



دانشگاه شاهرود  
دانشکده مهندسی - گروه مهندسی عمران

## زمین شناسی مهندسی

### فصل یازدهم: هوازدگی و خاک

علی میرزایی



#### کلیات

• در لایه های بالایی و نزدیک به سطح زمین، معمولاً پروفیل زمین متشکل از خاک ها، سنگ های هوا زده و توده های رسوبی می باشد.

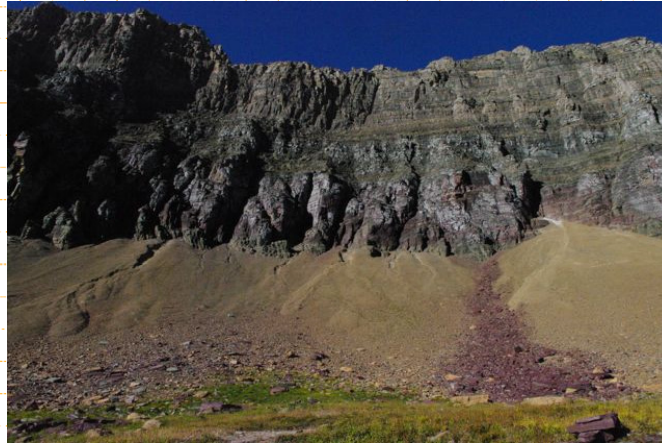
**خاک:** ترکیبی از بقایای کانی های سنگی هوازده شده و بقایای رستنی ها می باشد. بسته به ضخامت خاک در سطح زمین می تواند از یک متر و گاها تا چندین متر (یک الی ۲۰ متر) برسد.

**هوازدگی:** فرسایش و تخریب سنگ ها و یا توده های رسوبی به واسطه تماس با آب و یا هوا را اصطلاحاً هوازدگی اطلاق می کنیم.

**توده های رسوبی:** رسوبات سطحی انتقال یافته (عموماً به وسیله باد و یا سایر فرایندهایی که می توانند رسوبات را جابجا کنند) و جمع شده بر روی سنگ بستر. جنس این توده های رسوبی اغلب از رس های تحکیم نیافته، ماسه و سایر بقایای سنگ های رسوبی جدا شوند می باشند.

### کلیات

**واریزه (Colluvium):** بقایا و رسوباتی که از درون یک شیب و یا شیروانی در مناطق کوهستانی به سمت پایین دره به واسطه نیروی جاذبه، نیروی ثقل و یا بارش باران، نبود پوشش گیاهی در شیب ها و دره ها و ... اتفاق می افتد.



۲/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

### کلیات

**سر سنگ (Colluvium):** مرز بین توده رسوبی و سنگ را اصطلاحاً سرسنگ اطلاق می کنند.

**خاک در حیطه زمین شناسی مهندسی:** اصطلاحاً به مصالحی گفته شده که بدون نیاز به انفجار و یا شکافتن (کلنگ زدن) قابل حفاری باشد. مثل، خاک ها، توده های رسوبی، سنگ های سست و سنگ های هوا زده.

### هوازگی سنگ ها

- تجزیه و شکستن سنگ ها در نزدیکی و یا در سطح زمین به واسطه فرایندهای ۱- فیزیکی و ۲- شیمیایی.
- فرآیند هوازگی سنگ ها به میزان زیادی تابع نحوه تماس سنگ ها با آب و یا هوا بوده و تابعی از شرایط آب و هوای آن منطقه می باشد.

۳/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

الف: فرایند های فیزیکی:

- فرایند های فیزیکی متعددی در طبیعت وجود داشته که در این قسمت برخی از مهمترین آن ها ذکر شده اند:

### ۱- یخ زدگی و شکستن سنگ در مناطق سرد سیر (Frost Shattering)



- به واسطه یخ زدن آب درون حفرات سنگ ها و انبساط حجم آب، سنگ ها تخریب شده و به تکه های کوچکتر تقسیم می شوند. به عنوان مثال می توان به سنگریزه های ریخته شده در کوهپایه مناطق کوهستانی اشاره نمود.

