



دانشگاه شهید چمران اهواز

**به نام خدا**

# **شناسایی و طبقه بندی خاک ها**

دانشکده کشاورزی - گروه علوم و مهندسی خاک  
دکتر حیدر غفاری

# فرایندهای درونی خاکسازی: تشکیل افق های خاک



## ADDITIONS

- فضولات گیاهان و بقایای گیاهی
- نزولات جوی - انرژی خورشید - گوگرد - نیتروژن



## LOSSES

- جذب عناصر توسط گیاهان - فرسایش و آبشویی



## TRANSLOCATIONS

(MOVEMENT WITHIN THE SOIL)

- جابجایی رس ها - مواد آلیو ترکیبات شیمیایی در لایه های مختلف



## TRANSFORMATIONS

(ONE COMPONENT CHANGES TO ANOTHER)

- تجزیه مواد آلی - هوازدگی شیمیایی و فیزیکی - خاکدانه سازی و ...

# مورفولوژی خاک (ریخت شناسی)

- افق‌های خاک را به دو دسته افق‌های اصلی و افق‌های حد واسط تقسیم می‌نمایند:
- افق O: لایه سطحی آلی که از بقایای گیاهان و جانوری حاصل شده است.
- افق A: فوقانی ترین افق معدنی می باشد که شامل مخلوطی از مواد آلی تجزیه شده (هوموس) می باشد
- افق E: افقی که رس‌های سیلیکاته و اکسیدهای آهن و آلومینیوم آن شسته شده و فقط ذرات شن و سیلت باقی مانده‌اند.
- افق B: افقی است که در زیر A، E، و یا O تشکیل شده و در آن ساختمان نخستین سنگ از بین رفته
- افق C: افقی که فرایندهای خاکسازي تاثیر کمی بر آنها داشته و فاقد ویژگی‌های سایر افق‌ها است.
- افق R: افق شامل سنگ بستر سخت را گویند.

# تقسیم بندی خاکها بر اساس مرحله تکامل

- **خاکهای جوان:** شدت هوازدهی کم است و افق های خاک به طور کامل تشکیل نشده اند. حاصلخیزی کم
- **خاکهای بالغ:** شدت هوازدهی متوسط – انواع رس های وجود دارند – حاصلخیزی زیاد
- **خاکهای پیر:** شدت هوازدهی زیاد – کانی ها عمدتاً از نوع ۱:۱ – افق ها به طور کامل قابل مشاهده هستند. آبشویی و خروج عناصر زیاد – حاصلخیزی کم

# طبقه بندی خاکها

مطالعه و شناخت جامعه ای با افراد زیاد نیاز به طبقه بندی وجود دارد.  
خاکها نیز به دلیل تنوع بسیار زیاد، نیاز به طبقه بندی دارند.

- هدف از طبقه بندی خاک:
- سازماندهی آگاهی ها،
- کمک به فراگیری ویژگیها،
- شناخت بهتر وابستگی ها،
- کاربرد در طرح پژوهشی و مدیریت
- ساده تر کردن انتقال تکنولوژی و ارتباط بین دانشمندان

# تاریخچه طبقه بندی خاک

- حدود ۴ تا ۵ هزار سال پیش چینی ها خاک ها را در راستای اهداف مالیاتی و اقتصادی به صورت تجربی به دو گروه خاک های حاصلخیز و غیر حاصلخیز طبقه بندی کردند.
- پس از شروع علم خاکشناسی در روسیه، آنها خاک ها را برای اهداف مالیاتی به سه گروه خاک های نرمال، انتقالی و غیر نرمال
- پس از امریکایی ها خاک ها را به دو گروه دارای کربنات و فاقد کربنات تقسیم بندی کردند.
- پس از آن امریکایی ها در سال ۱۹۳۸ طبقه بندی گسترده تری را ایجاد کردند که به طبقه بندی قدیمی معروف است.
- تا اینجا طبقه بندی ها کیفی بود.
- در سال ۱۹۵۳ امریکایی ها اولین طبقه بندی کمی رو انجام دادند. که به تدریج آن را توسعه دادند.

# سیستم های طبقه بندی خاک ها

- سیستم های بین المللی:

- usda classification سیستم تاکسونومی امریکایی
- wrb classification سیستم جهانی فائو

- سیستم های ملی

- برخی از کشورها مثل روسیه و چین و ... سیستم های خاص خود را دارند.

