Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۳، ص. ۸۹۸-۸۹۰

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 5, Nov.-Dec. 2014, p. 890-898

اثرمدیریت‌های مختلف کم‌آبیاری بر طول ریشه گیاه ذرت

مهدی قیصری[1*] – محمدمهدی مجیدی[2] – سید مجید میرلطیفی[3] – محمدجواد زارعیان[4] – سمیه امیری[5] – سیدمحمد بنی‌فاطمه[6]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۸/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۵/۴

چکیده

عکس‌العمل ریشه به کم‌آبی یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد توجه محققان است. مطالعه نحوه رشد و توزیع ریشه گیاه در مدیریت‌های آبیاری مختلف به درک بهتر از مقدار آب خاک، و نحوه دسترس‌پذیری آب و موادغذایی در شرایط کم‌آبی کمک می‌کند. به منظور بررسی اثر چهار سطح آبیاری در دو مدیریت مختلف کم‌آبیاری بر طول ریشه گیاه ذرت، مطالعه‌ای در سال۱۳۸۸ انجام شد. مدیریت‌های آبیاری شامل دور آبیاری ثابت–عمق آبیاری متغیر (M_1) و دور آبیاری متغیر–عمق آبیاری ثابت (M_2) بودند. گیاه ذرت در ۱۲۰ گلدان بزرگ ۱۱۰ لیتری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، کشت شد. داده‌برداری از ریشه گیاه پس از شستشوی ریشه در پنج مرحله از رشد گیاه انجام شد. نتایج نشان داد اثر سطوح آبیاری روی طول ریشه در هر دو مدیریت معنی‌دار ($P<0.05$) بود. بیشترین طول ریشه در عمق صفر تا ۷۰ سانتیمتر خاک در مدیریت‌های M_1 و M_2 به ترتیب برابر ۴/۶۱ و ۴/۶۴ کیلومتر بر مترمکعب پروفیل خاک بود که در تیمار آبیاری کامل در مرحله شیری شدن دانه رخ داد. نتایج نشان داد طول ریشه در سطح تنش متوسط نسبت به سطح تنش ملایم و شدید دارای مقدار بیشتری بود. عکس‌العمل ریشه به وقوع تنش در مدیریت دور متغیر شدیدتر بود و در مقادیر یکسان کاهش مقدار آب کاربردی، طول ریشه در مدیریت دور متغیر بیشتر کاهش یافت. بنابراین، با توجه به اهمیت طول ریشه به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص های رشد در تعیین مقدار جذب آب، تعیین بهینه‌ترین سطح تنش و انتخاب یک مدیریت کم-آبیاری مناسب می‌تواند باعث افزایش کارایی مصرف آب و افزایش عملکرد محصول ذرت گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، ذرت، ریشه، کارائی مصرف آب، دور آبیاری

مقدمه

گیاه ذرت یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی است که در دنیا به صورت گسترده‌ای جهت مصارف خوراکی و نیز علوفه‌ای کشت می‌گردد (۷ و ۲۷). ذرت پرمحصول‌ترین غله دنیا به حساب می‌آید که پس از گندم و برنج دارای بیشترین سطح کشت در سراسر جهان می‌باشد (۲). افزایش تولید غلات و به ویژه ذرت، با مصرف بیش از پیش منابع آب همراه خواهد شد. یکی از گزینه‌های مواجهه با این چالش، توسعه روش‌های کم آبیاری به منظور افزایش راندمان مصرف آب در این محصولات می‌باشد (۱۴).

