رابطه آب، خاک و گیاه

محمد مؤمنی

دانشکده کشاورزی سمنگان

مقدمه

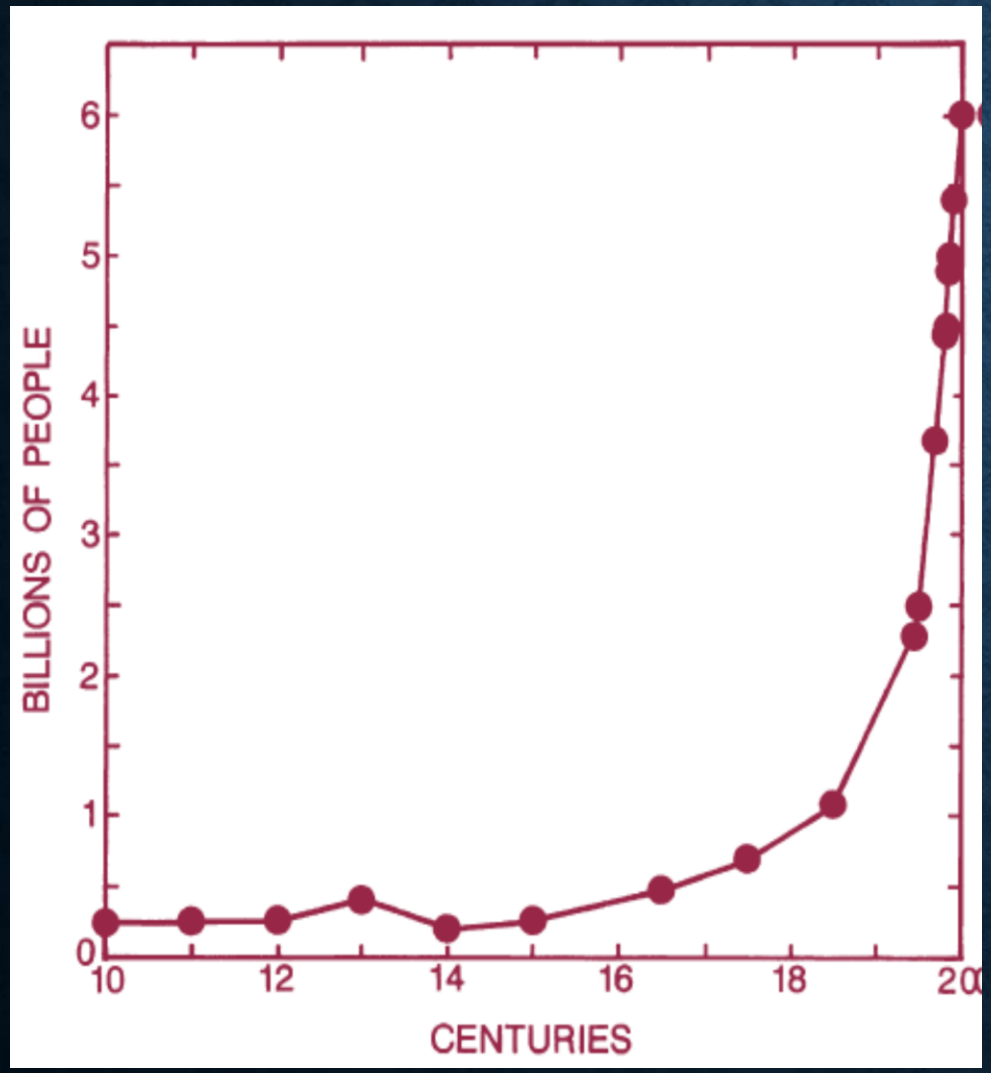
مقدمه

آبیاری، مصرف آب به مقدار لازم برای محصولات زراعی و باغی به منظور برطرف نمودن نیازهای آبی گیاهان می‌باشد. در مناطق خشک، بدون انجام آبیاری، تولید مواد غذایی و الیاف امکان‌پذیر نبوده و در مناطق نیمه خشک هم به واسطهٔ عدم توزیع یکنواخت بارش امکان عملکرد پایین و خطر از بین رفتن گیاهان وجود داشته و در اغلب مواقع بایستی اراضی آبیاری شوند.

در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب نیز برای اطمینان از عدم کاهش عملکرد، آبیاری اراضی اجتناب‌ناپذیر است.

عموما هدف کشاورزی، تولید عملکرد زراعی سودآور است و آبیاری تضمین کنندهٔ کشاورزی سودمند در مناطق نیمه خشک، نیمه مرطوب و مرطوب است درحالی که در نواحی خشک، انجام آن ضروری می باشد.

دلایل مطالعهٔ روابط آب، خاک و گیاه



توان تولید محصولات کشاورزی، سالانه ۴۰ درصد به دلیل خشکسالی‌ها و ۱۷ درصد به دلیل زه‌دار و ماندابی شدن زمین‌ها کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، کمبود یا زیادی آب عملا موجب می‌شود تا توان تولید محصول ۵۷ درصد کاهش یابد.

انسان ها برای تأمین و تولید غذا، به گیاهان وابسته‌اند و از آنجا که آب مهمترین عامل زیست محیطی محدود کنندهٔ رشد گیاه است، لازم است تا برای تأمین غذای جمعیت در حال افزایش، روابط آب، خاک و گیاه مورد مطالعه قرار گیرد.

نقش‌های مهم آب در گیاهان

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب منحصر به فرد است که باعث شده نقش‌های مهم مختلفی در گیاه داشته باشد :

1. پراکندن انرژی و کمک به تداوم حیات گیاه
2. انتشار مواد حل شده در سلول‌های گیاهی
3. به دلیل خاصیت غیرقابل فشرده شدن آب، باعث انبساط سلولی و شکل‌گیری گیاه می‌گردد
4. تنظیم دمای گیاه با توجه به گرمای تبخیر، گرمای ویژه و هدایت گرمایی بالای آب
5. به خاطر قطبی بودن، آب ماده مناسبی برای حل مواد است
6. به دلیل ثابت دی‌الکتریک بالا، حلال مناسبی برای یون‌ها می‌باشد

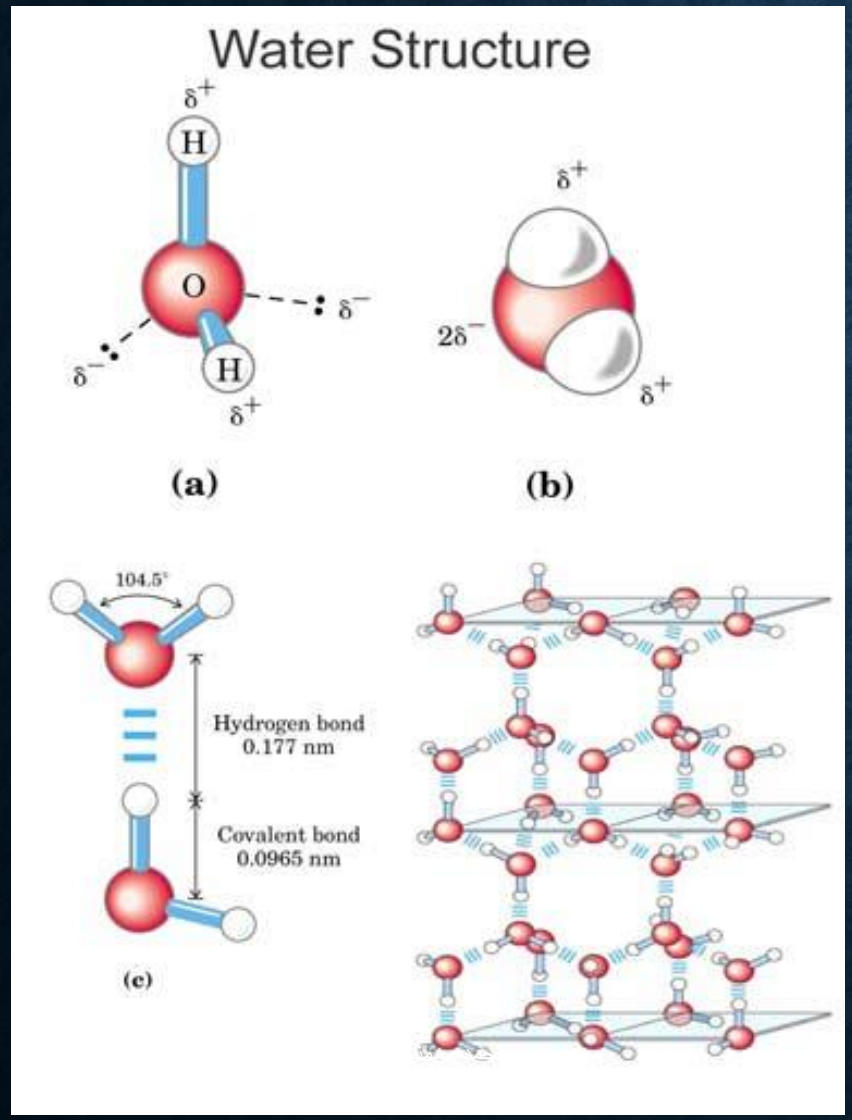
نقش‌های مهم آب در گیاهان

7. مواد معدنی و ترکیبات آلی تولید شده در فرآیند فتوسنتز در گیاه توسط آب انتقال می‌یابند
8. آب منبع تولید اکسیژن فتوسنتز و هیدروژن مورد استفاده در احیای CO_2 به کربوهیدرات است
9. سبک‌تر بودن یخ نسبت به آب اهمیت زیادی برای حیات آبزیان دارد

بنابراین با توجه به خصوصیات و نقش‌های ذکر شده آب، درک ویژگی‌های آب و فعل و انفعالات آن در خاک و گیاه برای درک فیزیولوژی، اکولوژی و تولید گیاهان مهم است.

خصوصیات آب و محلول ها

ساختمان آب



مولکول آب از دو عنصر هیدروژن و یک عنصر اکسیژن ساخته شده و طرز قرارگیری و ارتباط بین دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن به گونه ای است که اگر خط راستی از مرکز اتم‌های هیدروژن به اتم اکسیژن رسم کنیم، زاویهٔ بین این دو خط ۱۰۵ درجه می‌باشد.

لذا در مولکول‌های آب، قطبی که در آن هیدروژن‌ها به یکدیگر نزدیکترند قطب مثبت و طرف دیگر آن قطب منفی خواهد بود. در نتیجه آب به صورت مولکول دوقطبی در می‌آید.

اجسامی که دارای مولکول دو قطبی هستند، در طبیعت با قدرت بیشتری در فعل و انفعالات شیمیایی عمل می کنند.