# usda soil taxonomy **نظام طبقه بندی امریکایی**

## Soil Taxonomy Hierarchy

Order

12

Suborder

63

Great group

250

Sub group

1400

Family

8000

Series

19,000

Kingdom  
Phylum  
Class  
Order  
Family  
Genus  
Species



# سطوح سیستم طبقه بندی

- رده ها همگی از یک پیشوند و کلمه Sols تشکیل شده اند. پیشوند یک ویژگی از خاک را بیان می کند. حرف قبل از Sols یا i هست یا o
- مانند اریدی سول **Aridisols** و **Histosols**
- زیر رده از یک پیشوند و عنصر سازنده رده
- عنصر سازنده: از اولین حرف صدا دار قبل از i یا o شروع شده و به آخرین حرف بی صدا قبل از i یا o ختم می شود.
- گروه بزرگ: از یک پیشوند + زیر رده
- زیر گروه: از دو کلمه تشکیل شده: کلمه پیشوند + گروه بزرگ
- فامیل: از زیر گروه بزرگ که قبل آن چند عبارت برای توصیف خاک استفاده شده.
- سری: از یک کلمه که معمولاً نام محلی منطقه میباشد.

# رده: Aridisols

## زیر رده: Argids-Calcids-Salids-Cambids

### گروه بزرگ: Calciargids

#### زیر گروه بزرگ: Aquic Calciargids

#### فامیل: Clayey, Kaolinitic, Mesic, Aquic

### Calciargids

#### سری: چادگان – یا سری خاک میشیگان

- رسی: بزرگتر از ۳۵ درصد رس
- کائولینایتی: بیش از ۵۰٪ رس ها از نوع کائولینایت
- مزیک: رژیم حرارتی: دمای بین ۸ تا ۱۵ درجه سانتی گراد

<b>Soil Order</b>	<b>Derivation</b>	<b>Formative element</b>
Alfisols	Nonsense symbol	alf
Andisols	Jap. <i>ando</i> , black soil	and
Aridisols	L. <i>aridus</i> , dry	id
Entisols	Nonsense symbol	ent
Gelisols	Gr. <i>gelid</i> , very cold	el
Histosols	Gr. <i>histos</i> , tissue	ist
Inceptisols	L. <i>inceptum</i> , beginning	ept
Mollisols	L. <i>mollis</i> , soft	oll
<b>Oxisols</b>	Fr. <i>oxide</i> , oxide	ox
<b>Spodosols</b>	Gr. <i>Spodos</i> , wood ash	od
<b>Ultisols</b>	L. <i>ultimus</i> , last	ult
<b>Vertisols</b>	L. <i>verto</i> , turn	ert

# افق های سطحی

مالیک	افق ضخیم، تیره، دارای مواد آلی زیاد، ساختمان خوب، درصد اشباع بازی زیاد
آمبریک	تمام ویژگی های افق مالیک با این تفاوت که درصد اشباع بازی کمتری دارد.
اکریک	افق دارای ماده آلی کم و ساختمان ضعیف و رنگ روشن
هیستیک	دارای مقدار ماده آلی زیاد، بیش از ۳۰ روز اشباع از آب
آنتروپیک	تحت تاثیر فعالیت های انسان، دارای فسفر قابل استفاده زیاد
پلاگن	افق چمنی ساخت انسان، نتیجه تجمع کودهای آلی در طول سال های متمادی
ملانیک	افق ضخیم سیاه رنگ، دارای ماده آلی زیاد، حاصل از خاکستر آتش فشانی

# افق های زیر سطحی

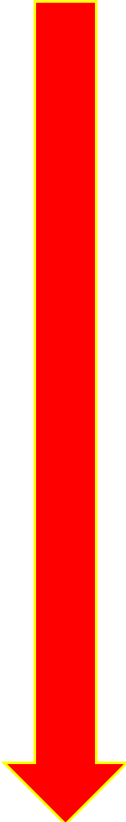
Bt	تجمع رس های سیلیکاتی	آرجیلیک
Bt n	تجمع رس های سیلیکاتی سرشار از سدیم، ساختمان خاک منشوری و ستونی	ناتریک
	تجمع رس های سیلیکاتی دارای فعالیت کم	کندیک
B w	تحولات فیزیکی و شیمیایی خاک اما هنوز تجمع رخ نداده	کمبیک
Bo	تجمع اکسیدهای آهن و آلومینیوم و رس های غیرچسبنده و هوادیدگی زیاد	اکسیک
B	تجمع ماده آلی و رس در زیر لایه ضخیم بر اثر عملیات کشاورزی	آگریک
Bh	تجمع مواد آلی و اکسیدهای آهن و آلومینیوم	اسپودیک

