



دانشگاه ساری
پایه

تولید گیاهان زراعی در مناطق کم آب

دکتر غلامرضا فرخی

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتابخوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده اند.

دانشگاه پیام نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه جا و همه وقت، به عنوان دانشگاهی کتاب محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره گیری از تجربه های گرانقدر استادان و صاحب نظران برجسته کشورمان، کتاب ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می رسانند، سپاسگزاری می نمایم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام نور را منزلگاه اندیشه سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. زراعت در مناطق کم آب مبتنی بر ذخیره سازی آب	۱
هدف کلی	۱
هدف های یادگیری	۱
مقدمه	۲
۱-۱ روش های رایج زراعت در مناطق کم آب	۲
۱-۱-۱ دیم کاری (Dry farming)	۲
۱-۱-۲ استفاده از آب های سطحی (Runoff farming)	۳
۱-۱-۳ جمع آوری آب (Water harvesting)	۳
۱-۱-۴ استفاده از آب های سیلاب در کشاورزی (Floodwater farming)	۳
۱-۱-۵ استفاده از روش آبیاری (Irrigation farming)	۴
۲-۱ بهره وری آب در مناطق کم آب با استفاده از نشاء کاری	۴
۳-۱ بررسی وضعیت آب و هوایی مناطق نیمه خشک	۶
۴-۱ مناطق خشک و نیمه خشک	۶
خلاصه فصل اول	۸
خودآزمایی چهارگزینه ای فصل اول	۹
خودآزمایی تشریحی فصل اول	۱۰
فصل دوم. طبقه بندی اقلیمی	۱۱
هدف کلی	۱۱
هدف های یادگیری	۱۱

۱۲	 مقدمه
۱۳	 ۱-۲ نقش اقلیم در کشاورزی
۱۴	 ۲-۲ طبقه‌بندی مناطق خشک و نیمه‌خشک
۱۵	 ۳-۲ سیستم طبقه‌بندی کوپن (Koppen)
۲۰	 ۴-۲ طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن (Demartonn)
۲۲	 ۵-۲ طبقه‌بندی اقلیمی گوسن (Gaussen)
۲۵	 ۶-۲ طبقه‌بندی اقلیمی تورنت وایت (Tornthwaite)
۲۷	 ۷-۲ طبقه‌بندی اقلیمی میگز
۲۹	 ۸-۲ طبقه‌بندی سیلیانینف (Selyaninov)
۳۱	 ۹-۲ تعیین مناطق خشک با استفاده از روش یونپ (UNEP)
۳۱	 ۱۰-۲ تعیین مناطق خشک با استفاده از روش تک عاملی
۳۲	 خلاصه فصل دوم
۳۳	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۳۴	 خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۳۵	 فصل سوم. تأثیر عوامل اقلیمی بر زراعت در مناطق کم‌آب
۳۵	 هدف کلی
۳۵	 هدف‌های یادگیری
۳۶	 مقدمه
۳۶	 ۱-۳ اقلیم‌های خشک جهان
۳۹	 ۲-۳ وضعیت آب و هوایی مناطق نیمه‌خشک ایران
۴۰	 ۳-۳ طبقه‌بندی اقلیمی مناطق کم‌آب ایران
۴۲	 ۴-۳ بررسی عوامل اقلیمی
۴۲	 ۱-۴-۳ باران (Rain)
۴۳	 ۱-۴-۳ تأثیر بارندگی بر زراعت در مناطق کم‌آب
۴۴	 ۲-۴-۳ شبنم (Dew)
۴۷	 ۳-۴-۳ مه (Mist یا Fog)
۴۸	 ۴-۴-۳ رطوبت نسبی
۴۹	 ۵-۴-۳ نور
۵۱	 ۶-۴-۳ حرارت
۵۲	 ۷-۴-۳ باد
۵۶	 خلاصه فصل سوم
۵۷	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۵۷	 خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۵۹	 فصل چهارم. تبخیر و تعرق
۵۹	 هدف کلی

