جلسه دوم: اهمیت حیاتی و بعضی خواص آب

حیات آنطوری که ما می شناسیم بدون آب میسر نیست. موجودات زنده به صورتهای مختلف وابستگی کامل به آب دارند و گیاهان نیز از این اصل کلی مستثنی نیستند. دلایل زیر را میتوان برای اهمیت آب در زندگی گیاه برشمرد.

۱- آب مهمترین ماده از مواد تشکیل دهنده پروتوپلاسم سلول گیاه است و گاهی تا ۹۰ در صد وزن آنرا تشکیل میدهد. فعالیت پروتوپلاسم بستگی به میزان آب آن دارد. اگر پروتوپلاسم مقداری آب از دست دهد فعالیتش کاهش میابد و هر گاه مقدار آب از حد مشخصی کمتر شود پروتوپلاسم خشک شده و خاصیت زیستی خود را از دست میدهد. دلیلش این است که مواد آلی پروتوپلاسم (هیدرات های کربن، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک) در حالت فیزیکی و شیمیایی مواد آلی تحت تاثیر قرار گرفته و تغییر میکنند.

۲- آب در تعدادی از واکنشهای شیمیایی که در پروتوپلاسم اتفاق می افتد نقشی مستقیم دارد. واکنشهای هیدرولیز و تراکم که در آنها آب به مولکولهای آلی اضافه و یا از آنها گرفته میشود در فرایند های متابولیسمی اهمیت دارند. مثلا در تبدیل هیدراتهای کربن به یکدیگر و یا تبدیل اسید های آلی به یکدیگر مستلزم شرکت آب در این واکنش ها است.

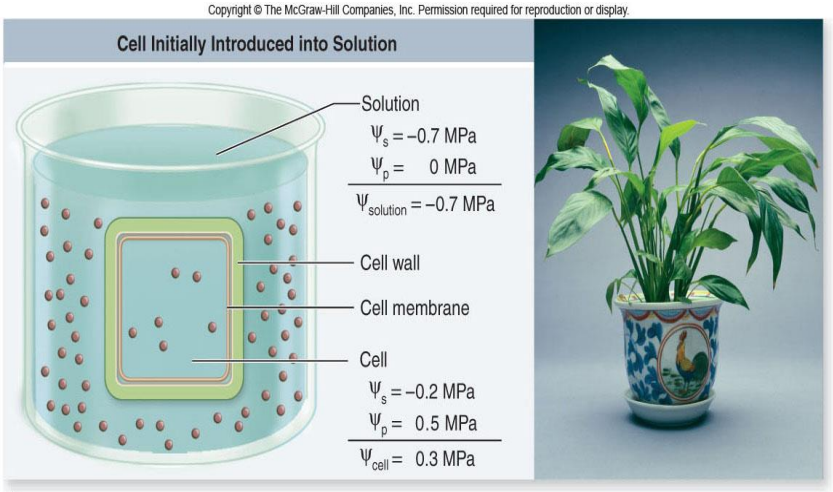
در فرایند فتوسنتز که ضمن آن انیدرید کربنیک احیاء میشود، آب به عنوان منبع هیدروژن مورد استفاده قرار میگیرد. ضمنا آب یکی از فراورده های واکنش های تنفسی است.

۳- آب حلالی است که مواد بسیاری در آن حل میشوند. واکنشهای شیمیایی زیادی در محیط آب انجام میگیرد.

٤- آب عامل نگهداری آماس (تورژسانس) سلول و بنابراین عامل نگهداری آماس گیاه است. آماس سلول برای رشد آن و همچنین برای

نگهداری شکل طبیعی گیاهان علفی بسیار مهم است. همچنین آماس در باز شدن روزنه های برگ و حرکت برگها، گلبرگها و اندام های مختلف تخصص یافته گیاه از اهمیت ویژه ای بر خوردار میباشد. کمبود آب باعث از بین رفتن آماس و در نتیجه کم شدن فوری رشد رویشی میشود.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

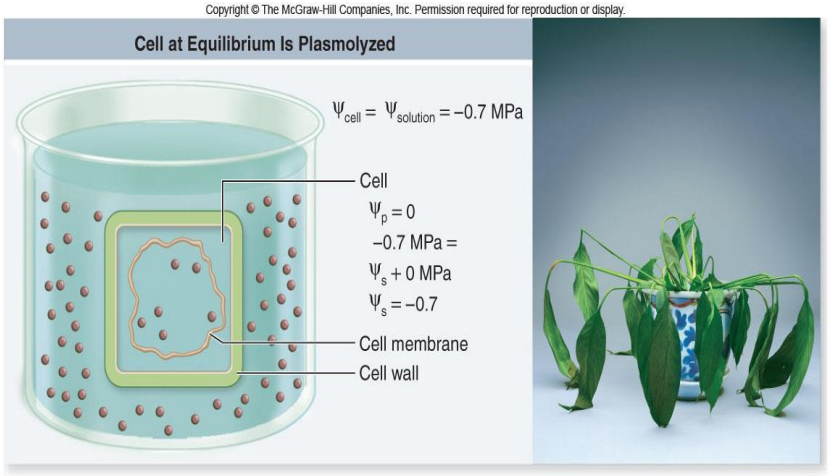


a.

© Jim Strawser/Grant Heilman Photography

۵- در لایه نازکی از آب هر یک از سلولهای گیاه را در فضاهای بسیار کوچک دیواره سلولی بین مواد جامد دیواره نفوذ و از سلولی به سلول دیگر امتداد داشته وبدین سان شبکه ای را در درون گیاه بوجود می آورد که در امر ورود و حرکت مواد محلول نقش مهمی بازی میکند.