# افق های زیر سطحی

qm	لایه ای سخت و سیمانی به وسیله عنصر سیلیسیوم	دوری پن
x	لایه ای شکننده معمولا با بافت لومی که به طور ضعیف سیمانی شده	فراجی پن
k	تجمع کربنات کلسیم و یا کلسیم و منیزیم	کلسیک
y	تجمع گچ	ژیپسیک
Bh	تجمع مواد آلی با درصد اشبع بازی پایین - مناطق سرد و مرطوب	سامبریک
E	افق دارای رنگ روشن و شستشوی رس و اکسیدهای آهن و آلومینیوم	آلبیک
Km	افق سیمانی شده سخت با کربنات کلسیم	پتروکلسیک
Sm	افق سیمانی شده نازک با آهن و منگنز و یا مواد آلی	پلاکیک

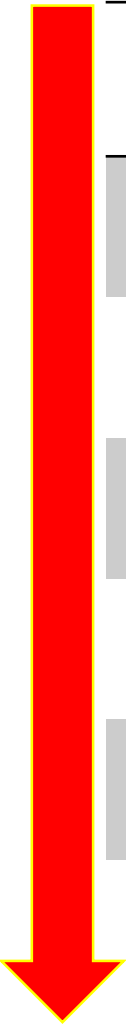
# رژیم های رطوبتی خاک

اریدیک یا توریک	مختص مناطق خشک است. بخش کنترل رطوبتی بیش از نصفی از سال خشک بوده و بیشتر از ۹۰ روز متوالی مرطوب نیست.
زریک	مختص مناطق معتدل مدیترانه ای. بخش کنترل رطوبتی در چهار ماهه پس از شروع تابستان بیش از ۴۵ روز متوالی خشک است و در زمستان بیش از ۴۵ روز متوالی مرطوب است.
یوستیک	مرطوب تر از اریدیک و خشک تر از یودیک. رطوبت زمانی که دما مناسب است در دسترس گیاه است. بخش کنترل رطوبتی خاک بیش از ۹۰ روز متوالی خشک است اما بیش از نصفی از سال مرطوب است. بیش از ۴۵ روز در ماه های زمستان مرطوب است و کمتر از ۴۵ روز در تابستان خشک است.
یودیک	بخش کنترل رطوبتی خاک برای عمده سال مرطوب است. بنابراین آب کافی برای رشد گیاه فراهم است. بخش کنترل رطوبتی جمعا به مدت بیش از ۹۰ روز از سال خشک نیست. کمتر از ۴۵ روز متوالی در چهار ماهه تابستان خشک است.
اکویک	حداقل برای بخشی از سال ( چند روز ) از آب اشباع است. شرایط اکسیداسیون و احیا حاکم است.



# رژیم های حرارتی خاک

پرمافراست یا پرجیلیک	یخبندان دائم وجود دارد، طوری که به مدت دو سال یا بیشتر به صورت متوالی در یک بازه سی ساله دما کمتر از صفر باشد. ارتفاعات زرد کوه بختیاری
کراییک	میانگین سالانه دمای خاک بین صفر تا ۸ درجه سانتیگراد است. یخبندان دائمی حاکم نیست. متوسط دمای خاک در تابستان کمتر از ۱۵ درجه سانتی گراد.
فریجید	دمای خاک بین صفر تا ۸ درجه سانتیگراد است ولی دمای خاک در تابستان بیشتر است.
مزیک	دمای خاک بین ۸ تا کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد است. متوسط تابستان و زمستان بیش از ۶ درجه است.
ترمیک	دمای خاک بین ۱۵ تا کمتر از ۲۲ درجه سانتیگراد است. اختلاف تابستان و زمستان بیش از ۶ درجه است.
هایپر ترمیک	دمای خاک در عمق ۵۰ سانتی متری بالاتر از ۲۲ درجه سانتیگراد است. اختلاف تابستان و زمستان بیش از ۶ درجه است.
ایزو	بصورت پیشوند به همه گروه ها به جز کراییک اضافه می شود. اشاره به خاکهایی دارد که اختلاف بین متوسط دمای ماه های زمستان و تابستان کمتر از ۶ درجه سانتیگراد باشد.