۵۹	هدف‌های یادگیری
۵۹	مقدمه
۶۰	۱-۴ تعاریف
۶۰	۴-۱-۱ تبخیر (Evaporation)
۶۱	۴-۱-۲ تعرق (Transpiration)
۶۲	۴-۱-۳ تبخیر و تعرق (Evapotranspiration)
۶۴	۴-۱-۴ تبخیر و تعرق مطلق یا پتانسیل (potential evapotranspiration)
۶۴	۴-۲ محاسبه تبخیر و تعرق
۶۶	۴-۲-۱ تشت تبخیر (Evaporation Pan)
۶۸	۴-۲-۲ رابطه بین ET و PET در گیاهان
۶۸	۴-۲-۳ آب در گیاهان
۶۹	۴-۳-۱ مکانیزم جذب آب به وسیله گیاه
۷۰	۴-۳-۲ حرکت آب در داخل گیاه
۷۰	۴-۳-۳ تعرق آب توسط گیاه
۷۱	۴-۳-۴ تأثیر عوامل مختلف بر تبخیر و تعرق
۷۳	۴-۳-۵ کم کردن تلفات ناشی از تبخیر و تعرق
۷۳	۴-۴-۱ روش‌های کاهش تبخیر
۷۵	۴-۴-۲ روش‌های کاهش تعرق
۷۷	خلاصه فصل چهارم
۷۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۷۹	فصل پنجم. ذخیره‌سازی رطوبت در خاک
۷۹	هدف کلی
۷۹	هدف‌های یادگیری
۸۰	مقدمه
۸۰	۵-۱ آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک
۸۱	۵-۲ حفاظت آب
۸۱	۵-۲-۱ ذخیره و افزایش رطوبت در خاک
۸۲	۵-۲-۲ کنترل رواناب (Runoff control)
۸۳	۵-۲-۳ افزایش سرعت نفوذ یا نفوذپذیری
۸۴	۵-۳ حرکت آب در خاک
۸۶	۵-۳-۱ معادله بیلان آب
۸۶	۵-۳-۲ ظرفیت خاک از نظر ذخیره رطوبت
۸۷	۵-۳-۳ اندازه‌گیری رطوبت خاک
۹۰	۵-۴ راندمان مصرف آب (Water Use Efficiency)
۹۰	۵-۴-۱ عوامل مؤثر بر راندمان آب

۹۱	۵-۴-۲ مصرف آب در گیاهان مناطق کم آب
۹۳	۵-۴-۳ جمع‌آوری آب (Water harvesting)
۹۸	خلاصه فصل پنجم
۹۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۰۰	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۰۱	فصل ششم. روابط آب - گیاه - خاک
۱۰۱	هدف کلی
۱۰۱	هدف‌های یادگیری
۱۰۲	مقدمه
۱۰۲	۶-۱ حرکت و جذب آب
۱۰۳	۶-۲ گسترش ریشه
۱۰۳	۶-۳ آب، خاک و مراحل رشد گیاه
۱۰۴	۶-۴ جوانه‌زنی بذر
۱۰۴	۶-۵ مصرف آب در گیاهان مناطق کم آب
۱۰۶	۶-۶ عمق ریشه‌دهی گندم
۱۰۷	۶-۷ تبخیر و تعرق
۱۰۸	۶-۸ عوامل اقلیمی
۱۰۹	۶-۹ نقش خاک در تبخیر و تعرق
۱۰۹	۶-۱۰ نقش گیاه در تبخیر و تعرق
۱۱۰	۶-۱۱ توازن انرژی
۱۱۲	۶-۱۲ کاهش دادن تلفات ناشی از تبخیر و تعرق
۱۱۳	۶-۱۳ خاک و تغذیه گیاهی
۱۱۵	۶-۱۴ وضع آب خاک و جذب مواد غذایی
۱۱۵	خلاصه فصل ششم
۱۱۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۱۷	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۱۹	فصل هفتم. آیش
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف‌های یادگیری
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	۷-۱ اصول آیش‌بندی
۱۲۲	۷-۲ روش‌های آیش‌بندی
۱۲۶	۷-۳ تأثیر مالچ‌ها بر زراعت در مناطق کم‌آب
۱۲۷	۷-۴ تأثیر پوشش گیاهی بر محصول

