دانشگاه ارومیه
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی آب

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی

موضوع:

بررسی تاثیر آبیاری کامل و آبیاری بخشی ریشه (PRD) در میزان جذب آب در درخت سیب

استاد راهنما:
دکتر سینا بشارت

اساتید داور:
دکتر کامران زینال‌زاده
دکتر وحید رضا وردی‌نژاد

تنظیم و نگارش:
حبیب زارع

بهمن ۱۳۹

بسم الله الرحمن الرحيم
وجعلنا من الماء كل شيء حي

چکیده

جذب آب توسط ریشه یک فرآیند مهم در چرخه هیدرولوژیکی و جزئی اساسی در بیلان آبی در مزرعه است. اهمیت این فرآیند در سیستم اکولوژیکی، تنها محدود به تامین آب مورد نیاز گیاه نمی‌شود بلکه نقش آن در تغییرات بیولوژیکی و فیزیکی خاک به ویژه در منطقه ریشه (ریزوسفر) بسیار مهم است. جذب آب فرآیندی پیچیده است که توسط خصوصیات فیزیولوژیکی خاک و گیاه کنترل می‌شود. همه این موارد سبب می‌گردد تا این پدیده به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. به دلیل پیچیدگی‌های جذب ریشه، برای بررسی این فرآیند، به یک ابزار کمی نیاز است. به همین جهت، استفاده از مدل‌های ریاضی و به دنبال آن، مدل‌های کامپیوتری روز به روز در حال افزایش است.

در این تحقیق، توزیع رطوبت و جذب آب توسط ریشه در خاک پیرامون یک درخت سیب در آبیاری کامل و آبیاری بخشی مورد مطالعه قرار گرفت. آبیاری بخشی (PRD) یک روش آبیاری است که در آن، نصف سیستم ریشه آبیاری می‌شود و نصف دیگر ریشه بدون آبیاری باقی می‌ماند. آزمایش‌های میدانی در باغ سیب دانشکده کشاورزی دانشگاه اورمیه و طی سه دوره آبیاری طراحی و اجرا گردید. آبیاری اول به صورت ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و آبیاری‌های دوم و سوم به صورت PRD و ۵۰ درصد نیاز آبی درخت سیب بود. جهت اندازه‌گیری درصد رطوبت حجمی خاک از دستگاه TDR نوع Profile Probe استفاده شد. جهت استفاده از این دستگاه، ۱۰ لوله مخصوص دستگاه به طول ۱ متر در دو طرف تنه درخت و به فاصله ۳۰ سانتیمتر از هم نصب گردید. این دستگاه طوری طراحی شده است که رطوبت حجمی خاک را در عمق‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، و ۱۰۰ سانتیمتری پروفیل خاک ثبت می‌کند. اندازه‌گیری‌های میدانی از تاریخ ۲۱ مرداد شروع شد. رطوبت خاک در دو روز ابتدایی هر آبیاری، هر ۲ ساعت ثبت می‌شد. در دو روز بعدی، هر ۴ ساعت یکبار و در بقیه روزها به دلیل تغییرات کم رطوبت، روزانه ثبت می‌شد. توزیع ریشه نسبت به عمق و فاصله شعاعی از تنه درخت متفاوت می‌باشد. لذا ترانشه‌ای به عمق ۱ متر در کنار تته درخت حفر و نمونه-هایی از خاک برداشت شد. ریشه‌های هر نمونه با دقت شسته شده و تراکم طولی ریشه هر نمونه برحسب واحد طول ریشه در واحد حجم نمونه خاک ($cm.cm^{-3}$) به دست آمد.

نتایج نشان داد که بازه تغییرات رطوبت در پروفیل خاک به عمق ۴۰ سانتیمتری خاک محدود می‌شود که بیشترین تغییرات رطوبت در لایه سطحی ۱۰- ۰ سانتیمتری خاک رخ داده است. دلیل، تبخیر از سطح خاک و جذب ریشه‌های موجود در این لایه است. هرچند سهم تبخیر از سطح خاک بیشتر از جذب ریشه در این لایه‌ها می‌باشد. بیشترین مقدار جذب ریشه هم در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری حادث شده است. در

آبیاری بخشی، که در آن فقط یک سمت درخت آبیاری شده بود حدود ۷۰ درصد آب جذب از قسمت آبیاری شده و ۳۰ درصد جذب از قسمت خشک اتفاق افتاد.

همچنین در این تحقیق، رطوبت قسمت آبیاری شده دوره سوم با نرم افزار HYDRUS-2D شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که مدل با NRMSE=10 % توانسته است مقدار جذب آب توسط ریشه درخت سیب را شبیه‌سازی کند.

