



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

# آزمایشگاه خاکشناسی عمومی

تهیه و تنظیم

حیدر غفاری

## تعیین رنگ و ساختمان خاک

### رنگ خاک

#### ◀ مقدمه

رنگ خاک واضح ترین مشخصه خاک است که به آسانی قابل اندازه گیری است و همبستگی بالایی با خصوصیات خاک دارد. تعیین رنگ خاک بیشتر به این دلیل حائز اهمیت است که از طریق آن می توان به خواص مهم شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک پی برد که اندازه گیری آنها اغلب یا مشکل است و یا به طور دقیق علمی نیست در نتیجه رنگ خاک هنگامی که با سایر خصوصیات خاک در نظر گرفته شود بسیاری از تفسیرهای ژنتیکی و بهره برداری اراضی را ممکن می سازد.

#### ◀ اهمیت رنگ خاک

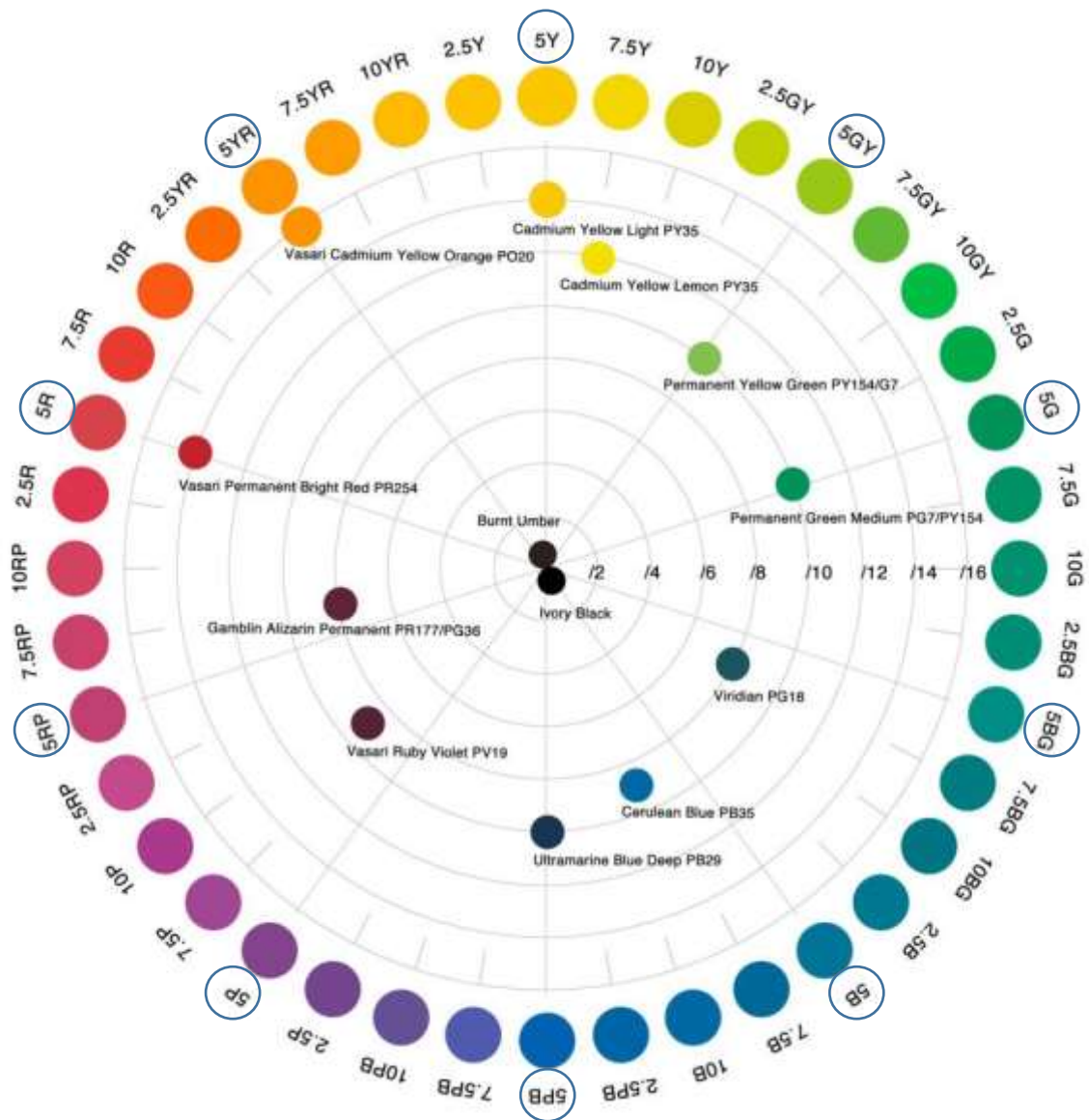
مهمترین خاصیتی که می توان اثر رنگ را بر آن ملاحظه نمود خاصیت جذب حرارت توسط خاک است. از روی رنگ خاک می توان به میزان نسبی مواد آلی، وضع زهکشی داخلی و تهویه خاک پی برد و نحوه تشکیل افقهای مختلف را بهتر درک کرد. کانی های عمده خاک در اصل دارای رنگ روشنی می باشند. تغییرات شیمیایی برخی عناصر مخصوصاً آهن و تشکیل مواد آلی در مراحل مختلف سبب رنگ های تیره و خاکستری و قرمز و... در خاک می گردند.