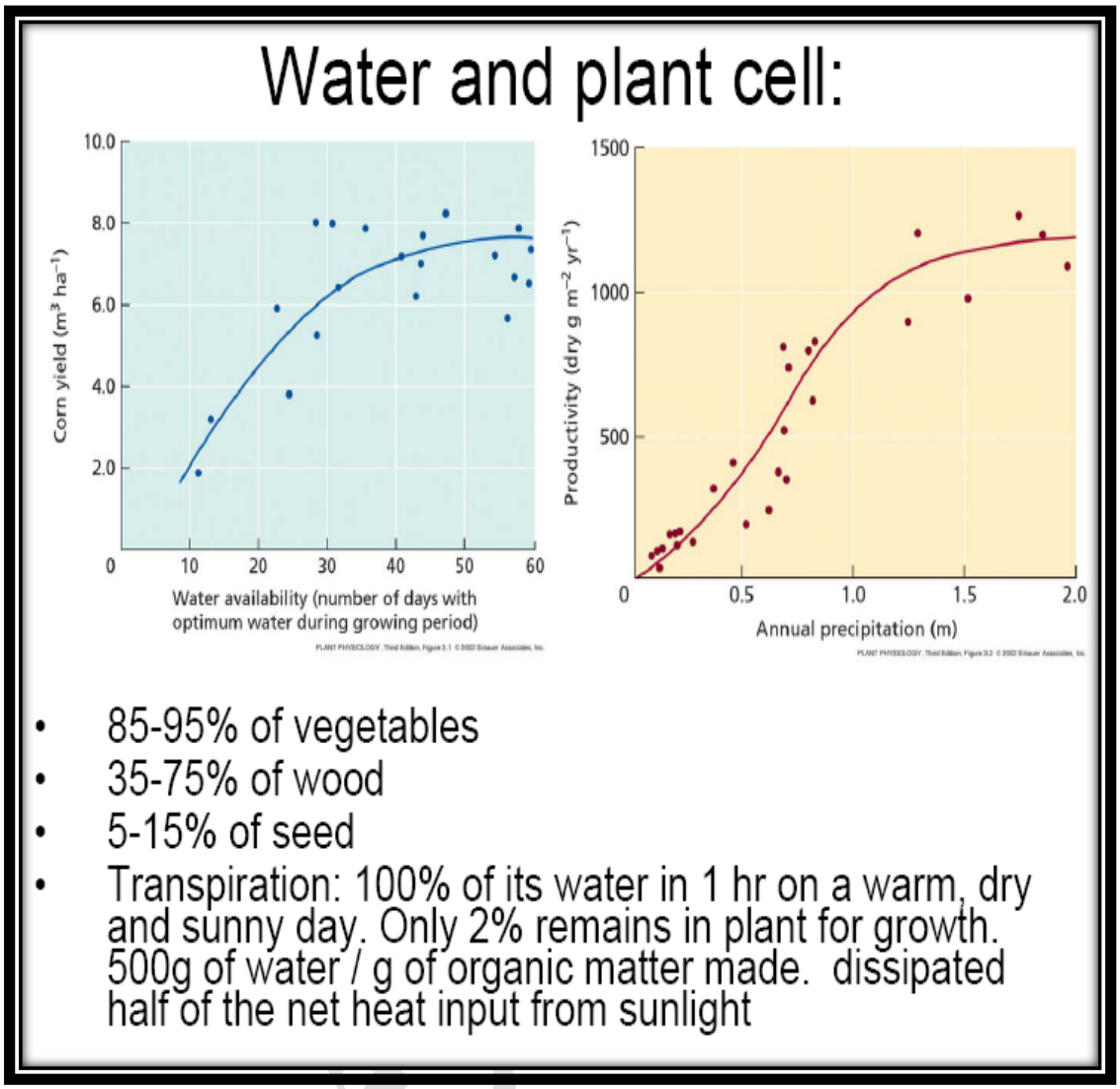
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



b.

© Jim Strawser/Grant Heilman Photography

۶- آب اعمال گوناگون دیگری را نیز در گیاه انجام میدهد. مثلا آب ناقلی است برای حرکت مواد محلول در آوند های چوبی و آبکشی، آب محیطی است که در آن انتقال و پراکندگی مواد در میوه ها و بذور نقش آبرا باید در نظر داشت. در گیاهان آبزی که غوطه ور یا شناور هستند، آب پیرامونی گیاه بعنوان قیم گیاه را بر پا نگهمیدارد و نیز مواد لازم را به گیاه میرساند.



مقدار آب در گیاه:

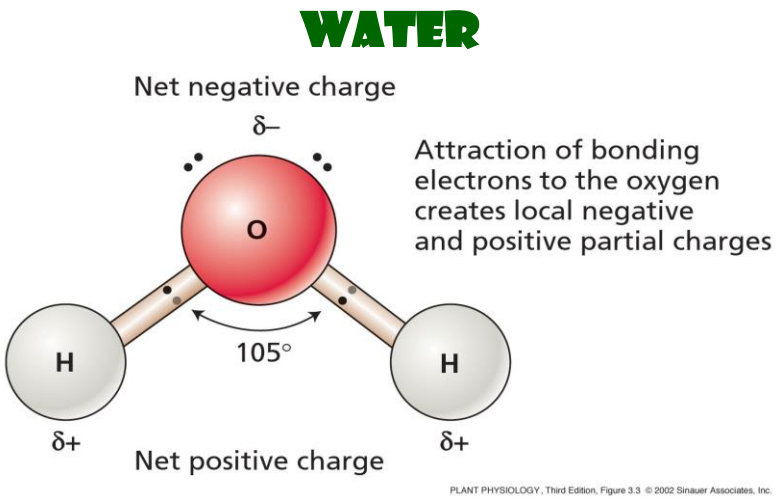
میزان آب در گیاه و اجزاء آنرا به چند طریق میتوان اندازه گرفت. روش معمولی همانا خشک کردن در اتو تا مرحله دست یابی به وزن ثابت است. از سوختن مواد که موید از دست رفتن ماده خشک است باید جلوگیری نمود و بدین سبب است که یک دامنه حرارتی از ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد مورد استفاده قرار میگیرد. در این دامنه حرارتی مقدار کمی آب که وابسته به مواد آلیست باقی میماند. میزان آب معمولا بر حسب در صد وزن خشک بیان میشود.

ساختمان آب:

در زیر مختصری راجع به ساختمان آب داده میشود.

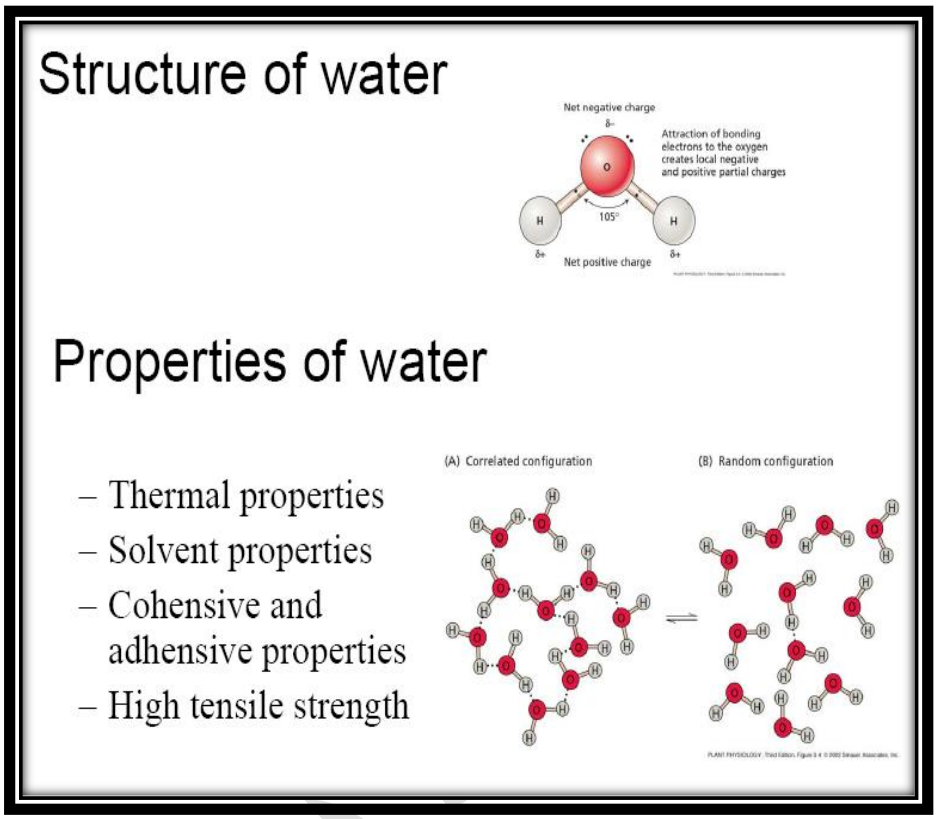
ماهیت مولکول آب:

وقتی که اکسیژن و هیدروژن با هم ترکیب شده و آب را تشکیل میدهند الکترون ها بین این دو اتم به اشتراک گذاشته شده و در نتیجه مولکول حاصله پایدار و ظاهرا بی واکنش خواهد بود. این مولکولها که به اصطلاح قطبی هستند در میدانهای الکتریکی بطوری جهت گیری میکنند که طرف منفی مولکول رو به قطب مثبت و طرف مثبت مولکول رو به قطب منفی باشد.



ویژگی های فیزیکی آب:

شکل منحصر به فرد مولکول آب و وجود پیوند های هیدروژنی در حالت مایع مولکولها بطور نامنظم تری در مقایسه با حالت جامد (یخ) قرار می گیرند. در حالت مایع پیوند هیدروژنی نا پایدارتر است. اما همان حالت کریستالی تا حدودی وجود دارد. وقتی درجه حرارت بالا میرود از میزان پیوند هیدروژنی کاسته میشود اما حتی در نقطه جوش نیز پیوند هیدروژنی تا حدودی وجود دارد.



گرمای نهان ذوب آب:

گرمای نهان ذوب مقدار گرمایی است که باید به یک گرم یخ صفر درجه سانتی گراد داده شود تا به آب صفر درجه سانتی گراد تبدیل شود و مقدار آن ٦ کیلو ژول بر مول یا ٣٣٥ ژول بر گرم است. لفظ نهان از آن جهت به کار می رود که در مقابل انرژی داده شده به آب افزایش دمایی که با دماسنج قابل حس کردن باشد.ملاحظه نمیشود.(یک مول ماده مولکولی مرکب از عدد آدوگادرو مولکول و جرمی بر حسب گرم دارد که از لحاظ عددی برابر با وزن مولکولی آن ماده است. مثلا وزن مولکولی H_2O برابر ١٨,٠٢ گرم است.

پس مولکول H_2O با ($٦,٠٢٢٠٥xa^{٠٢٣}$ =١MolH_2O =١٨,٠٢g H_2Oمولکول آبH_2O)

پیوند هیدروژنی:

پیوند های هیدروژنی همچنین بین مولکولهای آب و سایر ذرات با سطوحی که بار الکترونی دارند برقرار میشود. در مقابل سطوحی که دارای بار الکتریکی هستند، لایه های آب تشکیل میشود. ضخامت لایه ها به میزان بار الکتریکی سطوح بستگی دارد. وقتی املاح معدنی در آب حل میشوند، هر یون توسط لایه ای از مولکولهای جهت یافته آب محاصره میگردد و بخاطر این لایه هاست که یونها از یکدیگر جدا میمانند. هر قدر شعاع یونی کوچکتر باشد تراکم بار الکتریکی آن یون بیشتر است. ضخامت لایه مولکولها در اطراف یونهای کوچکتر ضخیم تر از لایه مولکولهای آب در اطراف یونهای بزرگتر بنابراین میباشد.

ظرفیت گرمایی ویژه آب:

گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی، مقدار گرمایی است که باید به یک مول یا یک گرم آب داده شود تا دمای آن یک درجه سانتی گراد افزایش پیدا کند. ظرفیت گرمایی ویژه آب ۷۵/٤ ژول بر مول یا ٤/۱۸٤ ژول بر گرم است.

گرمای نهان تبخیر آب:

گرمای نهان تبخیر، مقدار گرمایی است که باید به یک مول یا یک گرم آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد داده شود تا به بخار ۱۰۰°C تبدیل شود و مقدار آن ٤۰/۷ کیلو ژول برمول یا ۲٤٥۲ ژول بر گرم است.
ملاحظه میشود که هر سه خاصیت نامبرده آب در مقایسه با بسیاری از مواد، بالا بوده و این مسئله بدین معنا است که آب مقدار زیادی انرژی جذب می کند بدون آنکه تغییر دمای زیادی در آن

صورت گیرد. از آن جایی که آب در صد بالایی از وزن گیاهان و جانوران را تشکیل می دهد، بنابراین، این سه خاصیت آب در ثبات گرمایی گیاهان و جانوران نقش مهمی را ایفا می کند.

فشار = نیرو / سطح = نیرو × طول / سطح × طول = کار (انرژی) / حجم

فشار = $Dye/m^2 = dyne \times cm/cm^2 \times cm = energy/ cm^3$

فشار = $Newton/m^2 = Newton \times m/m^2 \times m = Joule/m^3$

1 bar = 105 Pa

1bar = 100 KPa

1 bar = 0.1 MPa

1 mbar = 0.1 KPa

1 atm = 101.3 KPa

1 atm = 1013 mbar

1 atm = 760 mm, Hg

غیر قابل فشرده شدن آب:

غیر قابل فشرده شدن سبب میشود تا آب در شکل گیری گیاه (به ویژه گیاهان علفی)، باز و بسته شدن روزنه و گسترش و رشد سلولی نقش مهمی داشته باشد. در صورت قابل فشرده بودن آب، نقش های ذکر شده غیر ممکن بود. البته با تغییر دما، حجم نسبی آب اندکی تغییر می کند.