کلمات کلیدی: درخت سیب، جذب ریشه، آبیاری کامل، آبیاری بخشی، دستگاه PR2، توزیع ریشه، نرم‌افزار HYDRUS-2D

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات ۲
۱-۲- تولید محصول تحت شرایط کم‌آبیاری ۳
۱-۳- اهمیت و جایگاه کم‌آبیاری ۴
۱-۴- انواع کم‌آبیاری ۵
۱-۴-۱- آبیاری تنظیم شده (**RDI**) ۵
۱-۴-۲- خشک کردن قسمتی از منطقه ریشه (**PRD**) ۶
۱-۵- سیستم ریشه‌ها ۷
۱-۶- افزایش جذب موثر آب ۷
۱-۷- جذب رطوبت خاک توسط ریشه گیاهان ۸

فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲-۱- کلیات ۱۱
۲-۲- مطالعه سیستم ریشه ۱۲
۲-۳- اهمیت پدیده جذب آب ۱۲
۲-۴- تغییرات زمانی جذب آب توسط ریشه ۱۳
۲-۴-۱- جذب آب توسط گیاه در شرایط تنش آب ۱۴
۲-۴-۱-۱- خشک کردن بخشی از ریشه (خشک کردن موضعی ریشه) ۱۴
۲-۵- مدل‌های جذب ریشه ۱۹
۲-۵-۱- کلیات ۱۹
۲-۵-۲- حرکت آب در خاک ۲۰
۲-۵-۳- مدل‌های جذب آب توسط ریشه ۲۲
۲-۵-۳-۱- مدل‌های میکروسکوپی ۲۳
۲-۵-۳-۲- مدل‌های ماکروسکوپی ۲۶
۲-۵-۴- کابرد مدل **HYDRUS** در محاسبه جذب آب توسط ریشه ۳۷

۲-۵-۴-۱- کلیات ۳۷
۲-۵-۴-۲- اجرای برنامه HYDRUS ۳۸
۲-۵-۴-۳- ارزیابی آماری مدل HYDRUS ۴۴
۲-۵-۴-۴- مطالعات انجام شده بر روی مدل HYDRUS ۴۵

فصل سوم: روش کار

۳-۱- محل آزمایش‌های میدانی ۵۰
۳-۲- تعیین مشخصات خاک ۵۱
۳-۳- تراکم طولی ریشه ۵۴
۳-۴- اندازه‌گیری رطوبت خاک ۵۶
۳-۵- اندازه‌گیری‌های هواشناسی ۶۰

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه ۶۳
۴-۲- نتایج اندازه‌گیری‌های میدانی رطوبت ۶۳
۴-۲-۱- نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک دوره اول ۶۴
۴-۲-۲- نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک دوره دوم ۷۳
۴-۲-۳- نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک دوره سوم ۷۹
۴-۳- نتایج جذب ریشه ۸۲
۴-۳-۱- نتایج جذب ریشه در دوره اول ۸۲
۴-۳-۲- نتایج جذب ریشه در دوره دوم ۸۹
۴-۳-۳- نتایج جذب ریشه در دوره سوم ۹۴
۴-۴- نتایج مدل **HYDRUS** ۹۹
۴-۴-۱- نتایج رطوبت خاک براساس مدل **HYDRUS** ۹۹
۴-۴-۲- نتایج جذب ریشه براساس مدل HYDRUS ۱۰۱

۴-۵- مقایسه نتایج ۱۰۳

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری کلی ۱۰۹
۵-۲- پیشنهادات ۱۱۱

فصل ششم: منابع و مآخذ ۱۱۳

فهرست جداول

جدول ۳-۱- مشخصات خاک مورد مطالعه ۵۲
جدول ۳-۲- داده‌های هواشناسی ایستگاه مورد نظر ۶۱
جدول ۴-۱- بازه تغییرات درصد حجمی رطوبت در پروفیل خاک در آبیاری اول ۷۰
جدول ۴-۲- نتایج تحلیل آماری نرم افزار HYDRUS در فواصل شعاعی منتخب ۱۰۴
جدول ۴-۳- نتایج تحلیل آماری نرم افزار HYDRUS در کل پروفیل خاک ۱۰۴