خاک های با زهکشی ضعیف حاوی مقدار بیشتری مواد آلی بوده و رنگ سطح آنها کاملاً تیره است. قسمت های زیرین خاک دارای رنگ خاکستری روشن می باشد. در خاک های با زهکشی متوسط رنگ خاکستری خاک یکنواخت نبوده بلکه لکه های زرد رنگ در آن مشاهده می گردد. در خاک های با زهکشی مناسب واکنش های اکسید کننده مناسب در آن به وقوع پیوسته سبب ایجاد رنگ های زرد و قرمز در ترکیبات آهن می گردد. هر چه درجه آبدار شدن ترکیبات آهن حاصل بیشتر باشد رنگ خاک زردتر هر چه این ترکیبات کم آب تر باشد رنگ خاک قرمز شفاف تر است.

#### ◀ اندازه گیری رنگ خاک

رنگ خاک از روی دفترچه ی رنگ مانسل Munsell تعیین میگردد این دفترچه شامل ۱۷۵ یا ۳۲۲ خانه ی رنگی است که به طور منظم و سیستماتیک و بر اساس سه مشخصه ی رنگ یعنی Hue، Value، Chroma تنظیم گردیده است (شکل زیر). هیو نشان دهنده رنگ غالبی است که توسط چشم تشخیص داده می شود. رنگ خاک معمولاً بدلیل اینکه خاک از مواد گوناگون ساخته شده است حالت ناخالص دارد. به عبارتی رنگ یک خاک از رنگهای متفاوتی ساخته شده است. بنابر این هنگامی از رنگ غالب صحبت میشود منظور رنگی است که بیشترین فراوانی را دارد. در روش مانسل ۵ هیوی اصلی شامل قرمز R، زرد Y، سبز G، آبی B،

ارغوانی P و ۵ هیو فرعی شامل ترکیب رنگ های اصلی مجاور مانند YR ، GY ، BG ، PB ، RP است. در یک تقسیم بندی بیشتر هر هیوی اصلی و فرعی به ۴ قسمت تقسیم شده و با اعداد ۲،۵، ۵، ۷،۵ و ۱۰ مشخص میشوند و در مجموع چهل هیو را شامل میشود. عدد ۵ اصلی ترین رنگ را نشان می دهد. نکته: خاک های موجود در سراسر دنیا فقط بخشی از این هیوها را بروز می دهند که معمولا بین هیوی 5R تا 5G قرار میگیرند.