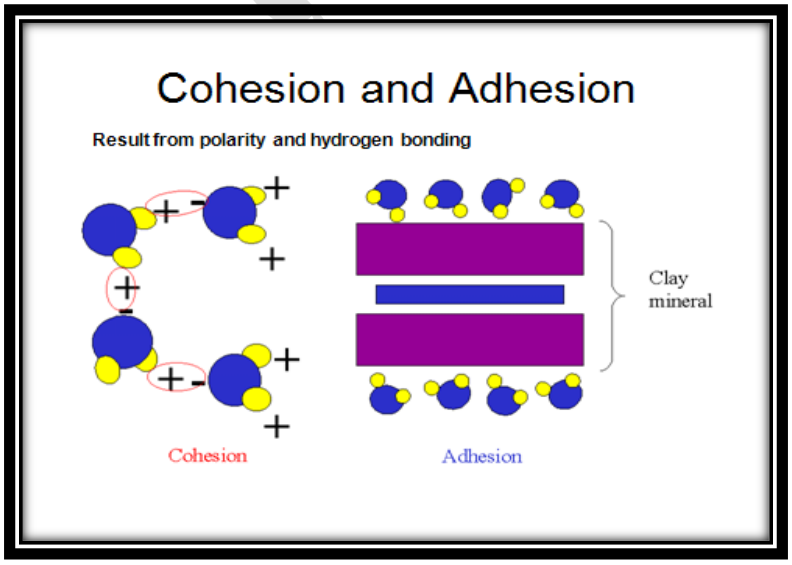
ویسکوزیته آب:

ویسکوزیته آب مقاومت مایع در برابر جاری شدن را نشان می دهد و به نیروی پیوستگی بین مولکول های مایع بستگی دارد. ویسکوزیته آب ناشی از پیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب

بوده و در مقایسه با حلال هایی که پیوند هیدروژنی ندارند و یا مقدار پیوند هیدروژنی در آن ها کم است نسبتا بالا است. ویسکوزیته آب با افزایش دما به واسطه شکسته شدن پیوند های هیدروژنی و سست شدن نیروهای جاذبه بین مولکولی واندروالسی (ناشی از تحرکات بیشتر مولکول ها بر اثر افزایش دما)، کاهش می یابد و سبب می شود تا با افزایش دما، آب با سهولت بیشتری جریان یابد.

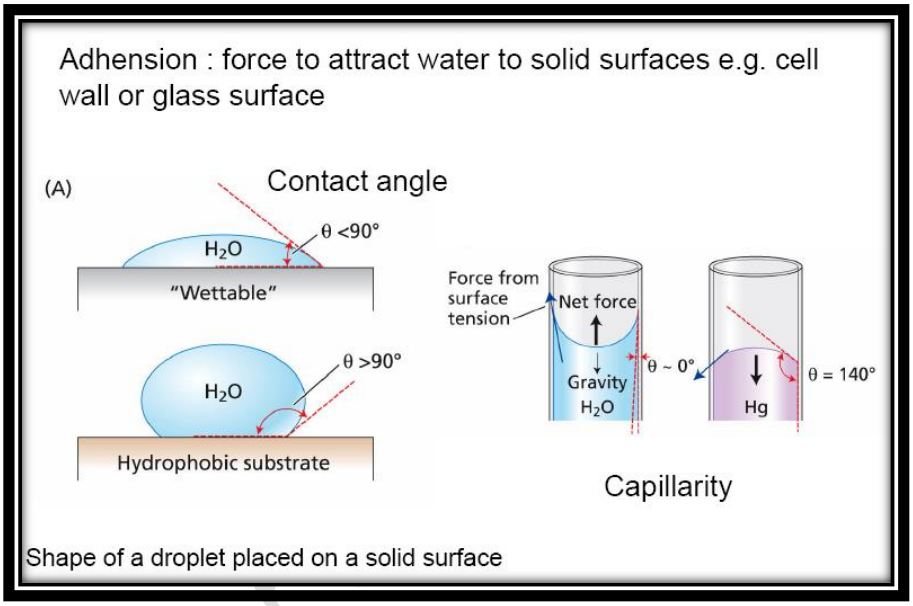
نیروهای چسبندگی و پیوستگی آب:

آب مولکول قطبی است و بنابراین می تواند توسط بسیاری از مواد، که دارای محل های قطبی هستند، جذب شود. پروتئین ها و پلی ساکارید های دیواره سلولی از جمله مواد دارای محل های قطبی هستند که آب جذب آن ها می شود. جذب آب به آب (یعنی مولکول های همنوع) پیوستگی و جذب آب به سایر مولکول ها (مولکول های غیر همنوع) چسبندگی نامیده می شود.



کشش سطحی:

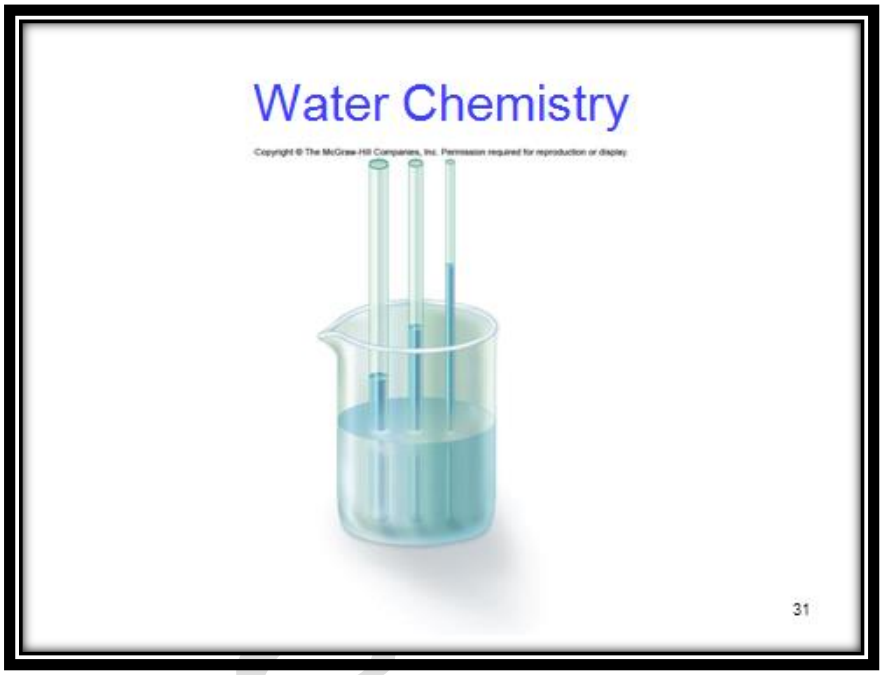
آب دارای کشش سطحی بسیار بالایی است. برای مثال، به دلیل کشیده شدن سطح آب، اگر آب را داخل یک ظرف بریزیم، بصورت مقعر دیده میشود. این خاصیت را می توان طور دیگری توضیح داد که اگر در سطح آب یک خط فرضی رسم شود، مولکول های آب واقع در این خط فرضی، مداوما به دو طرف در حال کشیده شدن هستند. کشیده شدن به دو طرف مولکول های آب به دلیل بیشتر بودن نیروی جاذبه بین مولکول های آب در فاز مایع نسبت به نیروی جاذبه بین مولکول های آب در فاز مایع یا فاز بخار (هوا) می باشد.