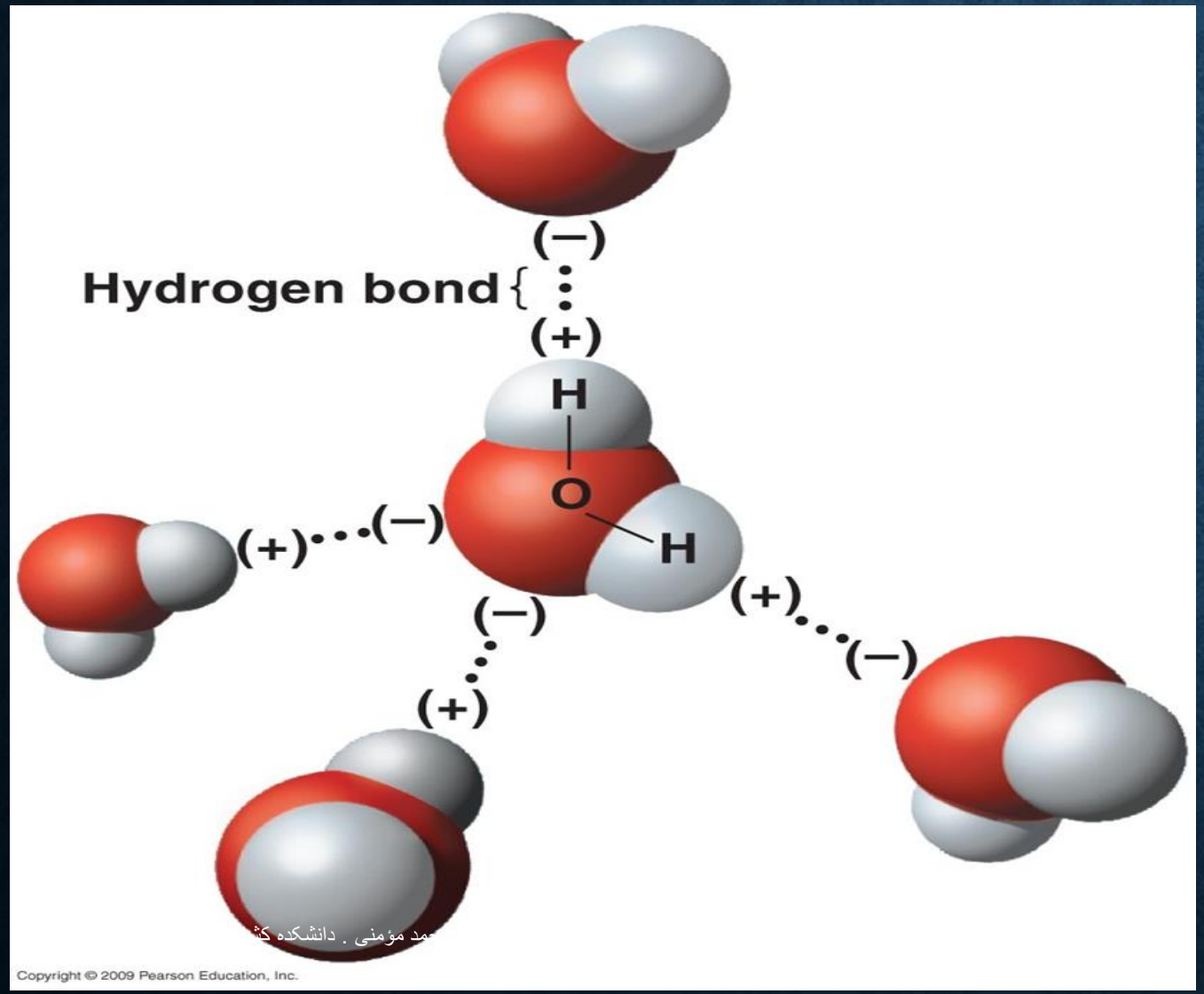
خصوصیات آب

۱– پیوند هیدروژنی :

پیوند هیدروژنی از ساختار الکتریکی مولکول‌های آب ناشی می‌شود که آنها را به روش خاصی به یکدیگر متصل می‌کند. جفت و تک الکترون‌های منفی یک مولکول آب، سبب جذب پروتون یا سمت مثبت یک مولکول دیگر آب می‌شوند. بنابراین هر گوشه از چهار گوشهٔ مولکول چهار وجهی آب می‌تواند با استفاده از جاذبهٔ الکترواستاتیک، به چهار مولکول آب در محلول بچسبد که این نوع پیوند را پیوند هیدروژنی می‌نامند.

پیوند هیدروژنی در پیوند مولکول‌های آب به یکدیگر اهمیت زیادی دارد. پیوندهای هیدروژنی، نیروی پیوندی در حدود ۱/۳ تا ٤/٥ کیلوکالری بر مول در آب دارند.

خصوصیات آب



تنها بخشی از پیوندهای هیدروژنی ساختمان آب، به وسیلهٔ گرما از بین می‌رود و در حدود ۷۰ درصد پیوندهای هیدروژنی موجود در یخ، در آب ۱۰۰ درجه سانتیگراد به صورت دست نخورده باقی می‌مانند. در دمای ٤۰۰ درجه سانتیگراد تقریباً همه پیوندهای هیدروژنی شکسته می‌شوند.

خصوصیات آب

۲– گرمای ویژه :

مقدار انرژی که لازم است به یک گرم آب داده شود تا دمای آن یک درجه سانتیگراد افزایش یابد و مقدار آن ٤/١٨٤ ژول بر گرم است. گرمای ویژه آب به مراتب بیشتر از گرمای ویژهٔ سایر اجسام می‌باشد.

با افزایش درجه حرارت تا ۳۵ درجه سانتیگراد گرمای ویژهٔ آب کاهش یافته ولی با افزایش بیشتر درجه حرارت، مقدار گرمای ویژه افزایش می‌یابد.

بالا بودن گرمای ویژهٔ آب، موجب تثبیت درجه حرارت در محیط می‌گردد.

این موضوع از نظر کشاورزی و پوشش طبیعی بسیار با اهمیت است.

جدول ۲-۳- گرماي ويژه‌ي برخي از مواد

ماده	گرماي ويژه بر حسب $(\frac{J}{kg^{\circ}c})$
آب	٤٢٠٠
آب دریا	٣٩٠٠
یخ	٢١٠٠
آلومینیوم	٩٠٠
بتون	٨٠٠
گرانیت	٨٠٠
شیشه	٧٠٠
فولاد	٥٠٠
مس	٤٠٠
جیوه	١٥٠

خصوصیات آب

ماده	گرمای نهان تبخیر (kJ /kg)
هلیم	۲۰/۹
هیدروژن	۴۵۲
ازت	۲۰۱
اکسیژن	۲۱۳
جیوه	۲۷۲
آب	۲۲۵۶
گوگرد	۳۲۶
سرب	۸۷۱
قلع	۵۶۱
نقره	۲۳۳۶
طلا	۱۵۷۸
مس	۵۰۶۹

محمد مؤمنی . دانشگاه گلستان

۳– گرمای نهان تبخیر :

گرمای نهان تبخیر عبارت است از مقدار گرمای مورد نیاز برای اینکه یک گرم مایع تبدیل به بخار شود بدون آنکه دمای مایع افزایش یابد.

آب یکی از موادی است که دارای بالاترین گرمای تبخیرمی‌باشد و اندازه آن ۲۲۵۶ ژول بر گرم است.

به دلیل بالا بودن گرمای تبخیر آب، عمل تبخیر اثر خنک کنندگی قابل توجهی دارد. اثر خنک کنندگی تبخیر در مناطق نیمه خشک اهمیت زیادی دارد.

خصوصیات آب

۴– گرمای نهان ذوب :

گرمای نهان ذوب، مقدار گرمای مورد نیاز برای تغییر یک گرم جامد به مایع بدون تغییر دما می باشد. گرمای ذوب آب، به طور غیرعادی بالاست و مقدار آن ۳۳۵ ژول بر گرم می‌باشد.

گرمای ذوب زیاد آب، برای کنترل یخبندان کاربرد دارد. آب آبیاری استخراجی از زیرزمین غالباً درجه حرارت یکنواختی دارد. به عنوان مثال اگر درجه حرارت آب زیرزمینی ۱۲ درجه سانتیگراد باشد، هر گرم آن می‌تواند ۱۲ کالری گرما به هوایی که با آن تماس می‌یابد، وارد نماید.

ماده	گرمای نهان ذوب (kJ /kg)
هیدروژن	۵۸/۶
ازت	۲۵/۵
اکسیژن	۱۳/۸
جیوه	۱۱/۸
یخ	۳۳۴
گوگرد	۳۸/۱
سرب	۲۴/۵
قلع	۱۶۵
نقره	۸۸/۳
طلا	۶۴/۵
مس	۱۳۴

محمد مؤمنی . دانشگاه کشاورزی سمنگان

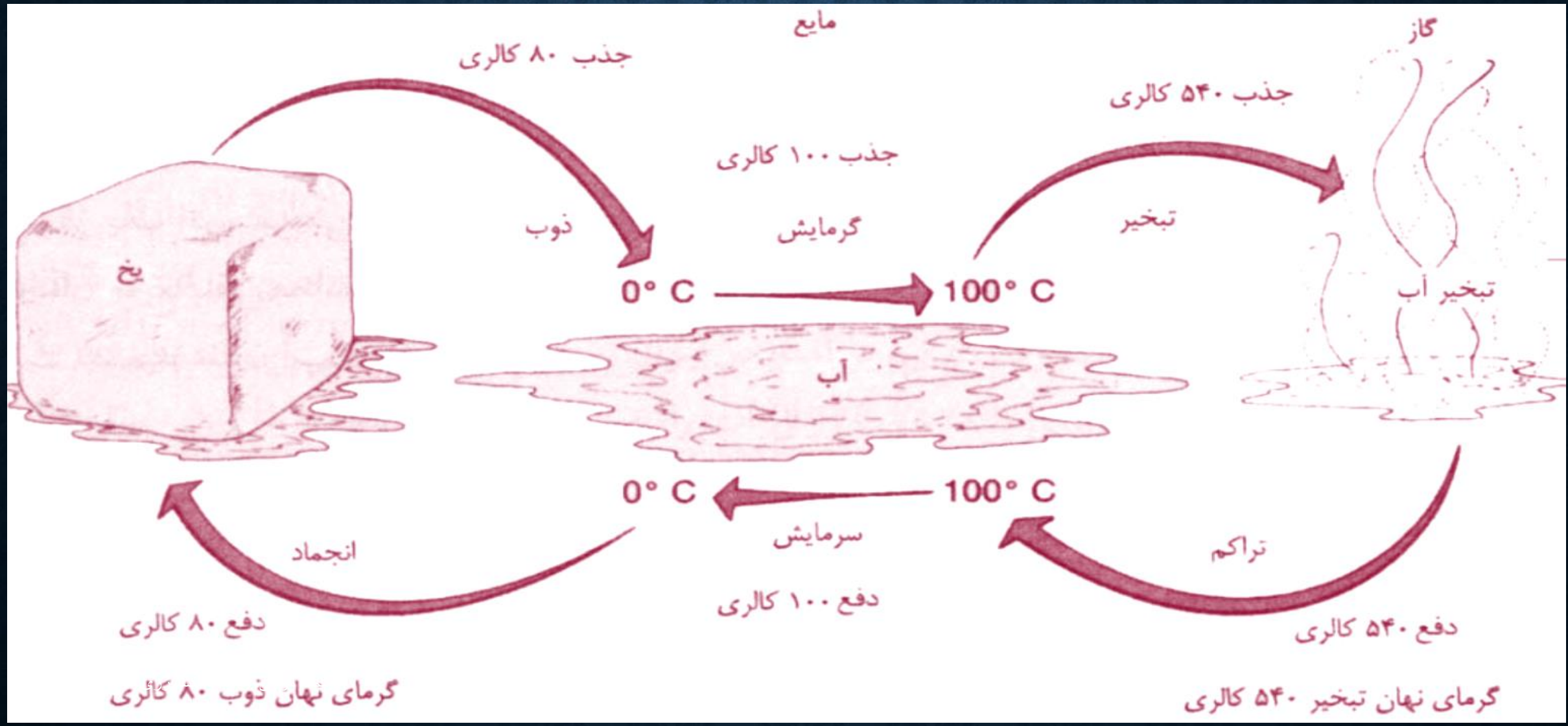
خصوصیات آب

با این وجود، این اثر حرارتی در مقایسه با مقدار گرمای آزاد شده در زمان یخ زدن (۸۰ کالری بر گرم) کوچک می‌باشد. آب آبیاری می‌تواند در فرایند خنک شدن و یخ زدن، بیش از ۹۰ کالری بر گرم گرما آزاد نماید (۱۲ به علاوهٔ ۸۰ کالری بر گرم).