۱۲۸	۵-۷ آیش در مناطق کم آب ایران
۱۳۰	۶-۷ نظریات مختلف در مورد آیش
۱۳۲	۷-۷ تأثیر آیش بر تنوع زیستی خاک
۱۳۲	۷-۷-۱ میکروارگانسیم‌های خاک
۱۳۳	۷-۷-۲ عوامل نقش‌آفرین بر تأثیر آیش روی تنوع زیستی خاک
۱۳۳	۷-۷-۳ مزایای افزایش تنوع زیستی خاک به دنبال آیش
۱۳۴	۷-۸ آیش‌بندی و تغییرات اقلیمی
۱۳۴	۷-۸-۱ چالش‌های آیش‌بندی در برابر تغییرات اقلیمی
۱۳۴	۷-۸-۲ مزایای آیش‌بندی در مواجهه با تغییرات اقلیمی
۱۳۵	۷-۸-۳ راهکارهای بهبود آیش‌بندی در شرایط تغییرات اقلیمی
۱۳۵	خلاصه فصل هفتم
۱۳۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۳۷	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم
۱۳۹	فصل هشتم. تناوب زراعی در مناطق کم آب
۱۳۹	هدف کلی
۱۳۹	هدف‌های یادگیری
۱۴۰	مقدمه
۱۴۰	۸-۱ مزایای تناوب زراعی صحیح
۱۴۱	۸-۲ اصول فنی تناوب زراعی
۱۴۲	۸-۲-۱ نظریات جدید در مورد تناوب
۱۴۳	۸-۳-۱ تناوب‌های سازگار در مناطق خشک و نیمه‌خشک
۱۴۶	۸-۳-۱-۱ کشت مخلوط (Mixed Cropping)
۱۴۶	۸-۳-۲-۱ تناوب کشت غلات در مناطق کم آب
۱۴۷	۸-۳-۳-۱ تناوب غلات با لگوم‌ها در مناطق کم آب
۱۴۹	۸-۳-۴ نکاتی در مورد تناوب مرتع -غله در مناطق کم آب
۱۵۰	خلاصه فصل هشتم
۱۵۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۱۵۲	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۱۵۳	فصل نهم. زراعت در مناطق کم آب
۱۵۳	هدف کلی
۱۵۳	هدف‌های یادگیری
۱۵۴	مقدمه
۱۵۴	۹-۱ محصولات زراعی و سیستم‌های کاشت در مناطق کم آب
۱۵۴	۹-۲ روش‌های متداول در تولید

۱۵۵	 ۳-۹ غلات
۱۵۶	 ۱-۳-۹ گندم
۱۷۱	 ۲-۳-۹ جو
۱۸۰	 ۳-۳-۹ حبوبات
۱۸۲	 ۴-۳-۹ نخود
۱۸۴	 ۵-۳-۹ عدس
۱۸۶	 ۶-۳-۹ لوبیا
۱۸۷	 ۴-۹ گیاهان صنعتی
۱۸۷	 ۱-۴-۹ پنبه
۲۰۹	 Beta vulgaris چغندر قند
۲۱۵	 ۳-۴-۹ آفتابگردان
۲۱۸	 ۴-۴-۹ گلرنگ
۲۲۲	 خلاصه فصل نهم
۲۲۳	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم
۲۲۴	 خودآزمایی تشریحی فصل نهم
۲۲۵	 پاسخنامه
۲۲۶	 منابع

پیشگفتار

کشاورزی ایران با در بر گرفتن ۱۸ درصد جمعیت شاغل و حدود ۱۰ درصد تولید ناخالص داخلی، از جمله صنایع کلیدی به شمار می‌رود. در اجرای سیاست‌های کلی برنامه هفتم توسعه در طی سال‌های ۱۴۰۶-۱۴۰۲ با رویکرد حوزه کشاورزی و منابع طبیعی در بخش زیربنایی به استقرار نظام مدیریت یکپارچه منابع آب کشور و افزایش بهره‌وری حدود ۵ درصدی آب کشاورزی کنترل و مدیریت آب‌های سطحی و افزایش منابع زیرزمینی آب از طریق آبخیزداری و آبخوانداری تأکید شده است. مقرر شده است میزان مصرف آب در بخش کشاورزی ۱۸/۳ درصد کاهش یابد. گفتنی است کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی علاوه بر حاکم ساختن روش‌های تولید علمی نیازمند اصلاح روش‌های آبرسانی به محصولات است. در «سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴» که حاوی هدف‌های میان‌مدت و بلندمدت می‌باشد، اهمیت بخش کشاورزی تصریح گردیده است؛ در این سند «افزایش درآمد تولیدکنندگان محصولات کشاورزی» و «ارتقاء معیشت روستاییان» به‌عنوان دو هدف مهم برشمرده شده است. همچنین، در «برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ۱۴۰۰-۱۳۹۶» افزون بر نیل به «امنیت غذایی» موضوع «تقویت قدرت رقابت در بازار جهت افزایش صادرات محصولات کشاورزی» مورد اشاره قرار گرفته است. به‌منظور تحقق بخشیدن به این دو موضوع، هدف‌گذاری‌های ملموس از جمله: کشت محصولات جایگزین در سطح ۵۰۰ هزار هکتار جهت افزایش تولید محصولات

استراتژیک و اجرای شیوه‌های آبیاری صرفه‌جو محور در سطح ۶۰۰ هزار هکتار به‌منظور بالا بردن بهره‌وری آب صورت گرفته است.

