دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی آب

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی

موضوع:

اثر آبیاری کامل (FI)، آبیاری ناقص ریشه (PRD) و کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) بر توزیع ریشه‌ی گیاه ذرت

استادان راهنما:

دکتر علی شاهنظری

دکتر میرخالق ضیاتبار احمدی

استاد مشاور:

دکتر فاطمه کاراندیش

تهیه و تنظیم:

زهرا صدرانسب

بهمن ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
أنعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

سپاسگزاری

از زحمات استاد بزگوارم جناب آقای دکتر علی شاهنظری که با راهنمایی‌ها و نظرات گهربار خود راه‌گشای اینجانب بودند، کمال تشکر را دارم.

از زحمات بی دریغ و تلاش‌های فراوان استاد مشاورم خانم دکتر فاطمه کاراندیش که با نظرات شیوا بر غنای علمی این تحقیق افزودند، قدردانی و حق شناسی می‌نمایم.

تقدیم به :

پدرم، بزرگ استادم که درس تلاش و زندگی را از او آموختم و به مادرم، بلند تکیه گاهم، مظهر صبر و مهربانی که هرچه دارم از اوست و وجود مقدسی که توانشان رفت تا من به توانایی برسم و موهایشان سپیدی گرفت تا من سپیدروی شوم و تقدیم به همسرم و تمام عزیزانی که به بهای دردشان آموختم آئین تلاش را.

چکیده:

عملکرد و شادابی گیاه تابعی از الگوی توسعه ریشه آن می‌باشد. مهمترین عوامل تاثیرگذار بر نحوه و میزان توسعه ریشه، مقدار و مدیریت مصرف آب است. در این راستا مطالعه حاضر در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در مزرعه دانشگاه کشاورزی ساری انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل (FI) به عنوان شاهد، آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵٪ ($PRD_{75\%}$) و ۵۵٪ ($PRD_{55\%}$) و کم‌آبیاری تنظیم شده در دو سطح ۷۵٪ ($RDI_{75\%}$) و ۵۵٪ ($RDI_{55\%}$) بود. عمق آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل برابر ۵۳۱ میلی‌متر و صرفه‌جویی آب در تیمارهای کم‌آبیاری ۷۵٪ و ۵۵٪ نسبت به آبیاری کامل به ترتیب برابر ۱۷/۳٪ و ۳۱/۳٪ در طول فصل زراعی بود. نمونه‌برداری جهت تعیین توزیع دو بعدی رشد ریشه در طول فصل رشد، از زمان اعمال تیمار تا انتهای فصل رشد با فواصل زمانی ۱۵ روز انجام شد. نمونه‌ها از سطح خاک، ابتدا در محل لترال اول، در محدوده‌های عمقی ۱۰ سانتی‌متری تا عمق یک متری و سپس به صورت افقی در فواصل ۱۸/۷۵، ۳۷/۵، ۵۶/۲۵ و ۷۵ سانتی‌متر بعد از لترال اول، با استفاده از اوگر دو اینچی تهیه شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل حجم، طول، سطح، وزن مرطوب، وزن خشک، قطر و نسبت ریشه به ساقه بود. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. نتایج نشان داد اختلاف بین مشخصه‌های حجم، طول، سطح، وزن مرطوب و خشک، بین تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری تنظیم شده در سطح ۷۵٪ معنی‌دار نبود. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده به جز قطر، در توزیع افقی و عمودی ریشه به ترتیب در تیمارهای $PRD_{75\%}$ و $RDI_{55\%}$ بود. بیش‌ترین مقدار قطر ریشه در تیمار $RDI_{55\%}$ بود. می‌توان اذعان داشت که تیمار $PRD_{75\%}$ ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، با توسعه یک سیستم ریشه مناسب، امکان استفاده بهتر از رطوبت موجود در خاک را علیرغم اعمال تنش رطوبتی فراهم می‌آورد و راهکار مناسبی برای مقابله با معضل بحران آب و در نتیجه نیل به یک کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری ناقص ریشه، ریشه ذرت، کم‌آبیاری تنظیم شده.