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- چگونگی جذب رطوبت توسط ریشه‌های گیاه ۹
شکل ۲-۱- رطوبت اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده در اطراف درخت در دو فاصله شعاعی (گانگ و همکاران، ۲۰۰۶) ۱۷
شکل ۲-۲- تابع کاهشی میزان جذب آب توسط گیاه در شرایط مکش ماتریک مختلف (فدس و همکاران، ۱۹۷۸) ۳۰
شکل ۲-۳- تابع کاهشی میزان جذب آب توسط گیاه در شرایط مکش ماتریک مختلف (ون‌گنوختن ۱۹۸۷) ۳۱
شکل ۲-۴- مدل سیگموئیدی ون‌گنوختن (۱۹۸۷) و مدل دیرکسن و همکاران (۱۹۹۳) ۳۲
شکل ۲-۵- مدل ون‌گنوختن اصلاح‌شده نسبت به پتانسیل‌های نزدیک صفر و پتانسیل آستانه کاهش ۳۳
شکل ۲-۶- الگوهای مختلف جذب آب توسط بخش‌های مختلف ریشه در شرایط بهینه رطوبتی ۳۴
شکل ۲-۷- صفحه اصلی نرم‌افزار HYDRUS جهت اجرای برنامه ۳۸
شکل ۲-۸- مشخصات پروژه در نرم‌افزار HYDRUS ۳۹
شکل ۲-۹- اطلاعات هندسی و شکل کلی منطقه شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار HYDRUS ۴۰
شکل ۲-۱۰- اطلاعات زمان و واحدها و تعداد شرایط مرزی متغیر در نرم‌افزار HYDRUS ۴۰
شکل ۲-۱۱- انتخاب مدل هیدرولیکی خاک ۴۱
شکل ۲-۱۲- پارامترهای مدل هیدرولیکی خاک انتخاب شده ۴۲
شکل ۲-۱۳- انتخاب مدل جذب ریشه ۴۳
شکل ۲-۱۴- تنظیم شرایط اولیه و شرایط مرزی در محیط آزمایش به صورت دو بعدی در نرم‌افزار HYDRUS ۴۴
شکل ۳-۱- نمایی از باغ تحقیقاتی مورد مطالعه ۵۰
شکل ۳-۲- تهیه نمونه از عمق‌های مختلف ۵۱
شکل ۳-۳- نمونه هواخشک ۵۱
شکل ۳-۴- تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری ۵۲
شکل ۳-۵- دستگاه پرمامتر گلف ۵۳
شکل ۳-۶- منحنی مشخصه خاک در اعماق مختلف خاک ۵۴
شکل ۳-۷- آماده کردن گودال جهت تهیه چگالی طولی ریشه ۵۵
شکل ۳-۸- نمونه‌های مربوط به چگالی طولی ریشه ۵۵
شکل ۳-۹- توزیع تراکم طولی ریشه حاصل از نمونه‌برداری از مزرعه ۵۶
شکل ۳-۱۰- – دستگاه PR2 ..... ۵۷
شکل ۳-۱۱- دستگاه PR2 و ملزومات آن ۵۸
شکل ۳-۱۲- نصب لوله‌ها در خاک ۵۹
شکل ۳-۱۳- آبیاری خاک اطراف درخت ۶۰

فهرست اشکال

شکل ۴-۱- توزیع دو بعدی درصد رطوبت حجمی خاک در عمق‌ها و فواصل شعاعی مختلف نسبت به زمان در آبیاری اول (آبیاری کامل) ۶۴
شکل ۴-۲- داده‌های اندازه‌گیری شده رطوبت خاک برای فواصل مشخص از درخت در طول آبیاری اول (آبیاری کامل) ۶۸
شکل ۴-۳- تغییرات درصد رطوبت خاک در دوره اول در فواصل مشخص از درخت و عمق خاک در چهار گام زمانی ۷۲
شکل ۴-۴- توزیع دو بعدی درصد رطوبت حجمی خاک در عمق‌ها و فواصل شعاعی مختلف نسبت به زمان در آبیاری دوم (آبیاری: قسمت شمالی) ۷۴
شکل ۴-۵- داده‌های اندازه‌گیری شده رطوبت خاک برای فواصل مشخص از درخت در طول آبیاری دوم (آبیاری: قسمت شمالی) ۷۷
شکل ۴-۶- تغییرات درصد رطوبت خاک در دوره سوم در فواصل مشخص از درخت و عمق خاک در چهار گام زمانی ۸۱
شکل ۴-۷- داده‌های اندازه‌گیری شده مقدار جذب ریشه برای فواصل مشخص از درخت در آبیاری اول (آبیاری کامل) ۸۴
شکل ۴-۸- جذب تجمعی قسمت شمالی درخت سیب در بازه‌های سه روزه در آبیاری اول ۸۸
شکل ۴-۹- جذب تجمعی قسمت جنوبی درخت سیب در بازه‌های سه روزه در آبیاری اول ۸۸
شکل ۴-۱۰- داده‌های اندازه‌گیری شده مقدار جذب ریشه برای فواصل مشخص از درخت در آبیاری دوم (آبیاری: قسمت شمالی) ۸۹
شکل ۴-۱۱- جذب تجمعی قسمت شمالی درخت سیب در بازه‌های سه روزه در آبیاری دوم ۹۳
شکل ۴-۱۲- جذب تجمعی قسمت جنوبی درخت سیب در بازه‌های سه روزه در آبیاری دوم ۹۳
شکل ۴-۱۳- جذب تجمعی ریشه درخت سیب در طول دوره سوم در فواصل شعاعی منتخب (آبیاری:قسمت جنوبی) ۹۵
شکل ۴-۱۴- جذب تجمعی دوره سوم در دو قسمت شمالی و جنوبی ۹۸
شکل ۴-۱۵- شبیه‌سازی درصد رطوبت خاک با HYDRUS برای فواصل مشخص از تنه درخت در طول آبیاری سوم (قسمت جنوبی) ۱۰۰
شکل ۴-۱۶- مقادیر مشاهداتی (ستون سمت چپ) و شبیه‌سازی جذب با نرم افزار HYDRUS (ستون سمت راست) در فواصل شعاعی مختلف در دوره سوم آبیاری ۱۰۲
شکل ۴-۱۷- درصد جذب آب توسط درخت در فواصل شعاعی و اعماق مختلف خاک در دوره اول ... ۱۰۳
شکل ۴-۱۸- درصد جذب آب توسط درخت در فواصل شعاعی و اعماق مختلف خاک در دوره سوم.. ۱۰۴
شکل ۴-۱۹- نکویی برازش مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده دو بعدی رطوبت خاک در اطراف درخت سیب با استفاده از نرم افزار HYDRUS در قسمت جنوبی درخت در دوره سوم ۱۰۵
شکل ۴-۲۰- مقادیر مشاهداتی و شبیه‌سازی مقدار کل جذب در قسمت جنوبی دوره سوم ۱۰۶

