اشکال کارستی

جریان آب زیرزمینی در کارست

جریان آب زیرزمینی

جریان آب زیر زمینی در محیط های کارستی با جریان آب زیر زمینی در محیط های غیر کارستی متفاوت است.

در مورد مکانیسم جریان آب در محیط های کارستی نظریات مختلفی وجود دارد.

بسته به شرایط زمین شناسی، تکتونیکی و هیدروژئولوژی منطقه، مکانیسم جریان می تواند به صورت کانال های منفرد تا مجاری به هم پیوسته متفاوت ظاهر گردد.

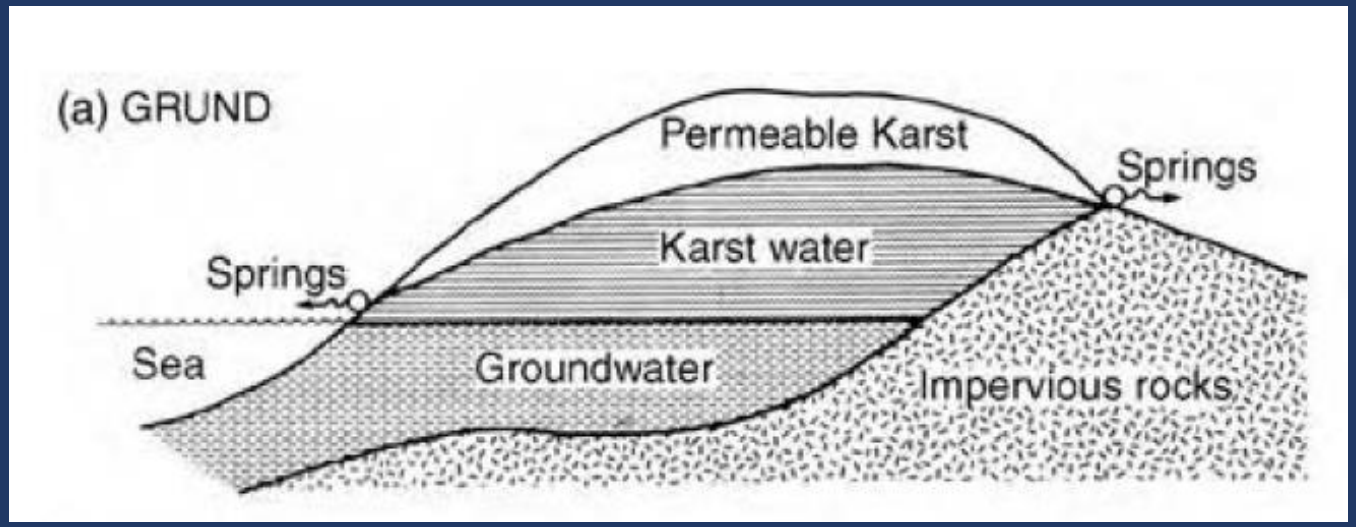
جریان آب زیرزمینی

نظریه های جریان آب زیرزمینی در کارست

نظریه گراند Grund (1903)

سفره آب زیر زمینی در محیط های کارستی شامل دو ناحیه مجزا است.

- ناحیه ساکن
- ناحیه متغیر



جریان آب زیرزمینی

نظریه گراند Grund (1903)

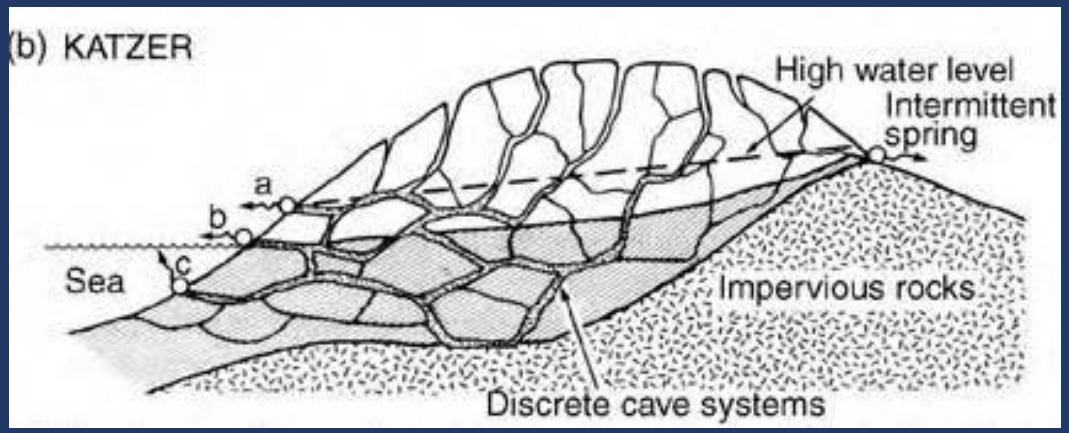
In 1903 Grund proposed that groundwater in karst terrain is regionally interconnected and ultimately controlled by sea level (Figure 1.4a). He envisaged a saturated zone within karst, the upper level of which coincides with sea level at the coast, but rises beneath the hills inland (today we call this surface the water table). Only water above sea level in the saturated zone was considered to move, and that was termed **Karstwasser**. The water body below sea level was assumed stagnant and was called **Grundwasser**. It was conceived to continue downwards until impervious rocks were ultimately encountered. Grund had a dynamic view of the karst water zone and imagined that its upper surface would rise following recharge by precipitation. Should recharge be particularly great, the saturated zone would in places rise to the surface and cause the inundation of low-lying areas. In this way he explained the flooding of poljes.