فهرست مطالب

اثر آبیاری کامل (FI)، آبیاری ناقص ریشه (PRD) و کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) بر توزیع ریشه‌ی گیاه ذرت.....أ

۱-۱- مقدمه.....۲

۱-۲- انواع روشهای کم‌آبیاری.....۳

۱-۲-۱- کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI).....۳

۱-۲-۲- آبیاری ناقص ریشه(PRD).....۳

۱-۳- طرح مسأله وضرورت انجام طرح.....۵

۱-۴- ذرت.....۶

۱-۴-۱- اهمیت غذایی ذرت.....۶

۱-۴-۲- ریشه‌های ذرت.....۷

۱-۵- فرضیه‌های پژوهش.....۸

۱-۶– اهداف پژوهش.....۸

۱-۱- مقدمه.....۱۰

۲-۲- تاریخچه مطالعات ریشه.....۱۰

۲-۳- پژوهش‌های علمی انجام شده در خارج از کشور.....۱۱

۲-۴- پژوهش‌های علمی انجام شده در داخل کشور.....۱۷

۳-۱- مقدمه.....۲۰

۳-۲- مشخصات رقم مورد مطالعه.....۲۰

۳-۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه.....۲۰

۳-۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه.....۲۰

شکل ۳-۱- منحنی مشخصه رطوبتی خاک در محدوده عمقی ۲۰-۰ سانتی‌متر.....۲۱

۳-۵- سیستم آبیاری.....۲۱

شکل۳-۲ سیستم فیلتراسیون مزرعه.....۲۲

۳-۶- عملیات تهیه زمین، کاشت و کوددهی.....۲۲

۳-۷- طرح آزمایشی.....۲۲

۳-۸- تیمارهای آبیاری و نحوه اجرای طرح.....۲۳

شکل۳-۳ نمایی از تصویر مزرعه.....۲۴

شکل۳-۴- کنتورهای اندازه گیری دبی ۲۴
۳-۹- نحوه و میزان آب آبیاری ۲۴
۳-۱۰- نحوه اندازه‌گیری پارامترهای ریشه ۲۶
۳-۱۱- روش تجزیه و تحلیل دادهها ۲۷
۴-۱- داده‌های هواشناسی ۲۹
۴-۲- میزان آب آبیاری ۳۰
۴-۳- پارامترهای اندازهگیری ریشه ۳۱
۴-۴- توزیع عمودی ریشه ۳۲
۴-۴-۱- حجم ریشه ۳۲
۴-۴-۲- طول ریشه ۳۳
۴-۴-۳- سطح ریشه..... ۳۴
۴-۴-۴- وزن مرطوب ریشه ۳۵
۴-۴-۵- وزن خشک ریشه ۳۶
۴-۴-۶- قطر ریشه ۳۷
۴-۵- توزیع افقی ریشه ۳۷
۴-۵- ۱- مقایسه پارامترهای ریشه در محل‌های مختلف نمونه‌برداری در هر تیمار ۳۸
۴-۶- نسبت وزن خشک ریشه به شاخه ۴۷
۴-۸- پروفیل ریشه ۴۸
۵-۱- بحث و نتیجه‌گیری..... ۵۴
۵-۲- پیشنهادات ۵۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- شمای کلی الگوی آبیاری در آبیاری کامل (Well watered)، کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) و آبیاری ناقص ریشه (PRD). ۴

شکل ۳-۱- منحنی مشخصه رطوبتی خاک در محدوده عمقی ۲۰-۰ سانتی‌متر ۲۱

شکل۳-۲ سیستم فیلتراسیون مزرعه ۲۲

شکل۳-۳ نمایی از تصویر مزرعه ۲۴

شکل۳-۴- کنتورهای اندازه گیری دبی ۲۴

شکل۳-۵- نحوه استقرار لوله‌های دسترسی به رطوبت‌سنج. ۲۵

شکل ۳-۶- نحوه نمونه‌برداریها از فواصل مختلف. ۲۶

شکل ۴-۱- مقادیر متوسط دما، تابش خالص، کمبود فشار بخار و تبخیروتعرق پتانسیل در طول دوره رشد ذرت در منطقه مطالعاتی در سال ۱۳۹۰. ..... ۲۹

شکل ۴-۲- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (پای بوته، R3). ۳۲

شکل ۴-۳- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (پای بوته، R3). ۳۳

شکل ۴-۴- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (پای بوته، R3). ۴

شکل ۴-۵- مجموع وزن مرطوب ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (پای بوته، R3). ۳۵

