موضوعات پیشرفته در آب، خاک و گیاه

(دستگاه‌های اندازه‌گیری و نرم‌افزارهای کاربردی)

دکتر سینا بشارت

دکتر افشین خورسند

سرشناسه	**بشارت، سینا، ۱۳۵۷-**
عنوان و نام پدیدآور	**موضوعات پیشرفته در آب، خاک و گیاه (دستگاه‌های اندازه‌گیری و نرم‌افزارهای کاربردی)/ تالیف سینا بشارت، افشین خورسند؛ ویراستار علمی وحید رضاویردی‌نژاد؛ ویراستار ادبی فاطمه مدرسی.**
مشخصات نشر	**ارومیه: دانشگاه ارومیه، انتشارات، ۱۴۰۲**
مشخصات ظاهری	**۳۶۰ ص.: مصور، جدول.**
فروست	**انتشارات دانشگاه ارومیه؛ ۳۲۳.**
شابک	**۹۷۸-۶۲۲-۵۷۹۱-۱۷-۶**
وضعیت فهرست نویسی	**فیپا**
کتابنامه	**کتابنامه: ص.۳۵۶-۳۶۰.**
موضوع	**آب در کشاورزی Water in agriculture**
موضوع	**خاک -- رطوبت Soil moisture**
موضوع	**خاک -- رطوبت -- اندازه‌گیری Soil moisture -- Measurement**
شناسه افزوده	**خورسند، افشین، ۱۳۶۷-**
شناسه افزوده	**رضاویردی‌نژاد، وحید، ۱۳۵۹-، ویراستار**
شناسه افزوده	**دانشگاه ارومیه**
رده بندی کنگره	**S۴۹۴/۵**
رده بندی دیویی	**۶۳۱/۷**
شماره کتابشناسی ملی	**۹۱۲۴۲۲۷**

مرکز انتشارات دانشگاه ارومیه

ارومیه، کیلومتر ۱۱ جاده سرو، تلفن: ۳۱۹۴۲۲۷۴ -۳۲۷۷۹۹۳۰ -۰۴۴، دورنگار ۳۲۷۷۹۹۳۰-۰۴۴

عنوان: موضوعات پیشرفته در آب، خاک و گیاه (دستگاه‌های اندازه‌گیری و نرم‌افزارهای کاربردی)

تألیف: دکتر سینا بشارت و دکتر افشین خورسند

ناشر: انتشارات دانشگاه ارومیه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: طاها نگار

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۴۰۲

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

قیمت پشت جلد: ۳۶۰,۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۵۷۹۱-۱۷-۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- اهمیت و ویژگی‌های آب ۳