ولیو درجه ی سفیدی خاک یا شدت نور انعکاسی را نشان میدهد و از سیاه خالص (۰) تا سفید خالص (۱۰) تقسیم بندی میشود. خاکستری در وسط با عدد (۵) قرار دارد. کروما خلوص نسبی یا قدرت طیفی رنگ غالب را نشان می دهد و بین (۰) تا (۱۰) درجه بندی شده است. عدد (۰) کمترین درجه خلوص رنگ و عدد (۱۰) قویترین درجه خلوص است.

برای تعیین رنگ خاک، نمونه ای از خاک را به دو صورت خشک و مرطوب روی یک برگه کاغذ سفید در کنار دفترچه مانسل قرار داده و آن را ورق زده تا رنگی که بیشترین شباهت به خاک را دارد پیدا کنیم. هر برگ دفترچه مربوط به یک هیو بوده و در بالای آن سمت راست مشخص شده است. داخل هر برگ قطعات رنگی مربوط به آن رنگ غالب با ولیو و کروماهای مختلف وجود دارد که پس از بررسی آنها، اقدام به تعیین ولیو و کرومای خاک کرده و طبق فرمت زیر آن را یادداشت کنید. باید توجه داشت که تطابق کامل رنگ بین خاک و قطعات رنگی دفترچه مانسل به ندرت اتفاق میافتد و بنابراین حداکثر تطابق و نه صد در صد مورد نظر است.

$$\text{hue} \frac{\text{value}}{\text{chroma}}$$

نکته: به دلیل تغییر رنگ خاک با مقدار رطوبت خاک، رنگ خاک هم در حالت خشک و هم در حالت مرطوب گزارش میشود. رطوبت به طور کلی باعث افزایش تیرگی (افزایش ولیو) میشود. رطوبت کروما را بسته به نوع خاک کم و زیاد مینماید و هیو به ندرت تحت تأثیر رطوبت قرار میگیرد.

مثال:



## ساختمان خاک

### ◀ مقدمه

واژه ساختمان خاک در ارتباط با نحوه و ترتیب قرار گرفتن اجزاء تشکیل دهنده خاک (ذرات اولیه خاک) و تبدیل آنها به ذرات درشت تر بنام خاکدانه (Aggregate) می باشد. در شرایط طبیعی ذرات شن، سیلت و رس کمتر بصورت جدا از هم قرار می گیرند، و معمولاً مجموعه های منفردی بنام خاکدانه را تشکیل می دهند. زمانی که بیشتر ذرات خاک بصورت خاکدانه درآمدند، خاک دارای ساختمان است و نتیجه آن افزایش تخلخل خاک و افزایش وزن مخصوص ظاهری است. ساختمان خاک به علت تاثیری که بر روی خواصی مانند تهویه، دما، زهکشی، سرعت نفوذ آب در خاک، حرکت آب در خاک، رشد و گسترش ریشه گیاهان، قابلیت دسترسی مواد غذایی و همچنین ظرفیت نگهداری آب در خاک اهمیت دارد. ساختمان خاک بر خلاف بافت خاک، یک ویژگی پویا از خاک است که مدام در حال تغییر است. عملیاتی چون قطع درختان، چرای احشام، خاک ورزی، تردد وسایل نقلیه، آهک دادن و کود دامی دادن با تغییر در ساختمان خاک بر سایر خصوصیات خاک تاثیر می گذارند.

### ◀ اهمیت ساختمان خاک

ساختمان خاک اثرات بافت را درباره ی آب و هوای خاک اصلاح می کند. اندازه ی بزرگ و ماکروسکوپی خاکدانه ها، باعث پیدایش فضای خالی در بین آن ها می شود که به مراتب بزرگ تر از خلل و فرجی است که در فواصل ذرات شن، سیلت و رس در درون خاکدانه ها به وجود می آید. در حقیقت همین تأثیر ساختمان خاک بر روی خلل و فرج خاک است که آن را در زمره ی یکی از خصوصیات مهم قرار می دهد. این امر جریان آب و هوا را نیز در خاک به آسانی مقدور می سازد و توسعه و پیشروی ریشه ها را تسهیل می بخشد.