با نگاهی به کشاورزی ایران، متوجه می‌شویم با توجه به تنوع اقلیم این سرزمین، از غلاتی نظیر گندم که هسته اصلی تأمین امنیت غذایی به‌شمار می‌رود گرفته تا سبزی‌ها و مرکبات، طیف وسیعی از محصولات زراعی در کشور تولید می‌شود؛ در این میان به‌ویژه محصولاتی چون «پسته و زعفران» به‌عنوان دو محصول صادراتی به بسیاری از کشورهای جهان، شناخته شده‌اند. به‌علاوه، محصولات دیگری نظیر گیاهان دارویی، گل و گیاهان زینتی، تولیدات دامی و شیلات نیز جایگاه مهمی را در صادرات به خود اختصاص داده است. از این‌رو بالا بردن قدرت رقابت در بازار در زمینه محصولات متنوع زراعی و شیلات و افزایش درآمد و ارتقاء معیشت مردم مناطق محلی از جمله کشاورزان، از موضوعات محوری بخش کشاورزی به‌شمار می‌رود.

در سند چشم‌انداز بیست‌ساله هدف‌های پنج‌گانه زیر برای توسعه منابع آب ذکر شده است.

۱۱	ایجاد سیستم مدیریت جامع منابع آب
۲۲	ارتقای بهره‌وری آب
۳۳	توسعه منابع آب و کاهش اتلاف آب
۴۴	تهیه طرح جامع توسعه منابع آب، مدرن‌سازی و سرمایه‌گذاری توسط بخش خصوصی
۵۵	مهار آب‌هایی که از کشور خارج می‌شود و اولویت استفاده از منابع آب‌های مشترک

یکی از مهم‌ترین چالش‌های بخش کشاورزی در دنیای امروز، تولید بیشتر غذا با استفاده از منابع آبی محدود است. برای رسیدن به این هدف، باید روش‌هایی برای ذخیره و استفاده بهینه از آب در کشاورزی به کار بگیریم.

افزایش بهره‌وری آب، یعنی تولید بیشتر غذا با مصرف کمتر آب، یکی از راهکارهای اصلی است؛ به عبارت دیگر، باید بتوانیم از هر قطره آب، بیشترین محصول را برداشت کنیم. این کار به دو روش امکان‌پذیر است: اول، کاهش میزان آبی که برای تولید مقدار فعلی محصول استفاده می‌شود و دوم، افزایش تولید محصول با همان مقدار آب.

متأسفانه، بهره‌وری آبیاری در کشور ما هنوز در سطح پایینی قرار دارد. برای تضمین امنیت غذایی کشور، باید با استفاده از روش‌های نوین کشاورزی و مدیریت صحیح منابع آب، به‌طور جدی به دنبال افزایش بهره‌وری باشیم.

«بهره‌وری آب کشاورزی» یا CWP (Crop Water Productivity)، شاخصی است که برای نشان دادن ارتباط بین رشد گیاه و میزان آبی که گیاه مصرف می‌کند، استفاده می‌شود. به عبارت ساده‌تر، CWP نشان می‌دهد که از هر واحد آب مصرفی، چه مقدار محصول به دست می‌آید، این اصطلاح در دو حوزه زراعت و مهندسی کشاورزی کاربرد دارد:

زراعت: متخصصان زراعت بیشتر به کارایی آب در منطقه ریشه گیاه و تبدیل محصول به محصولی با ارزش بازار توجه می‌کنند. آن‌ها می‌خواهند بدانند که گیاه چقدر از آبی که جذب می‌کند را برای رشد و تولید محصول استفاده می‌کند. مهندسی کشاورزی: مهندسان کشاورزی بیشتر به کارایی آبی که از منبع آب به خاک می‌رسد، توجه دارند. آن‌ها می‌خواهند بدانند که چه مقدار از آبی که به زمین می‌دهیم، به ریشه گیاه می‌رسد.

به همین دلیل، محققین علوم کشاورزی از اصطلاح CWP در زمینه‌های مختلف و با تعاریف کمی متفاوت استفاده می‌کنند.

دوایت (۱۹۸۵)، اولین کسی بود که CWP را به صورت نسبت میزان عملکرد محصول (برحسب کیلوگرم) به میزان تعرق گیاه (برحسب مترمکعب) بیان نمود. ویتس (۱۹۶۲)، CWP را برای نشان دادن نسبت عملکرد گیاه به مقدار آب مورد استفاده گیاه به کار برد.