۱-۱- کلیات..... ۳

۱-۱-۱- اهمیت اصلاح الگوی مصرف آب..... ۳

۱-۱-۲- کشاورزی و توسعهٔ پایدار..... ۴

۱-۱-۳- شناخت سیستم آب، خاک و گیاه..... ۵

۱-۲- اهمیت آب..... ۵

۱-۳- خصوصیات آب..... ۷

۱-۳-۱- کلیات..... ۷

۱-۳-۲- تغییر حالت..... ۸

۱-۳-۳- جرم مخصوص..... ۹

۱-۳-۴- فشار بخار آب..... ۱۳

۱-۳-۵- نقطهٔ جوش و انجماد..... ۱۸

۱-۳-۶- ظرفیت حرارتی..... ۱۸

۱-۳-۷- کشش سطحی..... ۱۹

۱-۳-۸- صعود موئینگی..... ۲۱

۱-۳-۹- فشار اسمزی و پتانسیل اسمزی..... ۲۳

۲- اهمیت خاک ۳۵

۲-۱- خاک و خصوصیات آن..... ۳۵

۲-۱-۱- ترکیب مکانیکی خاک ۳۵
۲-۱-۲- بافت خاک ۳۶
۲-۱-۳- سطح ویژه ۴۱
۲-۱-۴- ساختمان خاک ۴۲
۲-۲- آب و خاک ۴۳
۲-۲-۱- وضعیت آب در خاک ۴۳
۲-۲-۲- مشخصات خاک ۴۳
۲-۲-۳- اندازه‌گیری رطوبت خاک ۵۷
۲-۳- پتانسیل و نیروهای آب در خاک ۷۵
۲-۳-۱- انواع پتانسیل‌های آب در خاک ۷۷
۲-۳-۲- اندازه‌گیری پتانسیل آب در خاک ۸۰
۲-۴- نقاط پتانسیلی مهم آب در خاک ۹۳
۲-۴-۱- ظرفیت زراعی ۹۴
۲-۴-۲- نقطهٔ پژمردگی دائم ۹۵
۲-۴-۳- آب قابل دسترس ۹۵
۲-۴-۴- آب سهل‌الوصول ۹۹
۲-۵- منحنی مشخصهٔ رطوبتی خاک ۱۰۶
۲-۶- برنامه‌ریزی آبیاری ۱۱۱
۲-۶-۱- براساس خصوصیات ظاهری گیاه ۱۱۲
۲-۶-۲- براساس تانسیومتر ۱۱۳
۲-۶-۳- روش بیلان آبی ۱۱۷
۲-۷- سیستم آبیاری هوشمند ۱۱۷

۲-۷-۱- انواع کنترل‌کننده‌های آبیاری هوشمند ۱۱۸
۲-۷-۲- امکانات آبیاری هوشمند ۱۱۹
۲-۷-۳- مزایای آبیاری هوشمند ۱۲۰
۲-۷-۴- معایب آبیاری هوشمند ۱۲۱
۲-۷-۵- سیستم آبیاری هوشمند فضای سبز ۱۲۱
۲-۷-۶- طرح کشاورزی هوشمند ۱۲۲
۲-۸- مفاهیم مختلف آب قابل استفادهٔ خاک برای گیاه ۱۳۷
۲-۸-۱- مقدمه ۱۳۷
۲-۸-۲- آب قابل دسترس خاک برای گیاه ۱۳۸
۲-۸-۳- دامنهٔ رطوبتی بدون محدودیت ۱۴۰
۲-۸-۴- دامنهٔ رطوبتی با حداقل محدودیت ۱۴۳
۲-۸-۵- گنجایش آب انتگرالی (IWC) ۱۴۹
۲-۹- دستگاه‌های اندازه‌گیری مدرن ۱۵۱
۳- حرکت آب در خاک ۱۶۳
۳-۱- مقدمه ۱۶۳
۳-۲- حرکت آب در خاک در حالت اشباع ۱۶۳
۳-۳- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی ۱۶۹
۳-۴- هدایت هیدرولیکی خاک‌های چند لایه ۱۷۱
۳-۵- حرکت آب در حالت غیراشباع ۱۷۳
۳-۶- حرکت غیراشباع آب در خاک در شرایط جریان غیرماندگار ۱۷۸
۳-۶-۱- اصل بقای جرم ۱۷۸
۳-۶-۲- مدل ون‌گنوختن ۱۸۰

۳-۶-۳- مدل گاردنر ۱۸۲
۳-۶-۴- مدل کمپل ۱۸۳
۳-۶-۵- حرکت بخار آب در خاک ۱۸۳
۳–۷- نفوذ آب در خاک ۱۸۶
۳–۷–۱– مکانیسم نفوذ ۱۸۷
۳–۷–۲– معادلات نفوذ ۱۸۸
۳-۸- حل عددی معادلات حاکم بر حرکت آب در خاک ۲۰۷
۳-۸-۱- روش عمومی به‌صورت تفاضل‌های محدود و ضمنی ۲۰۸
۳-۸-۲- استفاده از نرم‌افزار HYDRUS ۲۱۱
۳-۹- نرم‌افزارهای کامپیوتری ۲۱۱
۳-۹-۱- کاربرد نرم‌افزار HYDRUS ۲۱۱
۳-۹-۲- نرم‌افزار ROSETTA ۲۲۵
۳-۹-۳- نرم‌افزار RETC ۲۴۱
۳-۱۰- روش تخمین معکوس برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک ۲۴۱
۳-۱۰-۱- روش‌های بهینه‌سازی موضعی ۲۴۲
۳-۱۰-۲- روش‌های بهینه‌سازی کلی ۲۴۳
۴- گیاه ۲۴۹
۴-۱- پتانسیل گیاه ۲۴۹
۴-۲- پتانسیل‌های شیمیایی آب ۲۵۳
۴-۳- اجزاء سلولی مهم ۲۵۴
۴-۴- تعیین درصد آب در گیاه ۲۵۷
۴-۴-۱- روش‌های کمی وضعیت آب در گیاه ۲۵۷