آب‌پاشی، یک روش مؤثر استفاده از آب برای محافظت از یخبندان است. با شروع یخبندان، آب‌پاشی گیاهان آغاز می‌گردد. با یخ زدن آب در اندام‌های گیاه، مقداری گرما آزاد می‌گردد. با طولانی شدن یخ زدگی، دمای یخ در صفر درجه سانتیگراد باقی خواهد ماند.

آبپاشی باید تا زمانی که دمای هوا به قدری بالا رود که شروع به ذوب یخ‌ها نماید ادامه یابد. اگر آب‌پاشی زودتر قطع شود، دمای اندام‌های گیاه، یخ را ذوب نموده و امکان خسارت یخبندان وجود خواهد داشت.

خصوصیات آب


مایع
گاز
جذب ۸۰ کالری
جذب ۵۴۰ کالری
جذب ۱۰۰ کالری
ذوب
گرمایش
تبخیر
یخ
0° C
100° C
تبخیر آب
آب
0° C
100° C
سرمایش
انجماد
تراکم
دفع ۱۰۰ کالری
دفع ۸۰ کالری
دفع ۵۴۰ کالری
گرمای نهان ذوب ۸۰ کالری
گرمای نهان تبخیر ۵۴۰ کالری

خصوصیات آب

۵– هدایت گرمایی :

هدایت حرارتی عبارت است از مقدار گرما بر حسب کالری که در هر ثانیه از یک صفحه به ضخامت یک سانتیمتر در امتداد سطحی معادل یک سانتیمتر مربع منتقل می‌شود؛ در شرایطی که اختلاف دما یک درجه سانتیگراد باشد. واحد هدایت حرارتی، کالری بر سانتیمتر ثانیه درجه سانتیگراد می‌باشد.

آب در مقایسه با سایر مایعات و جامدات غیر فلزی، هادی حرارتی خوبی می‌باشد ولی در مقایسه با فلزات، هادی ضعیفی است.

سبز شدن گیاهان در بهار می‌تواند به هدایت حرارتی بستگی داشته باشد.

خصوصیات آب

۶– شفافیت و تابش مرئی :

تابش نور مرئی (طول موج بین ۰/۳۹ تا ۰/۷۸ میکرون) از آب عبور می‌کند. نفوذ نور به داخل آب، امکان فتوسنتز و رشد را برای جلبک‌ها تا اعماق قابل توجهی فراهم می‌سازد.

۷– تیرگی برای تابش مادون قرمز :

آب، طول موج‌های بلند در محدودهٔ مادون قرمز را جذب می‌کند (همانند جسم تیره عمل می‌نماید). به همین دلیل است که صافی‌های آبی، جذب کنندهٔ خوبی برای حرارت به شمار می‌آیند.

خصوصیات آب

۸– چگالی یا جرم مخصوص آب :

چگالی به عنوان جرم بر واحد حجم تعریف می‌شود و چگالی آب معمولا بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بیان می گردد. آب دارای جرم مخصوص بالایی است و برخلاف تصور، در حالت انجماد دارای بالاترین جرم مخصوص نمی‌باشد بلکه در دمای ٤ درجه، حداکثر جرم مخصوص را دارد.

بر این اساس دمای آب کف دریاها در مناطق سردسیر از ٤ درجه پایین‌تر نخواهد رفت و این امر، تداوم حیات موجودات آبزی را در این اکوسیستم‌ها میسر می‌سازد.

در حالت انجماد، حجم آب افزایش می‌یابد به طوری که حجم یخ، ۹ درصد بیشتر از آبی می‌باشد که از آن ایجاد شده است.

خصوصیات آب

جدول ـ جرم حجمی ووزن مخصوص وحجم آب تحت تأثیر تغیرات درجه حرارت .

Température (°C) درجه‌حرارت	Densité وزن‌مخصوص	Volume حجم	Température (°C) درجه‌حرارت	Densité وزن‌مخصوص	Volume حجم
0	0,999 86	1,000 13	60	0,983 24	1,017 05
4	1	1	70	0,977 81	1,022 70
10	0,999 72	1,000 27	80	0,971 83	1,028 99
20	0,998 23	1,001 77	90	0,965 34	1,035 90
30	0,995 67	1,004 34	100	0,953 38	1,043 43
40	0,992 24	1,007 82	150	0,917 3	1,090 2
50	0,98 07	1,012 07	200	0,862 8	1,159 0

خصوصیات آب

۹– یونیزاسیون و اسیدی یا بازی بودن آب (pH) :

کم یا زیاد شدن **pH** ، واکنش شیمیایی آب را تضعیف یا تشدید می‌کند. به طوری که بعضی از فعل و انفعالات شیمیایی، تنها در محیط‌های مشخصی از **pH** صورت می‌گیرد. به همین دلیل میزان **pH** ، نشان دهندهٔ محیطی است که در آن واکنش شیمیایی انجام می‌شود.

قدرت یونیزه شدن آب بسیار کم است و از هر ۵۵۵ میلیون مولکول آب، تنها یک مولکول آن تجزیه می‌شود. به عبارت دیگر، آب عملا تجزیه‌ناپذیر است. در این مورد، چون یون هیدروژن فاقد پروتون است و نمی‌تواند به تنهایی وجود داشته باشد، لذا با مولکول‌های آب ترکیب شده و یون هیدرونیوم را ایجاد می‌کند.

خصوصیات آب

۱۰– ثابت دی‌الکتریک :

آب یک جسم دو قطبی است، بنابراین دارای خاصیت الکتریکی می‌باشد. ضریب دی الکتریک هر ماده، ظرفیت آن را برای خنثی کردن نیروی جاذبهٔ بین بارهای الکتریکی مشخص می کند.

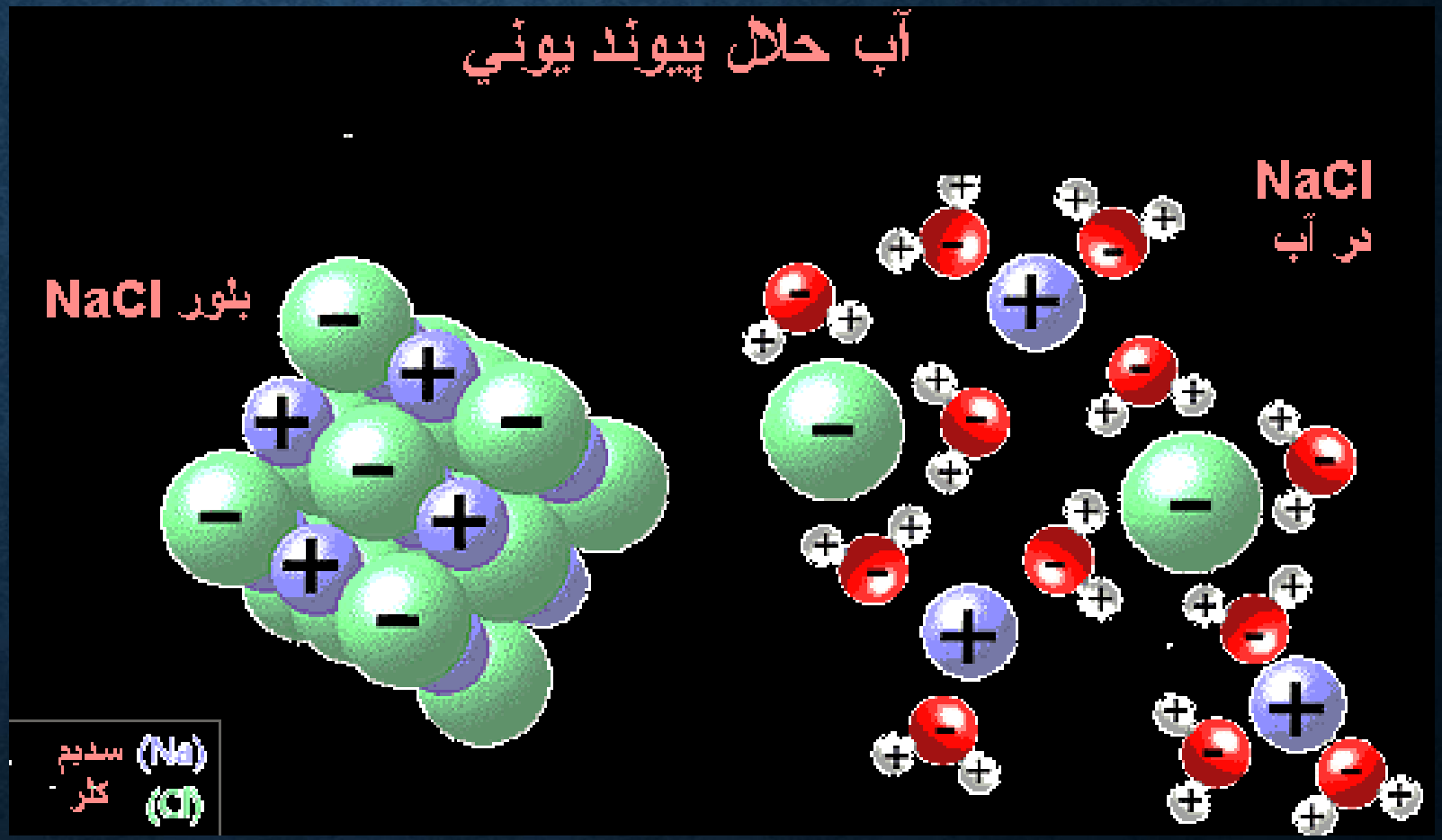
مثلاً وقتی کلرید سدیم درآب حل می‌شود، مولکول‌های آب، یون‌های مثبت سدیم و منفی کلر را از هم دور نگه می‌دارند و نیروی جاذبهٔ بین یون‌های کلر و سدیم به کمتر از یک درصد مقدار اولیه تقلیل می‌یابد.

از آنجا که آب به مقدار کم یونیزه می‌شود، ثابت دی الکتریک آن بالا بوده و به همین دلیل، به عنوان عمده‌ترین حلال برای اجسام مطرح است.

مقدار ضریب دی الکتریک آب حدود ۸۰ است در نتیجه آب عایق خوبی است.