کیچنه و همکاران (۲۰۰۳)، راهکارهایی را به منظور افزایش CWP از طریق بهبود مدیریت منابع در سطوح گیاه، مزرعه، و حوضه ارائه کرده‌اند. برخی از شیوه‌ها و گزینه‌هایی که می‌توانند در این زمینه به کار گرفته شوند عبارت‌اند از:

۱. در سطح گیاه: افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی و شوری از طریق به کارگیری شیوه‌های به‌نژادی در گیاهان
 ۲. در سطح زراعی: افزایش تابع تولید محصول از آب، کاربرد کم آبیاری، تصحیح تاریخ کاشت و شخم‌زنی به منظور کاهش تبخیر و تعرق و افزایش نفوذ خاک
 ۳. در سطح حوضه: استفاده مجدد از آب و تجزیه و تحلیل مکانی (فضایی) به منظور حداکثر کردن محصول و حداقل نمودن تبخیر و تعرق
- مهم‌ترین کار بین‌المللی در ارتباط با CWP توسط دورنباس و کاسام انجام گرفته است. دورنباس و کاسام با استفاده از مدل استیوارت روشی را به منظور تعیین رابطه بین

عملکرد واقعی گیاه با مقدار آب مصرف شده توسط گیاه (تبخیر و تعرق) و با عنوان تابع تولید محصول از آب تعیین نمودند.

دورنباس و کاسام این مدل را با داده‌های به دست آمده از تحقیقات زراعی برای گیاهان مختلف آزمایش کردند و نتیجه گرفتند که یک رابطه قوی بین عملکرد و تبخیر و تعرق گیاه برقرار است. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که در شرایط کم آبیاری با فرض اینکه تمام آب داده شده صرف تبخیر و تعرق گیاه شود، رابطه مذکور یک رابطه خطی است. در طی سال‌های اخیر تحقیقات متنوعی به منظور بازبینی و بررسی روابط عملکرد با آب مصرفی گیاه برای گیاهان مختلف در مناطق مشخص و با شیوه‌های مدیریت آبی متفاوت انجام شده است.

کمبود آب یکی از مهم‌ترین علل کاهش عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود. کم آبیاری یکی از راهکارهایی است که با آن می‌توان سطح زیر کشت گیاهان زراعی را گسترش داد و در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی نمود. کم آبیاری یک راهکار مطلوب برای تولید محصول در شرایط کمبود آب است به‌طوری‌که در این روش عملکرد گیاه آگاهانه کاهش داده می‌شود تا کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران شود. روش کم آبیاری در بسیاری از نقاط آمریکا، هند، آفریقا و سایر نواحی کم آب دنیا رایج است. انتخاب تراکم مناسب با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر یکی از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول می‌باشد.

دکتر غلامرضا فرخی

فصل اول

زراعت در مناطق کم آب مبتنی بر ذخیره سازی آب

هدف کلی

این فصل با هدف معرفی روش های مختلف زراعت در مناطق کم آب و بررسی شیوه های ذخیره سازی و بهره برداری بهینه از منابع محدود آبی نگاشته شده است. تمرکز بر روش هایی همچون دیم کاری، کشاورزی سیلابی، جمع آوری آب باران و نشاء کاری، به همراه تحلیل وضعیت آب و هوایی مناطق خشک و نیمه خشک، زمینه ای فراهم می سازد تا دانشجویان با چالش ها و راهکارهای توسعه کشاورزی پایدار در شرایط کم آبی آشنا شوند.

هدف های یادگیری

در پایان فصل، دانشجو با مفاهیم زیر آشنا می شود:

۱. روش های رایج زراعت در مناطق کم آب مانند دیم کاری، کشاورزی سیلابی، جمع آوری آب، و آبیاری سنتی و نوین را شناسایی و ویژگی های هر روش را توضیح دهد.
۲. مزایا و محدودیت های هر روش آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک را تحلیل کند.
۳. نقش نشاء کاری در افزایش بهره وری آب را تبیین کرده و مزایای آن را در مقایسه با کاشت مستقیم بیان نماید.

۴. فناوری‌های نوین مورد استفاده در نشاءکاری را شناسایی و کاربردهای آن‌ها را در بهبود مدیریت آب توضیح دهد.
۵. چالش‌ها و راهکارهای عملی در اجرای نشاءکاری در شرایط کم‌آبی را تحلیل کند.
۶. شرایط اقلیمی و الگوهای بارندگی مناطق خشک و نیمه‌خشک را تشخیص داده و تأثیر آن بر کشاورزی را ارزیابی کند.
۷. اهمیت انتخاب گیاهان و ارقام مقاوم به خشکی را در توسعه کشاورزی پایدار در مناطق کم‌آب توضیح دهد.
۸. الزامات طراحی سیستم‌های زراعی انعطاف‌پذیر برای مواجهه با نوسانات اقلیمی را بیان کند.