صعود کاپیلاری آب:

وقتی نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و جسم جامد، بیشتر از نیروی پیوستگی بین مولکول های آب باشد، گفته می شود که آن جسم جامد، قابل خیس شدن بوده و آب در لوله باریک از جنس آن جسم بالا می رود. بر عکس اگر نیروی پیوستگی بیشتر از چسبندگی باشد. سطح مایع در لوله پایین می افتد. در واقع، به دلیل چسبندگی بین مولکول های آب و دیواره لوله یا آوند، مولکول های آب

به دیواره می چسبند. همچنین به واسطه خاصیت کشش سطحی آب قسمت وسط لوله (بخش هایی که به دیواره چسبیده نیستند) بالا آمده و در نتیجه صعود یا خیز کاپیلاری مولکول های آب در لوله انجام می شود پس نیروی اصلی بالابرنده همان کشش سطحی است که در محیط لوله عمل کرده و به کمک نیروی چسبندگی سبب صعود آب می گردند.



استقامت کششی آب:

وجود استقامت کششی باعث می شود که مولکول های آب در طی بالا کشیده شدن از آوند های چوبی در طی پدیده تعرق دچار پارگی نشده و در نتیجه ستون آب که به صورت جریانی پیوسته می باشد، قطع نگردد. برای درک بهتر مسئله وضعیت آب در داخل آوند چوبی حالتی در نظر بگیرید که به وسیله نی در حال مکیدن نوشابه از شیشه ای هستید. در این حالت آب تحت کشش (یا فشار منفی) است و بدیهی است که اگر کشش زیاد باشد، ستون آب در داخل آوند چوبی

دچار پارگی می گردد. وجود پیوند های هیدروژنی بین مولکول های آب باعث می شود تا ستون آب داخل آوند حالت پیوسته خود را حفظ کرده و دچار پارگی نگردد.

ثابت دی الکتریک:

یکی از خواص مهم فیزیکی آب داشتن ثابت دی الکتریک بالا بوده، که ناشی از ساختمان آب است. ثابت دی الکتریک نشانگر ظرفیت ماده در خنثی کردن جاذبه بین بارهای الکتریکی بوده و هر چه ثابت دی الکتریک یک حلال بالاتر باشد، آن حلال نیروی های الکتریکی بین مواد حل شده باردار را بهتر کاهش می دهد. در واقع، ثابت دی الکتریک بالا در آب سبب می گردد تا این ماده به عنوان مهم ترین حلال مواد و اجسام قطبی و یونی مورد توجه قرار گیرد. به همین علت آب مخصوصا برای الکترولیت و مولکول های قطبی مثل قند ها حلال قدرتمندی می باشد.

چگالی و فشار بخار آب:

اگر مقداری آب داخل یک ظرف بسته (دارای گاز یا خلاء) ریخته شود، مولکول های آب از مایع، تبخیر شده و وارد فضای بالای آب می شوند. این خروج مولکول ها از فاز مایع تا برقراری تعادل بین فاز مایع و گاز ادامه می یابد. در حالت تعادل، تعداد مولکول های آب که وارد فاز گازی می شوند برابر با تعداد مولکول های آب است که از فاز گازی وارد فاز مایع می شوند (ورود=خروج). در این حالت یک معیار متداول برای بیان غلظت مولکول های آب در فاز گازی، گرم مولکول آب در متر مکعب فضای موجود است که به آن چگالی بخار می گویند. همچنین، مولکول های فاز گازی که مداوما

در جهات مختلف حرکت می کند، با سطح مایع و دیواره های ظرف برخورد داشته و فشاری را به دیواره ظرف وارد می کند که این فشار وارده را فشار بخار می نامند.

ویژگی های شیمیایی آب:

تعریف و اهمیت:

پتانسیل شیمیایی آب مقدار انرژی مفید و موثر آب برای انجام کار در یک محیط معین را نشان داده و واحد آن ژول بر مول ($J.mol^{-1}$) می باشد. در واقع، پتانسیل شیمیایی نشان می دهد که هر مولکول گرم آب (یا هر ماده دیگر) دارای چه میزان انرژی برای انجام کار است. کار می تواند جابجایی، انتقال آب، شرکت در واکنش ها و غیره باشد. اهمیت پتانسیل شیمیایی آب در موارد زیر است:

(۱)- اختلاف پتانسیل شیمیایی آب بین دو نقطه یا دو محیط نیروی محرکه برای جا به جایی آب را فراهم کرده و جهت حرکت از پتانسیل شیمیایی بیشتر به پتانسیل شیمیایی کمتر است. حرکت آب از خاک به گیاه و در گیاه از ریشه تا برگ و از آنجا به اتمسفر ناشی از همین نیروی محرکه است.

(۲)- مقدار جریان آب در هر جایی (مثلا در خاک یا گیاه) متناسب با اختلاف پتانسیل شیمیایی آب بین دو نقطه یا دو مکان می باشد. هر چه اختلاف پتانسیل بیشتر باشد، مقدار جریان نیز بیشتر خواند بود.

(۳)- شرط لازم و کافی برای حصول تعادل بین دو فاز مختلف آن است که پتانسیل شیمیایی آب در دو فاز برابر باشد.

پتانسیل آب و اجزاء آن:

از آن جایی که در مبحث روابط آب کار کردن با واحد پتانسیل شیمیایی آب یعنی ژول بر مول راحت نبوده و در عمل نیز اندازه گیری پتانسیل آب با دستگاهای موجود بصورت فشار راحت تر است بنابراین به جای پتانسیل شیمیایی آب از پتانسیل آب استفاده می شود. پتانسیل آب در هر سیستمی بر اثر عواملی که باعث کاهش فشار یا رطوبت نسبی (RH) می شوند، کاهش می یابد. این عوامل عبارتند از:

۱- اضافه شدن مواد حل شده، که باعث رقیق شدن آب (کاهش نسبت آب به نسبت کل ماده محلول) و کاهش فعالیت و انرژی آزاد آب از طریق هیدراسیون مولکول های مواد حل شده یا یون ها می شوند.

۲- وجود نیروهای ماتریک شامل نیروهای کاپیلاری که در خاک، دیواره های سلولی، پروتوپلاسم و غیره، آب را به خود جذب می کنند، و انرژی آزاد آب برای انجام کار را کاهش می دهند.

۳- فشار منفی یا مکش: مثل آنچه در آوند چوب گیاهان در حال تعرق رخ می دهد

٤- کاهش دما: از طریق افزایش تشکیل پیوندهای هیدروژنی و کاهش تحرک مولکول های آب

٥- کاهش ارتفاع سیستم در مقایسه با ارتفاع مرجع، که برای رساندن آب به سطح مرجع باید انرژی صرف شود.

