

مکانیک خاک‌های غیر اشباع

Unsaturated soils

Hasan Ghasemzadeh

<http://wp.kntu.ac.ir/ghasemzadeh>



قول الحق

نور 11

وَاللَّهُ فَلَاقَكُمْ مِنْ تُرَابٍ

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ فَلَاقَكُمْ مِنْ تُرَابٍ ثُمَّ إِذَا أَنْتُمْ بَشَرٌ تَنْتَشِرُونَ

الروم 20

- ثُمَّ جَمَعَ سُبْمَانَهُ مِنْ مِزْنِ الْأَرْضِ وَ سَهْلَهَا وَ عَذْبَهَا وَ سَبَّخَهَا **تُرْبَةً**

- سَبَّخَهَا **بِالْمَاءِ** مَتَى قَلَصَتْ

- ثُمَّ نَفَخَ فِيهَا مِنْ **رُوحِهِ**

نَجِّ البان

حزن الارض: زمین سنگلاخی و کوهستانی
سهل: زمین غیر سنگلاخی و هموار
عذب: زمین پاک قابل کشت و زرع
سبخ: شوره زار که استعداد کشت و زرع را ندارد

Dr. Hasan Ghasemzadeh

2

منابع

حسن قاسم‌زاده

۱- تراوش در خاک اشباع و غیر اشباع

حسن قاسم‌زاده

۲- ساختمان‌های نوین و انرژی تجدیدپذیر - **شمع حرارتی**

۳- جزوه و مقالات مطرح شده در کلاس

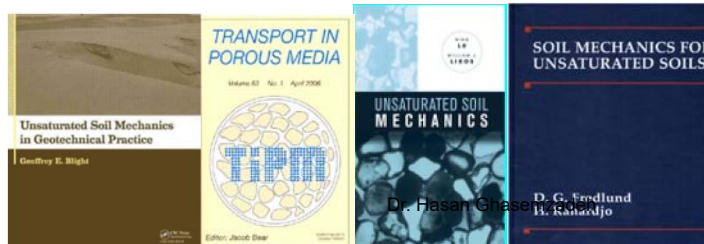


Hasan Ghasemzadeh

3

منابع

- | | |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Soil Mechanics for unsaturated soils | D. G. Fredlund, H. Rahardio |
| 2. Unsaturated soil mechanics | N. Lu, W. J. Likos |
| 3. Unsaturated soil engineering practice | S. L. Houston, D. G. Fredlund |
| 4. Unsaturated soils proceeding | P. Delage, E. Alonso |
| 5. Unsaturated soil engineering in geotechnical practice | G. E. Blight |
| 6. Transport in porous media | J. Bear |
| 7. Unsaturated soils | Murray & Sivakumar |



D. G. Fredlund, H. Rahardjo

4

ارزیابی

- ۱- امتحان ۶۰-۸۰
- ۲- پروژه و تمرینات ۲۰-۴۰
- ۳- عدم حضور مطابق آیین نامه

نحوه ارتباط

Dr. Hasan Ghasemzadeh

5

فهرست عناوین و فصول

- ۱- مقدمه
- ۲- رفتار فازهای مختلف در خاک غیر اشباع
- ۳- اندازه گیری در خاک غیر اشباع
- ۴- نتایج آزمایشات خاک غیر اشباع
- ۵- تنش موثر و کرنش
- ۶- تئوری های خاک غیر اشباع
- ۷- جریان در خاک غیر اشباع
- ۸- کاربرد خاک غیر اشباع در مهندسی

Dr. Hasan Ghasemzadeh

6

مقدمه - تعریف

According to Karl Terzaghi (1948):

"Soil Mechanics is the application of laws of **mechanics** and **hydraulics** to engineering problems dealing with sediments and other unconsolidated accumulations of solid particles produced by the mechanical and chemical disintegration of rocks regardless of whether or not they contain an admixture of organic constituent."



"Unsaturated Soil Mechanics is the application of laws of **mechanics** and **hydraulics** and **interfacial physics** to engineering problems dealing with partially saturated Soil Mechanics "

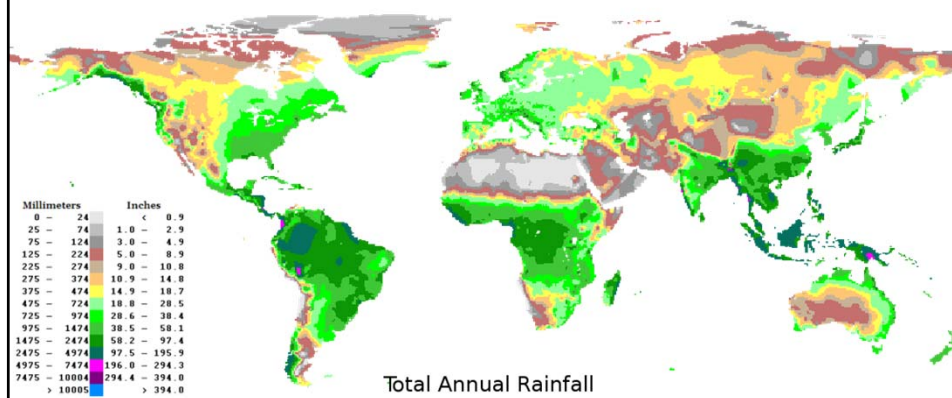
هدف:

فراگیری رفتار خاکهای غیراشباع شامل فازهای دانه های جامد خاک، مایعات و گازها

Dr. Hasan Ghasemzadeh

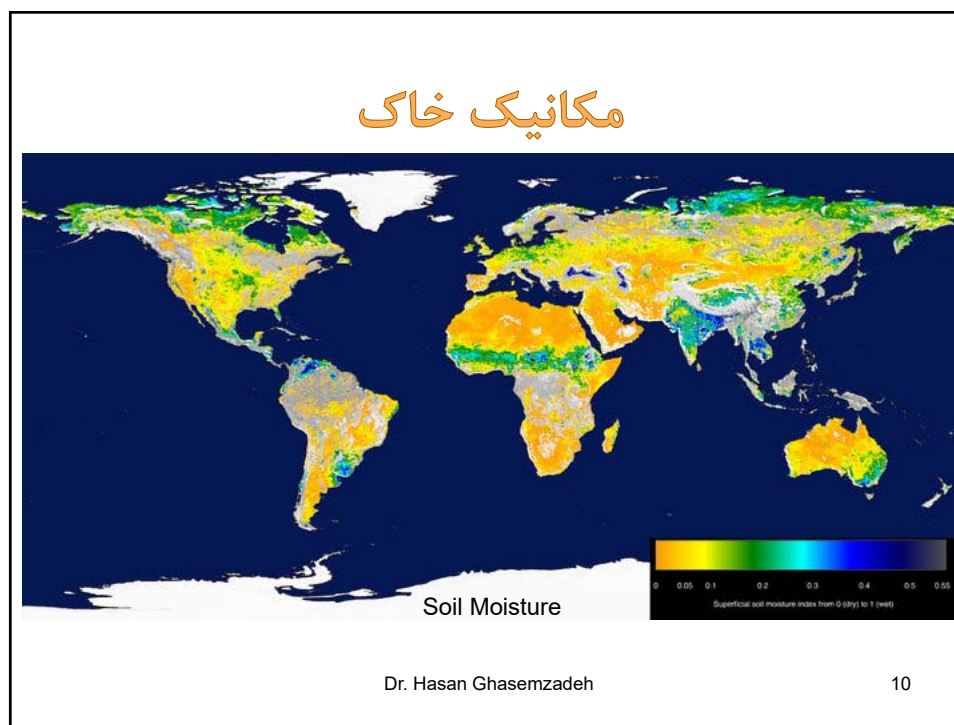
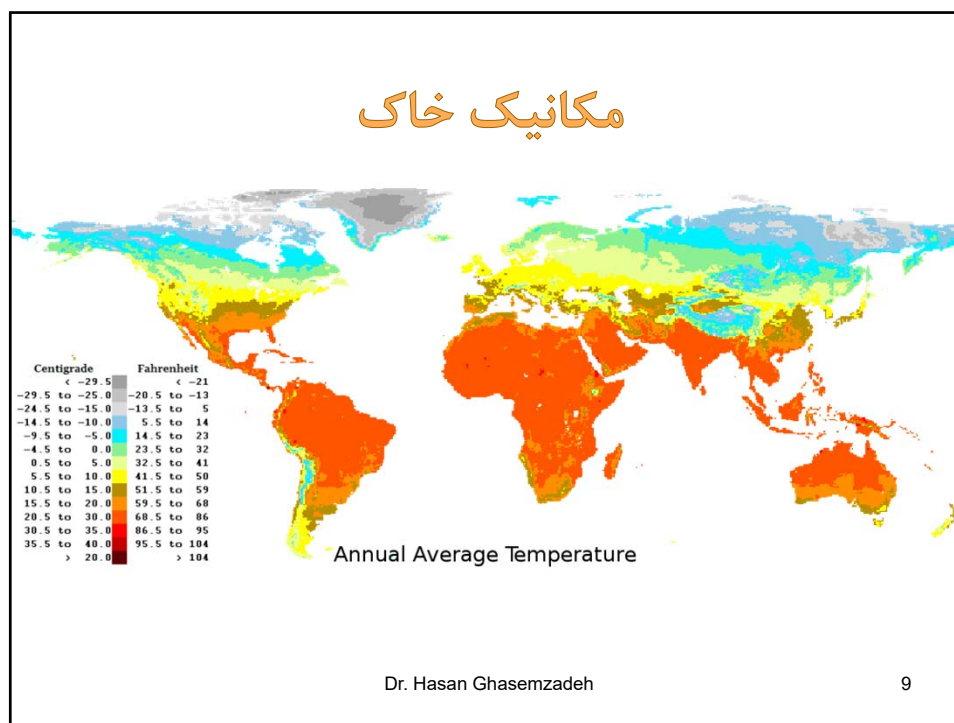
7