# رده های اصلی خاک و کاربرد آنها

# Simplified Key to the 12 Soil Orders

1. Soils with permafrost within 2 m of the soil surface → **GELISOLS**



2. Organic soils (>20% organic matter) → **HISTOSOLS**



other soils

3. Acid forest soils with a subsurface accumulation of metal-humus complexes → **SPODOSOLS**



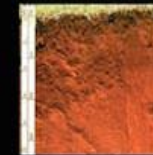
other soils

4. Soils formed in volcanic ash → **ANDISOLS**



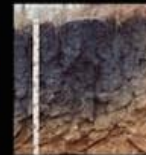
other soils

5. Intensely weathered soils of tropical and subtropical environments → **OXISOLS**



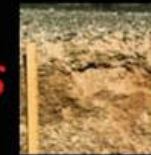
other soils

6. Clayey soils with high shrink/swell capacity → **VERTISOLS**



other soils

7. Soils of arid environments with subsurface horizon development → **ARIDISOLS**



other soils

8. Strongly leached soils with subsurface clay accumulation and <35% base saturation → **ULTISOLS**



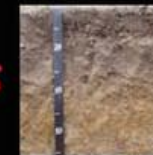
other soils

9. Grassland soils with high base saturation → **MOLLISOLS**



other soils

10. Moderately leached soils with subsurface clay accumulation and  $\geq 35\%$  base saturation → **ALFISOLS**



other soils

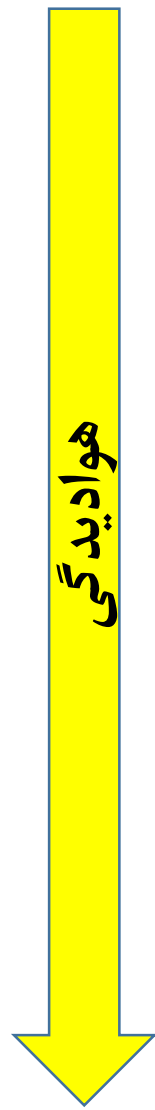
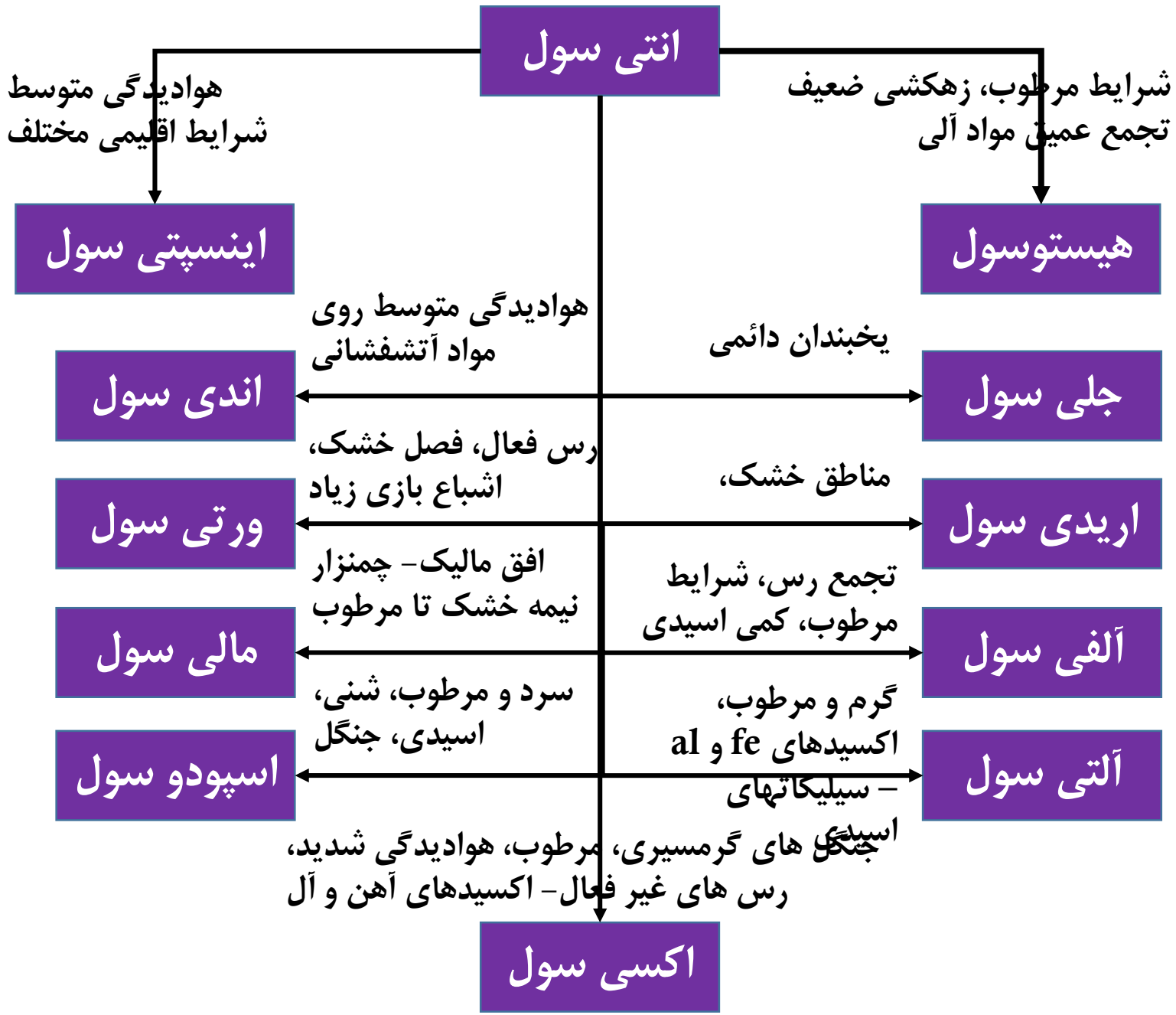
11. Soils with weakly developed subsurface horizons → **INCEPTISOLS**