خصوصیات آب

دی الکتریکهای جامد	
شیشه	10 - 6
میکا	6.6 - 5.6
کاغذ پارافینی	2.3 - 2.1
پارافین (در 20° Co)	2.5 - 2.1
دی الکتریکهای مایع	
الکل	25
روغن	2.2 - 2
آب	83 - 80
دی الکتریکهای گازی	
دی اکسید کربن	1.00097
هوا	1.00060
هیدروژن	1.00026



خصوصیات آب

۱۱– جذب سطحی :

آب می‌تواند با سطوح اجسامی مانند کانی‌های رس، خاک، سلولز، مولکول‌های پروتئین و بسیاری اشیاء دیگر ترکیب شده و پیوندهای قوی برقرار کرده و به اصطلاح جذب آنها شود، یعنی آنها را خیس می کند. این موضوع یکی از خصوصیات مهم آب در رابطه با خاک و گیاه است که در تئوری چسندگی، اهمیت آن مشخص می گردد.

۱۲– استقامت کششی آب :

وجود استقامت کششی باعث می‌شود که مولکول‌های آب در طی بالا کشیده شده در آوندهای چوبی در طی فرآیند تعرق، دچار پارگی نشده و در نتیجه ستون آب که به صورت جریانی پیوسته است، قطع نگردد.

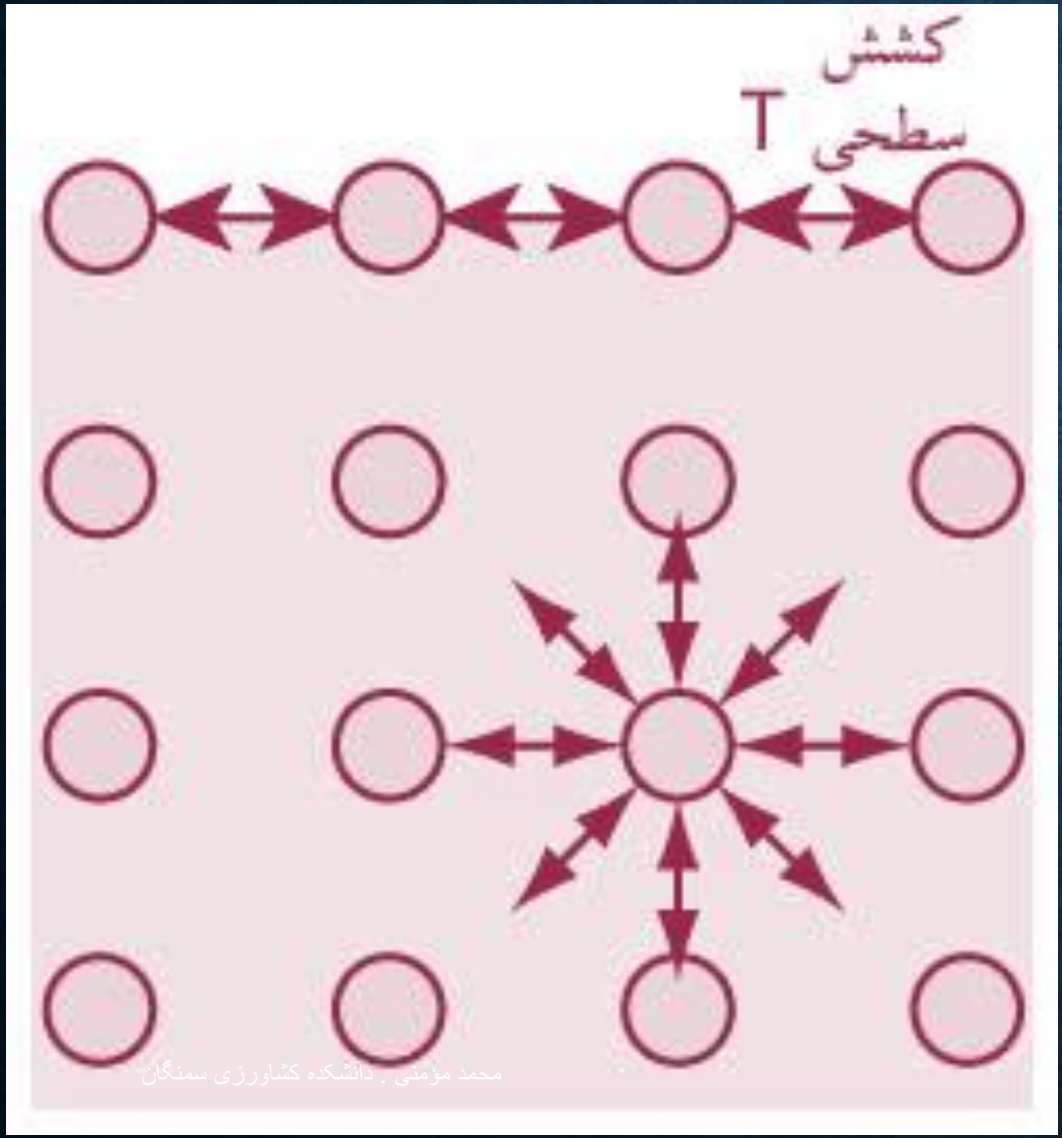
خصوصیات آب

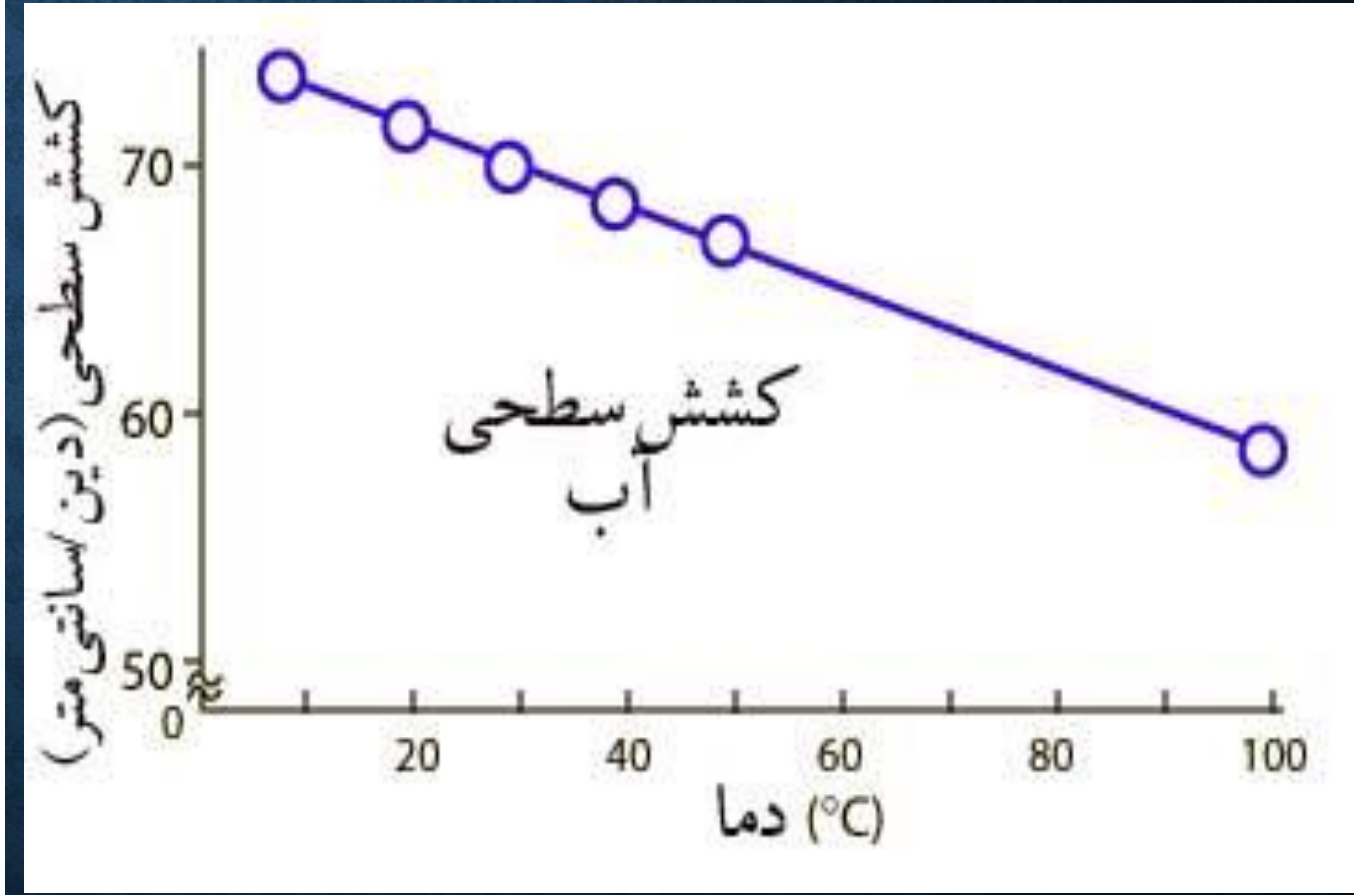
۱۳– کشش سطحی :

به دلیل فراوان بودن نیروهای چسبندگی داخلی بین مولکول‌های آب، کشش سطحی آب در مقایسه با بسیاری از مایعات بیشتر است. کشش سطحی زیاد آب، عامل مهمی جهت صعود شیره (آب) از آوندهاست (تئوری چسبندگی). تئوری چسبندگی، فقط یک تئوری است ولی به نظر می‌رسد که بهترین توصیف برای بالارفتن آب در گیاهان باشد.

مولکولی‌های سطح آب، چون مولکولی در بالای آن وجود ندارد که آن را به سمت خود بکشد، برآیند نیروهای جذب کننده، نیرویی خواهد بود که آن را به سمت داخل می‌کشد. بنابراین، تمایل مولکول‌های سطحی برای حرکت به سمت داخل، بیشتر از تمایل مولکول‌های داخلی برای حرکت به سطح می‌باشد.

خصوصیات آب


کشش
سطحی T


کشش سطحی (دین/سانتی متر)
70
60
50
0
20
40
60
80
100
دما (°C)
کشش سطحی
آب

صعود و نزول آب در منافذ خاک

از یک سو جذب سطحی (**Adhesion**) آب به سطوح دیگر یعنی نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب و جسم جامد و از سوی دیگر به علت پدیدهٔ مویینگی (**Capillarity**)، آب جذب منافذ خاک می‌شود و در لوله‌های مویین خاک به سمت بالا حرکت می‌کند. این در حالی است که این نیروی چسبندگی از نیروی پیوستگی بین مولکول‌های آب بیشتر باشد.