مقدمه

تاریخ کشاورزی در مناطق خشک، در واقع تاریخ تلاش پیوسته انسان برای مهار آب و مقابله با کم‌آبی بوده است. از دیرباز، بشر همواره در جست‌وجوی راه‌هایی برای ذخیره آب باران در فصول پرآب و استفاده از آن در زمان خشک‌سالی بوده است. ساخت مخازن آب، ایجاد شبکه‌های آبیاری و ابداع روش‌های نوین آبیاری، از جمله تلاش‌های انسان برای تأمین آب مورد نیاز کشاورزی بوده است. جالب توجه است که بسیاری از روش‌های کشاورزی سنتی که در گذشته ابداع شده‌اند، همچنان در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۱ روش‌های رایج زراعت در مناطق کم‌آب

۱-۱-۱ دیم‌کاری (Dry farming)

دیم‌کاری روشی از کشاورزی است که به‌طور کامل به نزولات جوی وابسته است. در این روش، کشاورزان بدون استفاده از سیستم‌های آبیاری، محصولات خود را کشت می‌کنند. بذrpاشی معمولاً در آغاز فصل بارندگی انجام می‌شود تا از رطوبت حاصل از باران برای جوانه‌زنی بذرها استفاده شود. با این حال، به دلیل نامطمئن بودن میزان و زمان بارندگی‌ها، موفقیت در مناطق کم آب به‌شدت به شرایط آب و هوایی وابسته است. در سال‌هایی که بارندگی‌ها مناسب باشد، می‌توان به محصول خوبی دست یافت؛ اما در سال‌های خشک، احتمال از دست رفتن محصول و کاهش قابل توجه تولید وجود دارد.

۱-۲ استفاده از آب های سطحی (Runoff farming)

در این روش، کشاورزان از آب های سطحی مانند سیلاب ها و بارندگی ها به عنوان منبع اصلی آبیاری استفاده می کنند. این نوع کشاورزی معمولاً در مزارع و باغ های کوچک اجرا می شود و به گونه ای طراحی می شود که بتوان بیشترین بهره را از آب های جاری برد. این مزارع اغلب در مناطق پست و گودال مانند قرار دارند تا آب باران به طور طبیعی در آن ها جمع شود. در برخی موارد، کشاورزان با ساخت سدهای کوچک سنگی یا خاکی، اقدام به ذخیره آب می کنند. همچنین، ایجاد باغچه های پلکانی یا تراسبندی در شیب ها، روشی معمول برای حفظ آب و جلوگیری از فرسایش خاک در این نوع کشاورزی است.

۱-۳ جمع آوری آب (Water harvesting)

جمع آوری آب باران از آبخیزها و استفاده از آن در کشاورزی، روشی قدیمی و شناخته شده است. در این روش، زمین های شیب دار که اغلب با سنگریزه پوشیده شده اند، به گونه ای طراحی می شوند که آب باران را به سمت مزارع هدایت کنند. مطالعات نشان داده اند که حتی بارش های کوتاه مدت نیز می توانند حجم قابل توجهی آب را برای کشاورزی فراهم کنند. همچنین، تحقیقات گسترده ای در مورد انواع خاک ها و ظرفیت آن ها در جذب و نگهداری آب انجام شده است. این روش به عنوان یکی از قدیمی ترین و مؤثرترین راهکارها برای ذخیره آب و استفاده بهینه از آن در کشاورزی شناخته می شود.

۱-۴ استفاده از آب های سیلاب در کشاورزی (Floodwater farming)

کشاورزی سیلابی روشی است که در آن از سیلاب های فصلی برای آبیاری مزارع استفاده می شود. در این روش، مقدار زیادی آب در مدت زمان کوتاهی به مزارع وارد شده و زمین های کشاورزی به صورت غرقابی آبیاری می شوند. این آب ممکن است از رودخانه های طغیانی، بارندگی های شدید یا آبخیزهای طبیعی تأمین شود. کانال های موقت و طبیعی اغلب برای هدایت سیلاب به سمت مزارع استفاده می شوند. با وجود شباهت هایی که بین کشاورزی سیلابی و استفاده از آب های سطحی وجود دارد،

کشاورزی سیلابی به طور خاص به بهره‌برداری از سیلاب‌های فصلی برای آبیاری اشاره دارد. این روش کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان، چه در کشورهای صنعتی و چه در کشورهای در حال توسعه، همچنان رواج دارد.