۴/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

### ۲- تبلور نمک ها (Salt Crystallization)

- به واسطه وارد شدن املاح حاوی نمک ها به درون حفرات، درزه ها و ناپیوستگی های سنگ رخ می دهد. آب این املاح و نمک های وارد شده به درون حفرات و ناپیوستگی های سنگ ها، بعد از مدتی تبخیر شده و بلورهای نمک درون حفرات سنگی باقی می ماند. به واسطه گرم شدن هوا، این بلور ها دچار افزایش حجم شده و به جداره های حفرات فشار وارد نموده و به تبع آن باعث شکستگی و گسیختگی سنگ ها می شود.



۵/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی



## هوازدگی سنگ ها

### ۳- باربرداری (Unloading)

• به واسطه باربرداری از روی سنگ ها توسط فرایند هایی همچون حفاری و ... فشار از روی درزه های سنگ ها برداشته شده و این امر باعث به وجود آمدن ترک های بزرگ و گاه تخریب سنگ ها می شود.

• به عنوان مثال در سنگ های آذرین درونی (همچون گرانیت)، به واسطه عملیات های مختلف همچون حفاری، فشار سنگین لایه های بالایی زمین بر این گونه سنگ ها کاهش می یابد.

• این امر باعث به وجود آمدن ترک هایی به موازات سطح سنگ می شود.

۶/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

### ۳- باربرداری (Unloading)



۷/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

### ۴- گرما (Thermal Stress)



• به واسطه تغییرات دما در یک سنگ (تغییرات شدید آبی و یا تغییرات متناوب پیوسته و بلند مدت) به ویژه در مناطق گرمسیر و صحراها امکان تخریب و هوازدگی سنگ ها وجود دارد.

• به واسطه سرد و گرم شدن های متوالی به خصوص در سنگ های نازک امکان تخریب و فرسایش آن ها وجود دارد.

۸/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

### ۵- تر و خشک شدن (Drying & Wetting)

• به واسطه تر و خشک شدن های متوالی و به ویژه در سنگ های رسی، امکان تخریب این گونه سنگ های سست نیز میسر می باشد.



۹/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

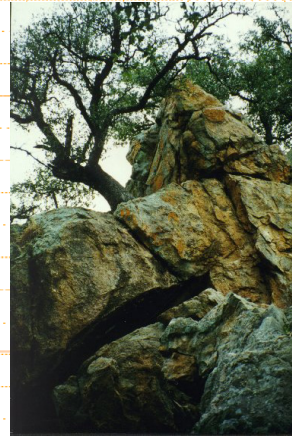
زمین شناسی مهندسی



## هوازدگی سنگ ها

### ۶- ریشه رستنی ها

- به واسطه نفوذ ریشه رستنی های مختلف در حفرات سنگ ها نیز امکان تخریب و فرسایش سنگ ها میسر می باشد.



۱۰/۱۷

علی میرزایی

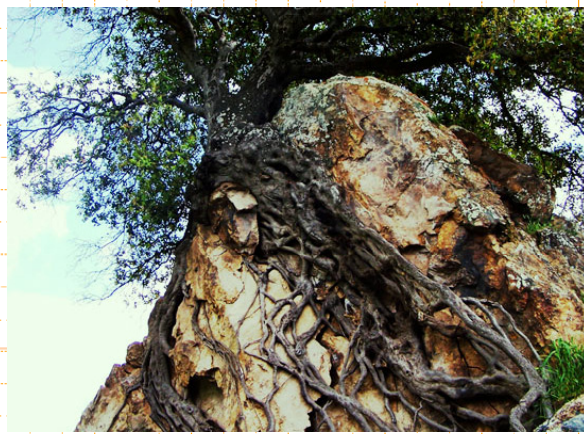
فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازدگی سنگ ها

### ۶- ریشه رستنی ها

- برخی از محققین هوازدگی سنگ ها به واسطه رستنی ها و یا فضولات حیوانات و ... را به طور مجزا دسته بندی نموده و از آن ها به عنوان هوازدگی بیولوژیکی یاد می کنند.



۱۱/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازدگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

• به واسطه تخریب و فرسایش طی فرایند های شیمیایی، آب و املاح شیمیایی حل شده درون آن با کانی های سنگ تماس پیدا نموده و باعث رخدادن واکنش های شیمیایی و تغییر ساختار سنگ می شوند.

• فرایند های هوازگی شیمیایی سنگ ها به صورت پیوسته و مداوم در طول عمر سنگ رخ می دهد.