فصل اول :

مقدمه

۱-۱- کلیات

در حال حاضر آب به عنوان یک کالای اقتصادی نقش اساسی در تولیدات کشاورزی و صنعتی و تأمین نیازهای بهداشتی و شرب جهان دارد. در این میان، بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌ی آب محسوب می‌شود. بنابراین، توجه جدی به مدیریت بهینه مصرف آب در بخش کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. ایران در یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده است و منبع اصلی تأمین آب آن، نزولات جوی به صورت برف و باران است، که حدود ۴۲۹ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از حدود ۷۵ میلیارد مترمکعب آب در دسترس سطحی و زیر زمینی، ۷۲/۵ میلیارد مترمکعب آن در بخش کشاورزی، ۲ میلیارد مترمکعب در بخش شرب و ۰/۵ میلیارد مترمکعب در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدود بودن این منابع از یک سو و تغییرات اقلیمی در جهت گرم شدن هوا از سوی دیگر باعث شده تا استفاده از منابع آبی محدودتر گردد. همچنین در کشور ما آب مهمترین عامل محدودکننده در افزایش تولیدات کشاورزی است. و این در حالی است که بخش کشاورزی بیش از ۹۰ درصد آب استحصال شده کشور را به خود اختصاص داده و راندمان آبیاری در روش‌های مورد استفاده کنونی حدود ۳۵ درصد برآورد شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). توجه به این نکته ضروری است که مساله مدیریت آب نه تنها در مناطق کم-آب، بلکه در مناطقی هم که مشکل جریان‌های سطحی ندارند، حائز اهمیت می‌باشد.

تامین آب مورد نیاز گیاه یکی از ضروری‌ترین عوامل تولید است که با کاهش آن، عملکرد نیز کاهش می-یابد. هر چند کشاورزان تمایل دارند تا از حداکثر آب آبیاری برای تولید استفاده کنند ولی این روش حتی در شرایط بدون محدودیت منابع آب نیز منطقی به نظر نمی‌آید. در چنین شرایطی لازم است کارایی مصرف آب (WUE) در مزرعه را بهینه کرد. زمانی که نیاز آبی گیاه تامین نشود، میزان تبخیر-تعرق واقعی گیاه به کمتر از تبخیر-تعرق پتانسیل کاهش می‌یابد و به گیاه تنش آبی وارد می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. در بسیاری از کشورها آبیاری تکمیلی برای تولید محصول موفق، لازم است. با این حال، در بسیاری از کشورها با توجه با تغییرات جهانی آب و هوا و آلودگی‌های زیست محیطی، استفاده از آب برای کشاورزی کاهش می‌یابد(رائیس، ۲۰۰۲). لذا بر روی خصوصیات فیزیولوزیکی گیاه تاکید شده است تا میزان مصرف آب مورد نیاز گیاهان کاهش یابد. کم آبیاری و انتخاب گونه‌های مقاوم به خشکی که نیاز آبی کمی دارند از جمله

راهکارهای مقابله با مشکل کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه خشک است (اسماعیلی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۰).

کم‌آبیاری یک شیوه مدیریتی است که روی مجموعه "سامانه آبیاری، الگوی کشت، نوع خاک، ابعاد کیفی و کمی منابع آب، مدیریت نیروی انسانی و ابعاد اقتصادی" تاثیرپذیری و تاثیرگذاری گوناگون دارد (اسماعیلی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۰).

هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که که کمترین بازدهی را دارند. چنانچه مشخص است هرگاه منابع آب محدود بوده و یا هزینه‌های آب بالا باشد، راندمان مصرف آب (از نظر اقتصادی) در حالت تولید ماکزیمم محصول، کمتر خواهد بود. هنگامی که مشکلاتی از نظر تامین سرمایه، انرژی، نیروی کارگر و یا منابع حیاتی دیگر وجود داشته باشد و یا هنگامی که هزینه‌های این گونه منابع بالا باشد، استفاده از کم‌آبیاری می‌تواند در افزایش سود مفید واقع شود. کم‌آبیاری برای گسترش سطح کشت و به حداکثر رساندن و یا تثبیت تولید محصولات در یک منطقه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اعمال مدیریت کم‌آبیاری چندان هم صادق نبوده و بسیار بحث انگیز است. ولی در صورتی که هدف ماکزیمم رساندن سود و یا تثبیت تولید مواد غذایی باشد، کم آبیاری می‌تواند به عنوان یک استراتژی ارزشمند مطرح شود (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵).