در مقابل پتانسیل آب در سیستمی بر اثر عوامل فشار بخار نسبی را افزایش می دهند، افزایش پیدا می کند. این عوامل عبارتند از:

۱- اعمال فشار: مثل فشاری که دیواره های سلولی بر محتویات سلول وارد می کنند.

۲- افزایش دما: از طریق کاهش پیوند های هیدروژنی و افزایش تحرک مولکول های آب

۳- افزایش ارتفاع سیستم در مقایسه با ارتفاع مرجع

بنابراین میتوان اظهار داشت که پتانسیل آب (Ψ_w) از اجزا یی تشکیل شده است که در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_m + \Psi_p + \Psi_g$$

که در آن Ψ_s پتانسیل اسمزی، که در شرایط وجود مواد محلول کمتر از صفر و در شریط عدم وجود این مواد مساوی صفر می باشد. Ψ_m پتانسیل ماتریک بوده و در شرایط وجود منافذ ماتریکس مشروط به آنکه اشباع نشده باشند، کمتر از صفر و در شرایط عدم وجود این منافذ یا در شرایطی که این منافذ وجود داشته باشند ولی اشباع از آب باشند، برابر صفر است. Ψ_p پتانسیل فشاری یا آماس بوده و اگر سیستم تحت فشار اتمسفر باشد برابر صفر است. در صورتی که فشار بیشتر از فشار اتمسفر باشد پتانسیل فشاری بزرگتر از صفر و اگر فشار کمتر از فشار اتمسفر باشد، کوچکتر از صفر است. Ψ_g پتانسیل ثقلی بوده و در صورتی که سیستم در همان ارتفاع مرجع باشد برابر صفر، اگر بالاتر از ارتفاع مرجع باشد بزرگتر از صفر و در صورتی که پایین تر از ارتفاع مرجع باشد کمتر از صفر است.

پتانسیل اسمزی:

وجود مواد حل شده در آب باعث کاهش انرژی آزاد آب شده و پتانسیل آب را کاهش می دهد. این کاهش پتانسیل آب ناشی از مواد حل شده را پتانسیل اسمزی می نامندو با Ψ_s نشان داده می شود.
در این محلول های رقیق، در محلول هایی که غلظت آن ها کمتر از یک مولار (یعنی وجود یک مولکول گرم ماده حل شده در ۱ کیلو آب) است.

پتانسیل ماتریک:

بسیاری از مواد دارای منافذ مثل ذرات رس در خاک، پروتئین ها و پلی ساکارید های دیواره سلولی تمایل زیادی برای جذب آب دارند. ماده ای که دارای منافذ جذب آب باشد ماتریکس و مقدار انرژی لازم برای جدا کردن مولکول های آب از این منافذ، پتانسیل ماتریکس Ψ_m نامیده می شود. جذب آب توسط آین منافذ باعث کاهش انرژی آزاد آب و کاهش قابلیت آن برای انجام کار شده و هیدراسیون یا آبنوشی نامیده می شود. نکته بسیار مهم این است که وقتی آب کافی جذب این منافذ شود، دیگر قادر به جذب آب بیشتر نخواهد بود. پتانسیل ماتریک تمایل منافذ ذکر شده برای جذب آب اضافی را نشان می دهد. یعنی در یک سیستم مثل خاک Ψ_m نشان دهنده تمایل ماتریکس به جذب آب بیشتر است. پس وقتی ماتریکس اشباع از آب باشد، تمایل به جذب آب اضافی صفر و $\Psi_m=0$ است. اما اگر خاک اشباع از آب نباشد، تمایل وجود خواهد داشت و چون باعث کاهش پتانسیل آب می شود کوچکتر از صفر خواهد بود.

در فضا های نیمه پر بین سلول ها نیز به طریق مشابهی پتانسیل ماتریک ایجاد می گردد. تبخیر آب باعث کاهش میزان و شعاع انحنای آب این منافذ شده و در نتیجه پتانسیل ماتریک منفی تری ایجاد می گردد. با کاهش انحناع در حقیقت با منفذ کوچکتری روبرو هستیم که در آن، پتانسیل ماتریک منفی تری قابل توسعه است. ایجاد پتانسیل ماتریک در خاک نیز با مکانیسم مشابهی صورت می گیرد.

پتانسیل فشاری:

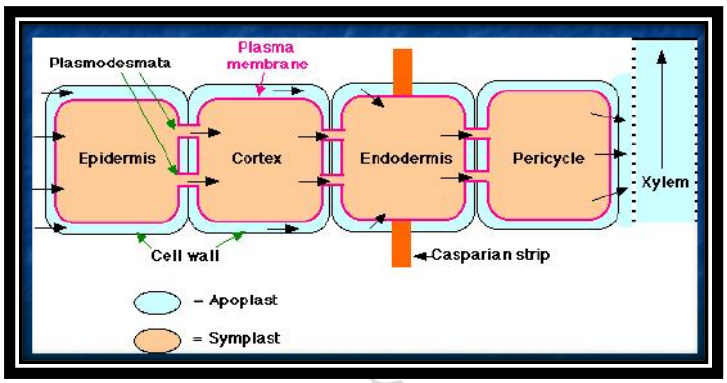
افزایش فشار از طریق انرژی آزاد یک سیستم سبب افزایش پتانسیل فشاری و در نتیجه پتانسیل شیمیایی یک سیستم می گردد. پتانسیل فشاری یک سیستم با Ψ_p نشان داده می شود. برای درک بهتر

پتانسیل فشاری ظرفی را در نظر بگیرید که توسط یک غشای نفوذپذیر به آب و غیر قابل خم شدن به دو بخش تقسیم شده است. اگر به طرف چپ ظرف فشار وارد شود، پتانسیل آب در آن طرف افزایش یافته و مولکول های آب بر اثر انتشار و در جهت شیب پتانسیل به سمت دیگر ظرف خواهند رفت. در این حالت در سمت چپ ظرف پتانسیل فشاری مثبت ایجاد شده است.

در سلول های گیاهی به واسطه وجود مواد حل شده، پتانسیل اسمزی شیره سلولی منفی بوده و به همین دلیل آب وارد سلول (واکوئل) می شود و باعث ایجاد فشار می گرد د. از طرفی دیواره های سلولی نمیتوانند خیلی اتساع پیدا کنند، بنابراین محتویات سلول از دو طرف تحت فشار قرار می گیرند. در این مورد پتانسیل فشاری مثبت و بزرگتر از صفر است. این پتانسیل فشاری مثبت فشار آماس (Turgen Pressure) نیز نامیده می شود و نقش مهمی در بزرگ شدن سلولی، باز و بسته شدن روزنه ها و شکل دهی گیاه دارد. معمولا محتویات سلول های گیاهی تحت فشاری بیش از فشار اتمسفر هستند. اظهار شده است که احتمالا مهم ترین مکانیسم تاثیر کمبود آب بر فرایند های متابولیک گیاه از طریق تاثیر آن بر فشار آماس می باشد. احتمالا در نتیجه تغییر فشار آماس، آرایش یا روابط فضایی آنزیم های سیتوپلاسم و آنزیم های واقع بر روی غشاهای سلولی تغییر کرده و فعالیت آن ها دستخوش تغییر می شود.

