خواهد شد. با کلیک بر روی دکمه ی موجود در کنار فیلد اول ، Input Range خود را در آن وارد کنید، به همین ترتیب در فیلد دوم نیز Bin Range تعریف شده را وارد کنید. در قسمت وسط پنجره ، Output range را تیک بزنید و در فیلد مقابل آن یک ستون خالی از صفحه ی اکسل را مشخص کنید و در نهایت در قسمت پایین پنجره گزینه ی Chart output را علامت دار کنید. حال با فشردن دکمه ی OK ، جادوی مورد نظر رخ خواهد داد! که می توانید تنظیمات متعددی در شکل ظاهری آن انجام دهید.