مدیریت کم‌آبیاری با مدیریت آبیاری کلاسیک به کلی متفاوت است. مسئول آبیاری در حالت اول باید تصمیم بگیرد که چه درجه‌ای از کم آبیاری در هر مورد باید به کار گرفته شود. در ضمن لازم است مشخص کند که چه زمانی باید کم آبیاری اعمال گردد. ممکن است مدیریت آبیاری، عمل کم‌آبیاری را در بعضی از شرایط توصیه کند و به راندمان‌های بالاتر همراه با کاهش هزینه‌ها که تنها از این طریق میسر است، دست یابد.

محاسن کم‌آبیاری از سه فاکتور نشات می‌گیرد.

۱- کاهش هزینه‌های تولید

۲- افزایش راندمان کاربرد آب آبیاری

۳- کاهش هزینه‌های مربوط به آب آبیاری

استفاده موثر از مفاهیم کم‌آبیاری مستلزم درک دقیق اهمیت فاکتورهای ذکر شده در بالا می‌باشد.

۱-۲- تولید محصول تحت شرایط کم‌آبیاری

آنچه که مسلم است کم‌آبیاری به کاهش عملکرد می‌انجامد و آبیاری کامل سبب افزایش محصول می‌شود، که لازم است این نظر کلی با توجه به مسائل و عوامل دیگر تصحیح و تکمیل گردد.

عملکرد گیاهان تحت تاثیر زمان اعمال کم‌آبیاری (مرحله رشد) قرار می‌گیرد.

کاهش در میزان مصرف آب سبب کاهش امراض و آفات، به حداقل رسیدن آبشویی کودها از منطقه ریشه و بهتر شدن تهویه خاک می‌شود.

بعضی از گیاهان ارزشمند نسبت به کم آبیاری حساسیت زیادی از خود نشان می‌دهند که در این صورت نباید عمل کم‌آبیاری را برای این‌گونه محصولات به اجرا درآورد. برای مثال در یک تحقیق، سیب‌زمینی که در اوایل فصل با تنش آبی مواجه گردید، عملکرد محصول بسیار کم شد، که کم شدن ارزش آنها در بازار و عدم بازار پسندی از دیگر نتایج آن بوده است.

کم‌آبیاری ممکن است سبب بهتر شدن کیفیت محصولات نیز شود. کم‌آبیاری سبب افزایش درصد پروتئین و کیفیت بذر گندم و میزان پروتئین دیگر غلات می‌شود. در ضمن سبب افزایش طول الیاف در کتان و افزایش درصد قند در چغندرقند، انگور و دیگر محصولات می‌شود که این، می‌تواند نتیجه کم‌آبیاری در آخر فصل (و محدود شدن رشد رویشی) نیز بوده باشد.

کم‌آبیاری در آخر فصل که همراه با کاهش درجه حرارت محیط می‌باشد سبب بهبود شرایط بعضی گیاهان برای خواب زمستانه می‌گردد.

۱-۳- اهمیت و جایگاه کم‌آبیاری

در مناطقی که کشاورزان آب کمی در اختیار دارند تا با آن گیاهان را آبیاری کنند، می‌توانند یکی از راهکارهای زیر را انتخاب کنند؛

سطح زیر کشت را کاهش دهند و آب را تا حد کافی و نیاز در اختیار گیاهان باقی‌مانده قرار دهند و یا

تمام سطح را زیر کشت ببرند ولی بخشی از نیاز آبی گیاهان را برآورده کنند.

راهکار دوم مرتبط با کم‌آبیاری است. ضرورت اعمال کم‌آبیاری به نحوی احساس شده است که پیشنهاد طراحی آبیاری بر مبنای اعمال ۵۰ درصد آب موجود مورد تائید و تصدیق قرار می‌گیرد. برخی سستم‌های نوین آبیاری که نیازمند تخصیص هزینه‌های کلان هستند با اعمال کم‌آبیاری سودآور، اقتصادی و به صرفه خواهند شد.

عدم تمایل به فهم و کاربرد مفاهیم کم‌آبیاری در روش‌های مرسوم آبیاری، مربوط به شانه خالی کردن از ریسک و خطرپذیزی اعمال کم‌آبیاری است و به خاطر وجود این خطر، از درآمد باالقوه این روش فنی-اقتصادی صرفنظر می‌شود.

اگرچه کاهش آب مصرفی همراه با کاهش عملکرد است، اما همراه با کاهش هزینه‌های آبیاری، هزینه‌های بذر، کود و برداشت محصول نیز کاهش می‌یابد.

اصولا کم‌آبیاری یک روش اضطراری آبیاری در شرایط کم‌آبی نیست، بلکه یک نوع مدیریت کارا و پویای بهره‌برداری به شمار می‌رود و اثرات ویژه‌ای در مدیریت استحصال، انتقال و مصرف آب و نهایتا در مدیریت اقتصادی دارد. توصیه میزان آب براساس نوع سیستم آبیاری، روش آبیاری، الگوی کشت، تنوع خاک، پارامترهای اقلیمی و اهداف اقتصادی صورت می‌پذیرد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

۱-۴- انواع کم‌آبیاری

در سال‌های اخیر دو روش مهم برای کم‌آبیاری کاربرد دارد،

۱- کم‌آبیاری تنظیم شده (REGULAR DEFICIT IRRIGATION) (RDI)
۲- خشک کردن قسمتی از منطقه ریشه (Partial Root Drying)(PRD) که به آبیاری موضعی و آبیاری بخشی هم معروف است.