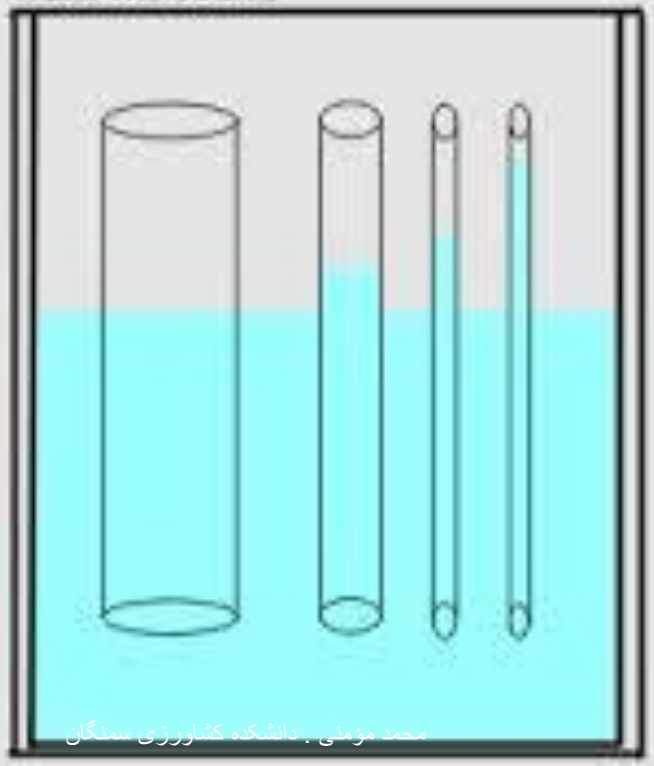
تفاوتی که لوله‌های موئین شیشه‌ای با منافذ خاک دارند این است که منافذ خاک، قطر یکنواخت ندارند لذا یک لولهٔ منفذی ممکن است در قسمتی باریک و در قسمت دیگر گشاد و حفره‌ای باشد. این امر سبب می‌شود که پر و خالی شدن منافذ خاک از آب، به همان سادگی لوله‌های شیشه‌ای نباشد.

صعود و نزول آب در منافذ خاک

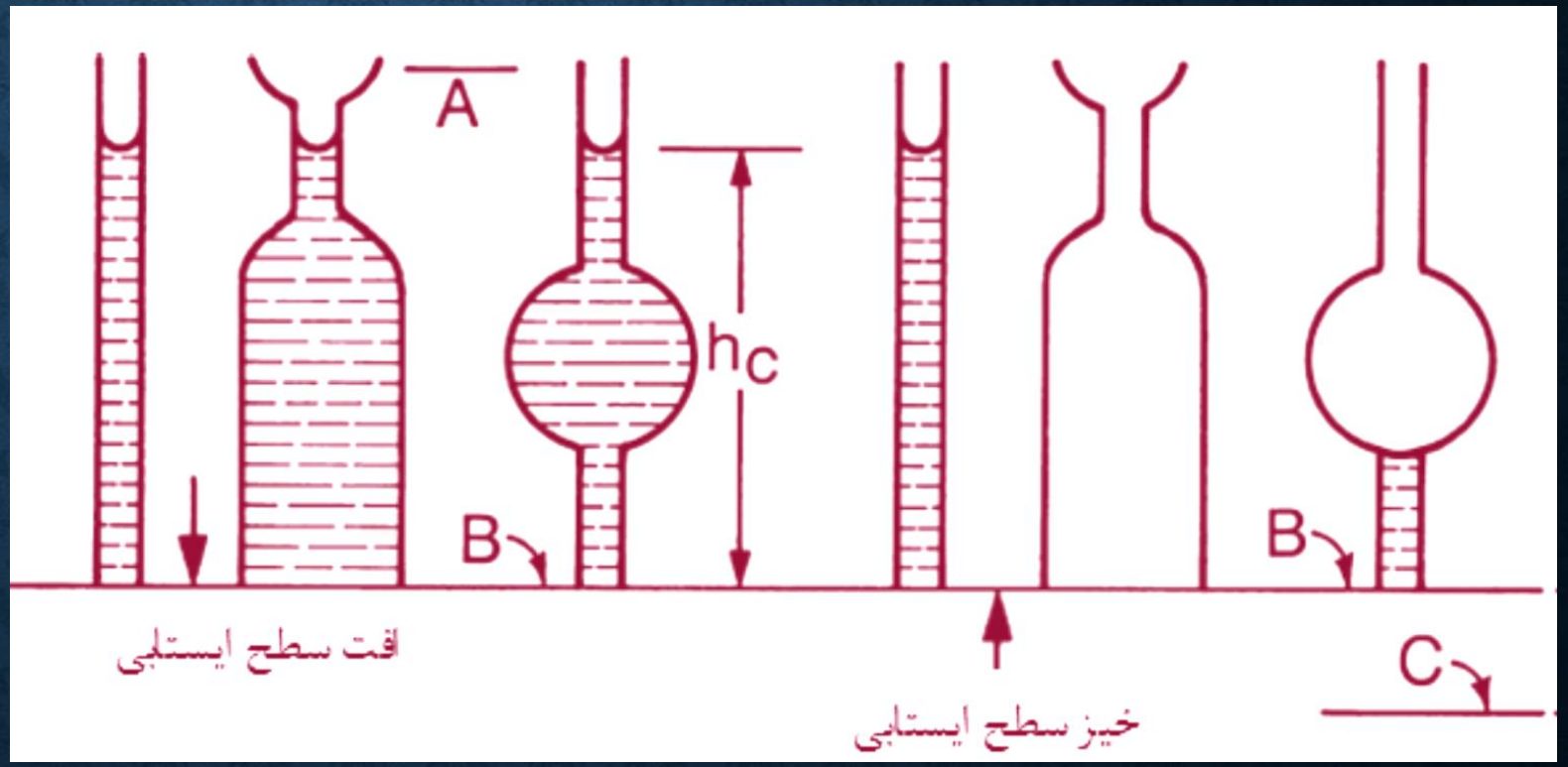
Capillary Tubes

Capillary rise is related to the diameter of the tube: the smaller the tube diameter the greater the rise of the water column

Capillarity is due to adhesion of water to a surface and cohesion of the adhered water to and among other water molecules



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

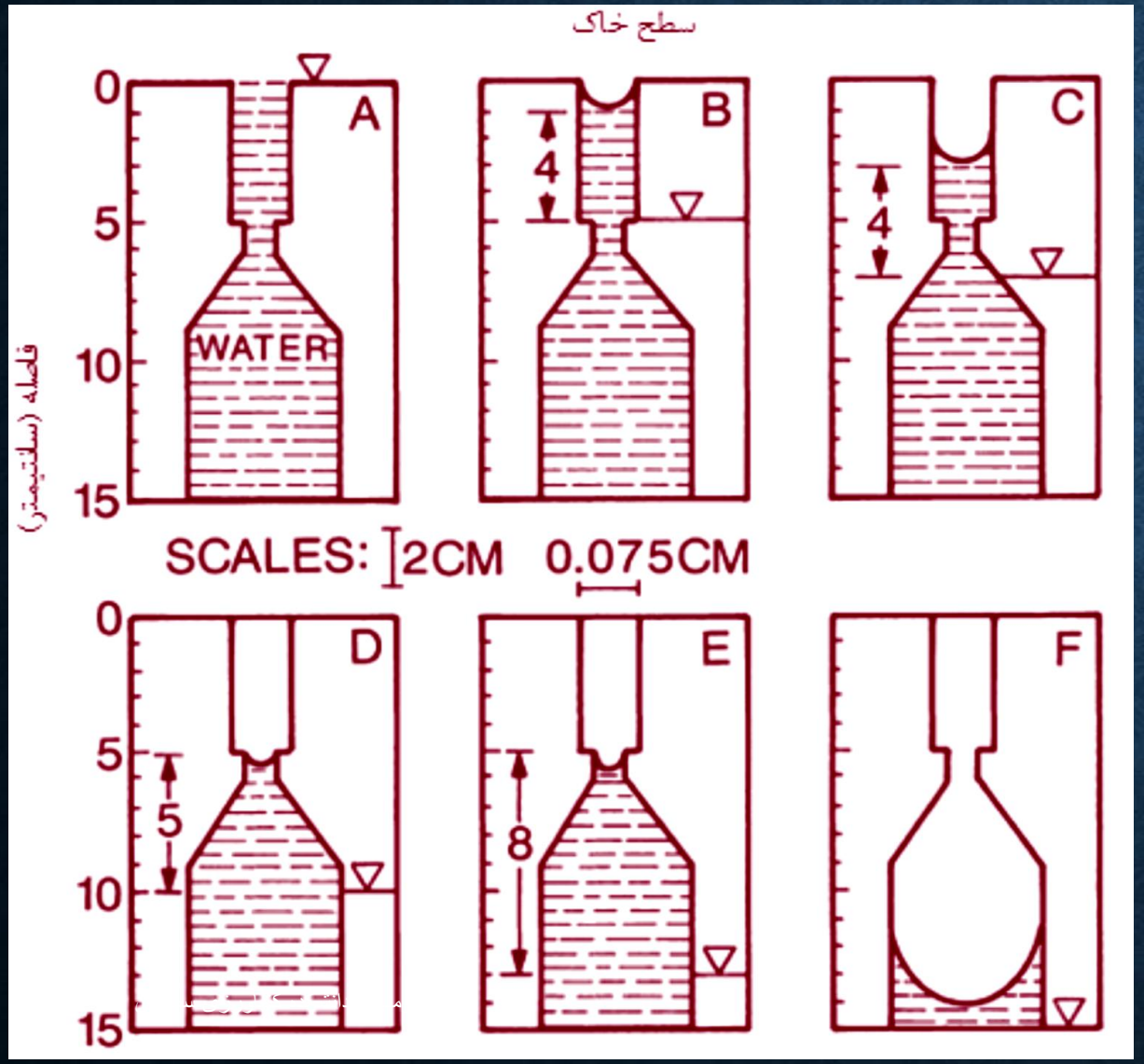


صعود و نزول آب در منافذ خاک

اگر خاک تا سطح آن کاملاً اشباع بوده و توسط یک لایهٔ نازک آب پوشیده شده باشد، هیچ مکشی در منافذ خاک وجود ندارد. اگر سطح ایستابی از سطح خاک پایین‌تر رود، مکش در منافذ خاک پدیدار می‌شود. اگر قطر منافذ یکسان باشد، نزول سطح آب در آنها مساوی میزان افت سطح ایستابی خواهد بود. اگر قطر منفذ خیلی بزرگ‌تر از حدی باشد که بتواند این مکش را تحمل کند، این منفذ در معرض مکش حداکثر قرار نخواهد گرفت.

با توجه به این که قطر لوله‌های مویین خاک یکسان نمی‌باشد، بنابراین صعود و نزول آب در خاک از یک رابطه ثابت تبعیت نمی‌کند. هرچه شعاع و اندازه قطر بیشتر گردد، ارتفاع صعود و یا نزول آب کمتر خواهد شد.

صعود و نزول آب در منافذ خاک



شکل، افت سطح ایستابی در یک لولهٔ موئین با قطر متغیر را نشان می‌دهد.

خواص محلول‌ها

در روابط آب و خاک و گیاه، ما به ندرت با آب خالص سر و کار داریم زیرا آب محتوی مواد حل شدهٔ مختلف می‌باشد. بنابراین لازم است بین خصوصیات آب خالص و آبی که محتوی مواد خارجی بوده و ما آن را محلول می‌نامیم، تمایز قائل شویم.