تحت بعضی از شرایط پتانسیل فشاری می تواند منفی باشد. این وضعیت در گیاهان در حال تعرق رخ می دهد. در این حالت آب از سطوح دیواره های سلولی واقع در معرض فضاهای زیر روزنه تبخیر می شود. یعنی منافذ دیواره های سلولی آب خود را از دست داده و در نتیجه میتواند یک مکش و یا فشار منفی ایجاد می شود. این مکش بر آب سلول ها وارد می شود و چون آب سلول با آب آوند چوب ارتباط دارد، بنابراین آب آوند چوب نیز تحت مکش قرار میگیرد در این شرایط $\Psi_p = \Psi_m$ است.

Water Movement From Soil to Root



پتانسیل ثقلی:

پتانسیل ثقلی به محل آب در مقایسه با سطح مرجع بستگی داشته و با Ψ_g نشان داده میشود. از آنجایی که برای انتقال آب به بالاتر از ارتفاع مرجع (مبنا) باید انرژی مصرف شود، بنابراین آبی که در ارتفاع بالاتر است، دارای انرژی بیشتری برای انجام کار خواهد بود. اگر آب در سطح مرجع باشد، $\Psi_g = 0$ است.

$$\Psi_g = \rho_w g h$$

که در آن ρw وزن حجمی آب بر حسب کیلو گرم بر متر مکعب ($kg.m^{-3}$)، g شتاب ثقل زمین که معادل ۹/۸ متر بر ریشه دوم ثانیه بوده ($m.s^{-2}$) و h ارتفاع در مقایسه با سطح مرجع و بر حسب متر (m) است. وزن حجمی آب ρw با دما رابطه داشته و با افزایش دما تا ٤ °C افزایش و سپس به دلیل شکستن پیوند های هیدروژنی و تحرک بیشتر مولکول های آب کاهش می یابد.

ویژگی های محلول های آبی:

ویژگی های کولیگاتیو (Colligative) :

به دلیل اینکه آب موجود در گیاه و در محیط ریشه و خاک حاوی طیف وسیعی از مواد حل شده است. در خاک و گیاه به ندرت آب خالص وجود دارد. از این رو، درک تفاوت های بین آب خالص و محلول های آبی از نظر ویژگی ها ضروری است. ویژگی هایی که در محلول های آبی تغییر پیدا می کنند، به ویژگی های کولیگاتیو معروفند.

از آنجایی که اثر ماده حل شده بر روی این ویژگی ها یکسان است، بنابراین، کولیگاتیو یا خواص به هم گره خورده نامیده می شوند. به عبارت دیگر، ویژیگی های کولیگاتیو با غلظت مواد حل شده در آب ارتباط دارند. فشار بخار، نقطه انجماد، نقطه جوش، پتانسیل اسمزی و پتانسیل آب با میزان غلظت مواد حل شده در آب تغییر کرده و بنابراین جزو ویژگی های کولیگاتیو آب هستند.

کیفیت آب آبیاری:

کیفیت آب آبیاری با توجه به هدف مورد استفاده تعیین می شود. برای آب مورد استفاده در آبیاری معیار های مرسوم شامل شوری، میزان سدیم و سمیت عناصر است.

تعدادی از معیار های مهم دیگر کیفیت آب شامل مزه، رنگ، بو، شفافیت، دما، سختی، pH ، BOD و COD میزان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و عوامل بیماری زا هستند که در بعضی اوقات و نه همیشه، برای تعیین کیفیت آب آبیاری مورد توجه قرار می گیرند.

شفافیت:

شفافیت، عدم تیرگی و مات بودن آب است که بوسیله اجسام معلق مانند مانند رس، سیلت، شن و مواد آلی به وجود می آید. این مواد ممکن است کانال های آبیاری، منابع آب و منافذ سطح خاک را پر

کرده و سبب مسدود شدن لوله های سیستم های آبیاری قطره ای و بارانی شوند. مشکلات این مواد و رسوب آنها می تواند به وسیله استفاده از فیلتر ها و حوضچه های آرام و ساکن کننده آب کاهش داد.

دما:

از آنجایی که دمای خاک و تشعشع خورشیدی سبب متعادل شدن دمای آب آبیاری می شوند، بنابراین در این خصوص معمولا دما نگران کننده رشد گیاه نیست. البته در تعدادی از شرایط آب های بسیار سرد می توانند محدود کننده رشد گیاهان زراعی مثل برنج شوند که آب در پای بوته به صورت غرقاب وجود دارد.

BOD و COD:

نیاز اکسیژن بیولوژیکی (Biological oxygen demand) یا (BOD) یا نیاز اکسیژن شیمیایی (Chemical oxyen demand) یا (COD) نشان می دهند که چه مقدار از اکسیژن حل شده در آب توسط تجزیه شدن مواد آلی یا اکسید شدن مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند. آب با مقادیر BOD و COD بالا حاوی مواد آلی مثل جلبک ها، باقی مانده های گیاهی و کود های آلی است. لجن، خزه، و گنداب دارای BOD و COD بالایی بوده و برای موجودات زنده در آب مضر هستند. این آب ها وقتی در خاک های دارای زهکشی پایین استفاده می شوند موجب تخلیه سریع اکسیژن خاک می گردند. آب های آبیاری با BOD بالا وقتی در خاک استفاده می شوند موجب تهویه ضعیف خاک (کمبود اکسیژن) گردند.

عناصر غذایی و مواد آلی:

اگر عناصر معدنی و مواد آلی در غلظت های بالا داشته باشند، آب آلوده شده و به وسیله جلبک ها پوشیده می شوند. مواد غذایی و آلی که دارای مقادیر نیتروژن و فسفر بالایی هستند، می توانند برای رشد جلبک ها مورد استفاده واقع شوند. آلودگی آب در چنین شرایطی به خصوص در سرعت های کم جریان آب و آب های ساکن شدت بیشتری می یابد. از بین عناصر غذایی سمیت بور در آب آبیاری متداول است. از آنجایی که حلالیت بور در آب بسیار بالا است، بنابراین نمی توان با ساکن و آرام کردن آب، بور را به صورت ته نشست و رسوب از آب خارج کرد. اضافه کردن مقادیر زیادی از آب با میزان بور کم به آب آبیاری با بور زیاد می تواند سبب کاهش میزان بور آب و رفع سمیت آن شود.