۱-۴-۱- آبیاری تنظیم شده (RDI)

کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) به عنوان روش کلاسیک و مطابق موازین فنی و مهندسی تلقی می‌شود که در آن کلیه شرایط به گونه‌ای فراهم شده که گیاه از کم‌آبی کمترین صدمه را ببیند. این روش کم‌آبیاری پس از تشکیل میوه کاربرد دارد و باعث کاهش رشد رویشی می‌شود. در واقع زمان کاربرد روش کم‌آبیاری به منظور به حداقل رساندن رقابت بین رشد رویشی و زایشی، به دقت فراوان نیاز دارد. در کم‌آبیاری تنظیم شده، یکی از مهمترین و در عین حال مشکل‌ترین مراحل کار، بهینه‌سازی آن از لحاظ عملکرد و یا سود خالص است. در این روش باید به این پرسش پاسخ داده شود که حد بهینه کم‌آبیاری کجاست و چگونه است؟ به طوری که به ازای افزایش سطح کشت (با آب صرفه جویی شده) عملکرد و یا سود خالص ماکزیمم گردد (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵).

از تنش RDI به منظور کنترل رشد رویشی و زایشی استفاده می‌شود، در اوایل برای باغات هلو و گلابی استفاده می‌شد و تنش آب در مرحله ویژه‌ای از رشد میوه به کار برده می‌شد. در درختان گلابی آبیاری به کار برده شده از ۹۳٪ تبخیر از سطح آب آزاد به ۲۳ یا ۴۶ ٪ در طی ۱۹ روز کاهش یافت (طاهرخانی و همکاران، ۱۳۸۸).

کم‌آبیاری تنظیم شده یک راه‌کار بهینه‌سازی است که طی آن محصولات را به عمد در شرایط کمبود آب و کاهش عملکرد قرار می‌دهند. این روش در منطقه اگالالای جنوبی، حوزه کلمبیا و مناطق دیگر ایالات متحده، شبه قاره هند، بخش‌هایی از آفریقا و مناطق دیگری از د نیا که دچار کم آبی هستند گسترش یافته است.

۱-۴-۲- خشک کردن قسمتی از منطقه ریشه (PRD[1])

آبیاری بخشی یک روش جدید مدیریت آبیاری است و راندمان کاربرد آب را بدون کاهش چشمگیر در عملکرد بهبود می‌بخشد. در این تکنیک بخشی از سیستم ریشه در معرض خشک شدن می‌باشد در حالی که قسمت باقی مانده به طور معمول آبیاری می‌شود (گیرونا، ۱۹۹۷).

روش PRD راندمان آب را بدون کاهش معنی‌دار محصول افزایش می‌دهد. در این تکنیک براساس دانش که نصف سیستم ریشه آبیاری و نصف دیگر خشک باقی می‌ماند، مکانیزم تعرق کنترل می‌شود. هدایت روزنه‌ها در آبیاری PRD در مقایسه با درخت‌هایی که به صورت کامل آبیاری می‌شوند کاهش معنی‌داری می‌یابد.

استراتژی PRD به وسیله محققان استرالیایی برای کنترل رشد تاک افزایش یافته است اما آنها دریافتند که PRD همچنین آب مورد استفاده موثر را بهتر می‌کند. کاربرد PRD باعث پاسخ مفید گیاهان به تنش آب برای تعادل رشد رویشی و زایشی می‌شود. نخستین دفاع گیاه به تنش آب در زمان کم‌آبیاری، بسته شدن روزنه‌هاست. یکی از ترکیبات اصلی که موجب این پاسخ می‌شود هورمون اسید آبسسیک است. وقتی که با توقف آبیاری، آب قابل دسترس خاک افت می‌کند، این هورمون‌ها در قسمت خشک سنتز می‌شود و با فرستادن سیگنال‌هایی از ریشه به برگ‌ها و اندام‌های هوایی که جریان تعرق در آنها اتفاق می‌افتد موجب عکس‌العمل آنها نسبت به کم‌آبی شده، روزنه‌ها بسته می‌شوند (لاویز و همکاران، ۱۹۹۷). پاسخ روزنه‌ها با کاهش اندازه روزنه می‌باشد. بنابراین به این طریق از دست دادن آب کاهش می‌یابد. بهبود WUE[2] (آب مورد استفاده موثر) در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز، جذب دی‌اکسید کربن و تبخیر آب از روزنه‌های سطح برگ اجتناب ناپذیر می‌باشد (لاویز و همکاران، ۱۹۹۸). PRD یک روش هوشمند برای کنترل مقدار آب قابل دسترس درخت به منظور بیشینه تولید سیگنال‌های شیمیایی از ریشه است که باعث کاهش تعرق تاج می‌شود. بنابراین بدین طریق WUE افزایش می‌یابد (درای و همکاران، ۱۹۹۸).