### ◀ ارزیابی ساختمان خاک

ساختمان خاک معمولاً از چهار جنبه شامل شکل هندسی، اندازه، درجه وضوح و استحکام واحدهای ساختمانی (خاکدانه ها) بررسی و گزارش میشود.

به عنوان مثال: خاک قوی- درشت-بلوکی زاویه دار (strong-coarse-angular blocky)

### ❖ شکل هندسی واحدهای ساختمانی

خاک ها را براساس وجود یا عدم وجود ساختمان در آن ها به دو دسته دارای ساختمان و فاقد ساختمان تقسیم می کنند.

الف) خاک های بدون ساختمان: بعضی از خاک ها ساختمان مشخصی نداشته در نتیجه دارای خلل و فرج کم بوده عمل تهویه در آن ها به خوبی انجام نمی گیرد این خاک ها به لحاظ شکل ظاهری شامل:

۱- تک دانه‌ای (Single grain): ذرات خاک به صورت مجزا کنار یکدیگر قرار دارند.

۲- توده ای (massive): ذرات کاملاً به یکدیگر چسبیده اند اما هیچ گونه خاکدانه در آن دیده نمی شود.

ب) خاک‌های با ساختمان: در این گونه خاک ها بر اساس شکل ظاهری چهار نوع ساختمان اصلی عبارتند از کروی (Spheroidal): خاک دانه ها کوچک و دارای زوایا و لبه های گرد بوده و قابل انطباق با یکدیگر نمی باشند. از این رو فضای های خالی بین آنها، زیاد و پس از آبیاری نیز همواره مقدار هوا در این منافذ وجود دارد. این واحدهای ساختمانی را دانه و خاک های مربوطه را دانه ای می گویند این نوع ساختمان بیشتر در خاک های بافت درشت دیده می شود. بسته به تخلخل خاکدانه ها خود به دو گروه Granular و Crumb تقسیم میشود.

بشقابی (Platy-like): تجمع خاک دانه ها به شکل بشقاب یا عدسی شکل است که با هم تشکیل ورقه ها یا صفحاتی را می دهند و عمدتاً بصورت افقی در سطح خاک قرار دارند این ورقه ها اغلب روی هم قرار گرفته و از نفوذ پذیری خاک می کاهند این نوع ساختمان بیشتر در افق های خاک های رسی دیده می شوند.

منشوری (Prism-like): تجمع خاک دانه ها در این نوع ساختمان بیشتر عمودی است و تشکیل ستون ها و منشور های با سطوح جانبی صاف و صیقلی را داده اند و در قسمت های سطحی خاک های مناطق خشک



دیده می شوند و یکی از مشخصات اصلی خاک های قلیایی به شمار می روند شکاف ها درز و ترک های خاک در این نوع ساختمان بیشتر عمودی است. بسته به شکل راس ستون به دو نوع منشوری و استوانه ای تقسیم میشود. وقتی که رأس منشور به صورت گرد شده باشد، ساختمانی ستونی گفته می شود و وقتی که رأس

واحدهای ساختمانی مسطح باشد، ساختمان منشوری اطلاق می گردد.

مکعبی (Block-like): در این نوع خاک ها ابعاد واحد های ساختمانی تقریباً مساوی و درز های خاک در هر دو جهت افقی و عمودی یکسان دیده می شوند. گوشه های آنها ممکن است تیز (مکعبی) یا ساییده و مدور باشد. بسته به زاویه سطوح به دو گروه تقسیم میشود. وقتی لبه قطعات تیز و دارای سطوح مکعبی مشخص باشد، مکعبی زاویه دار (angular) و وقتی زاویه ها گرد شده باشند به آنها شبه مکعبی یا فندقی (sub-angular) گفته می شود.