۴-۵- تعیین پتانسیل آب در گیاه ۲۶۱
۴-۶- کمبود فشار پخشیدگی ۲۶۳
۴-۷- مطالعهٔ ریشه ۲۶۵
۴-۷-۱- تغییرات زمانی رشد ریشه ۲۶۶
۴-۷-۲- تغییرات زمانی جذب آب رشد ریشه ۲۶۶
۴-۷-۳- پارامترهای ریشه ۲۶۷
۴-۷-۴- مطالعهٔ ریشه در مزرعه ۲۶۸
۴-۷-۵- سیستم ریشه و رشد آن ۲۶۹
۴-۷-۶- شکل ریشه ۲۷۰
۴-۷-۷- عوامل محیطی مؤثر بر رشد ریشه ۲۷۶
۴-۸- جذب آب توسط گیاه ۲۷۹
۴-۸-۱- جذب فعال ۲۷۹
۴-۸-۲- جذب غیرفعال ۲۸۰
۴-۸-۳- حرکت آب در داخل گیاه ۲۸۱
۴-۸-۴- جذب مواد غذایی ۲۸۴
۴-۹- اثر متقابل آبیاری گیاه و جذب ریشه ۲۸۵
۴-۱۰- مدل‌های جذب آب توسط ریشه ۲۸۶
۵- تبخیر و تعرق ۲۹۹
۵-۱- مقدمه ۲۹۹
۵-۲- تعرق ۲۹۹
۵-۳- عوامل محیطی مؤثر بر تعرق ۳۰۰
۵-۴- عوامل گیاهی مؤثر بر تعرق ۳۰۲

۵-۵- نیاز آبی گیاهان ۳۰۵
۵-۶- سیستم آب- خاک- گیاه- اتمسفر ۳۰۵
۵-۶-۱- گیاه ۳۰۶
۵-۶-۲- خاک ۳۰۶
۵-۶-۳- اتمسفر ۳۰۶
۵-۷- تبخیر- تعرق در پوشش‌های گیاهی ۳۰۹
۵-۸- روش‌های اندازه‌گیری تبخیر- تعرق ۳۱۰
۵-۸-۱- روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تبخیر- تعرق ۳۱۰
۵-۸-۲- روش‌های محاسبهٔ تبخیر- تعرق از داده‌های هواشناسی ۳۱۵
۵-۸-۳- تبخیر- تعرق برآورده شده از داده‌های تشت تبخیر ۳۴۶
۵-۹- محاسبهٔ تبخیر- تعرق پتانسیل یا پوشش گیاهی (ET_C) ۳۴۹
۵-۹-۱- ضریب رشد گیاهی (K_C) ۳۴۹
۶- تنش ۳۵۹
۶-۱- مقدمه ۳۵۹
۶-۲- انواع تنش‌ها ۳۵۹
۶-۳- پاسخ فیزیولوژیکی گیاه نسبت به عوامل تنش‌زا ۳۶۰
۶-۴- تنش آب ۳۶۰
۶-۴-۱- اثرات تنش آبی بر رشد گیاه ۳۶۰
۶-۴-۲- اثرات مفید تنش آب ۳۶۱
۶-۴-۳- مقاومت در مقابل تنش آبی ۳۶۲
۶-۵- توابع تولید محصول نسبت به آب ۳۶۲
۶-۶- کارایی مصرف آب ۳۶۹

۷- عملیات رابطهٔ آب، خاک و گیاه ۳۷۹

۷-۱- نحوهٔ ارائهٔ گزارش کار..... ۳۷۹

۷-۲- اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری و بافت خاک..... ۳۸۳

۷-۲-۱- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر۳۸۳

۷-۲-۲- دستور کار آزمایش هیدرومتری برای تعیین بافت خاک..... ۳۸۴

۷-۳- اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی و بلوک گچی..... ۳۸۹

۷-۳-۱- اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک..... ۳۸۹

۷-۳-۲- اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش بلوک گچی..... ۳۸۹

۷-۳-۳- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری رطوبت وزنی خاک..... ۳۹۰

۷-۳-۴- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری رطوبت به روش بلوک گچی ۳۹۰

۷-۴- اندازه‌گیری ظرفیت زراعی..... ۳۹۲

۷-۴-۱- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری ظرفیت زراعی..... ۳۹۲

۷-۵- اندازه‌گیری پتانسیل ماتریک خاک با استفاده از تانسیومتر..... ۳۹۴

۷-۵-۱- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری پتانسیل ماتریک با استفاده از تانسیومتر۳۹۵