۱-۵ استفاده از روش آبیاری (Irrigation farming)

آبیاری روشی در کشاورزی است که در آن، کشاورزان با کنترل دقیق مقدار آبی که به گیاهان می‌رسانند، به کشت و کار می‌پردازند. برخلاف روش‌هایی مانند کشاورزی سیلابی که به بارندگی‌های فصلی وابسته است، در آبیاری، منابع آب به صورت پایدار و قابل پیش‌بینی در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد. منابع آبیاری معمولاً شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، چشمه‌ها، چاه‌ها، قنات‌ها و مخازن آب هستند. این روش به کشاورزان اجازه می‌دهد تا با توجه به نیازهای آبی گیاهان، مقدار و زمان آبیاری را تنظیم کنند و در نتیجه، راندمان تولید را افزایش دهند.

۱-۲ بهره‌وری آب در مناطق کم آب با استفاده از نشاءکاری

نشاءکاری، به عنوان روشی مؤثر در افزایش بهره‌وری آب، به ویژه در مناطق کم آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با کاشت بذرها در محیطی کنترل‌شده و انتقال نشاهای قوی و سالم به زمین اصلی، می‌توان به طور قابل توجهی از مصرف آب کاسته و بازدهی آن را افزایش داد.

• دلایل اهمیت نشاءکاری در مناطق کم آب

- کاهش مصرف آب: نشاءهایی که در شرایط کنترل‌شده رشد می‌کنند، ریشه‌های قوی‌تری دارند و به همین دلیل می‌توانند آب را از اعماق خاک جذب کنند. این امر باعث کاهش نیاز به آبیاری و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود.
- افزایش راندمان آبیاری: با کاشت نشاء در فواصل مناسب، از هدر رفت آب جلوگیری شده و راندمان آبیاری افزایش می‌یابد.
- کاهش تبخیر و تعرق: پوشش گیاهی متراکم نشاءها، از تبخیر آب از سطح خاک جلوگیری کرده و رطوبت خاک را حفظ می‌کند.

- کاهش رقابت بر سر آب: با حذف علف‌های هرز در خزانه و کاشت نشاءهای قوی، رقابت گیاهان بر سر آب کاهش می‌یابد.

- روش‌های افزایش بهره‌وری آب در نشاءکاری

- انتخاب گونه‌های مقاوم به خشکی: انتخاب گیاهانی که به خشکی مقاوم هستند، یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش بهره‌وری آب است. این گیاهان دارای سیستم ریشه‌ای قوی و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی هستند که به آن‌ها اجازه می‌دهد در شرایط کم‌آبی به زندگی خود ادامه دهند.
- استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای: این سیستم‌ها آب را به‌صورت مستقیم به منطقه ریشه گیاهان می‌رسانند و از هدر رفت آب جلوگیری می‌کنند.
- پوشش‌دهی خاک: استفاده از مالچ برای پوشش سطح خاک، از تبخیر آب جلوگیری کرده و رطوبت خاک را حفظ می‌کند.
- مدیریت صحیح آبیاری: آبیاری باید بر اساس نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی انجام شود. از آبیاری بیش‌ازحد و کم‌آبی باید اجتناب کرد.
- استفاده از کودهای محلول در آب: کودهای محلول در آب را می‌توان به‌طور مستقیم به سیستم آبیاری اضافه کرد تا از هدر رفت کود جلوگیری شود.
- فناوری‌های نوین در نشاءکاری برای افزایش بهره‌وری آب
- سنسورهای رطوبت خاک: این سنسورها به کشاورزان کمک می‌کنند تا میزان رطوبت خاک را به‌طور دقیق اندازه‌گیری کرده و بر اساس آن برنامه آبیاری را تنظیم کنند.
- سیستم‌های آبیاری هوشمند: این سیستم‌ها با استفاده از داده‌های سنسورها، میزان و زمان آبیاری را به‌صورت خودکار تنظیم می‌کنند.
- هیدروپونیک: در این روش، گیاهان بدون خاک و در محیطی آب‌کشت پرورش می‌یابند. هیدروپونیک به دلیل مصرف بهینه آب و امکان کنترل دقیق شرایط رشد، در مناطق کم آب بسیار مفید است.

- چالش‌ها

- ایجاد و تجهیز یک خزانه نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه دارد.

- نشاءکاری نیاز به نیروی کار بیشتری نسبت به کاشت مستقیم بذر دارد.
- نشاءها نسبت به تغییرات دما، رطوبت و نور حساس هستند.

• راهکارها

- استفاده از فناوری‌های نوین برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری
 - آموزش کشاورزان در مورد روش‌های صحیح نشاءکاری
 - حمایت دولت از کشاورزان برای توسعه نشاءکاری
- نشاءکاری به‌عنوان یکی از روش مؤثر برای افزایش بهره‌وری آب، می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی پایدار در مناطق کم آب ایفا کند. با انتخاب گونه‌های مناسب، استفاده از روش‌های آبیاری کارآمد و مدیریت صحیح، می‌توان به تولید محصولات کشاورزی با کیفیت بالا و کاهش فشار بر منابع آب کمک کرد.