مثلا نقطهٔ جوش و انجماد آب خالص، به ترتیب ۱۰۰ و صفر درجه سانتیگراد است اما با وارد کردن یک مول از یک نوع نمک به آن، نقطهٔ جوش آن بالا رفته و به ۱۰۰/۵۱۸ درجه می‌رسد و نقطهٔ انجماد آن تا ۱/۸۶- درجه تنزل می‌یابد. فشار اسمزی آب خالص که صفر می‌باشد در این محلول تا حدود ۲۲ بار یا اتمسفر افزایش می‌یابد.

به ویژگی‌هایی مانند فشار بخار، نقطه جوش، نقطه انجماد، پتانسیل اسمزی و ... که در محلول‌ها نسبت به آب خالص تغییر می کنند، **ویژگی‌های کولیگاتیو** (Colligative) می گویند.

خواص محلول‌ها

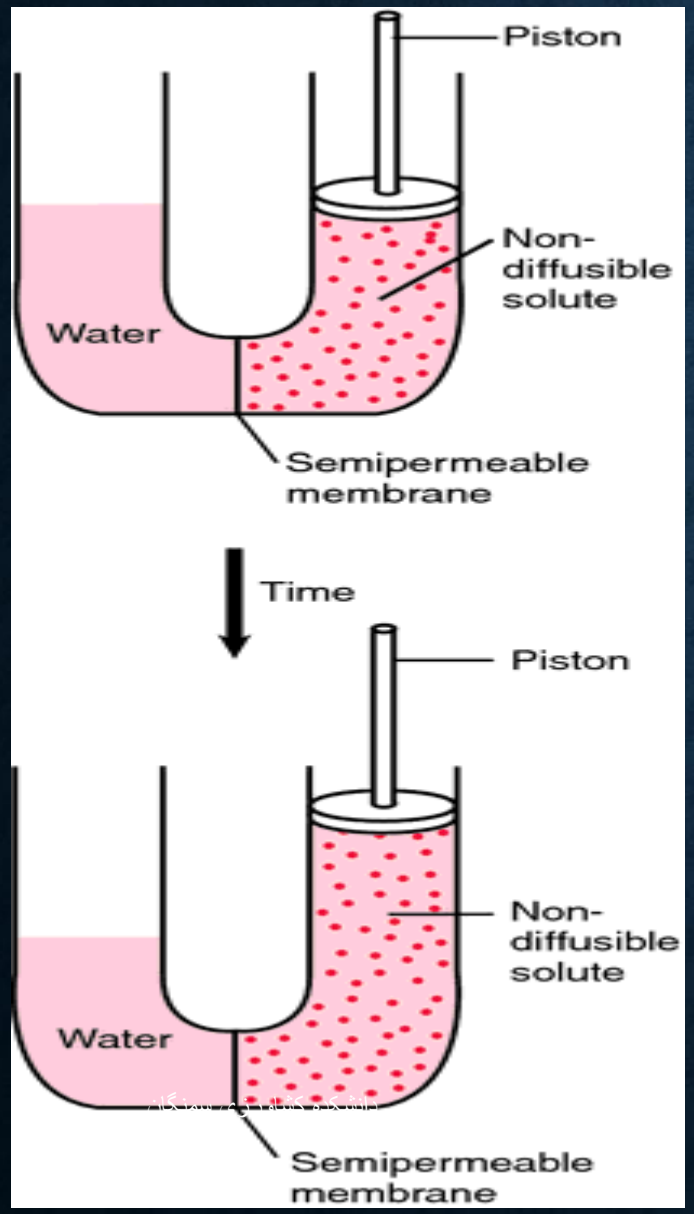
به طور مثال بین آب خالص و آب محتوی مواد حل شده، از نظر فشار بخار تفاوت وجود دارد. بنابراین چون آب در داخل سلول‌های گیاهی و یا خاک به صورت محلول بوده و محتوی اجسام حل شده می‌باشد، لذا فشار بخار آن با فشار بخار آب خالص متفاوت و کاهش می‌یابد. مقدار این تفاوت، بستگی به غلظت مادهٔ حل شده دارد. فشار بخار محلول براساس قانون رائولت از فرمول زیر بدست می‌آید :

$$e = e0 \frac{n_w}{n_w + ns}$$

n_w تعداد مول‌های آب در یک حجم معین – n_s مول از یک جسم حل شدنی – e_0 فشار بخار آب خالص

قابل ذکر است که این رابطه فقط در مورد محلول‌های رقیق که غلظت آنها کمتر از یک مول در هر لیتر آب باشد صادق است و نباید آن را برای محلول‌های بسیار غلیظ به کار برد.

خواص محلول‌ها



قانون رائولت نشان می‌دهد که با افزایش اجسام حل شدنی در آب، فشار بخار آب در محلول پایین می‌آید. اگر غشایی که نسبت به آب خالص تراوا ولی در برابر اجسام حل شدنی غیرقابل نفوذ باشد در بین آب خالص و محلول قرار دهیم (دستگاه اسمومتر)، آب خالص به طرف محلول حرکت خواهد کرد و این حرکت تا زمانی که فشار بخار آب خالص و محلول برابر شوند، ادامه خواهد یافت.

خاک و خصوصیات آن

خاک

خاک ها به عنوان محل ذخیرهٔ مواد غذایی گیاه، مسکن طبیعی موجودات زندهٔ خاک و ریشه‌های گیاه و مخزن ذخیره آب جهت تأمین نیازهای تبخیر و تعرق می‌باشند. مقدار آبی که یک خاک می‌تواند جهت استفاده گیاه نگه دارد متأثر از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن است. مقدار نگهداشت آب، تعیین کنندهٔ مدت زمانی است که یک گیاه می‌تواند در فاصلهٔ بین دو آبیاری یا بارندگی، به طور مناسب ادامه حیات دهد. همچنین، این مقدار تعیین کننده تناوب آبیاری، میزان آب مصرفی و ظرفیت مورد نیاز سیستم آبیاری برای رشد بهینه و دائمی گیاه می‌باشد.

اجزا تشکیل دهنده خاک عبارتند از : مواد کانی، مواد آلی، هوا، آب و میکروارگانیسم‌ها.

مواد کانی حاصل تجزیه سنگ‌های مادری است و مواد آلی خاک از تجزیه بافت‌های حیوانی و گیاهی توسط آنزیم‌های موجود در میکروارگانیسم‌ها حاصل می‌شود.

ترکیب خاک

خاک ترکیبی از مواد معدنی، مواد آلی و خلل و فرج است. مواد معدنی متشکل از ذرات شن، سیلت و رس می‌باشد.

I. شن : قطرش بین ۰/۰۵ تا ۲ میلیمتر است.

II. سیلت : قطرش بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۵ میلیمتر می‌باشد.

III. رس : قطرش کمتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر است.

IV. ریگ : قطرش بین ۲ تا ۷۲ میلیمتر است و بزرگتر از آن را سنگ می گویند.

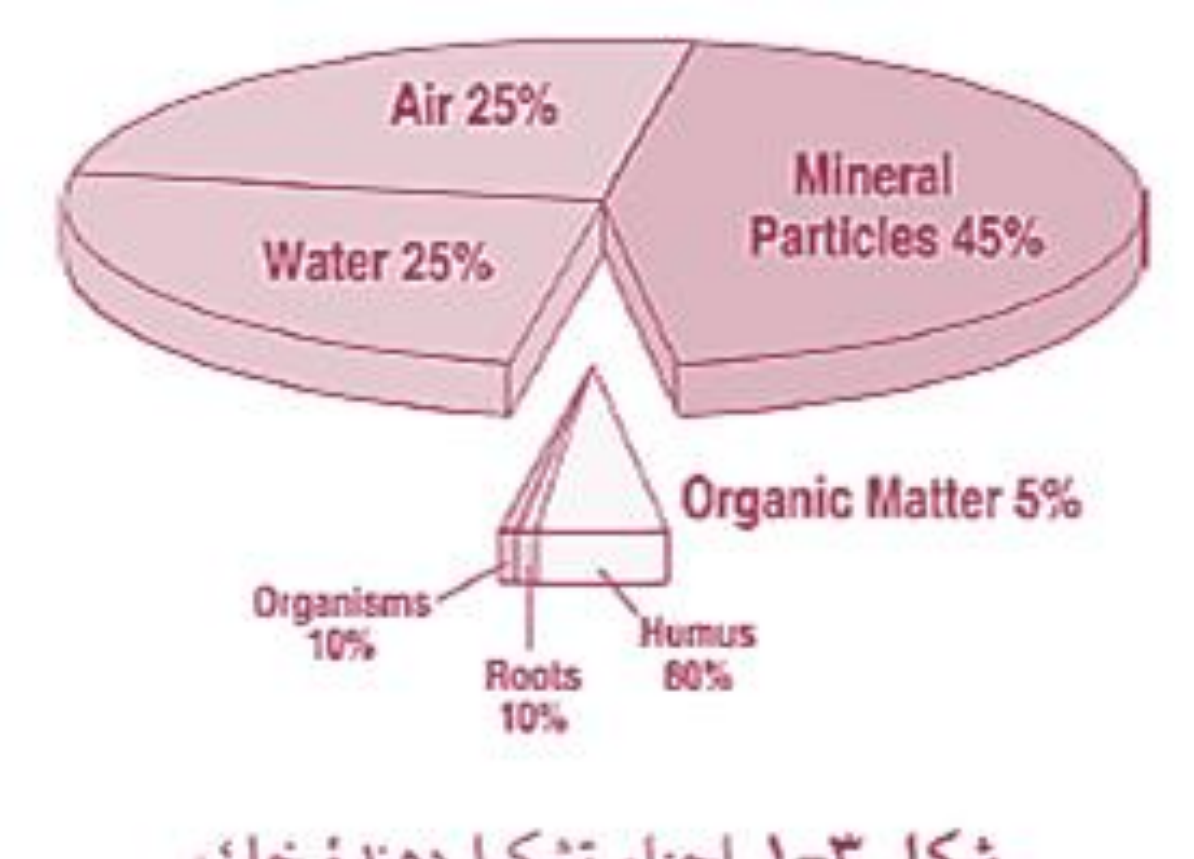
مواد آلی ۱ تا ۵ درصد کل خاک را تشکیل می‌دهند. ترکیب مواد معدنی و آلی خاک را بخش جامد می گویند.