جریان آب زیرزمینی

نظریه های جریان آب زیرزمینی در کارست

نظریه کاتزر Katzer (1909)

جریان آب زیرزمینی از میان مجاری و غار ها عبور می کند و با انحلال مواد قابل حل به اعماق کارست نفوذ و زمانی متوقف می شود که به لایه نا تراوا برسد.



جریان آب زیرزمینی

نظریه های جریان آب زیرزمینی در کارست

نظریه سیویچ Cvijic (1918)

نواحی سه گانه براساس تکامل تدریجی فرایند کارستی شدن

- **ناحیه خشک**
- **ناحیه انتقالی**
- **ناحیه جریان آب مداوم یا پیوسته**

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

سرعت جریان آب زیرزمینی در محیط های کارستی بسیار متغیر است

در محیط های متخلخل

مطالعات انجام شده در

چین < 1 m/day جریان آرام و یکنواخت

دیناریک ۰.۰۰۲ تا ۵۵ cm/s با متوسط 5 cm/s

سد لار تا چشمه گلوگاه (فاصله ۵.۵ کیلومتر) 7 cm/s

سد لار تا چشمه هراز (فاصله ۸ کیلومتر) 9 cm/s

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

انواع جریان

جریان یکنواخت وغیریکنواخت (Uniform &Non Uniform Flow)

وقتي كه سرعت جريان سيال در تمام طول مسير از نظر اندازه و جهت ثابت باشد جريان را يكنواخت گوييم.

$$\frac{\partial v}{\partial x} = 0$$

در صورتی که سرعت سیال در قسمت های مختلف مسیر تغییر کند جریان غیر یکنواخت است.

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

انواع جریان

جریان یکنواخت وغیریکنواخت (Uniform &Non Uniform Flow)

در جريان آرام (خطی)، سيال در طول مسيرهاي مستقيم و لايه‌هاي موازي حركت مي‌كند و حركت هر ذره سيال اثري بر روي حركت ذرات ديگر ندارد.

جريان آرام (لايه‌اي، ورقه ای) تابع قانون گرانروي نيوتن بوده و در مواردي كه سرعت كم و يا گرانروي زياد باشد صورت مي‌گيرد.

در مواردي كه سرعت سيالي با گرانروي كم افزايش يابد جريان آرام پايدار نبوده و به تدريج به حالت آشفته تبديل مي‌گردد.

در جريان آشفته حركت ذرات مختلف سيال طي مسيرهايي متفاوت صورت گرفته و حركت يک ذره روي حركت ذرات ديگر اثر مي‌گذارد.

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

انواع جریان

عدد رینولدز(Reynolds Number)

در مکانیک سیالات نوع جریان، با عدد رینولدز مشخص می شود.عدد رینولدز عددی بدون بعد است، که به صورت زیر محاسبه میشود

$$N_R=\rho.v.d/\mu$$

v:سرعت سیال

ρ:چگالی سیال (gr/cm3)

μ:گرانروی یا ویسکوزیته سیال(gr/cm.s)

d:بعد یا مشخصه مجراست (در محیطهای رسوبی v به عنوان سرعت دارسی و d به عنوان قطر متوسط ذرات (d50) در نظر گرفته می شود .

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

انواع جریان

عدد رینولدز(Reynolds Number)

جریان آب در لوله ها وقتی از نوع آرام است که N_Rآن کمتر از 2100 باشد.

اگر N_Rاز 2100 تجاوز کند به تدریج شرایط آشفته می شود.