مکانیک خاک



Dr. Hasan Ghasemzadeh

8

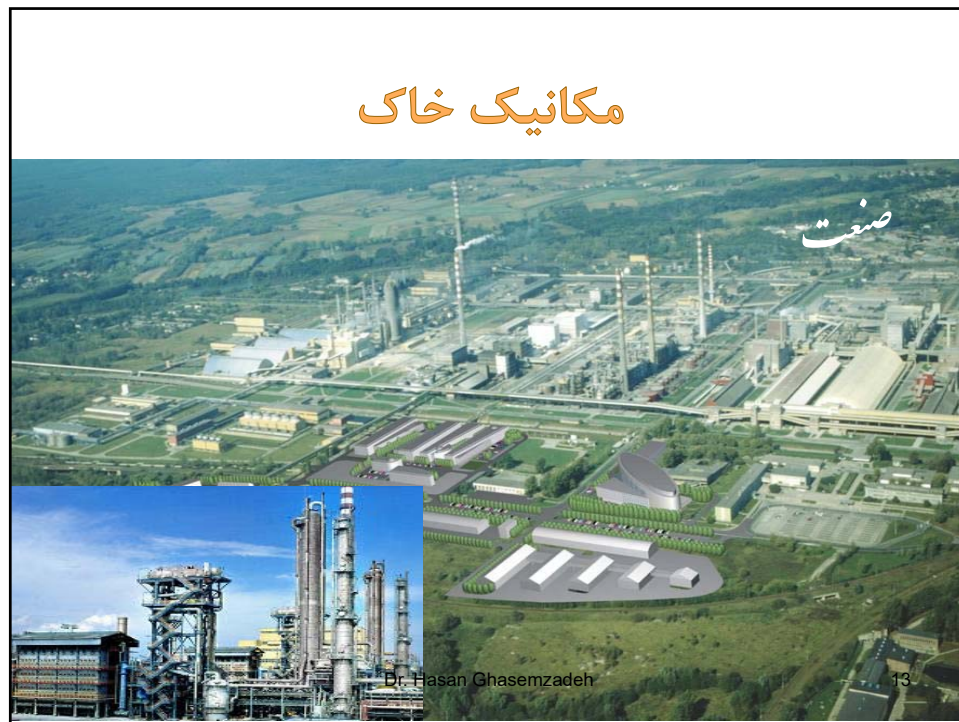


مکانیک خاک



مکانیک خاک







معرفی مکانیک خاک

□ اسکله در مناطق ساحلی



□ پی مخازن بزرگ



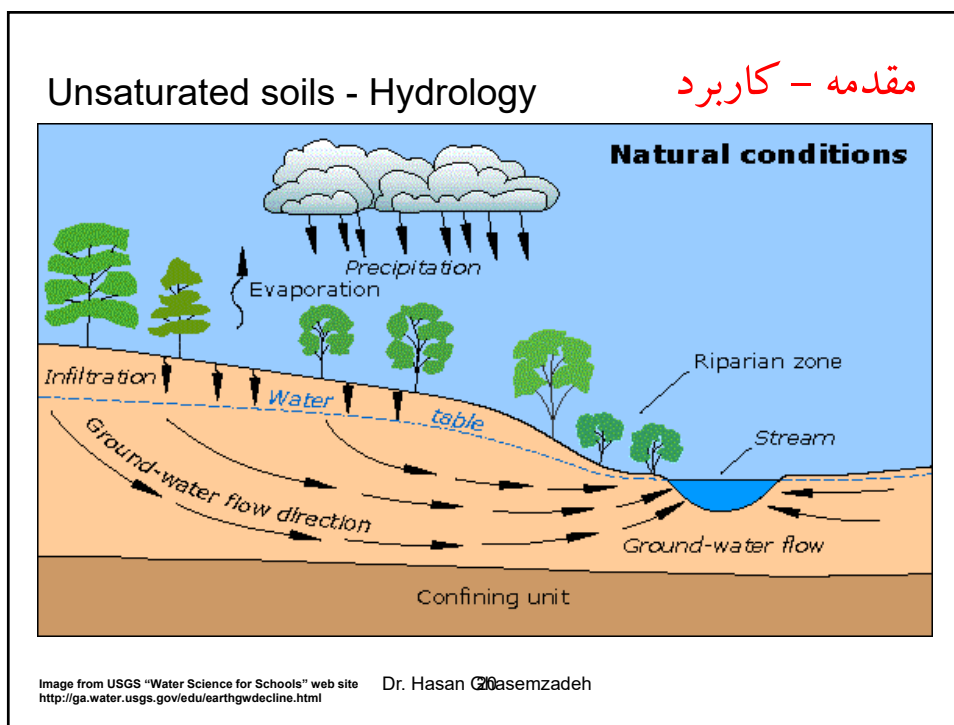
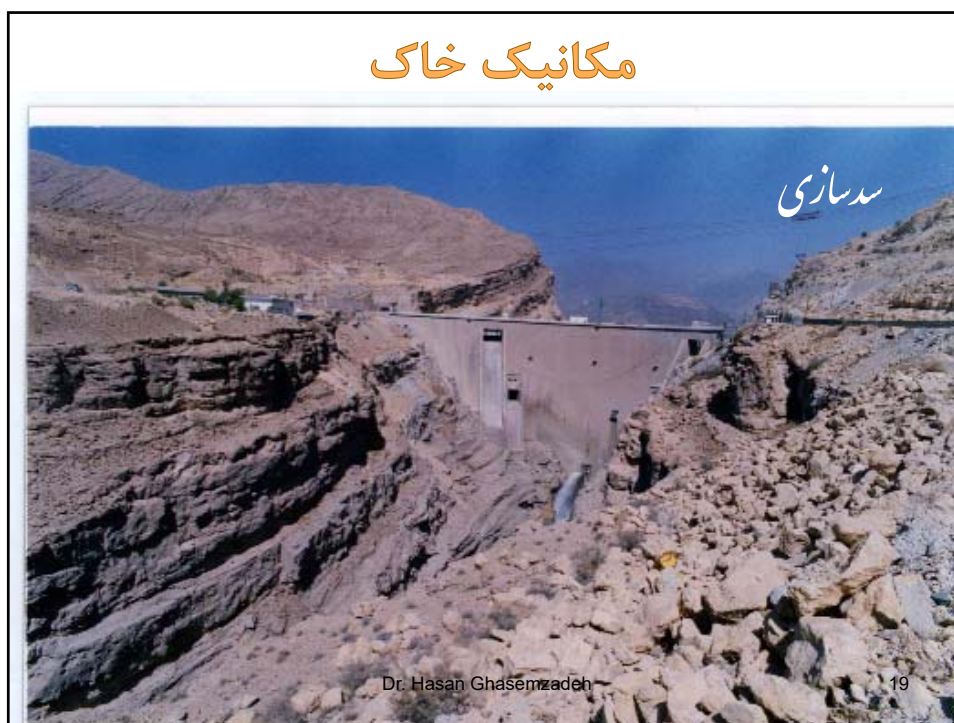
مکانیک خاک

پل سازی



Dr. Hasan Ghasemzadeh

18



Unsaturated soils - Hydrology

مقدمه - کاربرد

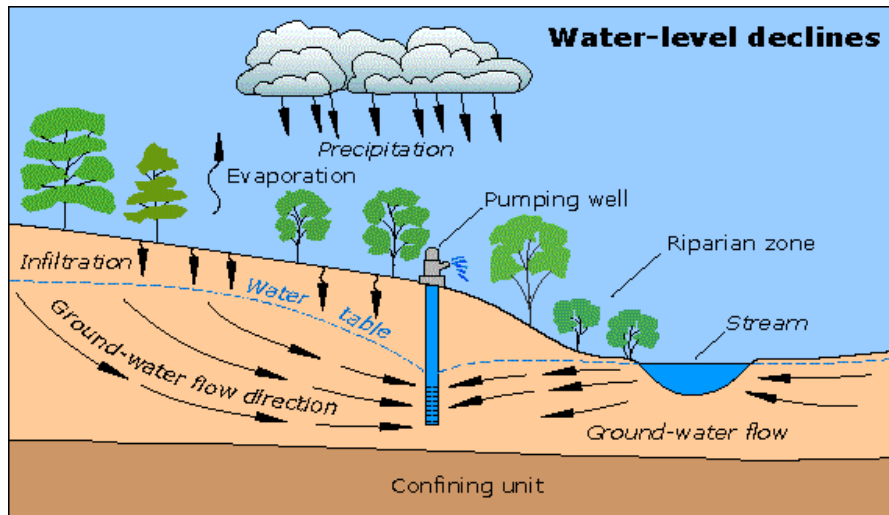


Image from USGS "Water Science for Schools" web site
<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwdecline.html> Dr. Hasan Masemzadeh

Unsaturated soils - Hydrology

مقدمه - کاربرد

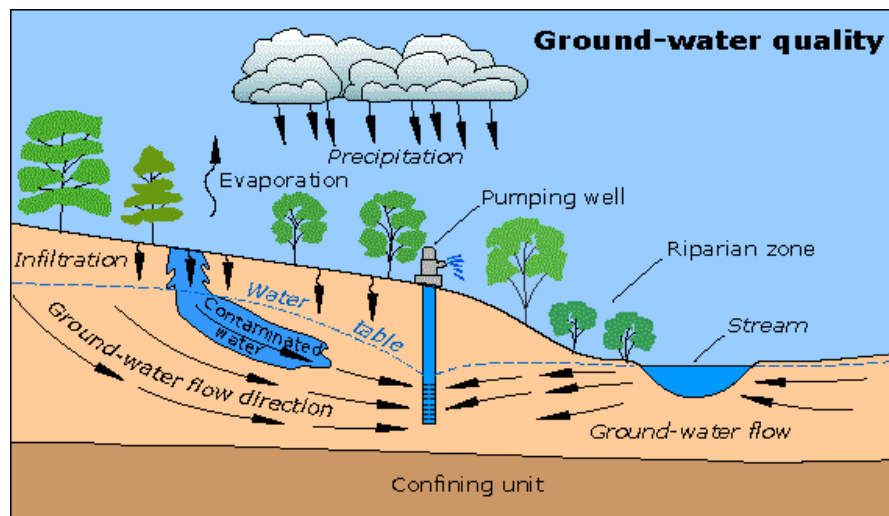
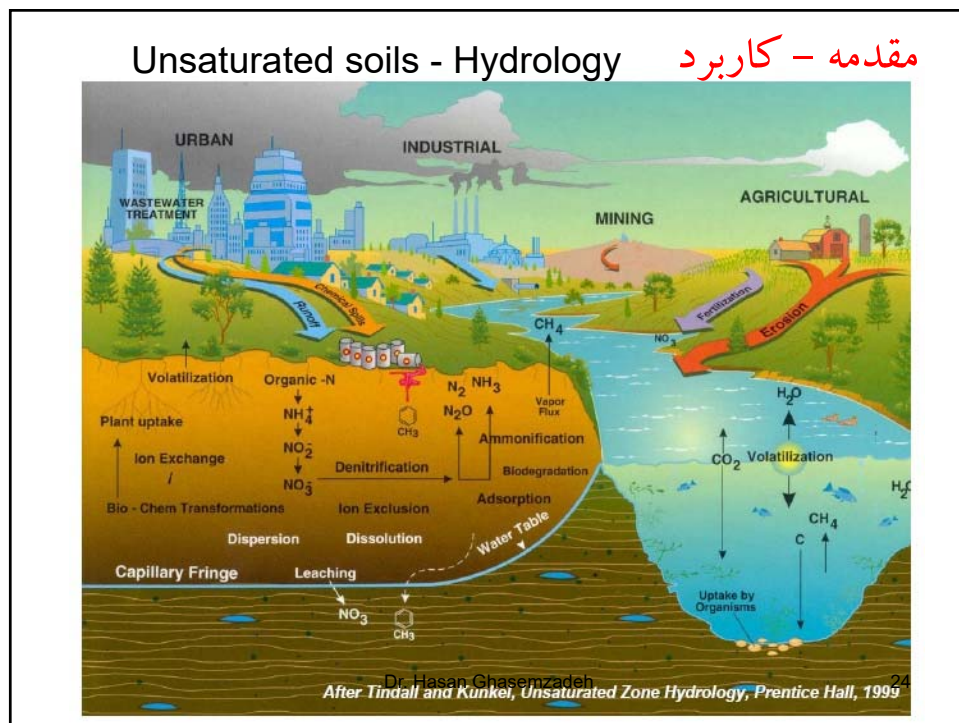
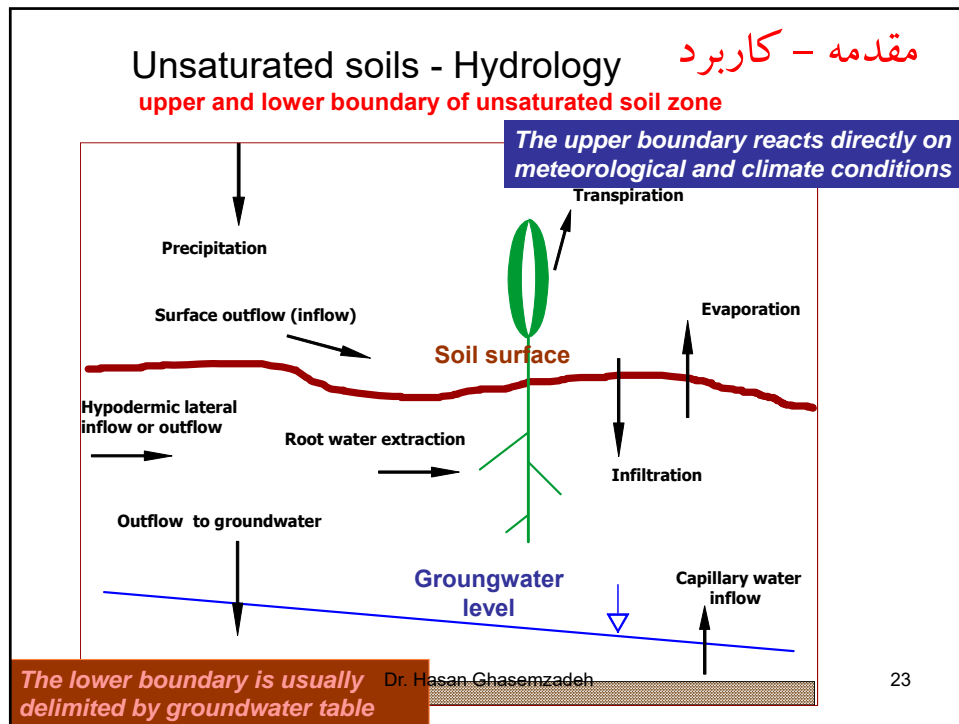