شکل ۴-۶- میانگین مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (پای بوته، R3). ۳۶

شکل ۴-۷- متوسط قطر در محدوده‌های عمقی مختلف در تیمارهای مختلف در آخرین مرحله نمونه‌برداری در فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر از لترال اول (R3). ۳۷

شکل ۴-۸- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمارFI. ۳۹

شکل ۴-۹- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{75\%}$. ..۳۹

شکل ۴-۱۰- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{75\%}$. ۴۰

شکل ۴-۱۱- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{55\%}$. ۴۰

شکل ۴-۱۲- مجموع حجم ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{55\%}$. ۴۰

شکل ۴-۱۳- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار FI..... ۴۱
شکل ۴-۱۴- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{75\%}$. ۴۱
شکل ۴-۱۵- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{75\%}$ .. ۴۱
شکل ۴-۱۶- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{55\%}$. ۴۲
شکل ۴-۱۷- مجموع طول ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{55\%}$ .. ۴۲
شکل ۴-۱۸- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار FI ۴۲
شکل ۴-۱۹- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{75\%}$ ۴۳
شکل ۴-۲۰- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{75\%}$. ۴۳
شکل ۴-۲۱- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{55\%}$ ۴۳
شکل ۴-۲۲- مجموع سطح ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{55\%}$. ۴۴
شکل ۴-۲۳- مجموع وزن مرطوب ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در تیمار FI ۴۴
شکل ۴-۲۴- مجموع وزن مرطوب ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{75\%}$ ۴۴
شکل ۴-۲۵- مجموع وزن مرطوب ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{75\%}$ ۴۵
شکل ۴-۲۶- مجموع وزن مرطوب ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{55\%}$ ۴۵
شکل ۴-۲۷- مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار FI ۴۵
شکل ۴-۲۸- مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{75\%}$ ۴۶
شکل ۴-۲۹- مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{75\%}$ ۴۶
شکل ۴-۳۰- مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $PRD_{55\%}$ ۴۶
شکل ۴-۳۱- مجموع وزن خشک ریشه عمق ۷۰-۰ سانتی‌متر در نقاط و مراحل نمونه‌برداری در تیمار $RDI_{55\%}$ ۴۷
۴-۳۲- نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در تیمارهای مختلف در مراحل نمونه‌برداری ۴۷
شکل ۴-۳۳- نمای کلی ریشه در آخر فصل رشد در تیمار FI ۴۸
شکل ۴-۳۵- نمای کلی ریشه در آخر فصل رشد در تیمار $RDI_{75\%}$ ۴۹
شکل ۴-۳۶- نمای کلی ریشه در آخر فصل رشد در تیمار $PRD_{55\%}$ ۴۹
شکل ۴-۳۷- نمای کلی ریشه در آخر فصل رشد در تیمار $RDI_{55\%}$ ۵۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۳- خصوصیات خاک منطقه مطالعاتی تا عمق ۸۰ سانتی‌متری ۲۱
جدول ۴-۱- متوسط مقادیر ماهانه اطلاعات ایستگاه هواشناسی ساری در منطقه مطالعاتی در یک بازه ده ساله..... ۳۰
جدول ۴-۲- عمق آب مصرفی در تیمارهای کم‌آبیاری ناقص ریشه (PRD)، کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) و آبیاری کامل (FI) ۳۰
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس صفات مختلف ریشه در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف از نمونه‌برداری..... ۳۱
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین صفات ریشه در مراحل نمونه‌برداری بر اساس آزمون دانکن..... ۵۱
جدول ۴-۵- مقایسه میانگین صفات ریشه در تیمارهای مورد آزمایش بر اساس آزمون دانکن..... ۵۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

آب یکی از مهمترین منابع مورد نیاز جامعه بشری بوده و موضوع چگونگی حفظ این منبع حیاتی و بهره‌برداری بهینه از آن، یکی از مهمترین چالش‌های قرن حاضر است. در مناطق خشک و نیمه خشک مانند اکثر نقاط ایران آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی می‌باشد. از کل ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب‌های تجدید شونده در سطح کشور حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های نفوذی به منابع آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد. در شرایط فعلی از کل آب‌های قابل استحصال در سطح کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب)، رقمی بالغ بر ۸۲ میلیارد مترمکعب یعنی ۹۴ درصد به بخش کشاورزی اختصاص یافته است (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۵). در این راستا محدودیت منابع آب و خاک به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی کشور از یک سو و ضرورت تحقق‌پذیری آرمان خودکفایی در امور زیربنایی از سوی دیگر موجبات بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک موجود در سطح کشور را امری اجتناب ناپذیر می‌سازد.

باتوجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از آب موجود امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. امروزه روش کم‌آبیاری یکی از راههای عملی و موثر است که می‌تواند حداقل آب مصرفی با عملکرد قابل قبول و اقتصادی را تعیین و توجیه نماید. در این روش با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد بهینه آب هر چند عملکرد در واحد سطح به ظاهر کاهش می‌یابد ولی با کاهش هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، در نهایت سود بیش‌تری عاید خواهد گردید. کم‌آبیاری از استراتژی‌های بکار رفته برای کسب محصول با درآمد و سود ماکزیمم در سالهای اخیر است که به دلیل تشدید بحران آب و ازدیاد جمعیت از یک سو و انباشت تجربیات و تحقیقات مربوط از سوی دیگر می‌رود تا جایگاه شایسته خود را در ایران پیدا کند. محدودیت منابع آبی و فراوانی نسبی اراضی در ایران ما را به سوی کم آبیاری سوق میدهد.

۱-۲- انواع روشهای کم‌آبیاری

۱-۲-۱- کم‌آبیاری تنظیم شده[۱] (RDI)

در این روش میزان آب داده شده به گیاه کم‌تر از حد مورد نیاز آن می‌باشد. در دوره‌های غیر حساس رشد گیاه که اعمال آن موجب کاهش محصول نشود، این نوع مدیریت آبیاری به منظور صرفه‌جویی در میزان آب اعمال می‌شود. در صورت مدیریت صحیح، به ویژه در مناطقی که ارزش اقتصادی آب بسیار بالا می‌باشد، فواید زیادی را به همراه خواهد داشت. در این زمینه مطالعات فراوانی تاکنون صورت گرفته که اکثر قریب به اتفاق آنها دلالت بر افزایش کارایی مصرف آب و بهبود کیفی محصولات در مناطق مذکور دارند.

۱-۲-۲- آبیاری ناقص ریشه[۲](PRD)

این روش مدیریت آبیاری، طی دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. آبیاری ناقص ریشه ابتدا در کشور استرالیا پایه گذاری و پس از آن تحقیقاتی در چین و دانمارک روی برخی گونه‌های سبزیجات از قبیل سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی و همینطور برخی درختان میوه همچون انگور تکرار شد. در این روش، منطقه ریشه به نواحی مختلف تقسیم شده و در هر بار آبیاری یک و یا چند ناحیه آبیاری شده و نواحی دیگر خشک رها می‌شود. این عمل به صورت تناوبی تکرار می‌شود. یکی از متداول‌ترین روش‌ها تقسیم ناحیه توسعه ریشه به دو بخش و انجام آبیاری متناوب است که در هر بار آبیاری، یک سمت از آن خشک رها می‌شود. شکل ۱-۱ شمایی کلی الگوی آبیاری کامل، کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه را نشان می‌دهد. به این ترتیب علیرغم آبیاری کم‌تر و صرفه‌جویی در مصرف آب، گیاه در تمام فصل رشد خود قادر به جذب آب از ناحیه ریشه خواهد بود. دو فرضیه اساسی در این روش مطرح می‌باشد.

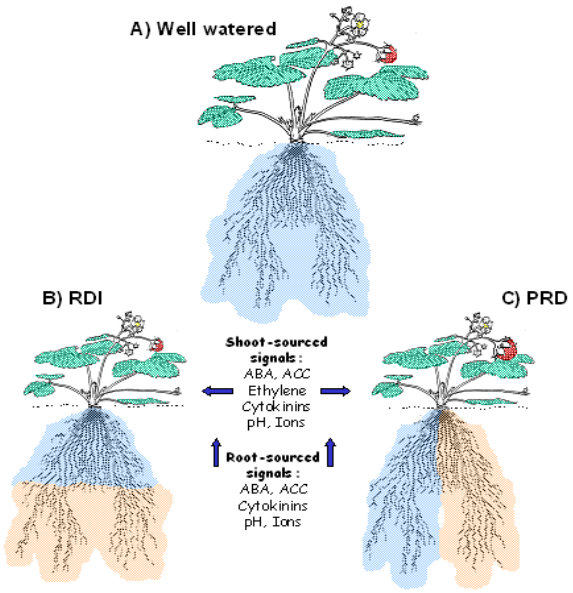
الف- در بخشی از ریشه که آبیاری به صورت کامل صورت گرفته است، گیاه آب کافی را جذب می‌نماید و به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد و تغییری در میزان فتوسنتز رخ نمی‌دهد (جانس[۳]،۱۹۹۲).