آبیاری بخشی می‌تواند به صورت متناوب و ثابت انجام شود یعنی دو نیمه تر وخشک ممکن است در هر بار یا در چند دور آبیاری جابجا شود و یا حتی فقط در یک نیمه از سیستم ریشه آبیاری شود. همواره تفاوت چشم‌گیری بین محتوای آب خاک در هر دو سمت محیط ریشه در آبیاری بخشی وجود دارد. در یک تحقیق که کانگ و همکاران (۲۰۰۳) به عمل آوردند تاثیر آبیاری بخشی ثابت و متناوب را بر توزیع آب در خاک و آب مصرفی درخت گلابی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مقدار آب آبیاری به ترتیب در آبیاری بخشی متناوب و ثابت به ترتیب ۴۳/۶۴ و ۴۵/۸۴ درصد کاهش یافت. بادام سازگاری فیزیولوژیکی و ریخت-شناختی ویژه‌ای برای سازگاری با شرایط تنش کم‌آبی از خود نشان می‌دهد ولی درجه سازگاری به خشکی در بین ارقام مختلف متفاوت است (درایوس، ۱۹۸۸).

[1] Partial Root Drying
[2] Water Use Efficiency

روش PRD نسبت به RDI دارای تنظیم آبیاری دقیقی است زیرا گیاهان می‌توانند همیشه آب یکسانی در یک سمت ریشه دریافت کنند و سمت دیگر ریشه با خشک شدن تولید هورمون می‌کنند و دارای پاسخ هیدرولیکی همراه با تغییر رویش درخت می‌شوند (رینولدز، ۲۰۰۷).

در PRD به دلیل اینکه تنها یک قسمت از ریشه آب دریافت می‌کند، کاهش معنی‌دار در مقدار آب مصرفی رخ داده، عملکرد افزایش می‌یابد. آب زدایی قسمتی از سیستم ریشه به دلیل کاهش آب به وسیله PRD سبب کاهش پتانسیل آب ریشه و افزایش pH شیره آوند چوبی و تحریک سنتز اسید آبسسیک ریشه می‌شود. بنابراین خشک کردن قسمتی از منطقه ریشه منجر به کاهش هدایت روزنه و رشد رویشی می‌شود. با خودداری آب در نصف سیستم ریشه خاک به آهستگی خشک می‌شود و همزمان با آن، قسمت دیگر ریشه مکررا آبیاری می‌شود (استول، ۲۰۰۰).

گووینگ و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند که در سیب، کاهش در هدایت روزنه همزمان با کاهش در میزان رشد در زمان امتناع از آب در نصف سیستم ریشه به مدت ۲۵ روز صورت گرفته است. با خودداری از آب در یک سمت ریشه، بدون اینکه تغییری در وضعیت آب گیاه مشاهده شود منجر به کاهش هدایت روزنه و رشد گیاه می‌شود.

۱–۵– سیستم ریشه‌ها

سیستم ریشه گیاهان اغلب بسیار گسترده است. میزان گستردگی ریشه‌ها در زیر زمین بیش از میزان گستردگی ساقه‌ها در هواست. تارهای کشنده ریشه، سطح ریشه‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند. تارهای کشنده ریشه نه تنها سطح جذب را افزایش می‌دهند بلکه تماس نزدیکی با خاک پیدا می‌کنند و باعث خرد کردن ذرات خاک و نفوذ به داخل شکاف‌ها می‌شوند. بیشتر جذب آب در نزدیکی نوک ریشه و منطقه رشد صورت می‌گیرد یعنی در جایی که یاخته‌های اپیدرمی دارای دیواره نازک هستند به تدریج که بافت ریشه بالغ می‌شود اپیدرم و تارهای کشنده آن به وسیله پریدرم چوب پنبه‌ای شده، غیر قابل نفوذ جایگزین می‌گردد.

۱–۶– افزایش جذب موثر آب

به منظور افزایش جذب موثر آب، رشد ریشه باید به طور مرتب منطقه جذب را که بالاتر از راس رویش ریشه است بازسازی کند. همچنین رشد ریشه برای نفوذ آن در خاک مرطوب ضروری است و این امر در شرایط کمبود آب می‌تواند بسیار باشد. پس از افزودن آب به خاک ، حرکت آب بیشتر به سمت پایین است و به سوی ریشه‌ها حرکت نمی‌کند و تنها راهی که دسترسی ریشه را به آب زیاد می‌کند رشد و آب‌دوستی مثبت ریشه است که به سوی محل‌های مرطوب و آبدار خاک رشد می‌کند.

.