Image from USGS "Water Science for Schools" web site
<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwdecline.html> Dr. Hasan Masemzadeh



مقدمه - کاربرد

Unsaturated soils - pollution

Dr. Hasan Ghasemzadeh

25

مقدمه - کاربرد

Unsaturated soils

Surface Tension (Cohesion)

Water Arrangement Around a Charged Surface (Adhesion)

Dr. Hasan Ghasemzadeh

26

Unsaturated soils
Surface Tension (Cohesion)

مقدمه - کاربرد



Dr. Hasan Ghasemzadeh

27

Unsaturated soils
Surface Tension (Cohesion)

مقدمه - کاربرد



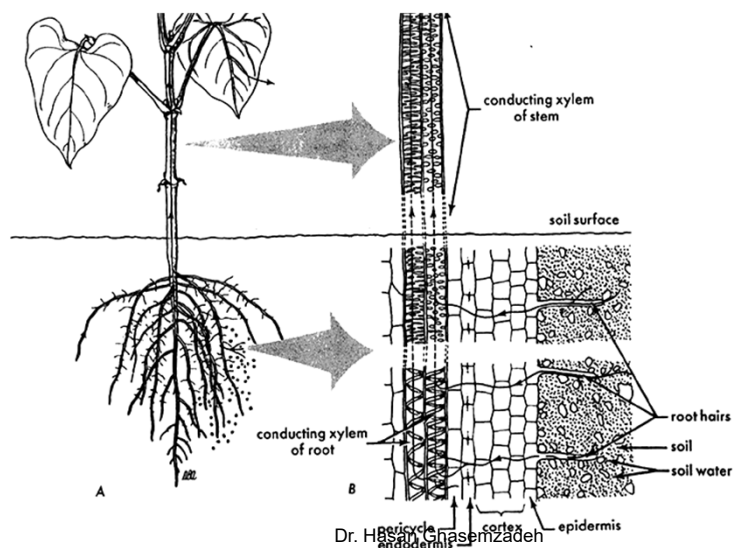
Dr. Hasan Ghasemzadeh

28

Unsaturated soils

مقدمه - کاربرد

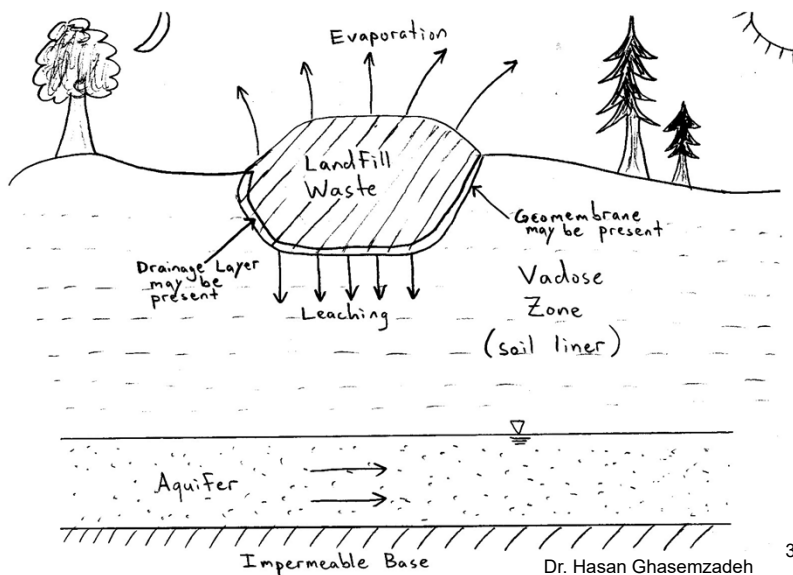
Tree root



29

Waste disposal

مقدمه - کاربرد



30

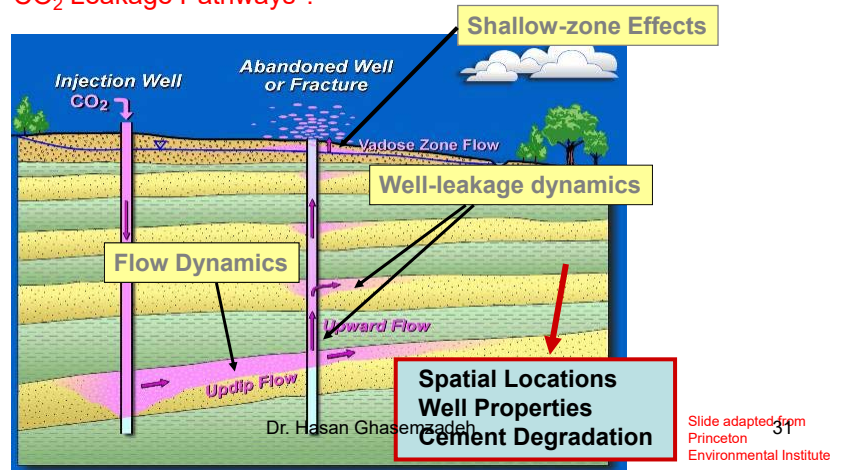
Carbon Storage

مقدمه - کاربرد

Long-term well bore integrity is required for permanent subsurface storage.
Subsurface conditions must be characterized and leakage pathways understood.