۳-۱ بررسی وضعیت آب و هوایی مناطق نیمه‌خشک

در مناطق کم‌آب، میزان بارندگی سالانه نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت کشاورزی ایفا می‌کند. به‌طوری‌که کشاورزی سنتی با تکیه بر بارندگی طبیعی، عمدتاً در مناطق نیمه‌خشک امکان‌پذیر است و در مناطق کاملاً خشک، به دلیل کمبود شدید بارندگی، با چالش‌های جدی مواجه است.

۴-۱ مناطق خشک و نیمه‌خشک

مناطق نیمه‌خشک و خشک مناطقی هستند که میزان تبخیر آب در آن‌ها از بارندگی بیشتر است. در مناطق نیمه‌خشک، بارندگی کم و نامنظم بوده و رطوبت خاک به عامل محدودکننده اصلی برای تولید محصولات کشاورزی تبدیل می‌شود. مناطق خشک نیز مناطقی هستند که بدون آبیاری تولید محصولات کشاورزی سودآور در آن‌ها امکان‌پذیر نیست. بااین‌حال، حتی در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب نیز ممکن است خشکسالی رخ داده و تولید محصولات کشاورزی را کاهش دهد. علاوه بر این، در برخی نقاط مناطق خشک و نیمه‌خشک، شرایط آب و هوایی و خاک به‌گونه‌ای است که امکان کشاورزی مشابه مناطق مرطوب وجود دارد.

آب‌وهوای نیمه‌خشک لزوماً حد واسط بین آب‌وهوای مرطوب و خشک نیست. این نوع آب‌وهوا به‌طور معمول با نوسان شدید بین یک فصل خشک و یک فصل نسبتاً مرطوب مشخص می‌شود. هرچه منطقه خشک‌تر باشد، نوسانات بارندگی شدیدتر خواهد بود؛ به عبارت دیگر، سال‌هایی با بارندگی بسیار کم و سال‌هایی با بارندگی فراوان به‌طور متناوب در این مناطق رخ می‌دهند. به همین دلیل، مرز بین مناطق خشک، نیمه‌خشک و مرطوب اغلب ثابت نیست و ممکن است سال به سال تغییر کند. این نوسانات شدید در میزان بارندگی مناطق نیمه‌خشک، کشاورزی را به فعالیتی تبدیل کرده است که در طیف وسیعی از شرایط رطوبتی خاک انجام می‌شود. در برخی سال‌ها، رطوبت خاک در این مناطق مشابه مناطق معتدل و مرطوب است، اما در سال‌های دیگر ممکن است به‌شدت کاهش یابد.

با توجه به نوسانات شدید بارندگی در مناطق نیمه‌خشک، انتخاب گیاهان، ارقام زراعی و روش‌های کشت با چالش‌های جدی مواجه است. از یک‌سو، باید گیاهانی مقاوم به خشکی انتخاب شوند که در سال‌های کم باران نیز بتوانند محصول اقتصادی تولید کنند. از سوی دیگر، باید گیاهانی کشت شوند که بتوانند در سال‌های پر باران، حداکثر بهره‌وری را از آب و سایر منابع داشته باشند. به عبارت ساده‌تر، هدف اصلی باید انتخاب گیاهان و ارقامی باشد که در طیف وسیعی از شرایط رطوبتی، از خشکسالی تا بارندگی فراوان، عملکرد مطلوبی داشته باشند. این امر به دلیل عدم قطعیت در میزان و توزیع بارندگی سالانه، ضروری است؛ بنابراین، سیستم‌های زراعی باید انعطاف‌پذیر بوده و بتوانند خود را با نوسانات شدید آب و هوایی وفق دهند. ویژگی مشترک اصلی مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود بارندگی یا توزیع نامنظم آن در طول سال است. الگوهای بارندگی در این مناطق به‌طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شود:

۱. بارندگی زمستانی: در این مناطق، بیشتر بارش به‌صورت برف یا باران در فصل زمستان رخ می‌دهد.
۲. بارندگی تابستانی: برعکس حالت قبلی، در برخی مناطق خشک و نیمه‌خشک، عمده بارندگی در فصل تابستان اتفاق می‌افتد.
۳. توزیع یکنواخت بارندگی: در برخی دیگر از مناطق، بارندگی به‌صورت نسبتاً یکنواخت در طول سال یا بین فصول معتدل و گرم توزیع می‌شود.