ب- بخشی از ریشه که در خاک خشک قرار گرفته، نسبت به آن از خود عکس العمل نشان داده و با فرستادن علایمی از ریشه به روزنه‌ها، میزان بازشدگی آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد که خود باعث کاهش میزان تلفات آب می‌شود (دیویس و ژانگ[۴]، ۱۹۹۱).

---

[۱] Regulated deficit irrigation
[۲] Partial rootzone drying
[۳] Jones
[۴] Davies and zhang

روش آبیاری ناقص ریشه بر این فرض استوار است که بخشی از ریشه که تحت تنش واقع شده است، با تولید هورمون اضافی، ریشه‌های نابجا تولید نموده و با خشک و تر نمودن متناوب، سیستم ریشه‌ای خود را توسعه می‌بخشد. لذا گیاهانی که تحت تیمار آبیاری ناقص ریشه قرار گرفته‌اند می‌توانند سیستم ریشه‌ای متفاوتی در مقایسه با گیاهانی که تحت آبیاری کامل و یا کم‌آبیاری تنظیم شده قرار دارند داشته باشند. مفهوم آبیاری ناقص ریشه در ابتدا توسط گریمز[۱] و همکاران (۱۹۶۸)، در مزرعه پنبه با آبیاری فاروی یک در میان در آمریکا به کار گرفته شد و سپس توسط سپاسخواه[۲] و همکاران (۱۹۷۶)، سپاسخواه و سیجانی[۳] (۱۹۷۶)، و صمدی و سپاسخواه[۴](۱۹۸۴) روی گیاه لوبیا تحت سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در ایران ادامه پیدا کرد. پس از آن مطالعات بیش‌تری تحت این روش در کشور استرالیا روی گیاه انگور انجام شد (لوویس[۵] و همکاران، ۲۰۰۰، کرید من و گوودوین[۶]، ۲۰۰۳).



شکل ۱-۱- شمای کلی الگوی آبیاری در آبیاری کامل (Well watered)، کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI) و آبیاری ناقص ریشه (PRD).

[۱] Grimes
[۲] Sepaskhah
[۳] Sepaskhah and Amin-Sichani
[۴] Samadi and Sepaskhah
[۵] Loveys
[۶] Kriedmann and Goodwin

۱-۳- طرح مسأله وضرورت انجام طرح

توزیع ریشه بر جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه موثر است، بنابراین تشخیص عوامل محدود کننده رشد ریشه و اطلاع از چگونگی توسعه، گسترش، فعالیت‌ها و بررسی نحوه تغییرات ریشه در پاسخ به تغییرات محیطی برای درک علمی تولید محصول ضروری است (مارتین[۱] و همکاران۱۹۷۶، لابوسکی[۲] و همکاران، ۱۹۹۸). علاوه بر این آگاهی از نحوه توزیع ریشه و الگوهای جذب برای درک بهتر عکس‌العمل گیاه به آبیاری و اعمال مدیریت صحیح مفید خواهد بود (رایت و اسمیت[۳]، ۱۹۸۷). گسترش و توزیع سیستم‌های ریشه‌ای عامل بسیار مهمی در تعیین ارزش اقتصادی گونه‌های مختلف ذرت و سازگاری آنها در شرایط مختلف محیطی می‌باشد (مارتین و همکاران، ۱۹۷۶). واضح است که عملکرد قسمت‌های هوایی گیاهان بازتابی از توزیع و فعالیت سیستم ریشه‌ای است. بنابراین، چگونگی توسعه ریشه گیاهان کشت شده از نظر وضعیت، گسترش و فعالیت‌هایی که باعث جذب آب و عناصر غذایی در مراحل گوناگون رشد می‌شود، برای تولید محصول بسیار مهم می‌باشد (منجل[۴] ۱۹۸۳، کووار[۵]، ۲۰۰۱). صرفنظر از نقش ریشه به عنوان لنگرگاه برای گیاه، فعالیت اصلی ریشه‌ها جذب و هدایت آب و عناصر غذایی است. جذب ممکن است در تمام گستره ریشه صورت بگیرد اما به صورت فعال‌تر و بهتر در قسمت‌های جوان‌تر و معمولاً عمیق‌تر رخ می‌دهد (مارتین و همکاران، ۱۹۷۶).

نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۰) بیان کردند که قسمت‌های جوان‌تر و عمیق‌تر سیستم ریشه در زمان بلوغ گیاه بسیار فعال‌تر عمل می‌کنند و هر چه میزان توسعه ریشه بیش‌تر باشد، سطح جذب نیز بیش‌تر خواهد بود و میزان جذب آب و مواد غذایی از خاک توسط سیستم ریشه‌ای افزایش خواهد یافت. گسترش سیستم ریشه‌ای توانایی بالقوه گیاه را برای دستیابی به ذخیره آب و عناصر غذایی خاک افزایش می‌دهد.

اطلاع از نحوه جذب آب برای توسعه مدلهای زراعی ضروری بوده و ابزار مناسبی برای تحقیقات زراعی و مدیریت محصول محسوب می‌شود. در طی دو دهه گذشته مدل‌های زیادی برای محصولات مختلف کشاورزی توسعه یافته و در تحقیقات مختلف کشاورزی نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما این مدل‌ها خالی از اشکال نیستند (آدیکو[۶] و همکاران، ۲۰۰۱).

---

[۱] Marthin
[۲] Laboski
[۳] Wright and Smith
[۴] Menegel
[۵] Kovar
[۶] Adiku

توسعه اولیه سیستم ریشه گیاه در یک خاک همگن، از الگوهای ژنتیکی پیروی می‌کند. این الگوها در جریان واکنش ریشه‌ها با محیط‌شان و در پاسخ به تغییرات شرایط خاک اصلاح می‌شوند. دسترسی گیاه به رطوبت خاک و مواد غذایی در طول فصل رشد بستگی به استقرار یک سیستم ریشه مؤثر دارد. لیپس[1] و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که اطلاع از چگونگی توسعه سیستم ریشه می‌تواند به درک بهتر مشکلات تولیدی مختلف از کمبود عناصر غذایی در ابتدای فصل رشد تا پوسیدگی ساقه در زمان بلوغ کمک کند. تغییرات موقتی و مکانی در فراهمی آب خاک، پتانسیل ماتریک، تهویه و مقاومت خاک بر روی ساختمان ریشه مؤثرند.

بنابراین مدیریت آب آبیاری از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر توسعه سیستم ریشه در گیاهان می‌باشد به همین منظور مطالعه حاضر به بررسی روند توزیع ریشه ذرت تحت روشهای مختلف کم‌آبیاری پرداخته است.

۱-۴- ذرت

ذرت (*Zea mays L*) یکی از گیاهان نیازمند به کود و در عین حال از محصولات استراتژیک کشور به حساب می‌آید. این گیاه با دوره رشد کوتاه و عملکرد بالا از گیاهان مهم خانواده غلات محسوب می‌شود (غیبی و ملکوتی، ۱۳۸۴). ذرت از خانواده گرامینه[2]، زیرخانواده Panicodes، طایفه Maydeas و جنس Zea می‌باشد. ذرت گیاهی است یکساله و با رشد خیلی زیاد و برای رشد و نمو و تولید محصول کافی، لازم است در مناطق گرم و معتدل کاشته شود. بدین منظور از مسائل مهم و قابل توجه در زراعت ذرت، تأمین آب مورد نیاز آن و انتخاب ارقام مناسب برای کاشت در برخی از مناطق کشور است.

ایالات متحده، شوروی سابق، رومانی، یوگسلاوی، مجارستان، ایتالیا، چین، برزیل، مکزیک، آفریقای جنوبی، آرژانتین، هند و اندونزی عمده ترین تولید کنندگان ذرت می باشند (فتحی، ۱۳۷۸).