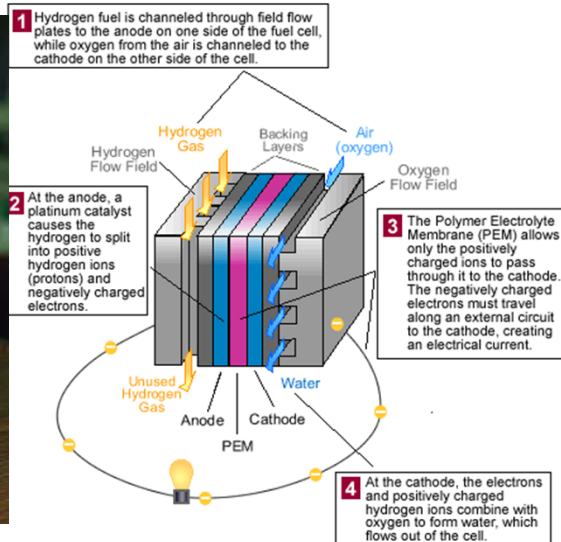
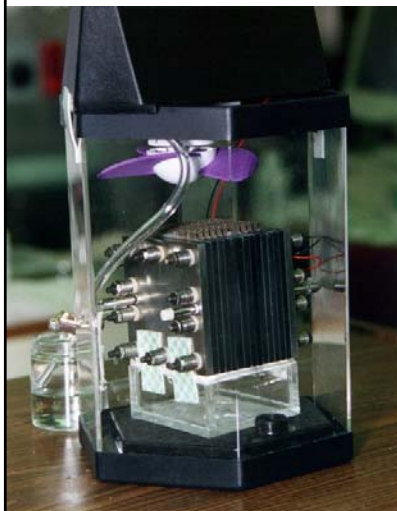
Production Enhancement ?

CO₂ Leakage Pathways ?



Two-phase PEM flow in Fuel cell

مقدمه - جریان چند فازي



Unsaturated flow in thin fibers

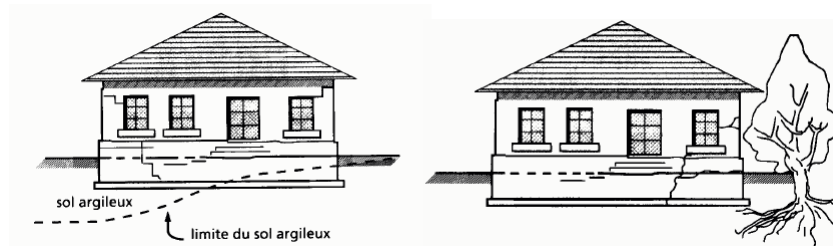
مقدمه - کاربرد



Unsaturated soils - Geotechnic

مقدمه - کاربرد

settlement



Dr. Hasan Ghasemzadeh

34

CEBTP (1992)

Unsaturated soils - Geotechnic


Collapse - sinkhole

Dr. Hasan Ghasemzadeh



مقدمه - کاربرد

Petroleum Reservoir

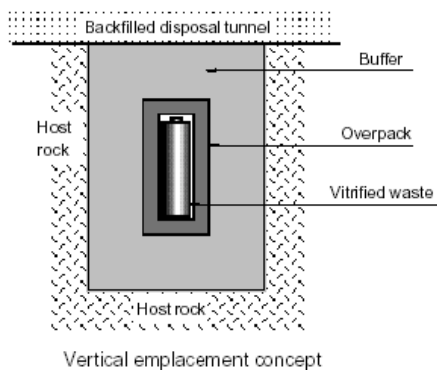
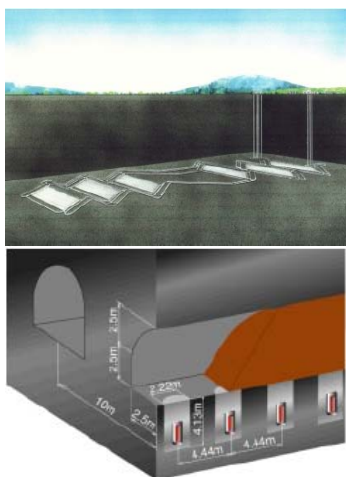



Dr. Hasan Ghasemzadeh

36

مقدمه - کاربرد

Nuclear waste disposal



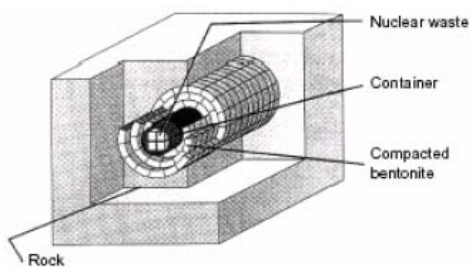
Dr. Hasan Ghasemzadeh

37

مقدمه - کاربرد

Nuclear waste disposal

Swelling and shrinking



Proposed barrier (Lloret et al., 2003).




Dr. Hasan Ghasemzadeh

38

Unsaturated soils - Geotechnic مقدمه - کاربرد

Swelling and shrinking



Dr. Hasan Ghasemzadeh 39

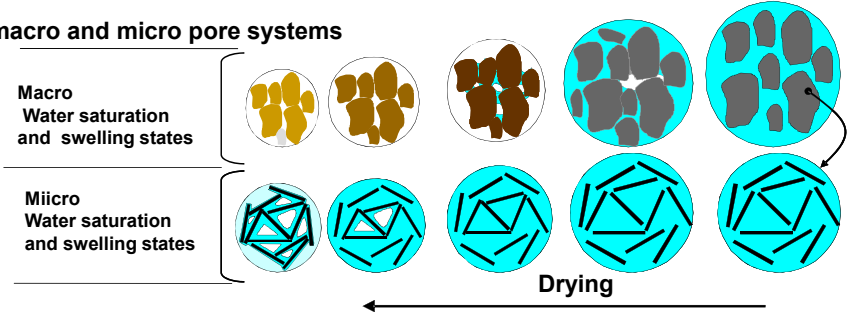
Unsaturated soils - Geotechnic مقدمه - کاربرد