ترکیب خاک

حجم نسبی اجزای مختلف خاک برای رشد نسبتا مساعد گیاه بدین صورت است :

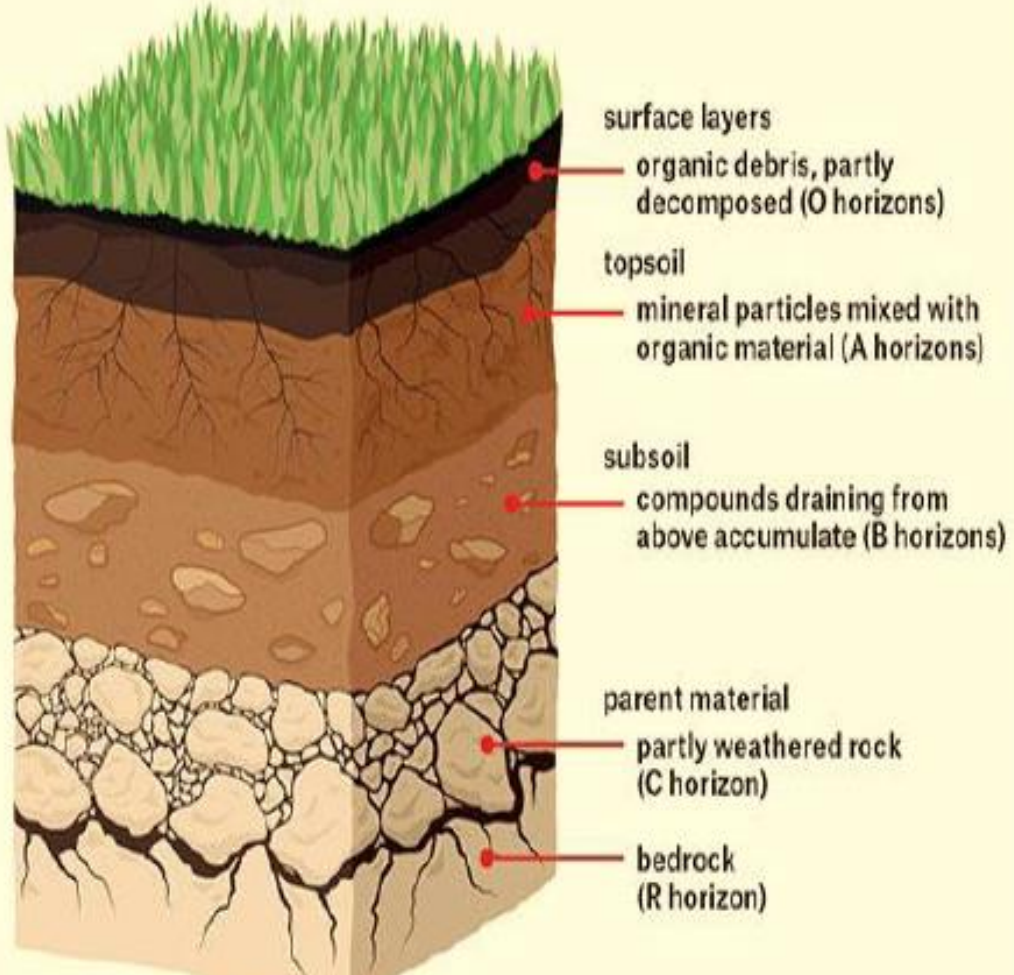
I. مواد جامد ۵۰ درصد شامل ۴۵٪ مواد معدنی و ۵٪ مواد آلی.

II. خلل و فرج ۵۰ درصد شامل آب و هوا. البته این نسبت آب و هوا متغیر است و تحت تأثیر شرایط جوی و خاک قرار دارد.



شکل ۳-۱. اجزاء تشکیل دهندهٔ خاک

خواص فیزیکی خاک



هوازدگی فیزیکی و شیمیایی همراه با جابجایی و تجمع ذرات مختلف منجر به لایه‌های افقی خاک که به آن **پروفایل خاک** می‌گویند می‌شود.

I. قسمت بالای مقطع که معمولاً نرم‌تر و دارای رنگ تیره می‌باشد به نام **خاک سطح‌الارض** است.

II. قسمت پائین که دارای رنگ روشن‌تر و معمولاً ضخامت بیشتری هم دارد **خاک تحت‌الارض** نامیده می‌شود.

III. در زیر قسمت تحت‌الارض **سنگ‌های مادری** وجود دارد.

خواص فیزیکی خاک

دو خاصیت مهم فیزیکی خاک **بافت و ساختمان** خاک است.

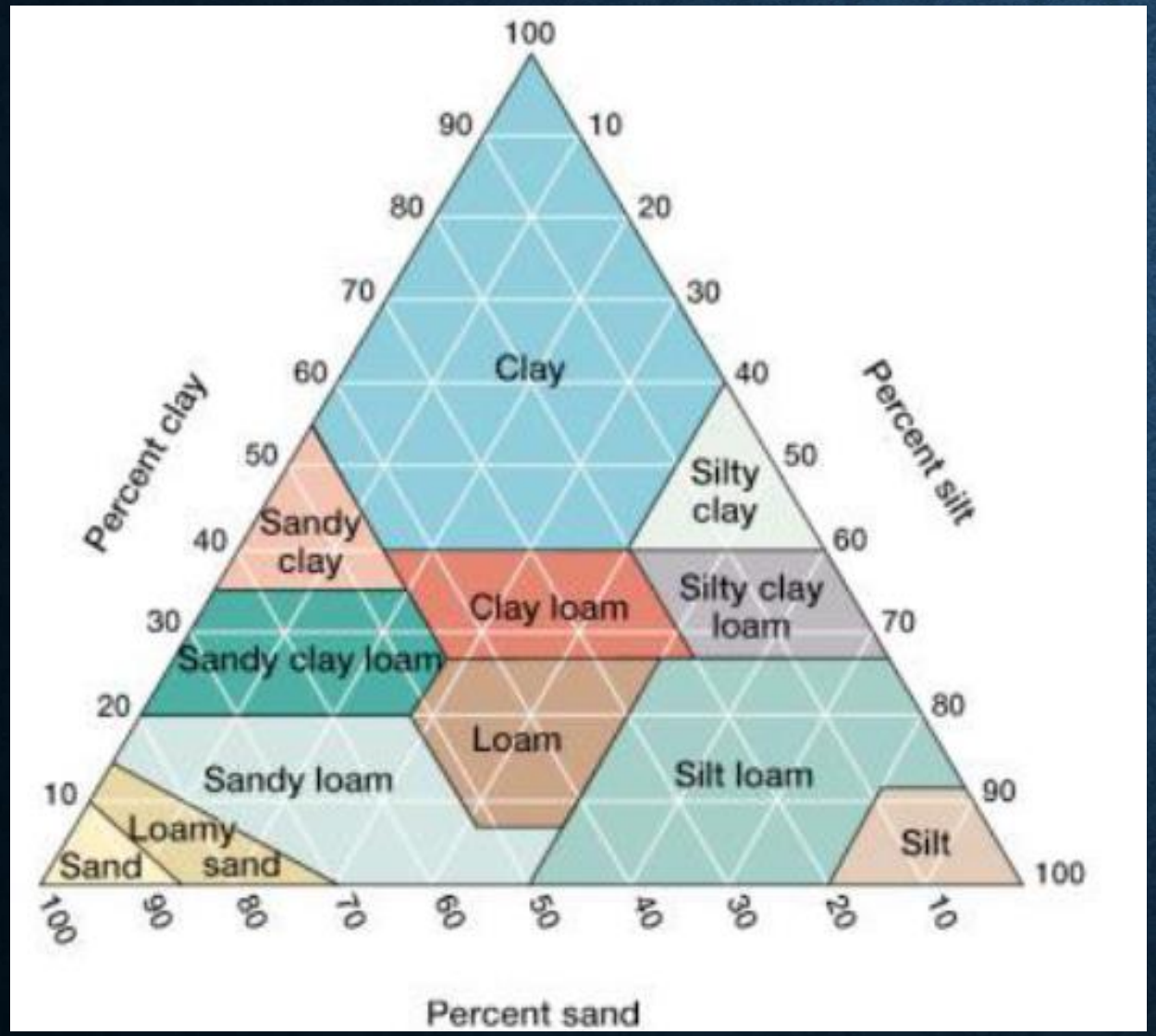
۱– بافت خاک :

بافت خاک معرف نسبت اختلاط و حضور هر یک از ذرات رس، سیلت و شن در نمونهٔ خاک است.

به خاک‌هایی که دارای بافت ریز هستند، خاک سنگین و به خاک‌هایی که دارای بافت درشت هستند، خاک سبک اطلاق می‌گردد. همچنین به خاک‌هایی که لومی هستند از نظر کشاورزان، بافت متوسط اطلاق می‌شود.

بافت خاک، دائمی است و کشاورز نمی‌تواند آن را اصلاح یا تغییر دهد.

خواص فیزیکی خاک



به منظور یافتن نسبت ذرات خاک، نمونهٔ خاک در آزمایشگاه مورد تجزیهٔ مکانیکی قرار میگیرد و سپس برای تعیین بافت خاک، از مثلث بافت خاک استفاده می‌شود.

شناسایی بافت خاک اهمیت زیادی در ارزیابی زمین دارد. معمولاً بهترین خاکهای مزروعی دارای ۱۰ تا ۲۰ درصد رس، ۵ تا ۱۰ درصد مادهٔ آلی و به مقدار مساوی سیلت و شن می‌باشند.

خواص فیزیکی خاک

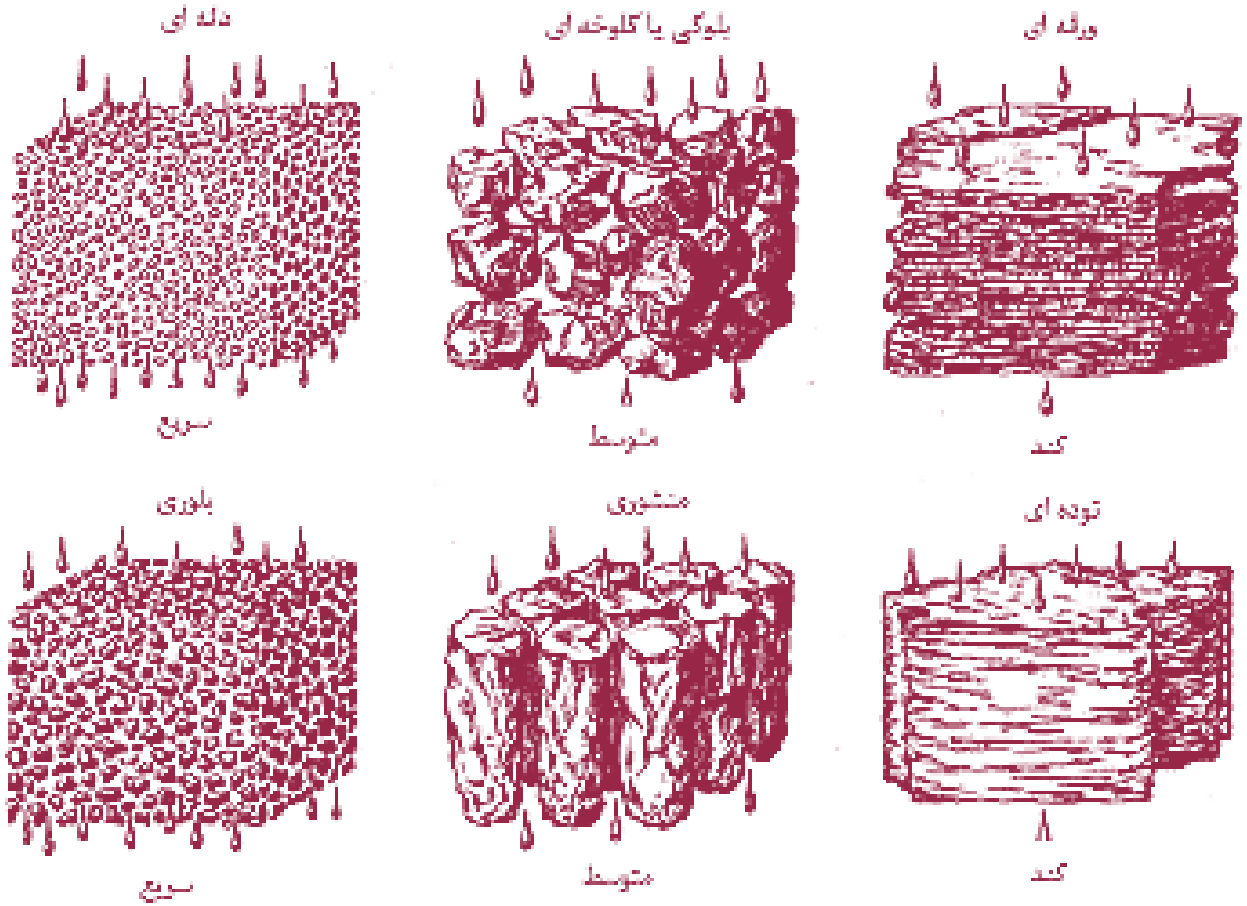
۲– ساختمان خاک :

به نحوهٔ قرار گرفتن ذرات خاک در واحدهای طبیعی تودهٔ خاک که خاکشناسان به آن خاکه (peds) می‌گویند. ساختمان خاک بر ورود آب و هوا به درون خاک و حرکت در داخل خاک، نفوذ ریشه و منبع غذایی خاک تأثیر می‌گذارد.