شوری:

شوری یا کل نمکهای حل (TSS) یکی از مهم ترین معیار های کیفیت آب آبیاری است. مقادیر نمک آب به وسیله هدایت الکتریکی (EC) و برحسب دسی زیمنس بر متر یا زیمنس بر متر برای محلول خاک و یا میلی زیمنس بر متر برای آب آبیاری محاسبه می شود یک طبقه بندی تیپیک کیفیت آب آبیاری بصورت زیر میباشد.

قابل استفاده بودن یا نبودن آب برای آبیاری به مرحله و میزان رشد گیاه، گونه گیاهی میزان آبشویی در هر و زمان خشک بودن خاک تا آبیاری بعدی بستگی دارد. اگر خاک تا آبیاری بعدی زمان برای خشک شدن داشته باشد، نمک ها به جای آنکه به وسیله آبشویی به عمق خاک نفوذ کنند، به وسیله تبخیر آب به سطح خاک می آیند. با

افزایش رطوبت خاک و آبشویی، میزان نمک خاکی که گیاه می تواند تحمل کند بیشتر شده و در نتیجه گیاه می تواند با آب آبیاری دارای شوری بالاتر، به رشد خود ادامه دهد.

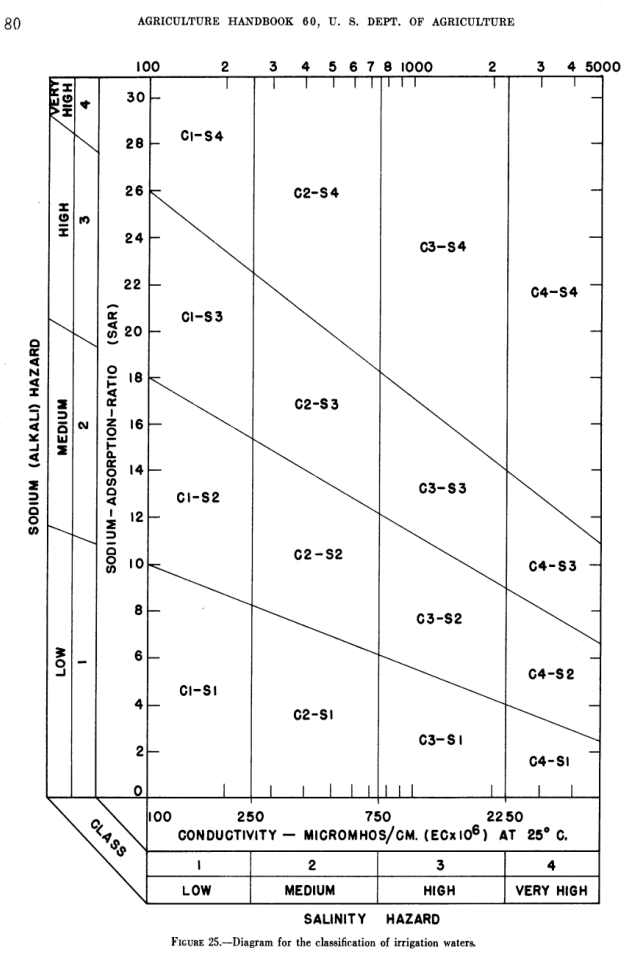


FIGURE 25.—Diagram for the classification of irrigation waters.

سدیم :

غلظت بالای سدیم (Sodicity)، برای آب آبیاری نا نطلوب است. سدیم مکان های تبادل کاتیونی خاک را اشغال کرده، سبب شکستن و تجزیه خاک دانه های خاک می شود. هچنین، سدیم منافذ خاک را پر کرده و سبب می شود تا این منافذ قابلیت نفوذ آب خود را از دست بدهند. میزان اشغال مکان های تبادلی خاک به وسیله سدیم به حضور کاتیون های دیگر بستگی داشته و به نسبت میزان کلسیم و منیزیم آب وابسته است. نسبت سدیم به مجموع کلسیم + منیزیم نسبت جذب سطحی سدیم (SAR) نامیده میشود. یک SAR کوچک نشان دهنده میزان سدیم پایین آب بوده و این آب از این نظر برای آبیاری دارای کیفیت مطلوبی است. جهت درک بهتر تاثیر عوامل ذکر شده فوق بر کیفیت آب آبیاری مزارع کشاورزی یک نمونه تیپیک طبقه بندی کیفیت آب آبیاری که توسط سازمان خواربار جهانی (FAO) ارائه شده است.

جلسه دوم

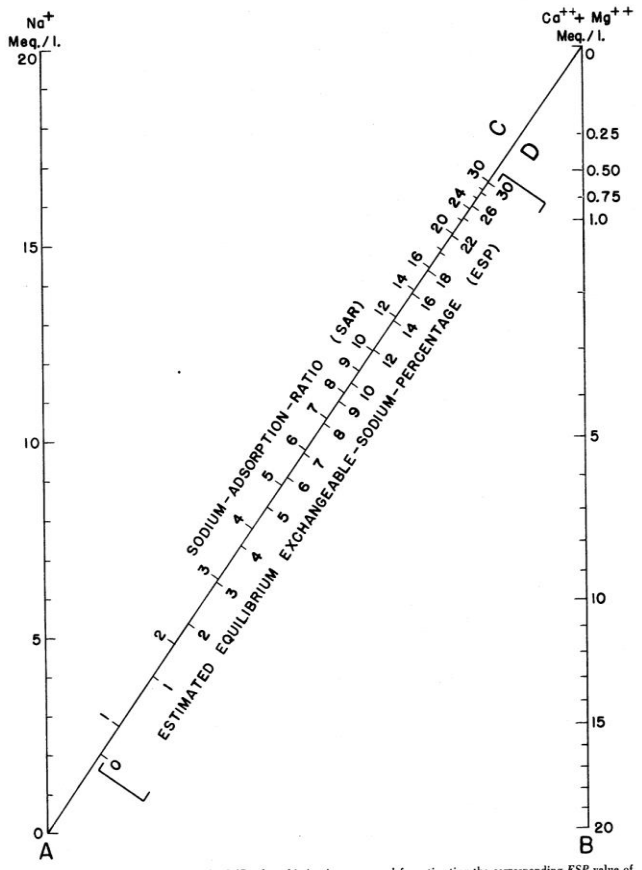


FIGURE 22.—Nomogram for determining the *SAR* value of irrigation water and for estimating the corresponding *ESP* value of a soil that is at equilibrium with the water.

259525 O - 54 - 6

نکته: قسمت هایی که با رنگ قرمز می باشند اهمیت بیشتری داشته و قسمت هایی که آبی رنگ می باشند (زیر آن قسمت خط کشیده شده) حذف می باشد.