• از جمله فرایند های اصلی هوازگی شیمیایی سنگ ها، ۱- اکسید شدن، ۲- هیدرولیز شدن و ۳- کربناسیون می باشند.

۱۲/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

### ۱- کربناسیون (Carbonation)

• به واسطه وجود دی اکسید کربن در اتمسفر، باران دارای خاصیت اسیدی بوده و معمولاً میزان pH باران در حدود ۵/۶ می باشد.

• همچنین به واسطه وجود سایر گازها در اتمسفر همچون دی اکسید سولفور و یا اکسید ها نیتروژن امکان اسیدی تر شدن باران ها گاهی با میزان pH ۳/۵ تا ۴ نیز وجود دارد.

• به واسطه وارد شدن باران های اسیدی درون حفرات سنگ ها و به ویژه سنگ های حاوی کربنات کلسیم (همچون سنگ آهک و یا سنگ گچ)، امکان تخریب و فرسایش این گونه سنگ ها وجود دارد.

• مثال: فرسایش سولفید آهن و به وجود آمدن طلا.

۱۳/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

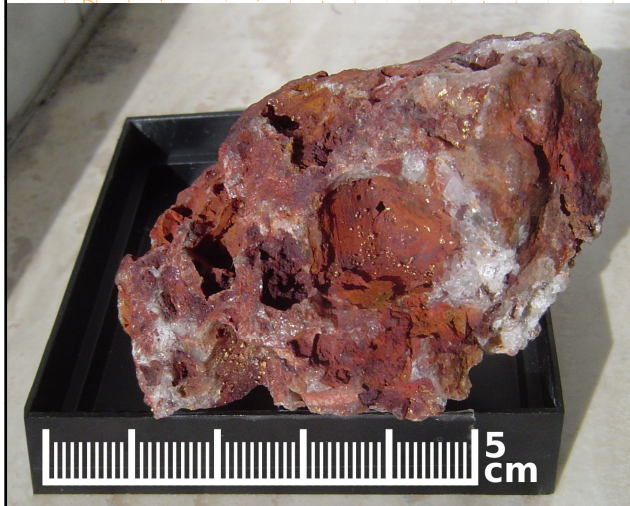
زمین شناسی مهندسی

## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

### ۱- کربناسیون (Carbonation)

- مثال: فرسایش سولفید آهن و به وجود آمدن طلا.



۱۴/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

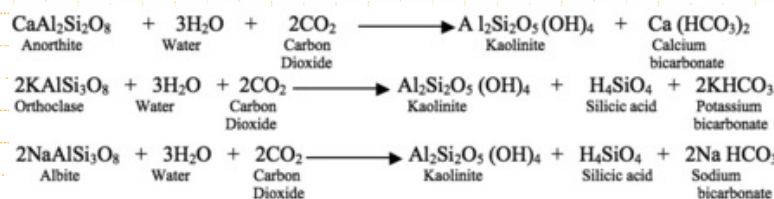
## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

### ۲- هیدرولیز (Hydrolysis)

- به واسطه عمل هیدرولیز و یا هیدراته شدن، یون های  $H^+$  و  $OH^-$  به اتم ها و مولکول های کانی سنگ متصل شده و باعث ایجاد تغییر ماهیت و فرسایش آن کانی می شود.
- در عمل هیدرولیز شدن، آب خالص / مقطر یونیزه شده و بر روی کانی های سیلیکاتی و کربناتی تاثیر می گذارد.
- از جمله فرسایش های معروف سنگ ها به خاک به واسطه عمل هیدرولیز عبارتند از:

• فرسایش اورتوکلاس به کائولینیت



۱۵/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی



## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

۲- هیدرولیز (Hydrolysis)



۱۶/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

## هوازگی سنگ ها

الف: فرایند های شیمیایی (Chemical weathering):

۳- اکسیداسیون (Oxidation)

• به واسطه وجود عنصر آهن ( $Fe^{2+}$ ) در بسیاری از سنگ ها، امکان اکسید شدن آن ها و فرسایش و تخریب آن ها وجود دارد.

• در این گونه سنگ ها، سطح سنگ دارای یک رنگ قرمز و اکسید شده بوده و امکان تخریب سنگ با گذشت زمان وجود دارد.



۱۷/۱۷

علی میرزایی

فصل یازدهم: هوازگی و خاک ها

زمین شناسی مهندسی