۱-۴-۱- اهمیت غذایی ذرت

ذرت همراه با گندم و برنج از محصولات استراتژیک کشاورزی جهان محسوب می‌شوند. جایگاه ذرت از دیدگاه سطح زیرکشت در جهان پس از گندم و برنج است. اما از دیدگاه راهبردی، پس از گندم در رتبه دوم می‌باشد. این محصول ارزشمند کشاورزی دانه‌ای سودمند برای تولید روغن خوراکی، نشاسته، گلوکز و چند فرآورده دیگر است. علاوه بر آن در تهیه خوراک دام نقش اساسی دارد به نحوی که ۷۰

[1] Lippes
[2] Graminea

درصد خوراک ماکیان را فراهم می‌آورد. این گیاه به دلیل دارا بودن مواد قندی و نشاسته‌ای زیاد و نیز زیاد بودن محصول آن در واحد سطح، یکی از بهترین نباتات علوفه‌ای برای تهیه علوفه سبز و یا سیلو شده است. این گیاه دارای مصارف صنعتی مختلفی از قبیل کاغذ سازی و مقواسازی نیز می‌باشد. از آرد و جوانه ذرت هم استفاده‌های زیادی می‌شود. جوانه آن دارای مقدار زیادی روغن و همچنین ویتامین‌های مختلف، به‌خصوص ویتامین E و F می‌باشد. روغن مایع ذرت، از بهترین نوع روغن های خوراکی می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

۱-۴-۲- ریشه‌های ذرت

توسعه ریشه ذرت نقش حیاتی در رشد و تعیین پتانسیل عملکرد گیاه ذرت ایفا می‌کند. سیستم ریشه ذرت می‌تواند به دو قسمت تقسیم شود: سیستم ریشه‌ای بذری و سیستم ریشه‌ای گرهی، استقرار موفق سیستم ریشه ذرت، استقرار موفق گیاه را تضمین می‌کند (نیلسن[۱]، ۲۰۰۱).

ذرت گیاهی است علفی و یکساله، سیستم ریشه‌ای ذرت همانند سایر غلات افشان است ولی توسعه خیلی زیادی یافته است. هنگامی که بذر جوانه می‌زند، تنها یک ریشه عمودی به وجود می‌آید که با سرعت رشد کرده و به ژرفای خاک رخنه می‌کند. در مرحله بعدی شمار زیادی ریشه‌های افشان پدیدار شده و به هر سو پراکنده می‌شوند (چهره نگار، ۱۳۸۲).

ریشه‌ها نقش اصلی را در جذب آب و مواد غذایی در ذرت دارند. شبکه ریشه ذرت از ریشه نخستین، ریشه‌های فرعی و ریشه‌های تاجی تشکیل شده است. تعداد ریشه‌های اولیه آن حدود سه تا پنج عدد و ریشه‌های ثانوی که در عمق سه تا پنج سانتی‌متری خاک به وجود می‌آیند حدود ۱۵ تا ۲۰ عدد می‌باشند. سیستم ریشه‌ای ذرت در اراضی با رطوبت کم، توسعه بیش‌تری نسبت به اراضی مرطوب خواهد یافت (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۰). ریشه‌های عمیق به دلیل اینکه جوان‌تر بوده و در خاک مرطوب‌تر قرار دارند، نسبت به ریشه‌های کم عمق در جذب آب کاراترند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

سیستم ریشه‌ای ذرت به طور افقی گسترش می‌یابد و به طور عمقی نفوذ می‌کند. مسیر رشد ریشه عامل مهمی است که توزیع فضایی ریشه‌ها را در خاک تعیین می‌کند. مسیر رشد بستگی به وضعیت میان گره از محل ظهور ریشه‌های گرهی دارد. به این معنی که ریشه‌های گرهی که از بالای میان گره‌ها به وجود می‌آیند، کم‌تر جانبی هستند و بیش‌تر عمودی رشد می‌کنند. الگوی توزیع در خاک که فراهمی آب و مواد غذایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، با مسیر رشد ریشه‌های گرهی از میان گره‌های متوالی

[۱] Nielsen

تعیین می‌شود. فاکتورهای ژنتیکی و محیطی روی مسیر رشد ریشه‌های گرهی تأثیر می‌گذارد (ناکاموتو[1]، ۱۹۹۳).

۱-۵- فرضیه‌های پژوهش

۱- کم‌آبیاری سبب کاهش مصرف آب در گیاه شده و می‌تواند راهکار مناسبی برای استفاده پایدار از منابع محدود آب و خاک منطقه باشد.