Swelling and shrinking

macro and micro pore systems

Macro Water saturation and swelling states

Micro Water saturation and swelling states



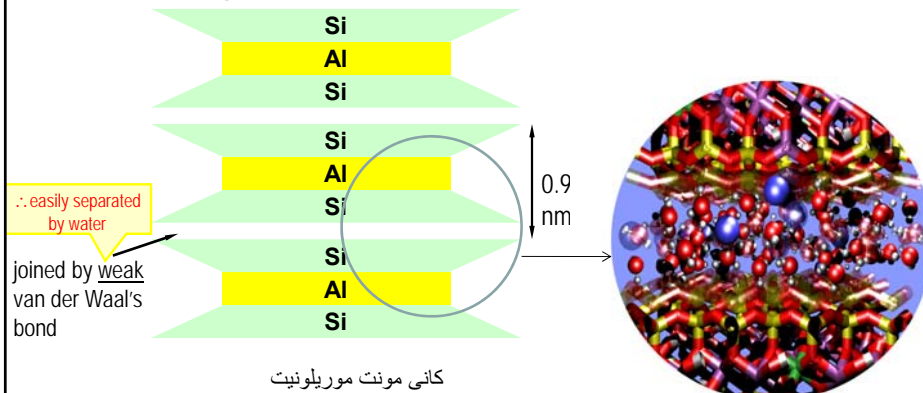
Drying

Dr. Hasan Ghasemzadeh 40

Unsaturated soils - Geotechnic

مقدمه - کاربرد

➤ Swelling on contact with water

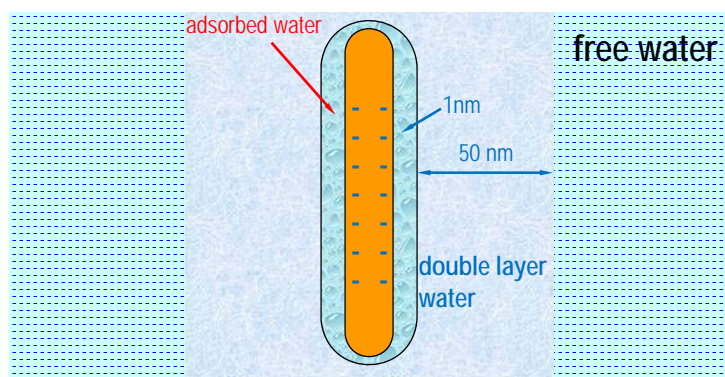


Dr. Hasan Ghasemzadeh

41

Clay Particle in Water

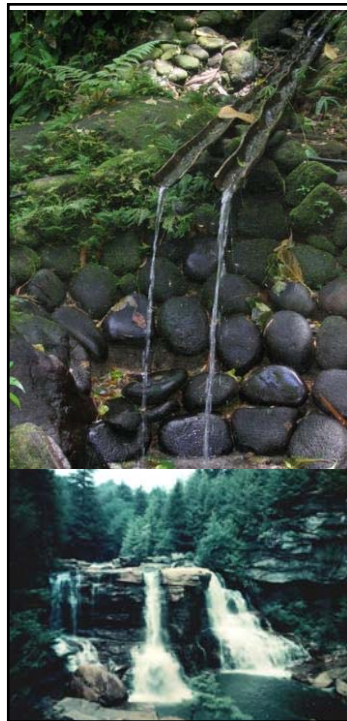
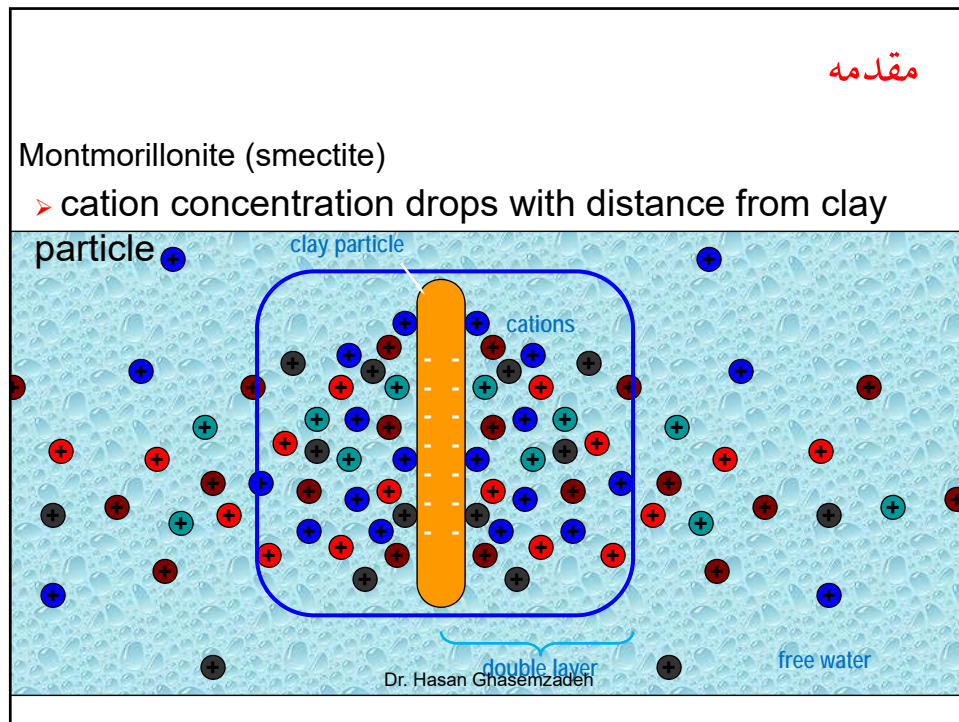
مقدمه



- A thin layer of water tightly held to particle; like a skin
- more viscous than free water

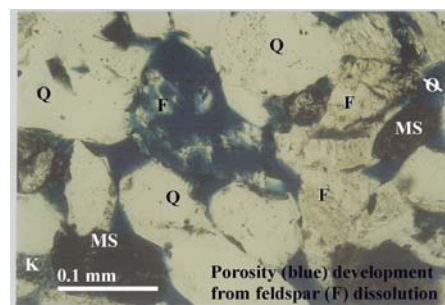
Dr. Hasan Ghasemzadeh

42



مقدمه - مقیاس

درچه مقیاسی خاک را بررسی می کنیم؟



Survival Bias
Abraham Wald

مقیاس - واقعی



مقیاس - آزمایشگاهی



order = $10^{-1}m$

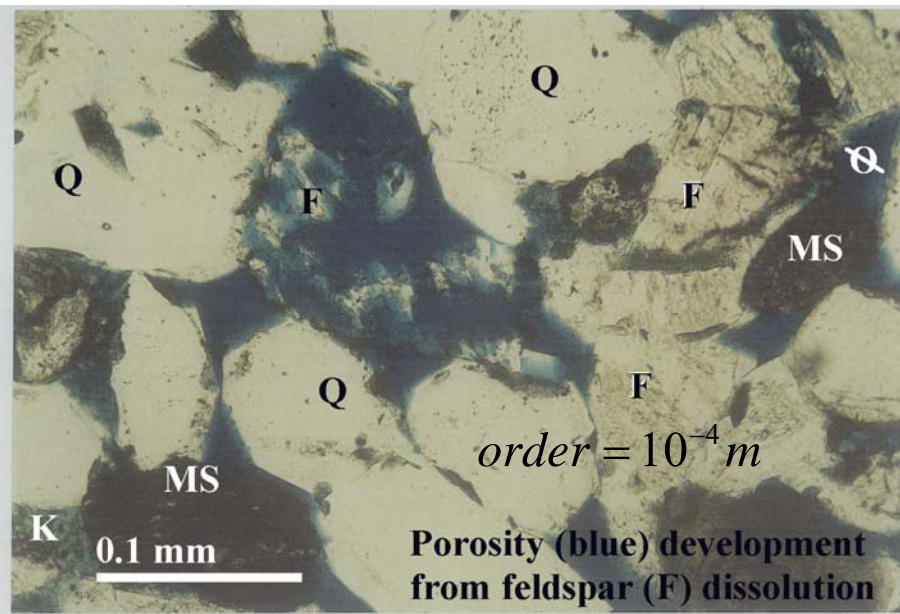
مقیاس - ماکروسکپی



$order = 10^{-2} m$

The **macroscopic scale** is the length scale on which objects or phenomena are large enough to be visible practically with the naked eye, without magnifying devices