۷-۶- استفاده از نرم‌افزار RETC جهت رسم منحنی مشخصه خاک و محاسبه (K(h۳۹۷

۷-۶-۱- دستور کار رسم منحنی مشخصهٔ خاک و محاسبهٔ (K(h..... ۴۰۱

۷-۷- اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از دستگاه‌های رطوبت‌سنج..... ۴۰۳

۷-۷-۱- اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از TDR..... ۴۰۳

۷-۷-۲- اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از PR2..... ۴۰۳

۷-۷-۳- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری رطوبت به روش PR2 و WET..... ۴۰۴

۷-۸- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک (EC)..... ۴۰۶

۷-۸-۱- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک به روش عصاره اشباع..... ۴۰۷

۷-۸-۲- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک با استفاده از WET..... ۴۰۷

۷-۸-۳- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک..... ۴۰۸

۷-۹- محاسبهٔ تبخیر و تعرق گیاه کشت شده با استفاده از نرم‌افزار..... ۴۰۹

۷-۹-۱- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه کشت شده..... ۴۱۰

۷-۱۰- اندازه‌گیری رطوبت برگ و وضعیت آب در گیاهان..... ۴۱۱

۷-۱۰-۱- دستور کار آزمایش اندازه‌گیری رطوبت و آماس برگ..... ۴۱۲

۷-۱۱- محاسبهٔ مقدار جذب آب توسط ریشه با استفاده از اطلاعات TDR..... ۴۱۵

فهرست منابع ۴۲۹

پیشگفتار

آب و خاک از مهم‌ترین منابع و زیربنای توسعه پایدار هستند و مدیریت موفق این منابع نیازمند انتخاب رویکردی جامع با لحاظ روابط متقابل اجزای سیستم در حوضه آبخیز است. در این زمینه، مدل‌سازی و تحلیل رفتاری مؤلفه‌های مختلف آب و خاک نقش مهمی در مدیریت و حفاظت مؤثر از منابع طبیعی و نیز انسانی ایفا می‌کند. از طرفی، منابع آب و خاک حلقه‌های ارتباطی بین محیط زیست، انسان و سایر موجودات زنده هستند. هم‌چنین، مدیریت جامع و یکپارچه اکوسیستم‌های مختلف خشکی و آبی نیازمند تلفیق منابع چندگانه وسیع است که چارچوبی را برای مدیریت سازگار منابع طبیعی فراهم می‌نماید. رابطه آب، خاک و گیاه را می‌توان به این صورت توصیف نمود که گیاه نیاز به آب دارد؛ خاک، آب مورد نیاز گیاه را در خود ذخیره می‌کند و هوا انرژی لازم را برای گیاه تأمین می‌کند تا آب را از خاک دریافت نماید. جزء کوچکی از این آب به مصرف ساخت سلول‌های سیستم گیاهی می‌رسد و بخش بزرگ آن بر اثر تبخیر و تعرق از طریق برگ‌ها و روزنه‌ها از گیاه خارج می‌شود. آب در داخل خاک به سمت ریشه‌ها حرکت نموده پس از وارد شدن به داخل گیاه از طریق آوندها به برگ‌ها می‌رسد. حرکت آب از خاک به داخل ریشه و سپس از ریشه به برگ در اثر اختلاف پتانسیل بین خاک و برگ است. حرکت آب در سیستم گیاهی به شکل مایع است و تابع قانون پیوستگی و تداوم جریان و تحت تأثیر عامل چسبندگی آب و اختلاف پتانسیل آب در مرز گیاه صورت می‌گیرد.

در این کتاب ضمن تشریح مفاهیم روابط آب، خاک و گیاه به موضوع اهمیت و ویژگی‌های آب، خصوصیات فیزیکی خاک و مسائل مرتبط با بافت و ساختمان خاک، تخلخل، رطوبت خاک، انواع پتانسیل‌ها، مقاومت فروروی خاک، سیستم آبیاری هوشمند و دستگاه‌های اندازه‌گیری مدرن پرداخته شده و سپس به حرکت آب در خاک در حالت اشباع و غیراشباع، نفوذ آب در خاک و هم‌چنین نرم‌افزارهای کامپیوتری و کاربردی اشاره شده و در ادامه، جذب آب توسط گیاه و ریشه و مدل‌های جذب آب توسط ریشه، تبخیر، تعریق و تعرق، نیاز آبی گیاهان، روش‌های اندازه‌گیری تبخیر و تعرق و انواع تنش‌ها بحث شده است. در برخی بخش‌های کتاب برای روشن‌تر شدن مطالب، اقدام به ارائه و حل کامل مسائل مفیدی شده است که می‌توانند به درک بهتر