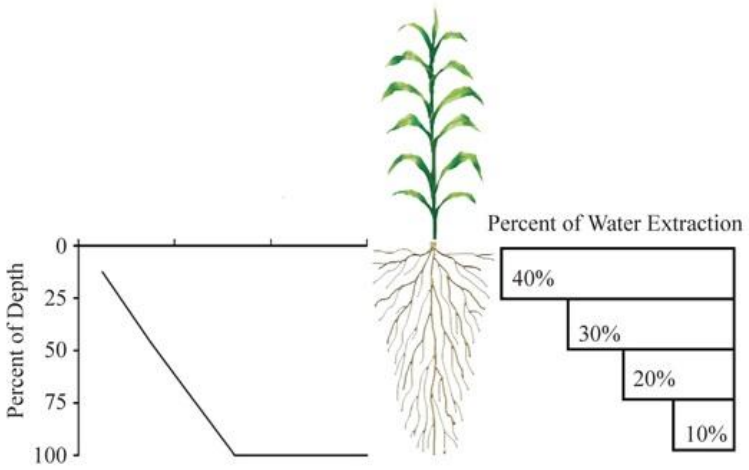
۱-۷- جذب رطوبت خاک توسط ریشه گیاهان

زمان و مقدار آبیاری به شکل قابل توجهی تحت تاثیر مکان و زمانی است که رطوبت خاک به وسیله ریشه گیاهان جذب می‌شود. در مورد گیاهانی که ریشه کم عمق دارند دفعات آبیاری باید بیشتر از گیاهانی باشد که ریشه عمیق دارند. وضعیت خاک که امکان رشد ریشه گیاه را فراهم می‌کند نیز بر آبیاری تاثیر دارد.

اطلاعات به دست آمده از زراعت آبی مناطق نیمه مرطوب نشان می‌دهد مقدار آبی که ریشه گیاه از ۲۵ سانتیمتری اول خاک جذب می‌کند بیشتر از اعماق بعدی است، حال آنکه در مناطق گرم معمولا گیاه از ۲۵ سانتیمتر اول خاک نسبت به ۲۵ سانتیمتر بعدی، آب کمتری جذب می‌کند. دو عامل موجب بروز چنین تفاوتی می‌شود؛ عامل اول عمق نفود آب و عامل دوم میزان رطوبت خاک در زمان رشد گیاه است. برای مثال در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب در فصل رشد گیاه، چند نوبت باران می‌بارد، ولی آب این بارندگی‌ها به ندرت در اعماق خاک نفوذ می‌کند و لذا جذب از سطح خاک بیشتر است (علیزاده، ۱۳۸۰).

ریشه گیاه در خاک مرطوب آب بیشتری نسبت به ریشه همان گیاه در خاک خشک جذب می‌کند. این در صورتی است که شرایط دیگر نیز یکسان باشد. وقتی که خاک مرطوب است بخش اعظم رطوبت خاک از قسمت خاک سطحی جذب می‌شود زیرا در نزدیکی سطح خاک معمولا ریشه بیشتری رشد می‌کند و با کاهش میزان رطوبت خاک سطحی، گیاه از اعماق پایین‌تر خاک رطوبت بیشتری جذب می‌کند. سرانجام با رسیدن میران رطوبت سطحی به درصد پژمردگی دائم، اصولا ریشه گیاه تمام رطوبت مورد نیاز خود را از اعماق خاک جذب می‌کند. از آنجا که در اعماق خاک ریشه کمتری وجود دارد گیاه مجبور است برای به دست آوردن آب مورد نیاز خود انرژی بیشتری صرف کند و معمولا رطوبت کافی به گیاه نمی‌رسد و گیاه پژمرده می‌شود. در چنین وضعیتی ممکن است خاک رطوبت کافی داشته باشد ولی ریشه گیاه قادر به جذب آب به قدر کافی و در حد رفع نیاز نباشد.

معمولا در مناطق خشک پس از آبیاری، متوسط جذب رطوبت، یک الگوی مثلثی شکل به وجود می آورد که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. توزیع ریشه‌های فعال در خاک‌های معمولی نیز تقریبا به شکل مثلث است و بیشترین مقدار ریشه نزدیک سطح خاک قرار دارد. بنابراین برای گیاهانی که رطوبت مورد نیاز خود را از عمق ۱۰۰ سانتیمتری جذب می‌کنند مقدار جذب آب از ۲۵ سانتیمتری اول، ۴ برابر میزان جذب آب آب از ۲۵ سانتیمتری چهارم می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۰).



شکل ۲-۱- چگونگی جذب رطوبت توسط ریشه‌های گیاه

از نظر علمی در برنامه‌ریزی های آبیاری چنین فرض می‌شود که اگر عمق توسعه ریشه ها را به چهار بخش مساوی تقسیم کنیم، حدود ۴۰ درصد ریشه های گیاه در لایه یک چهارم سطحی، ۳۰ درصد در لایه یک چهارم دومی، ۲۰ درصد در لایه یک چهارم سومی و ۱۰ درصد در لایه یک چهارم آخر گسترش دارد. لذا جذب آب از این چهار لایه نیز متناسب با گسترش ریشه به نسبت ۴۰ و ۳۰ و ۲۰ و ۱۰ خواهد بود. این فرض چندان دور از واقعیت نبوده و کاربرد آن در تنظیم برنامه‌های آبیاری مفید می‌باشد.

فصل دوم :

پیشینه تحقیق