مقیاس - مزوسکپی

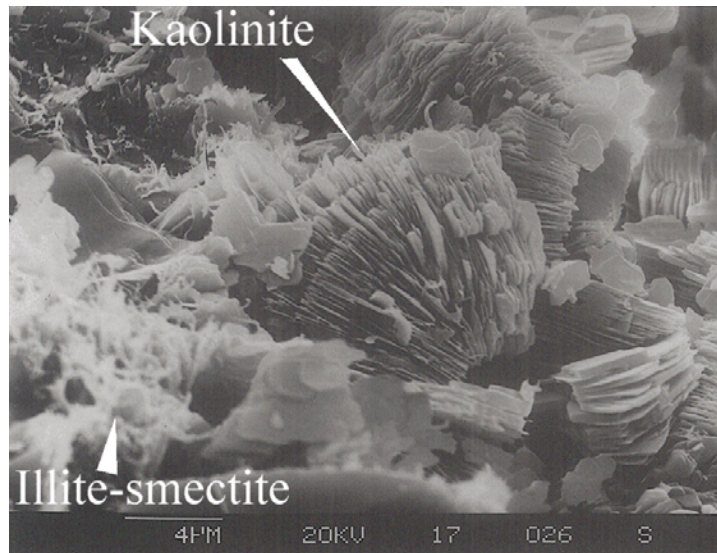


$order = 10^{-4} m$

Porosity (blue) development from feldspar (F) dissolution

gov/.../USGS_3D/ssx_gif/fdissol.gif

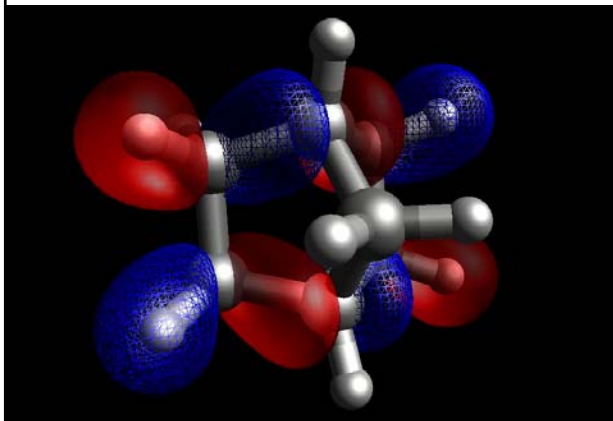
مقیاس - میکروسکپی



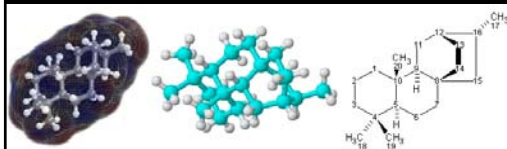
pubs.usgs.gov/.../USGS_3D/ssx_gif/semkao.gif

$order = 10^{-6} m$

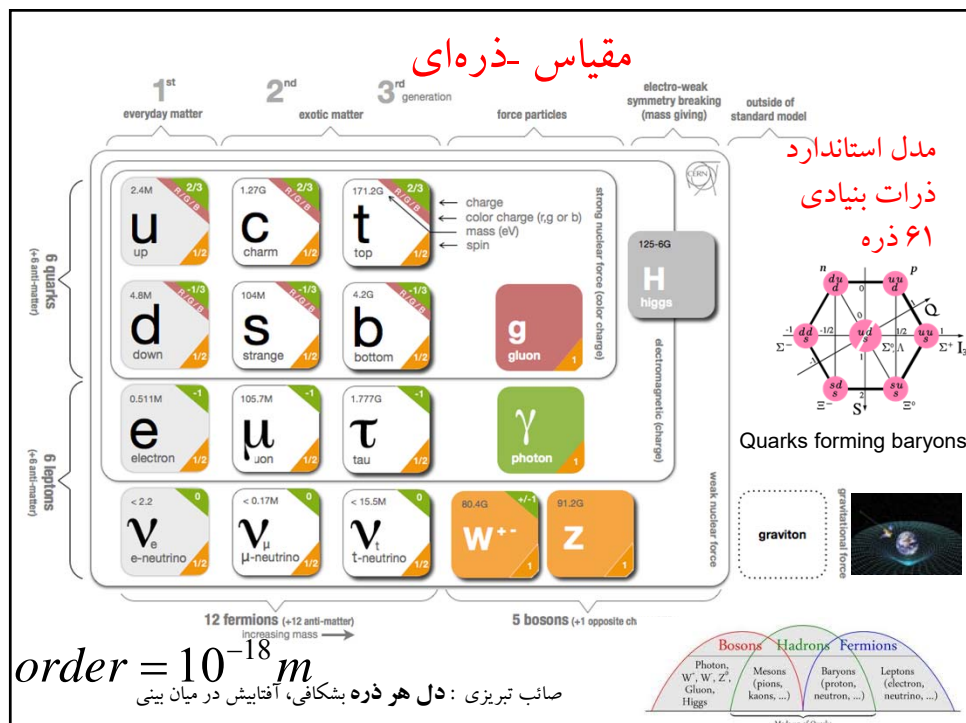
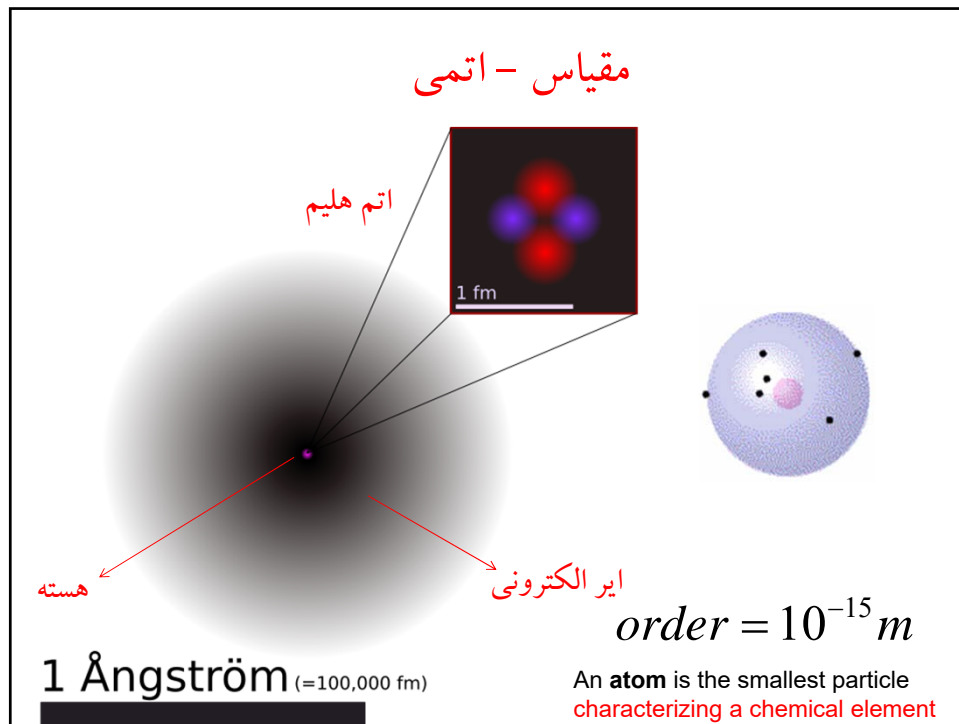
مقیاس - مولکولی