other soils

12. **ENTISOLS**





# انتهی سولها

A

C

R

مقاومت مواد مادری به هوازدگی  
مواد مادری جدید مانند آبرفتی یا  
گذازه های تازه که زمان کمی از  
تکامل آن ها می گذرد  
اقلیم خشک و گرم  
اشباع از آب  
شیب های تند- فرسایش

۱۶٪

- خاک های معدنی با تکامل ضعیف (به هر دلیلی؟)
- شواهدی از افق های پیدایشی در آن دیده نمی شود
- بدون افق های ژنتیکی
- افق سطحی غالباً از نوع اکریک
- ویژگی های آنها از مواد مادری به ارث رسیده
- در همه مناطق وجود دارند
- گروه گسترده ای از خاک ها را در بر میگیرند. تنها وجه مشترک آنها نبود شواهد تشکیل خاک است.
- این خاک ها عمدتاً به عنوان مرتع
- در صورتی که از مواد آبرفتی جدید باشند حاصلخیز برای کشاورزی
- توان تولید این خاک ها بر حسب موقعیت و خصوصیات مواد مادری بسیار متغیر است.
- بسیاری از مزارع برنج در آسیا روی این خاک ها

# انٹی سولہا

- توان تولید این خاک ها بر حسب موقعیت و خصوصیات مواد مادری بسیار متغیر است. با کود دادن کافی و تامین آب برخی از این خاک ها توان تولید بالایی دارند.
- انٹی سول های تشکیل شده روی سیل دشت های ابرفتی جزو خاکهای بسیار حاصلخیز و پر تولید جهان هستند. به دلیل اینکه معمولا نزدیک به آب هستند و عناصر غذایی بخ طور متناوب با رسوبات حاصل از طغیان رودخانه ها تامین می شود.
- محدودیت این خاک ها شامل عمق خاک، میزان رس و آب قابل استفاده می باشد.

۱۶٪

# اینسپتی سولها

- این خاکها جوانند و یا در ابتدای مراحل به وجود آمدن قرار دارند.

- نسبت به انتی سولها تکامل بیشتری دارند

- دارای افق هایی تغییر یافته است، اما هوادیدگی آنقدر زیاد نبوده که لایه تجمعی به وجود بیاید.

- در دامنه ی گسترده ای از دما و رطوبت

- ویژگی بارز این خاک اپی پدون اکریک و افق کمبیک

- خصوصیات دیگر رده ها را ندارند.

- این خاک ها به طور وسیعی در جهان یافت می شوند.

- مهمترین رده در اراضی پست زیر کشت برنج در آسیا

- توان تولید این خاک ها بسیار متغیر است.

- در صورت آبیاری و کود دهی کافی تولید بالایی دارند

- در تمام مناطق به غیر رژیم رطوبتی اریدیک هستند.

A

Bw

C

R

۹٪

# اریدی سول



- خاک های مختص مناطق خشک
- پس از انتی سول ها فراوان ترین رده در جهان
- از مهمترین خاک های کشور بوده که بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است.
- کمبود آب خصوصیت مهم این خاک ها است.
- مشخصه آن افق اکریک دارای رنگ روشن و مواد آلی کم
- بوته ها و علف های کوتاه پوشش طبیعی این خاک ها
- این خاک ها بدون آبیاری مناسب کشاورزی نیستند. در بعضی مناطق برای چرا استفاده می شوند. اما چرای این خاک ها باعث تخریب مراتع و فرسایش می شود.