❖ اندازه واحدهای ساختمانی

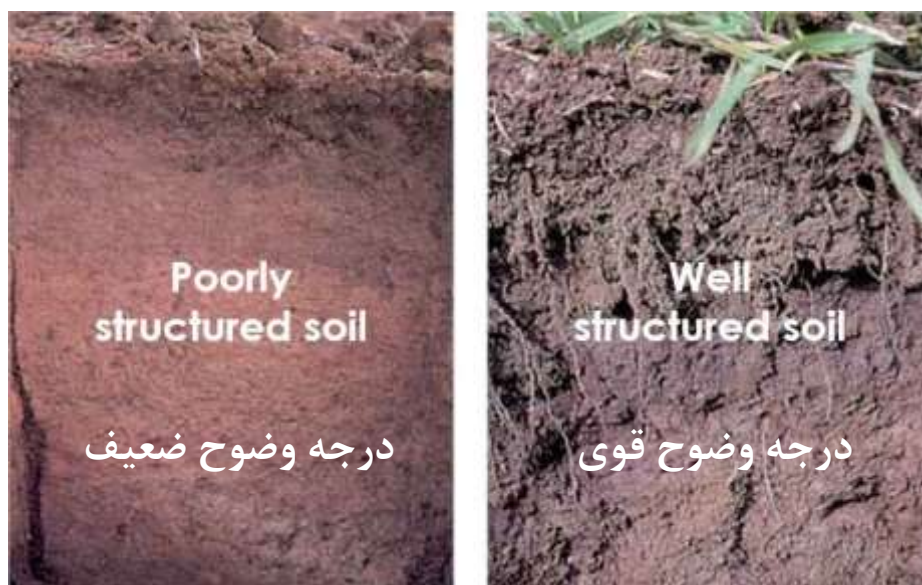
خاکدانه‌ها با اندازه‌های متفاوتی در خاک دیده می‌شوند و هر چقدر اندازه آنها درشت‌تر باشد، منافذ حاصل در میان خاکدانه‌ها نیز درشت‌تر بوده و خاک از تهویه مطلوب‌تری برخوردار می‌شود. البته تشکیل شدن خاکدانه‌های درشت در خاک معمولاً کمتر انجام می‌شود، چرا که حتی با فرض فراهم بودن شرایط برای تشکیل چنین خاکدانه‌هایی، بسیاری از آنها طی عملیات خاک‌ورزی متعددی که معمولاً در اراضی انجام می‌شود، شکسته و خرد می‌شوند. یکی از مهم‌ترین مشکلات شخم زدن همین از بین رفتن ساختمان خاک است.

واحدهای ساختمانی خاک را بر اساس نوع شکل هندسی به صورت قراردادی کلاس بندی میکنند.

نوع ساختمان	خیلی ریز	ریز	متوسط	درشت	خیلی درشت
کروی (قطر)	کمتر از ۱ میلی‌متر	۱ الی ۲ میلی‌متر	۲ الی ۵ میلی‌متر	۵ الی ۱۰ میلی‌متر	بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر
ورقه‌ای (ضخامت)	کمتر از ۱ میلی‌متر	۱ الی ۲ میلی‌متر	۲ الی ۵ میلی‌متر	۵ الی ۱۰ میلی‌متر	بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر
مکعبی (قطر)	کمتر از ۵ میلی‌متر	۵ الی ۱۰ میلی‌متر	۱۰ الی ۲۰ میلی‌متر	۲۰ الی ۵۰ میلی‌متر	بزرگتر از ۵۰ میلی‌متر
ستونی (قطر)	کمتر از ۱۰ میلی‌متر	۱۰ الی ۲۰ میلی‌متر	۲۰ الی ۵۰ میلی‌متر	۵۰ الی ۱۰۰ میلی‌متر	بزرگتر از ۱۰۰ میلی‌متر