ساختمان خاک بر خلاف بافت آن در اثر عملیات زراعی تغییر می‌کند. اهمیت ساختمان خاک از این نظر مهم است که روی عوامل رشد و نمو گیاه مثل تهویه، ظرفیت نگهداری آب، دمای محیط ریشه، حرکت املاح، فعالیت‌های بیولوژیک و نفوذ ریشه اثر می‌گذارد.

در لایه‌های سطحی خاک‌های دارای مقدار زیاد مواد آلی و در خاک‌هایی که گیاهان علوفه‌ای دائمی رشد می‌کنند، بهترین ساختمان شکل می‌گیرد.

خواص فیزیکی خاک



شکل ۳-۳. انواع ساختمان خاک و تأثیر آن‌ها بر حرکت رویه پایین آب

خاک‌های دانه‌دانه (single grained) مانند شن خشک و خاک‌های توده‌ای (massive soils) مانند برخی رس‌ها، فاقد ساختمان می‌باشند.

نفوذ آب در خاک‌های دارای ساختمان منشوری، بلوکی و بلوری یا دانه‌ای، بهتر از خاک‌های دارای ساختمان ورقه‌ای می‌باشد که از حرکت رو به پایین آب ممانعت می‌کنند.

خواص فیزیکی خاک

بهترین خاک از نظر کشاورزی، خاکی است که ذرات آن به صورت خاک‌دانه باشند. فرآیندهایی که سبب تخریب خاک‌دانه‌ها می گردند عبارتند از :

I. خشک و مرطوب شدن خاک

II. از بین رفتن مواد آلی

III. فعالیت ریشه‌ها و جانوران ریز

IV. جذب نیتروژن

V. یخ زدن آب بین ذرات خاک و ذوب شدن یخ

VI. شخم خاک

تخلخل خاک

حجم منافذ خالی به حجم کل خاک را **تخلخل** می‌نامند. میزان تخلخل خاک‌های معدنی عموماً بین ۳۰ تا ۶۰ درصد حجم کل خاک (به طور متوسط حدود ۵۰ درصد) می‌باشد.

عوامل مؤثر بر تخلخل خاک :

دانه‌بندی خاک، بافت، فعالیت ریشه، گازهای محبوس، حشرات، کرم‌ها و سایر حیوانات نقب‌زن.

فضای خالی خاک‌ها را می‌توان به صورت شبکهٔ وسیع متصل به هم از خلل و فرج دانست که در جهات مختلف توسعه می‌یابند. این خلل و فرج علاوه بر این که محل نگهداری مایعات و گازها بوده و جابجایی آنها را تنظیم می‌کنند، به عنوان زیستگاه موجودات زندهٔ ریز و نیز معابر ورود ریشه‌ها و رشد و توسعهٔ آنها می‌باشند.

تخلخل خاک

خاک‌های درشت بافت، تخلخل کمتری نسبت به خاک‌های ریز بافت دارند؛ اما اندازهٔ متوسط منافذ در خاک‌های شنی معمولاً بزرگ‌تر است.

تخلخل خاک

کل تخلخل یک نمونه خاک را می‌توان با استفاده از معادلهٔ زیر به دست آورد :

$$\text{تخلخل خاک} = 1 - \frac{\text{جرم مخصوص ظاهری}}{\text{جرم مخصوص حقیقی}}$$

در صورتی که خاکدانه‌ها کاملاً مجزا باشند، می‌توان توزیع اندازهٔ منافذ را به خلل و فرج درشت یا **ماکروپورها** و خلل و فرج ریز یا **میکروپورها** تقسیم نمود.

ماکروپورها، عمدتاً فضاهای خالی بین خاکدانه‌ها هستند که به عنوان مسیرهای اصلی نفوذ آب، زهکشی و تهویه می‌باشند. میکروپورها، منافذ کوچک‌تر داخل خاکدانه‌ها می‌باشند که غالباً به عنوان نگهدارندهٔ آب و املاح عمل می‌نمایند.

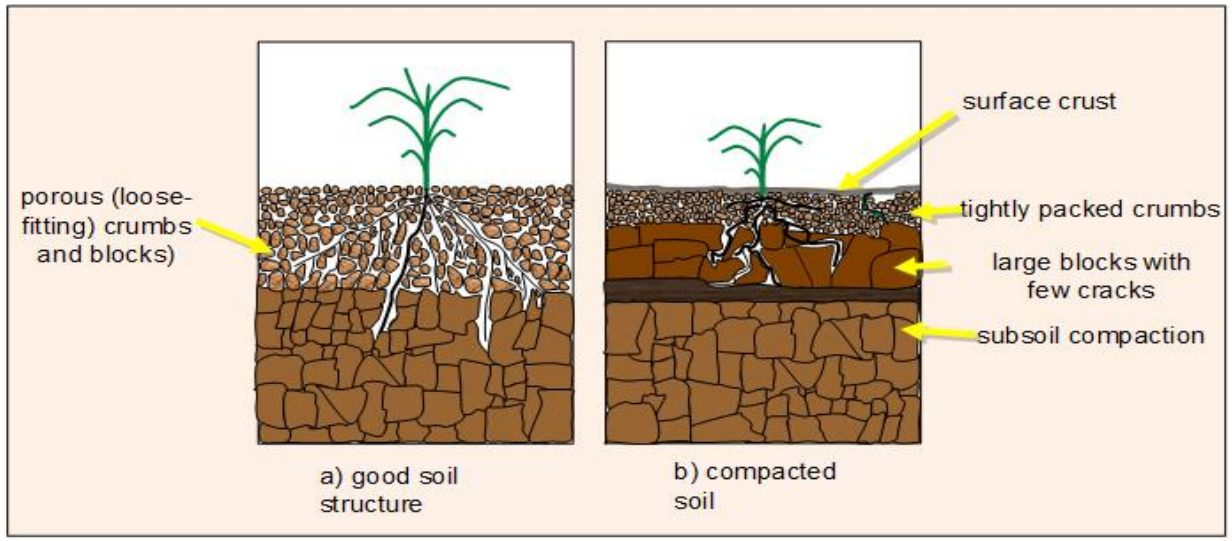
تراکم خاک

تراکم خاک‌های کشاورزی، عموماً بر کاهش تخلخل خاک از طریق فروپاشی جزئی منافذ و دفع هوای موجود دلالت دارد. از لحاظ کشاورزی، زمانی به خاک‌ها متراکم گفته می‌شود که تخلخل پر شده از هوا، به اندازه‌ای کاهش یابد که تهویه را محدود نماید و به واسطهٔ کم شدن تهویه، از نفوذ ریشه و زهکشی جلوگیری گردد.

به طور طبیعی، خاک‌ها می‌توانند در نتیجهٔ شکل‌گیری بافت شان، رژیم رطوبتی یا نحوهٔ قرار گرفتن ذرات در کنار یکدیگر، متراکم گردند. نیروهای مکانیکی وارد شده بر سطح خاک در طول مدت فعالیت‌های زراعی، غالباً منجر به تراکم خاک‌های کشاورزی می‌گردند. رایج‌ترین علت افزایش تراکم خاک (افزایش جرم مخصوص ظاهری) در کشاورزی امروزی، نیروی وارده بر سطح خاک به واسطهٔ چرخ‌های ماشین‌آلات کشاورزی می‌باشد.

تراکم خاک

Soil Compaction



شوری و سدیتهٔ خاک

خاک‌های شور و سدیمی در مناطق خشک و نیمه خشک به وفور یافت می‌شوند زیرا مقدار بارندگی کمتر از حدی است که بتواند نیاز تبخیر و تعرق پتانسیل گیاهان را تأمین نماید. این خاک‌ها در شرایطی ایجاد می‌گردند که نمک‌ها شسته نشده و به حدی که برای رشد گیاه مضر است تجمع یابند. مشکلات شوری در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب، به ویژه در مجاورت مناطق ساحلی نیز می‌تواند به وجود آید.

سه منبع طبیعی مهم شوری خاک عبارتند از :

I. هوازدگی معدنی

II. نهشته‌های اتمسفری (مثل باران، گاز و ذرات اسیدی)

III. نمک های فسیلی

شوری و سدیتهٔ خاک

تبخیر و تعرق، غلظت باقیماندهٔ نمک‌های محلول را افزایش می‌دهند.

در خاک‌های دارای زهکشی داخلی خوب، غلظت نمک به طور معمول با افزایش عمق خاک، افزایش می‌یابد. هر چه نسبت آب آبیاری عبوری از ناحیهٔ ریشه (جزء آبشویی) بیشتر شود، تجمع نمک در این ناحیه کاهش می‌یابد.

چنانچه خاک‌ها با آب آبیاری دارای مقادیر زیاد سدیم آبیاری شوند، مقدار سدیم قابل تبادل ممکن است بسیار زیاد گردد. در این خاک‌ها، ذرات خاک سطحی به شدت پراکنده می‌شود که در نتیجهٔ آن، نفوذپذیری خاک نسبت به آب کاهش می‌یابد.

انواع خاک‌های شور

طبقه‌بندی خاک‌های شور، براساس غلظت نمک محلول در عصارهٔ اشباع خاک صورت می‌گیرد. هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع (EC)، یک معیار استاندارد برای شوری است.

انواع خاک‌های شور

طبقه‌بندی شوری خاک براساس هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع در جدول زیر ارائه گردیده است. نسبت جذبی سدیم (SAR) معیار استاندارد سدیمی بودن خاک است که با استفاده از غلظت یون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم (بر حسب میلی اکی والانت بر لیتر) و از طریق رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد :

$$SAR = \frac{Na}{\left[\frac{(Ca + Mg)}{2}\right]^{\frac{1}{2}}}$$

جدول ۳-۱. طبقه‌بندی خاک‌های شور

کلاس	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر یا میلی‌موس بر سانتی‌متر)
شوری خیلی کم	۴-۰
شوری کم	۸-۴
شوری متوسط	۱۶-۸
شوری زیاد	بیشتر از ۱۶