# مالی سولها

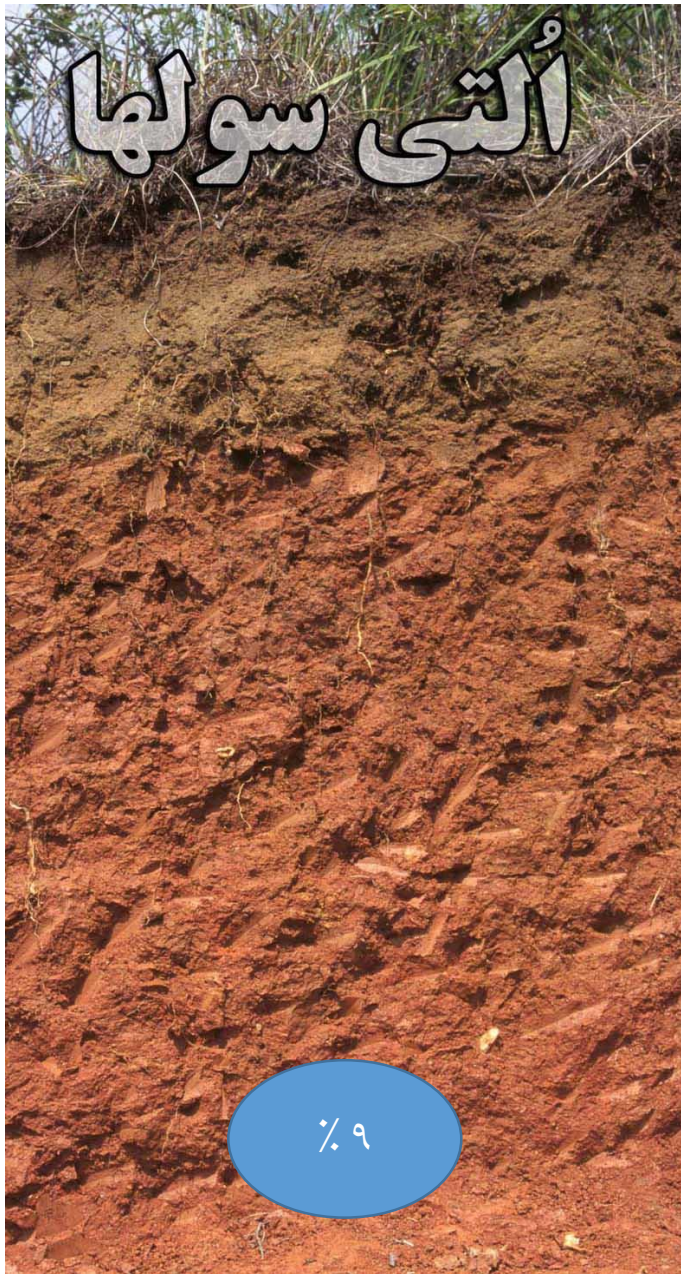
- مشخصه اصلی وجود افق سطحی مالیک
- سرشار از کلسیم و منیزیم
- بیشتر از ۵۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی آن توسط کاتیون های بازی اشغال شده
- بیشتر این خاک ها زیر پوشش علفی تکامل یافته اند.
- جزو بارور ترین خاک های جهان
- بخش عمده ای از تولید در جهان
- در ابتدا نیازی به مصرف کود ندارند.
- کشت و کار شدید در این خاک ها منجر به تخریب ساختمان و فرسایش در مناطق شیب دار شده است.

۷٪





- خاک هایی که در آن ها شستشوی رس صورت گرفته است
- افق مالیک ندارند.
- افق زیر سطحی اجبارا باید افق آرچلیک، ناتریک یا کندیک باشد.
- در مناطق حد واسط خشک و مرطوب تشکیل می شوند.
- معمولا دارای پوششی متنوع از گیاهان هستند ولی به صورت غالب در جنگل های خزان شونده موجود میباشند.
- درصد اشباع بازی بیشتر از ۳۵ درصد است
- پتانسیل نسبتا خوبی برای تولید دارند. به دلیل درصد اشباع بازی، بافت مناسب و قرار گرفتن در مناطق مرطوب
- از نظر ظرفیت تولید مشابه مالی سول ها
- محدودیت آنها حساسیت به فرسایش است.



- خاکهایی شبیه آلفی سولها اما دارای تکامل بیشتر
- دارای افق های اُگریک و آرچیلیک
- آبشویی کاتیون های بازی - درصد اشباع بازی کمتر از ۳۵ درصد
- اغلب در مناطق گرم و مرطوب تشکیل شده اند.
- پوشش طبیعی آنها غالباً جنگل است.
- در ارتباط نزدیک با اکسی سول ها هستند.
- گرچه به طور طبیعی حاصلخیز نیستند اما با مدیریت صحیح عملکرد بالایی دارند.
- معمولاً در مناطقی وجود دارند که فصل رشد طولانی و مرطوب دارند.
- رس ها از نوع غیر چسبنده بوده بنابراین سهولت کشت و کار را تضمین می کنند.
- در صورت استفاده از کودهای شیمیایی و آهک تولید بالایی می دهند. می توانند با مالی سول ها و آلفی سول ها رقابت کنند



- دارای مقدار زیادی رس چسبنده بزرگتر از ۳۰ درصد
- دارای خاصیت انقباض و انبساط طی دوره های خشک و تر
- ایجاد درز و ترک در فصول خشک مشخصه این خاک هاست.
- عمدتاً از سنگ آهک، بازالت و سایر مواد مادری بازی سرشار از کلسیم و منیزیم
- معمولاً در مناطق معتدل وجود دارند.
- پوشش طبیعی این خاک ها معمولاً چمنزارها
- انقباض و انبساط این خاک میتواند به جاده ها و ساختمان ها آسیب برساند.
- عملیات کشاورزی در آنها مشکل است
- در صورت مدیریت مناسب محصول خوبی می دهند.
- نسبت به فرسایش و تخریب حساسند.