محیط متخلخل

در جریان خطی یا آرام $N_R \leq 1$ است

در محیط متخلخل در اغلب موارد عدد رینولدز کوچکتر از یک است

مرحله انتقالی $1 < NR < 10$

در جریان آشفته $N_R > 10$

جریان آب زیرزمینی

سرعت جریان آب زیرزمینی در کارست

انواع جریان

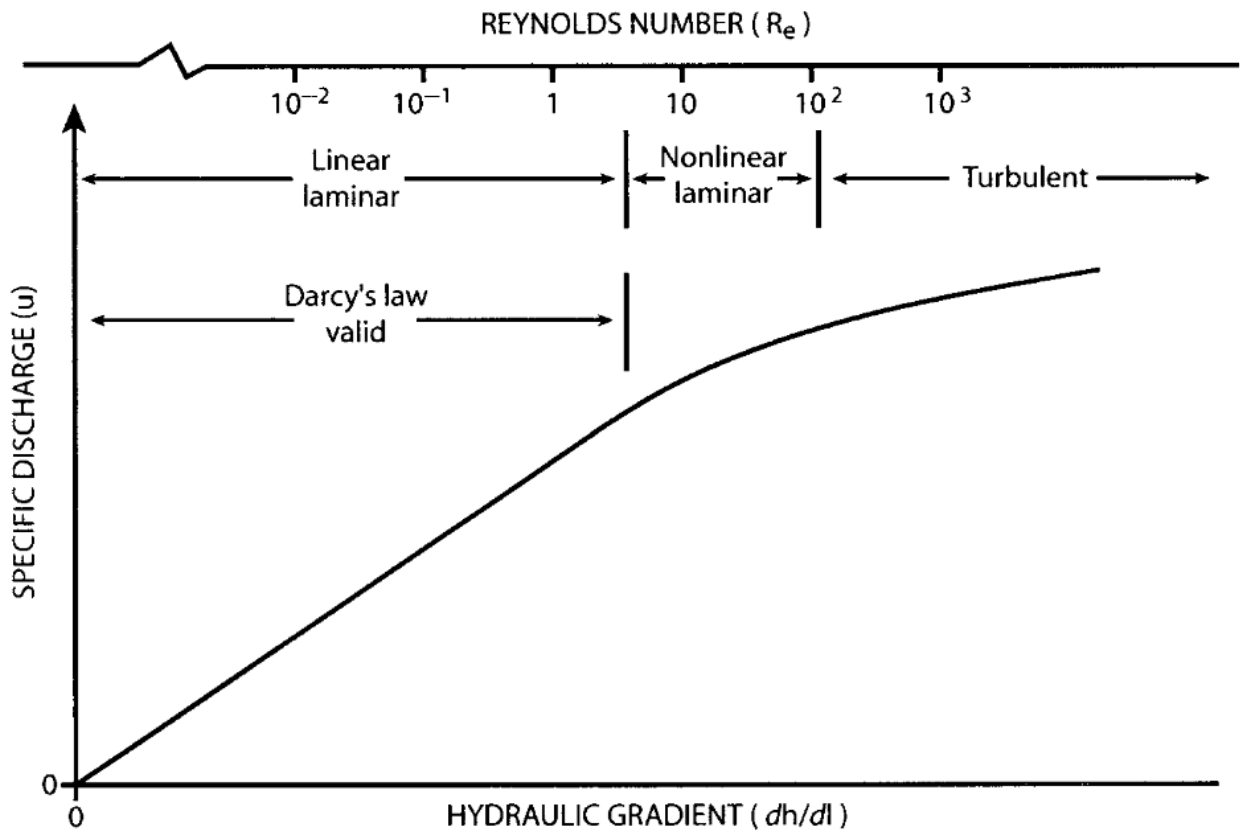


Figure 5.32 Range of validity of Darcy's Law. Reproduced from Freeze, R.A. and J.A. Cherry, Groundwater, p. 604 © 1979 Prentice Hall, Inc.

محدوده اعتبار قانون دارسی

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

چشمه ها مهمترین زهکش های طبیعی آبهای زیرزمینی هستند که در مناطق کارستی تحت عنوان چشمه های کارستی نامیده میشوند.

مهمترین چشمه ها در اطراف مناطق فرسایش یافته، پولیه ها، دره های رودخانه ای و سواحل دریا واقع هستند.

دائمی یا موقتی بودن چشمه ها با میزان بارندگی ارتباط مستقیم دارد.

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

فاکتورهای موثر در خصوصیات هیدروژئولوژیکی و ظرفیت چشمه های کارستی

وضعیت زمین شناسی منطقه

میزان بارندگی و جذب سطحی زمین

میزان تراوایی مواد تشکیل دهنده آبخوان کارستی

تخلخل مفید یا مؤثر مواد تشکیل دهنده آبخوان کارستی

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت آبدهی

چشمه های دائمی

چشمه های فصلی

چشمه های متناوب یا استاولها

چشمه های زیردریایی

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت آبدهی

چشمه های متناوب یا استاولها

- ✓ آبدهی متغیر دارند
- ✓ در فصولی از سال آب از دهانه چشمه خارج میشود و در فصولی دیگر دهانه چشمه به جای تخلیه نقش تغذیه کننده دارد.
- ✓ تابع نزولات جوی هستند
- ✓ هنگام بارندگی زیاد محل تغذیه و در مواقع خشک محل تخلیه محسوب میشوند

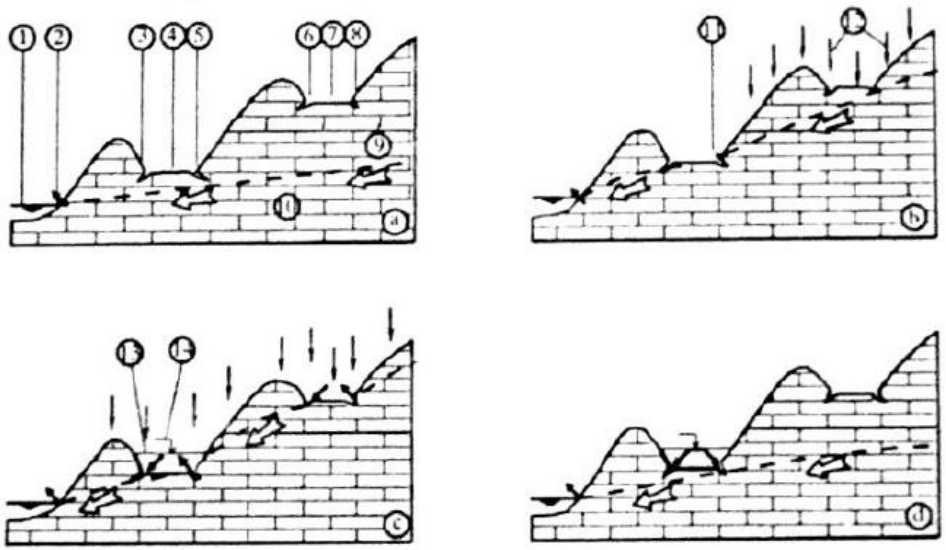


Figure 1.9. Estavelle s principle operation.
1. Mean sea level; 2. Location of coastal discharge of karst aquifer; 3. Ponor zone; 4. Lower karst polje; 5. Estavelle zone; 6. Ponor zone of upper karst polje; 7. Upper karst polje; 8. Spring zone of upper karst polje; 9. Aquifer water level; 10. Direction of groundwater circulation; 11. Estavelle function as a spring; 12. Precipitation; 13. Groundwater flow from a ponor; 14. Flood water lewel within a polje.