و بیشتر موضوع کمک کنند. بـه‌طـور کلی، این کتاب بسیار جامع بوده، مفاهیم را به طور کامـل‌تـر و بـا جزئیـات بیشتر بررسی کرده است و بسیاری از معادلات، شکل‌ها و مفاهیم موجود در آن در هـیچ کتـاب دیگـری بـه‌طور یک‌جا وجود ندارد.

مطالب کتاب حاضر به نحوی است که می‌تواند به عنوان یک منبع اصلی در رابطه با موضوعات پیشرفته در آب، خاک و گیاه بـرای دانشجویان مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای رشته‌های علوم مهندسی آب، مهندسی خاک، مهندسی آب و خـاک، محـیط‌زیسـت و آبخیزداری و سایر رشته‌های مهندسی کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد و هم‌چنین می‌توانـد مناسـب متخصصـین، کارشناسان و خواننـدگان دیگری باشد که مایل هستند درک مقدماتی از اصول، فرآیندها و نقش‌های روابط آب، خاک و گیاه به‌دست آورند. در پایان بر خود لازم می‌دانیم که از انتشارات دانشگاه ارومیه که چاپ کتاب را تقبل نموده‌اند، تشکر و سپاسگزاری نماییم. بی‌شک نظرات و رهنمودهای ارزنده خوانندگان در ارتقای کیفیت این اثر، مؤلفان را یاری خواهد کرد.

سینا بشارت s.besharat@urmia.ac.ir

افشین خورسند a.khorsand@urmia.ac.ir

فصل اول:

اهمیت و ویژگی‌های آب

۱- اهمیت و ویژگی‌های آب

۱-۱- کلیات

۱-۱-۱- اهمیت اصلاح الگوی مصرف آب

آب از دیرباز مهم‌ترین عامل توسعه در جهان بوده است. انسان‌ها در دوران اولیهٔ زندگی نزدیک رودخانه‌ها و منابع آب تجمع می‌کردند و به فعالیت‌های کشاورزی می‌پرداختند. ۹۷ درصد منابع آبی غیرقابل استفاده برای کشاورزی بوده و مقدار بسیار محدودی از آن‌ها به‌طور مستقیم از سوی انسان مورد استفاده قرار گرفته است. افزون بر آن، کمی بیش از ۷۶/۱ درصد از آب‌های کرهٔ زمین به‌صورت رودخانه‌های یخی از دسترس خارج شده و آنچه تقریباً باقی مانده در عمق زمین ذخیره شده است. بهره‌گیری از روش‌های نوین کشاورزی و استفادهٔ بهینه از آب، عوامل حیاتی برای نیل به هدف تأمین غذای جمعیت در حال افزایش دنیا است. طبق برآوردها، در ۳۰ سال آینده مردم جهان نیازمند ۶۰ درصد غذای بیشتر خواهند بود. بخش قابل توجهی از این افزایش تولید، حاصل کشت متراکم (استفاده از زمین کمتر برای تولید بیشتر) که نیازمند آبیاری است، خواهند بود.

براساس آمار و اطلاعات منتشره، از کل اراضی ۱۶۴ میلیون هکتاری کشور، در حال حاضر ۱۸/۸ میلیون هکتار در چرخه تولید محصولات کشاورزی قرار دارد. از این مقدار حدود ۸ میلیون هکتار به‌صورت آبی، حدود ۶/۳ میلیون هکتار به‌صورت دیم و بقیه به‌صورت آیش آبی و دیم مورد بهره‌برداری قرار دارند. در ارتباط با منابع آب نیز از حدود ۹۳ میلیارد مترمکعب منابع آب مصرفی کشور حدود ۸۶ میلیارد مترمکعب به حساب مصارف کشاورزی منظور می‌گردد.