#### ❖ درجه وضوح واحدهای ساختمانی

در خاک‌های دارای ساختمان بسته به اینکه خاکدانه‌های موجود با چه وضوحی از هم قابل تفکیک باشند و اینکه بتوانیم با انگشتان دست آنها را از دیواره پروفیل خاک جدا کنیم، به درجات ۱، ۲ و ۳ یا ضعیف، متوسط و قوی تفکیک می‌شوند. یعنی وقتی خاکدانه‌ها ضعیف باشند و مرز بین آنها خیلی واضح نباشد، درجه ساختمان خاک ۱ است و زمانی که واحدهای ساختمانی به راحتی قابل تشخیص باشند درجه ساختمان ۳ است. وضوح متوسط را با عدد ۲ نشان میدهند. درجه وضوح بیشتر نشان دهنده ساختمان توسعه یافته‌تر و مطلوب‌تر است.



#### ❖ استحکام خاکدانه ها

مقاومت خاک در مقابل گسیختگی و تغییر شکل، ثبات نامیده می شود. نیروهای پیوستگی و همبستگی موجود در کل توده ی خاک مبین ثبات خاک است. بنابراین، برخلاف ساختمان، که در باره ی شکل، اندازه و درجه وضوح خاکدانه ها صحبت می کند، ثبات خاک حکایت از نوع و میزان نیروهای موجود بین ذرات خاک دارد. ثبات خاک در رابطه با اعمال کشت و زرع و عبور و مرور و سایل نقلیه حائز اهمیت فراوانی است. ثبات خاک در سه حالت مختلف رطوبت تعریف شده است:

الف) حالت خیس: مقدار رطوبت بیشتر یا کمی بیشتر از حد ظرفیت زراعی است.

ب) مرطوب: مقدار رطوبت بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی قرار دارد.

ج) خشک: مقدار رطوبت کمتر از نقطه پژمردگی است.

در حالت خیس از دو جنبه چسبندگی و شکل پذیری بررسی می شود:

- غیرچسبنده: هنگام ورز دادن، مواد خاک به انگشتان نمی چسبند.
- چسبندگی کم: به مقدار خیلی کم به انگشتان دست می چسبند.
- چسبنده: به انگشتان می چسبند و تا اندازه ای کش می آید.
- بسیار چسبنده: به شدت به انگشتان دست می چسبند.
- شکل ناپذیر: امکان تشکیل فتیله بین دو دست وجود ندارد.
- کمی شکل پذیر: با غلتاندن خاک بین دو دست فتیله های کوتاهی تشکیل میشود.
- شکل پذیر: با غلتاندن خاک بین دو دست فتیله های متوسطی درست میشود.
- بسیار شکل پذیر: فتیله های بلندی را میتوان درست کرد.



### استحکام در حالت مرطوب:

- سست: ذرات به هم چسبیده نیستند.
- خیلی نرم: خاکدانه ها به آسانی بین انگشتان دست خرد میشوند.
- نرم: فشار ملایمی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست شکسته شوند.
- سفت: فشار متوسطی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست شکسته شوند.
- خیلی سفت: فشار زیادی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست شکسته شوند.

### استحکام در حالت خشک

- سست: ذرات به هم چسبیده نیستند.
- خیلی ترد: خاکدانه ها به آسانی بین انگشتان دست به دانه های ریزتر تبدیل میشوند.
- ترد: فشار ملایمی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست خرد شوند.
- کمی سخت: فشار متوسطی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست خرد شوند.
- سخت: فشار زیادی لازم است تا خاکدانه ها بین انگشتان دست خرد شوند.
- خیلی سخت: خاکدانه ها حتی با دو دست هم شکسته نمی شوند.