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت آبدهی

چشمه های زیردریایی

این نوع چشمه ها در نزدیکی سواحل وجود دارند و ممکن است آبدهی دائم یا متناوب داشته باشند.

چشمه های زیردریایی بزرگ قادرند در فصول بارانی مقادیر مناسبی از آب شیرین را وارد دریا نموده و موجب تغییر مقدار نمک و درجه حرارت آب دریا در کمربند ساحلی شوند.

بندرت فعالیت مداوم دارند.

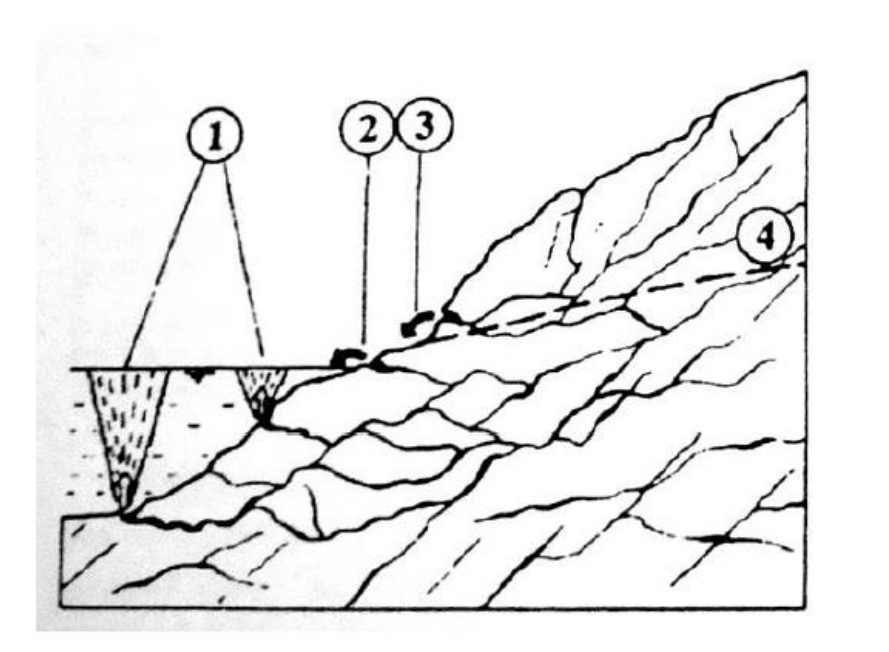
از سطح آب نیز قابل مشاهده میباشند بطوری که بصورت یک منطقه دایره ای شکلی که نسبت به نواحی احاطه کننده آنها متفاوت هستند دیده میشوند.

چشمه های زیردریایی در سواحل بسیاری مانند سواحل مدیترانه در طول سواحل لیبی، اسرائیل، لبنان، ترکیه، سوریه، یونان، یوگسلاوی، کرواسی، ایتالیا، فرانسه و اسپانیا بعلاوه در خلیج فارس در سواحل بحرین، در طول ساحل جزایر باهاما، باربادوس، کوبا، جامائیکا، مکزیک و دریای سیاه قابل مشاهده می باشند.

جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت آبدهی



حالت‌های مختلف تخلیه آب زیرزمینی در یک آبخوان کارستی در نزدیکی تراز فرسایش

۱) چشمه‌های زیر دریایی ۲)چشمه متناوب در تراز سطح آب دریا ۳) چشمه متناوب که فعالیت آن زمانی است که سطح ایستابی بالا باشد ۴) سطح ایستابی آبخوان

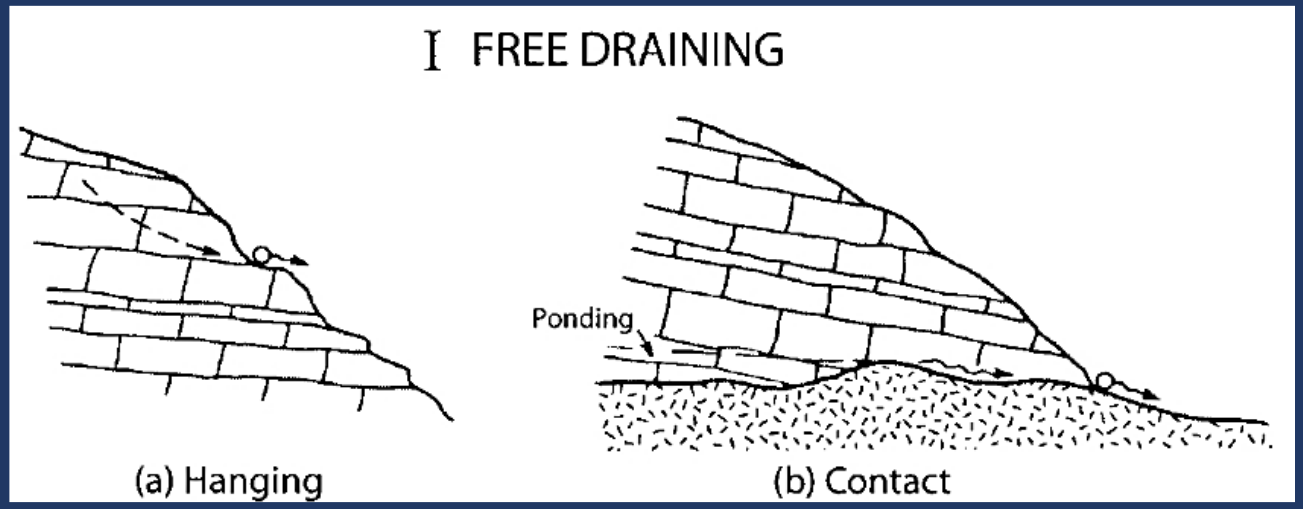
جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی

1- چشمه های آزاد

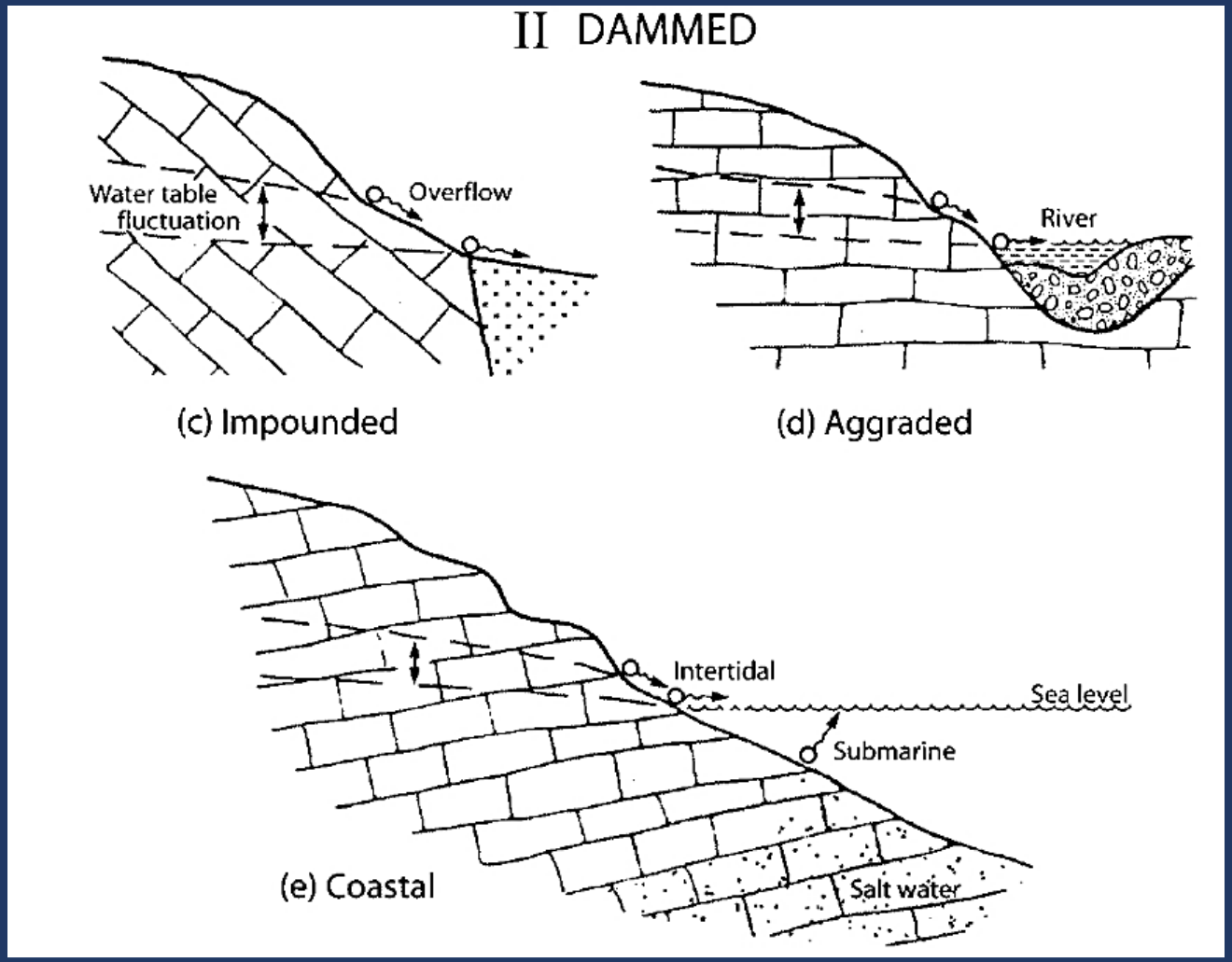
- ✓ چشمه های معلق: در این نوع چشمهها آب کارست آزادانه تحت تاثیر نیروی ثقل از درون سن گهای کارستی که جهت شیب آنها به طرف دره قرار دارند، تخلیه میشوند.
- ✓ چشمه های تماسی : این نوع چشمه ها از محل تماس طبقه نفوذ پذیر با یک طبقه غیرقابل نفوذ جریان پیدا می کنند



جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی



2- چشمه های سدی

- ✓ چشمه های سرریز ی
- ✓ چشمه های خاکریزی
- ✓ چشمه های ساحلی

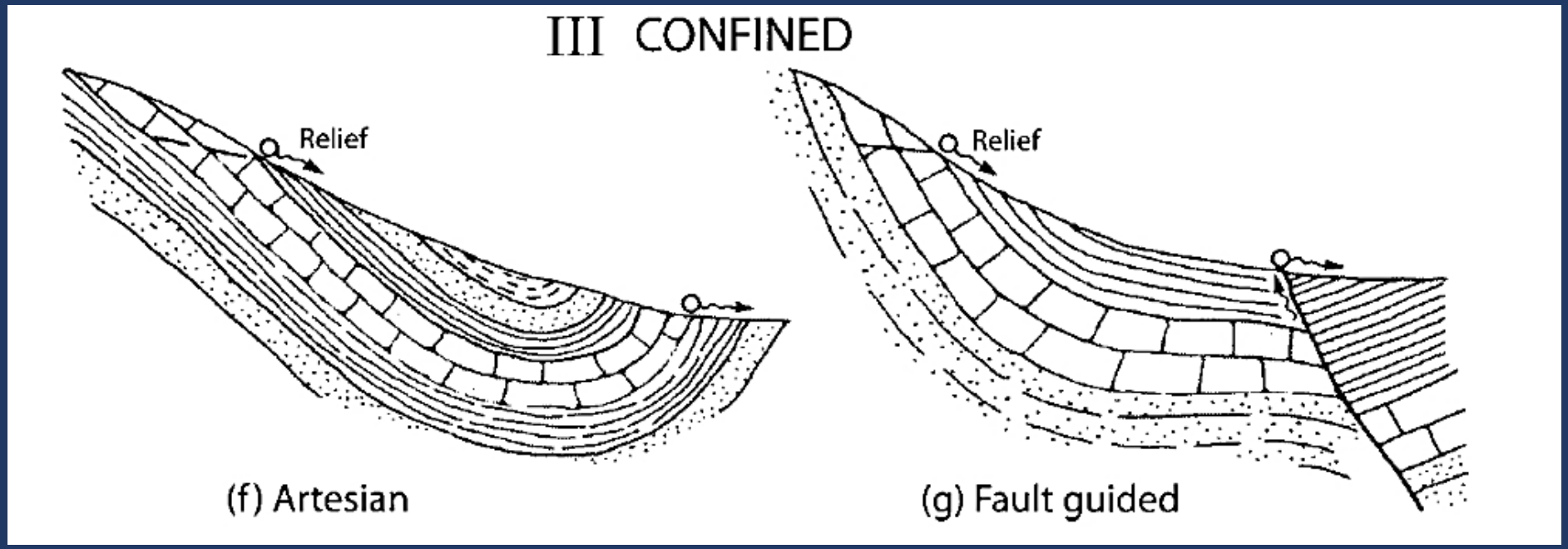
جریان آب زیرزمینی

زهکش ها و چشمه های کارستی

انواع چشمه های کارستی با توجه به وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی

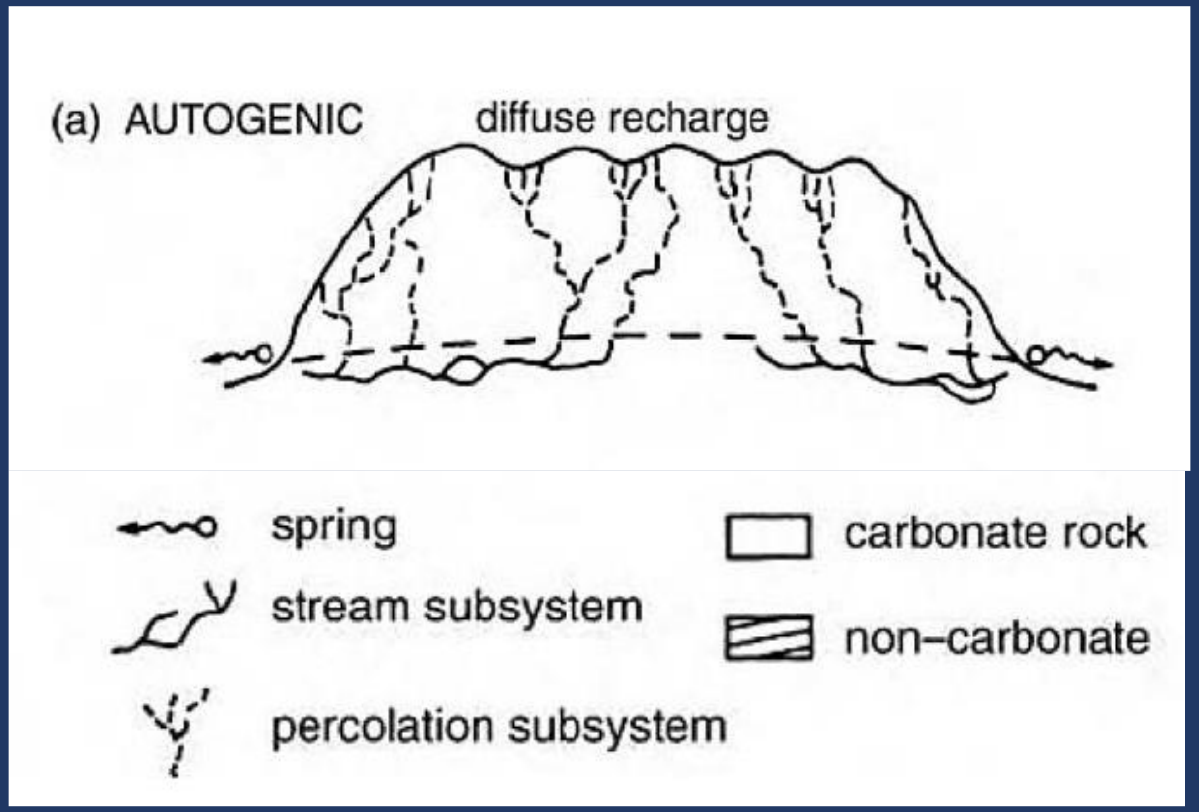
3- چشمه های محصو ر

- ✓ چشمه های آرتزین
- ✓ چشمه های گسله



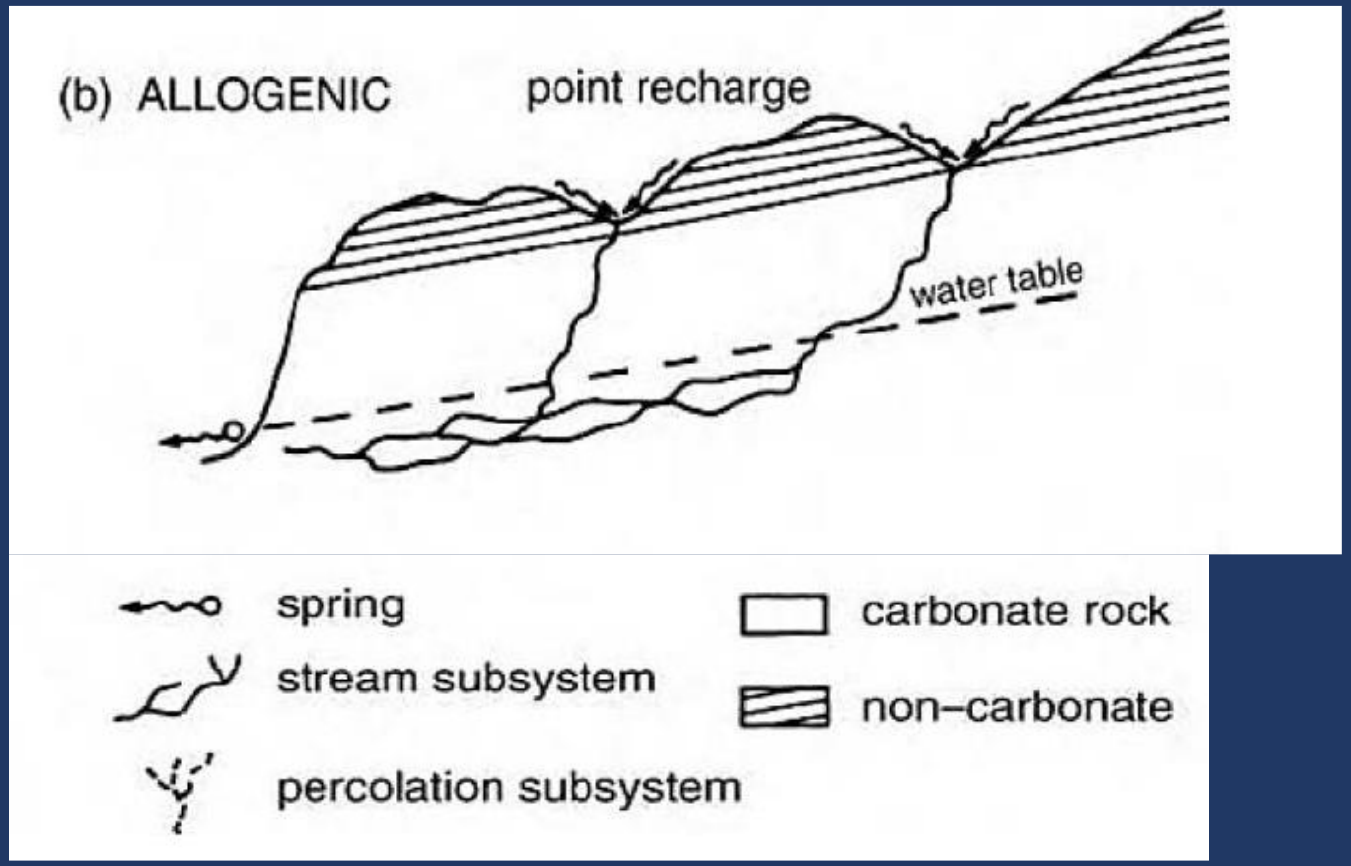
جریان آب زیرزمینی

تغذیه کارست
تغذیه پراکنده



جریان آب زیرزمینی

تغذیه کارست
تغذیه نقطه ای



جریان آب زیرزمینی

تغذیه کارست

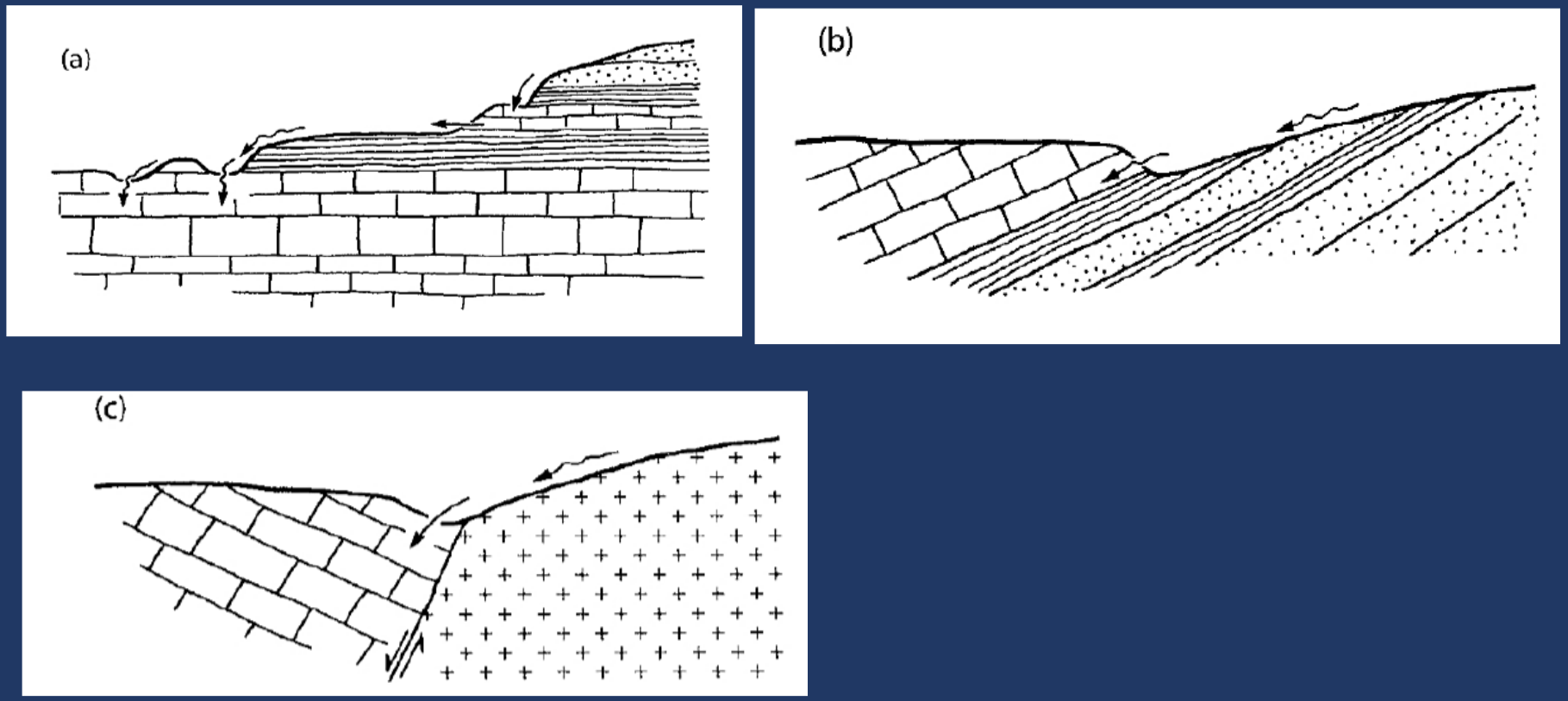
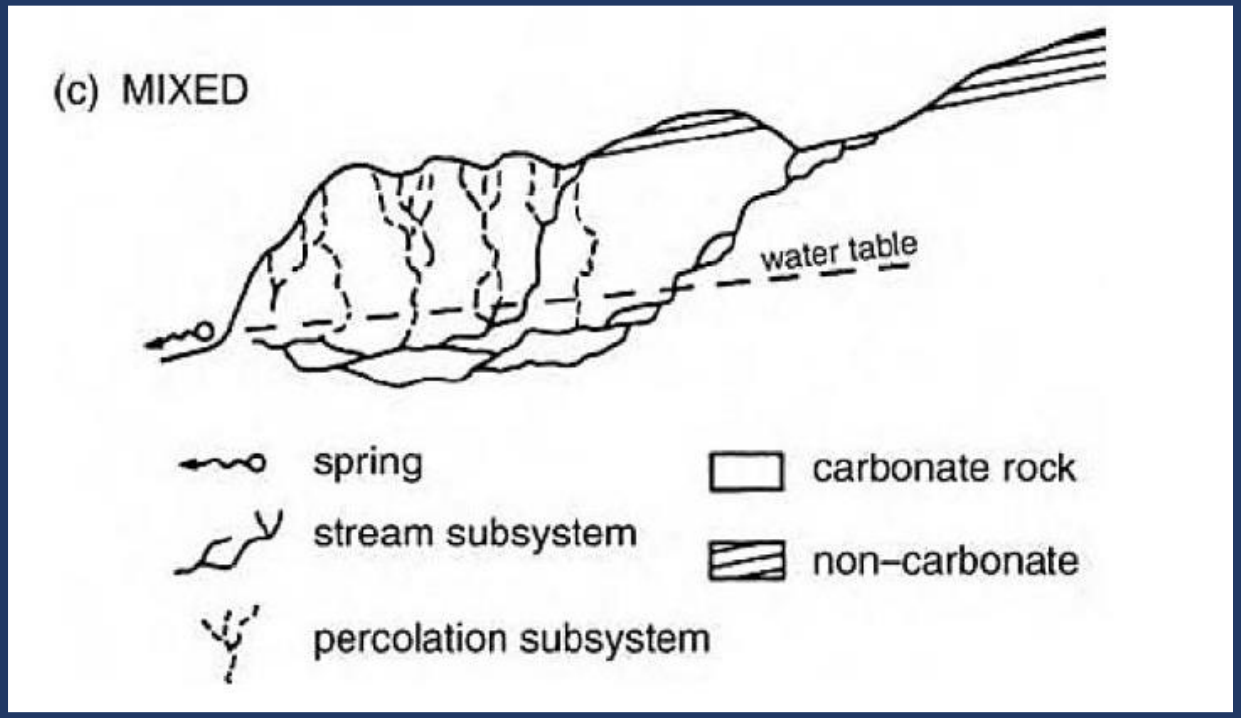


Figure 5.16 Recharge by allogenic streams flowing (a) from overlying beds, (b) from underlying beds exposed updip and (c) across a faulted contact with impervious rocks. Reproduced from Ford, D.C. and Williams, P.W. (1989) Karst Geomorphology and Hydrology.

جریان آب زیرزمینی

تغذیه کارست
تغذیه مختلط



جریان آب زیرزمینی

ارتباط نوع تغذیه و ژئومورفولوژی کارست

نوع تغذیه در کارست با توجه به میزان انرژی آب و شدت هوازدگی مکانیکی و شیمیایی در نحوه شکل گیری پدیده های ژئومورفولوژیکی نقش دارند.