براساس آمار و ارقام موجود، میانگین سالانهٔ حجم بارندگی ایران حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود که از این مقدار، ۳۱۰ میلیارد مترمکعب در مناطق کوهستانی با مساحتی حدود ۸۷۰ هزار کیلومترمربع و ۹۰ میلیارد مترمکعب دیگر در مناطق دشتی به وسعت ۷۷۸ کیلومترمربع می‌بارد. از مقدار فوق حدود ۲۹۴ میلیارد مترمکعب به‌صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود و از ۱۱۶ میلیارد مترمکعب باقیمانده حدود ۹۳ میلیارد مترمکعب از طریق منابع سطحی و زیرزمینی بهره‌برداری می‌شود و بقیه صرف تغذیهٔ سفره‌های

آب زیرزمینی می‌شود. از این مقدار حدود ۸۶ میلیارد مترمکعب جهت مصارف کشاورزی و نزدیک به ۷ میلیارد مترمکعب آن به مصارف شرب و صنعت اختصاص می‌یابد.

براساس گزارشات موجود، میزان هدررفت آب در کشور ایران ۲۸ تا ۳۰ درصد است درحالی‌که این مقدار اتلاف در دنیا ۹ تا ۱۲ درصد گزارش شده است که یکی از عوامل اصلی آن برداشت‌های غیرمجاز از شبکهٔ آبرسانی و فرسودگی تأسیسات آب و شبکه‌های آبرسانی است.

با توجه به مصرف بیش از حد انرژی در کشور و هم‌چنین کاهش منابع آبی، اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مختلف، مناسب‌ترین و منطقی‌ترین راه حل برای گذر از بحران‌های موجود به نظر می‌رسد. صرفه‌جویی در مصرف آب با استفاده از روش‌های نوین برای آبیاری شامل قطره‌ای، بارانی، کوزه‌ای یا سفالی، تراوا (زیرزمینی)، تانکر و ... می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد.

آبیاری قطره‌ای روشی مناسب برای کاهش و هدر رفت آب در بخش کشاورزی است. روش آبیاری قطره‌ای سالیان دراز در فرانسه و در کشورهای دیگر برای آبیاری در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در ایران این روش در دههٔ پنجاه ابداع شد و سطوح بزرگی با این روش آبیاری شدند، ولی با مرور زمان مزایا و معایب این روش مشخص شد. هزینه‌های زیاد، تکنیک‌های نسبتاً پیشرفتهٔ این روش، نمک‌ها و مواد جامد معلق در آب‌های ایران از معایب آبیاری قطره‌ای بوده و باعث شده که کشاورزان کم‌تر از این روش آبیاری استفاده کنند، ولی این دلیلی نیست که روش آبیاری قطره‌ای را مطرود بدانیم و در پی رفع معایب آن نباشیم. به یاد داشته باشیم با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش غرقابی می‌توانیم پنج الی شش برابر مصرف آب را کاهش دهیم.

۱-۱-۲- کشاورزی و توسعهٔ پایدار

کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷، توسعهٔ پایدار را چنین تعریف کرد: توسعه‌ای که بدون به مخاطره انداختن توان نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود، پاسخگوی نیازهای حال حاضر باشد. این

مفهوم طی تعریف زیر برای بخش‌های مواد غذایی و کشاورزی دقیق‌تر بیان شد و در سال ۱۹۸۸ توسط شورای فائو[1] مورد پذیرش قرار گرفت.

توسعهٔ پایدار، مدیریت و نگهداری منابع طبیعی و جهت بخشی تحولات و ساختار اداری است، به‌طوری‌که تأمین مداوم نیازهای بشری و رضایت‌مندی نسل حاضر و نسل‌های آینده را تضمین کند. چنین توسعهٔ پایداری (در بخش‌های کشاورزی، جنگلداری و شیلات) با حفاظت زمین، آب و ذخایر ژنتیکی گیاهی و جانوری همراه است، تخریب زیست‌محیطی به همراه ندارد، از فناوری مناسب استفاده می‌کند، از نظر اقتصادی بالنده و پایدار و از نظر اجتماعی مورد قبول است.

۱-۱-۳- شناخت سیستم آب، خاک و گیاه

سیستم آب، خاک و گیاه مجموعه‌ای مرتبط به‌هم بوده و اگر برای شناخت فرآیندها فقط روابط دوگانهٔ اجزاء آن را در نظر بگیریم کفایت نخواهد کرد؛ مثلاً ممکن است، بسیاری روابط بین آب و خاک در وضعیت خاصی شناخته شده باشند، اما همین روابط در اثر دخالت گیاه به گونه‌ای دیگر تغییر کند. آب فراوان‌ترین ماده‌ای است که بیش از دو سوم سطح زمین را پوشانده است. آب به‌عنوان مادهٔ حیاتی جزء اصلی ساختمان گیاهان و جانوران است. علیرغم فراوانی آب هنوز ماده‌ای نسبتاً ناشناخته با خواص ویژه و خصیصه‌های تشریح نشده است. دانستن خواص فیزیکی و شیمیایی آب برای درک نقش آن در طبیعت، رابطه‌اش با خاک و حرکت آن در سیستم خاک، گیاه، اتمسفر لازم است.