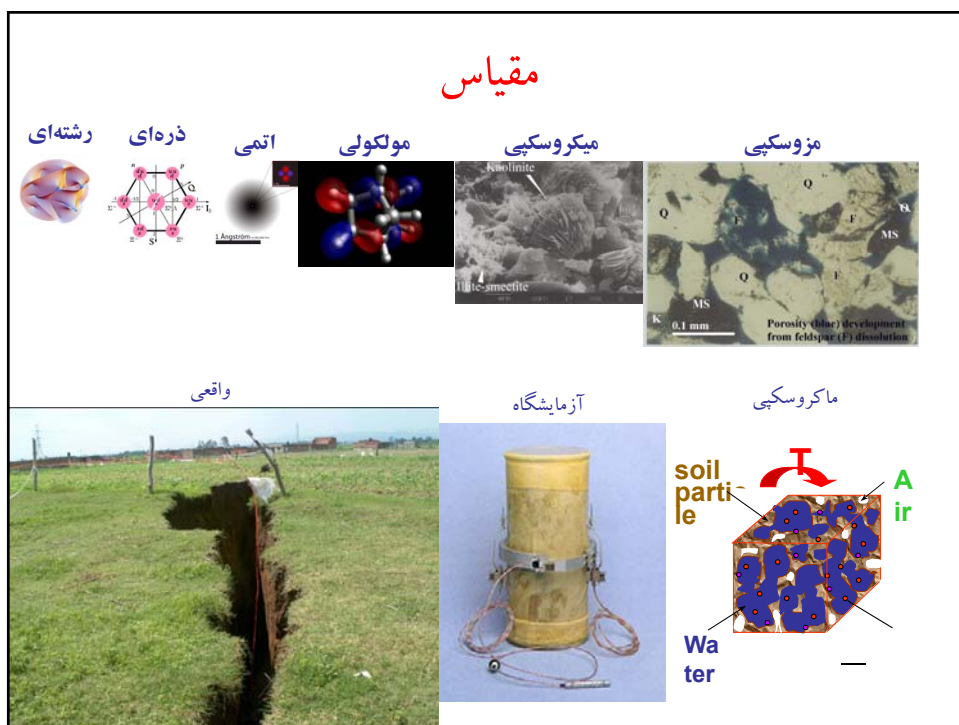
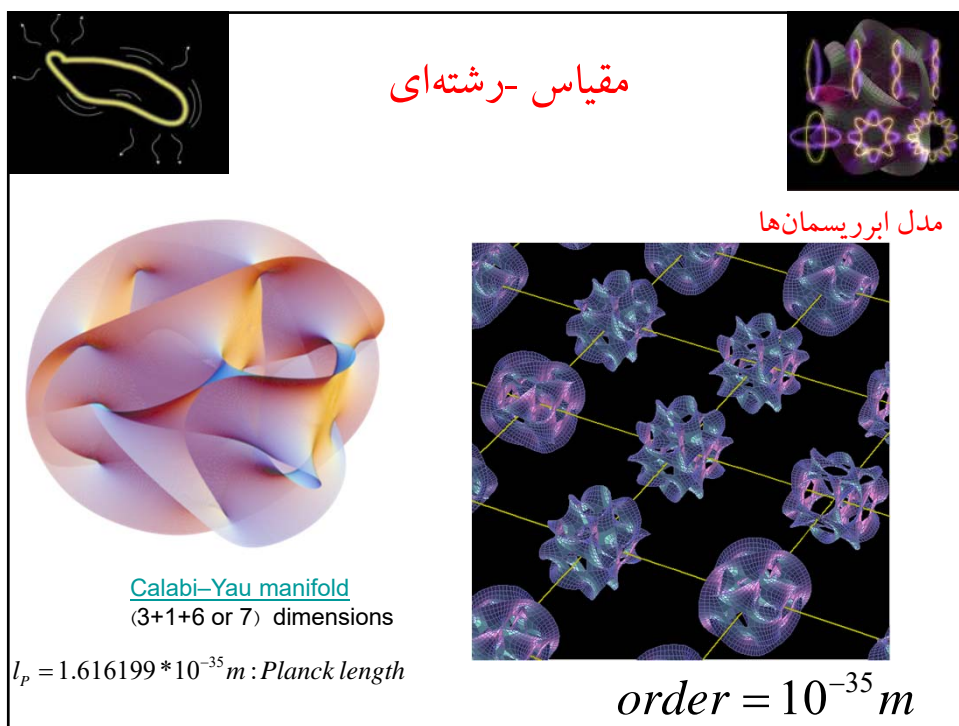


$order = 10^{-10} m$

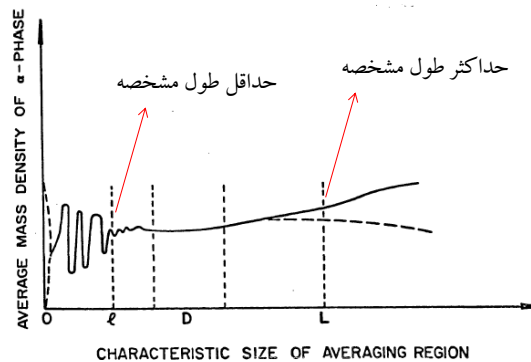
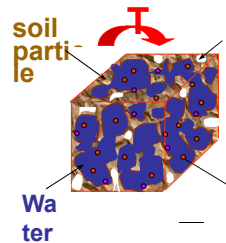


In chemistry, a **molecule** is defined as a sufficiently stable electrically neutral group of at least two atoms in a definite arrangement held together by strong chemical bonds.





حجم پایه معرف - سطح پایه معرف



$$l \ll D \ll L$$

$l = 1$ micron for clay
 $l = 50$ micron for sand
 $L = 1$ cm

$D = 0.5$ mm for metals
 $D = 1$ mm for plastics
 $D = 10$ mm for wood

برای بدست آوردن کمیت های میانگین معنی دار و مناسب، طول مشخصه AEA یا AEA نامعادله زیر را ارضاء کند:

فهرست عناوین و فصول

۱- مقدمه - آشنایی - مختصری از ترمودینامیک

- ۲- رفتار فازهای مختلف در خاک غیر اشباع
- ۳- اندازه گیری در خاک غیر اشباع
- ۴- نتایج آزمایشات خاک غیر اشباع
- ۵- تنش موثر و کرنش
- ۶- تئوری های خاک غیر اشباع
- ۷- جریان در خاک غیر اشباع
- ۸- کاربرد خاک غیر اشباع در مهندسی