۲- اعمال تنش رطوبتی در تیمارهای کم‌آبیاری روند رشد و توزیع ریشه را تغییر خواهد داد.

۳- روند خاص توزیع رطوبت در تیمار آبیاری ناقص ریشه می‌تواند منتج به تغییر نحوه توزیع سیستم ریشه در مقایسه با سایر تیمارها گردد.

۱-۶- اهداف پژوهش

هدف اصلی این بررسی تاثیر تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده در دو سطح ۵۰ و ۷۵ درصد و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۵۰ و ۷۵ درصد بر نحوه توزیع سیستم ریشه گیاه ذرت در مقایسه با آبیاری کامل بود. بدین منظور اهداف زیر مورد بررسی قرار گرفت.

۱- بررسی روند تغییرات صفات حجم، طول و سطح ریشه در محدوده عمقی یک متری از سطح خاک در محدوده ریشه ذرت در تیمارهای مختلف.

۲- بررسی روند تغییرات وزن مرطوب، وزن خشک و قطر ریشه‌های ذرت در محدوده عمقی یک متری از سطح خاک در محدوده ریشه ذرت در تیمارهای مختلف.

۳- مقایسه نسبت ریشه به ساقه طی فصل رشد در تیمارهای مختلف.

[1] Nakamoto

فصل دوم

مروری بر منابع

۱-۱- مقدمه

علیرغم اهمیت بسیار زیاد ریشه در گیاه، تحقیقات بسیار اندکی در این زمینه انجام شده است. این در حالیست که اولین گام در بهبود تأثیر مدیریت کوددهی، درک چگونگی تقابل سیستم ریشه گیاهان به خاک است. به دلیل پیچیدگی سیستم خاک گیاه، اکثر تحقیقات در مورد پاسخ‌های گیاهان نسبت به مدیریت عوامل محیطی به صورت جعبه سیاه باقی مانده است (منجل، ۱۹۸۳و کووار، ۲۰۰۱). جذب عناصر توسط گیاهان به هر دو عامل خاک و گیاه بستگی دارد. تغییرات در رشد ریشه و عملکرد آن باعث تغییر در پاسخ گیاه به آب و کود می شود.

توزیع و گسترش ریشه تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر می‌کند و از این نظر ساختمان شبکه ریشه، عمق، توسعه و جهت آن تابع وضعیت محیط رشد است. آب به سه گونه بر رشد ریشه مؤثر است.

۱- جهت گسترش ریشه‌ها

۲- نفوذ عمقی ریشه و رشد جانبی آن

۳- نسبت وزن ریشه به ساقه

در هر قسمت از خاک که آب وجود داشته باشد ریشه در همان نقطه رشد می‌کند. بنابراین می‌توان چنین تصور کرد که جهت رشد ریشه در جهت موجودیت آب در خاک است. گسترش جانبی و عمق نفوذ آن بستگی به خصوصیات ژنتیکی گیاه داشته اما تحت تأثیر شرایط محیطی، آب و خاک تغییر می‌کند. رشد ریشه تابع موجودیت آب بوده و عمیق شدن ریشه‌ها در بعضی گیاهان یک خصوصیت ژنتیکی است (علیزاده، ۱۳۸۰). محققان برای توصیف سیستم ریشه از تراکم طول ریشه (RLD)[۱] استفاده می‌کنند. ریشه‌های ریزتر در تخمین RLD وزن بالاتری را به خود اختصاص می‌دهند که این انعکاسی از فعالیت بیش‌تر آنها در مقایسه با ریشه‌های بزرگ‌تر است (کوئل هو و اور[۲]، ۱۹۹۹).

۲-۲- تاریخچه مطالعات ریشه

مطالعات سیستماتیک روی سیستم‌های ریشه‌ای در قرن هجدهم آغاز شد و از تکنیک حفاری ساده هالس[۳] برای درآوردن ریشه گیاهان از خاک و اندازه‌گیری وزن و طول استفاده می‌شد. در اواخر قرن نوزدهم دانشمندان به مطالعات سیستم‌های ریشه‌ای گیاهان علاقمند شدند. بعضی از دانشمندان مطالعات مزرعه‌ای و بعضی دیگر مطالعات گلدانی را برای ریشه‌ها ترجیح می‌دادند. در شروع قرن بیستم

[۱] Root Length Density (RLD)
[۲] Coelho and Or
[۳] Hales