۱-۲- اهمیت آب

آب علاوه بر پوشش گیاهی می‌تواند عامل محیطی را تغییر دهد، مثلاً در مناطقی که آب فراوان است، تغییرات دما در طی شبانه‌روز و همین‌طور در طول سال زیاد نخواهد بود. وجود آب در خاک باعث حاصلخیزی فیزیکی

[1] FAO

و شیمیایی آن شده و حرکت مواد غذایی را از خاک به طرف ریشه تسهیل می‌کند. آب به دلایل عمدهٔ زیر از نظر وظایفی که در گیاه به عهده می‌گیرد، اهمیت دارد:

۱- آب به‌عنوان مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ پروتوپلاسم سلول‌ها

بیش از ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن تازهٔ گیاهان علوفه‌ای و قریب به ۵۰ درصد وزن گیاهان و درختان از آب تشکیل شده است.

۲- آب به‌عنوان حلال

بسیاری از مواد معدنی و گازها در آب قابل حل بوده و همراه آن وارد سلول‌های گیاهی می‌شوند.

۳- آب به‌عنوان ماده‌ای که وارد ترکیبات شیمیایی می‌شود

در بسیاری از فرآیندهای گیاهی مانند فتوسنتز و یا هیدرولیز نشاسته به قند، آب مستقیماً وارد واکنش‌های شیمیایی شده و در آن‌ها نقش اساسی دارد.

۴- آب به‌عنوان عامل تولید فشار و آماس در سلول‌ها (Ψ_p)

باز و بسته شدن روزنه‌ها، باز و بسته شدن گل‌ها، حرکت برگ‌ها، شادابی گیاه و بسیاری از فرآیندهای مشابه در صورتی امکان‌پذیر است که سلول‌های گیاهی به اندازهٔ کافی فشار و آماس داشته باشند. عامل تأمین فشار و آماس در سلول‌ها نیز آب است. فشار و آماس در گیاه در طویل شدن سلول‌ها، تقسیم سلول‌ها و رشد و گسترش ریشه نقش دارد.

۵- آب به‌عنوان محیط انتقال یا چرخه انتقال محسوب می‌شود.

۶- آب به‌عنوان دافعه گرما از گیاه

گرمای ویژه و گرمای تبخیر آب قابل توجه است. گرمای حاصل از خورشید که جذب گیاه می‌شود توسط تعرق دفع می‌گردد.