# اسپودوسولها

- دارای افق اسپودیک.
- لایه ای تیره در زیر افق روشن شسته شده که قرمز رنگ و غنی از اکسید آهن و آلومینیوم میباشد
- این خاک اسیدی بوده و بخش عمده ای از آنها زیر پوشش جنگل ها یافت میگردد.
- معولا در مناطق سرد و مرطوب دیده می شوند.
- بافت شنی و در نتیجه پتانسیل شستشوی زیادی دارند
- به طور طبیعی حاصلخیز نیستند.
- در صورت استفاده برای کشاورزی احتیاج به مدیریت دقیق در آبیاری و آهک دهی دارند.
- برای تولید سیب زمینی مناسبند.
- مسئله آلودگی آب های زیر زمینی در اثر استفاده از مواد شیمیایی

۳٪

# اکسی سولها

- این خاک تنها در مناطق گرمسیر و مرطوب وجود دارند.
- شدیداً هوا دیده شده اند. اسیدی هستند
- دارای افق اکسیک می باشند.
- رنگ آنها زرد تا قرمز میباشد به علت تجمع اکسید آهن و آلومینیوم
- رس از نوع غیر فعال و غیر چسبنده- بنابراین هنگام خشک شدن سخت و شکننده نیست.
- حاصلخیزی کمی دارند. مقاوم به فرسایش
- مسمومیت آلومینیوم در این خاک ها وجود دارد
- این خاکها نیاز به مدیریت خاصی داشته و محدودیتهای و امکانات ویژه و منحصر به فردی را دارا می باشند.
- کمبود فسفر به دلیل پیوند با اکسیدها
- به دلیل حاصلخیزی کم زیر پوشش جنگل باقی مانده
- بهترین کاربری درختان خزان شونده- چرخه عناصر

# هیستوسولها

- خاکهایی تیره و دارای مواد آلی زیاد تجزیه نشده
- ویژگی مشخصه وجود افق هیستیک
- اکثر زهکش ضعیفی دارند و در مناطق پست مانند مرداب ها ، باتلاق های ساحلی و دلتا ها وجود دارند
- در مناطق سرد پایین بودن دما و در مناطق گرم اشباع بودن خاک باعث کندی تجزیه مواد آلی می شود
- دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی هستند
- چگالی کمی دارند. سبک هستند
- در صورت زهکشی سریع تجزیه می شوند.
- خاک با ارزشی از نظر زراعی برای سبزیجات و چمن زار ها می باشند.
- استفاده برای محیط کشت های گلدانی

# اندی سولها

- ویژگی مشخصه آن افق اندیک است.
- بر روی خاکستر و گدازه های آتشفشانی
- دارای حاصلخیزی طبیعی زیاد
- معمولا کمبود فسفر دارند
- دارای مواد آلی زیادی هستند
- دارای تخلخل زیاد و ظرفیت نگهداری آب بالا
- پوشش طبیعی معمولا جنگل است.
- به دلیل حاصلخیز بودن و ظرفیت بالای نگهداری آب هر جا که شرایط آب وهوایی مناسب باشد عملکرد بسیار بالایی دارند.

# جلی سولها



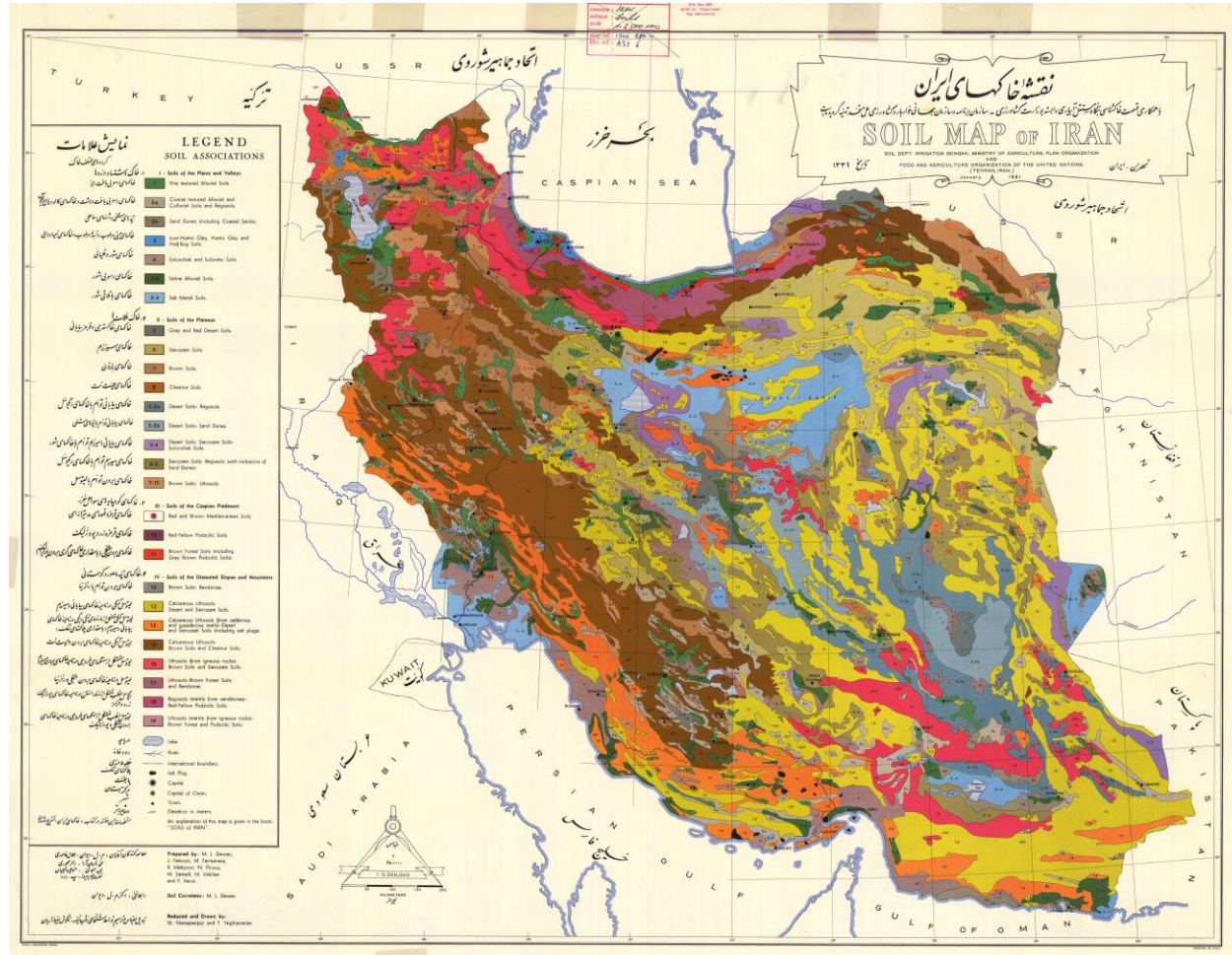
- خاک های جوان با تکامل پروفیلی اندک به دلیل وجود شرایط یخبندان
- مشخصه اصلی حضور لایه یخبندان دائم است.
- دارای توان تولید کمی هستند.
- اراضی محدودی از این خاک ها برای کشاورزی استفاده می شود. به خاطر فصل رشد بسیار کوتاه
- در طرح های ساختمان سازی مسائل خاصی را نیاز دارند.



## توزیع رده ها در ایران

- به طور کلی از بین ۱۲ رده خاک، ۶ رده در ایران مشاهده شده است:
- انتی سول - اینسپتی سول - اریدی سول - مالی سول - ورتی سول و آلفی سول
- در مناطق شرقی - جنوبی - مرکزی:
- اریدی سول - انتی سول - اینسپتی سول
- در مناطق غربی:
- انتی سول - مالی سول - ورتی سول - اینسپتی سول
- مناطق شمالی:
- انتی سول - مالی سول - اینسپتی سول - آلفی سول

# نقشه خاک و کلاس بندی اراضی



# تناسب و استعداد اراضی

Limitations	Arable				Non-Arable		
	I	II	III	IV	VI	VII	VIII
Slope angle (degree)	1	3	5	10	18	35	Any
Rock outcrops and boulders	0	1	2	5	10	25	Any
Wetness class	Nil	Nil	Slight	Slight	Mod.	mod.	Severe
Effective soil depth (cm)	150	100	60	30	20	20	0
Texture	SCL-C	SL- - C	SL - C	LS - C	LS - hc	LS - hc	any
Soil permeability	Mod.	R - S	R - S	R -S	Any	Any	any
A. W.C. (cm)	25	20	15	10	5	2	0
CEC (meq/100g)	20	15	10	5	5	2	0

Source: Simplified USDA System as suggested by Young (1976)

**پایان**