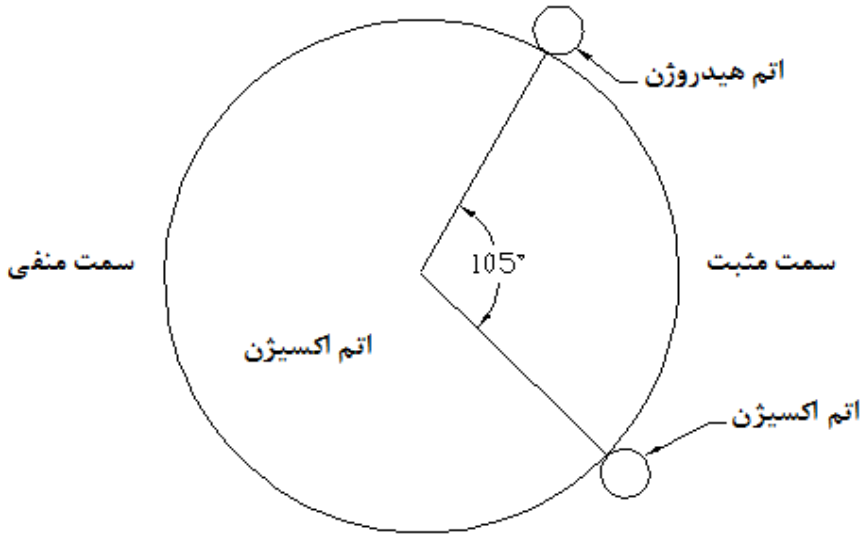
۱-۳- خصوصیات آب

۱-۳-۱- کلیات

آب تنها مادهٔ طبیعی است که به سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در کرهٔ زمین پیدا می‌شود. در حالتی که تبدیل به یخ می‌شود، یخ چگالی کمتری نسبت به آب سرد دارد؛ بنابراین یخ‌ها روی آب شناور می‌شوند. از طرفی نوعی عایق در سطوح تشکیل می‌شود و دمای آب در مناطق میانی تعدیل می‌شود. آب کشش سطحی بسیار بالایی دارد. به عبارت دیگر آب چسبنده و الاستیک است و تمایل دارد که به‌جای پخش شدن، به‌صورت فشرده و قطره‌ای باشد. کشش سطحی یکی از دلایل خاصیت موئینگی آب است و باعث می‌شود تا آب و مواد محلول موجود در آن در داخل ریشهٔ گیاهان، مویرگ‌های بدن انسان و آوندهای گیاهی حرکت کند. مسألهٔ تغییر حجم هنگام تبدیل به یخ شدن در طبیعت بسیار مهم است، به‌عنوان مثال پدیده‌هایی چون تخریب فیزیکی، هوازدگی سنگ‌ها و متلاشی شدن لوله‌های انتقال آب از اثرات این پدیده است. آب خالص تقریباً بو، مزه و رنگ ندارد.

فضایی را که یک مولکول آب اشغال می‌کند، به‌طور عمده مدیون یون اکسیژن می‌باشد و از طرفی هر مولکول گرم آب کمی بیش از ۱۸ cm^3 حجم دارد و دارای شکل کروی است. مولکول آب شکلی نامتقارن دارد به‌طوری که اتم‌های هیدروژن با زاویهٔ ۱۰۵ درجه (نه با زاویهٔ ۱۸۰ درجه) به اتم اکسیژن متصل شده‌اند (شکل ۱-۱).

قطر مولکول‌های آب حدود ۳ انگسترم است. پیوندهای بین اتم‌های هیدروژن و اکسیژن، کوالانسی و بسیار قوی هستند. آرایش نامتقارن مولکول آب منجر به ایجاد یک دو قطبی الکتریکی می‌گردد که یک میدان الکتریکی در پیرامون مولکول‌های آب ایجاد می‌کند. این خاصیت دو قطبی است که باعث می‌شود آب جذب مولکول‌های مجاور گردد و به همین دلیل آب حلال خوبی است. در داخل میدان الکتریکی، به هر ذرهٔ باردار، نیرویی از طرف مولکول آب به سمت داخل یا بیرون وارد می‌شود، درست مانند نیرویی که به جسم دارای جرم در داخل میدان ثقلی زمین وارد می‌شود.



شکل ۱-۱- آرایش نامتقارن مولکول آب

مولکول‌های آب به‌صورت انفرادی وجود ندارد بلکه H آن به‌صورت رابط، مولکول‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند که به آن پیوند هیدروژنی می‌گویند. نتیجهٔ پیوند هیدروژنی تشکیل یک شبکهٔ شش وجهی از مولکول‌های آب است. پیوند هیدروژنی چنان مولکول‌های آب را به یکدیگر متصل می‌سازد که باعث می‌گردد خواصی از قبیل نقطهٔ جوش، نقطه ذوب، گرمای ویژه و لزجت آب نسبت به سایر ترکیبات مشابه و یا حتی با وزن مولکولی بیشتر، به‌طور غیرمنتظره‌ای بزرگ‌تر باشد. هر ماده‌ای مشابه آب با وزن مولکولی ۱۸ در حالت معمولی به‌صورت گاز است (NH3).

نتیجه: بررسی‌ها نشان می‌دهد که کلیهٔ خصوصیات غیرعادی مولکول‌های آب مربوط به پیوند هیدروژنی می‌باشد.

۱-۳-۲- تغییر حالت

در تبدیل جامد به مایع و مایع به گاز، پیوندهای هیدروژنی باید شکسته شوند. درحالی‌که در تقطیر و انجماد این پیوندها دوباره تشکیل می‌شوند؛ بنابراین برای اینکه این تغییر حالت صورت گیرد، درجهٔ حرارت بالایی لازم است. در نقطهٔ جوش ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در فشار اتمسفر، آب از حالت مایع به بخار تبدیل می‌شود.