کم آبیاری نوعی مدیریت آبیاری است که در آن گیاه درجه معینی از تنش آبی را تحمل می‌کند. در چنین شرایطی هزینه مصرف آب کاهش یافته و درآمد بالقوه افزایش می‌یابد (۳۱). یکی از مهم‌ترین بخش‌های گیاه که در اثر تنش آبی مورد تأثیر قرار می‌گیرد، ریشه گیاه است (۲۳). ریشه گیاه مشابه پلی رابط مابین گیاه و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک عمل می‌کند. شناخت در مورد نحوه پراکندگی و تراکم ریشه‌ها در عمق، به منظور مدیریت آبیاری و مصارف کودی و در نتیجه آن عملکرد گیاه بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۱۸). همچنین از آنجایی که بازشدگی روزنه‌های برگ با جذب آب توسط سیستم ریشه گیاهان کنترل شده و نهایتاً رابطه بین مقدار آب و مقدار محصول را سیستم ریشه گیاه تعیین می‌کند، مطالعه شکل و نحوه پراکندگی و مهمتر از همه طول ریشه به موضوع مورد علاقه دانشمندان در سال‌های اخیر تبدیل شده است (۱۶).

بررسی ارتباط بین شرایط مختلف اعمال کم آبیاری با طول ریشه گیاه، می‌تواند در جهت مدل‌سازی فرآیند جذب آب و توسعه ریشه مؤثر باشد (۱۹). این ارتباط در تحقیقات گوناگونی که در سطح دنیا صورت گرفته است، مورد توجه قرار داشته است. اعمال کم‌آبیاری

۱، ۴ و ۵– به ترتیب استادیار، دانشجوی دکتری و دانشجوی سابق کارشناسی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*– نویسنده مسئول: Email: gheysari@cc.iut.ac.ir)
۲ و ۶– دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳– دانشیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

www.SID.ir

Archive of SID

ناقص ریشه[1] بر روی غلات نشان داده است که قسمت خشک ریشه اثر ناچیزی بر روی جذب آب و انتقال املاح دارد (۱۵). در کم‌آبیاری ناقص ریشه، آب مصرفی در مقایسه با آبیاری کامل به میزان قابل توجهی کاهش می یابد، با این حال اثر جبرانی خوبی بر روی جذب آب در منطقه‌ای که ریشه گیاه ذرت آبیاری شده، گذاشته‌است (۳۰). نسبت ریشه به ساقه و همچنین وزن خشک ریشه بطور معناداری تحت تأثیر نحوه و عملیات آبیاری قرار می‌گیرند (۳۲). محققان گزارش نمودند که، اثر انواع برنامه‌های آبیاری بر وزن خشک ریشه ذرت معنا دار بوده و در اثر افزایش شدت تنش آبی، میزان وزن خشک ریشه‌ها تقلیل می‌یابد. در حالی که یک کم آبیاری ملایم و محدود تاحدودی باعث افزایش وزن خشک ریشه خواهد شد (۲۴).

طول ریشه را می‌توان مهم‌ترین پارامتر مربوط به رشد ریشه دانست. زیرا محققان معتقدند که پارامتر طول ریشه در واحد حجم خاک بهترین ویژگی برای محاسبه جذب آب توسط گیاه است (۲۹). عمق مؤثر ریشه ذرت در ۴۰-۳۰ روز پس از کاشت۴۵ سانتی‌متر، در ۵۵-۴۰ روز پس از کاشت ۶۰ سانتی‌متر و تا بلوغ به ۹۰سانتی‌متر می‌رسد (۲۶). تحقیقاتی که در زمینه بررسی وضعیت رشد ریشه ذرت در شرایط بالا بودن سطح آب زیرزمینی صورت گرفته است، عمق نهایی ریشه را کمتر از یک مترگزارش نموده‌اند (۲۰). همچنین در صورت خشک شدن طولانی خاک، رشد طولی ریشه به طرف پایین سریع‌تر می‌شود و بین عمق ریشه، رطوبت قابل استفاده خاک و بافت خاک ارتباط وجود دارد (۳). اگر خاک به مدت طولانی مرطوب باشد، رشد طولی ریشه غلات کندتر می‌شود (۲۲). در شرایط کم آبیاری، کمبود شدید رطوبت در لایه سطحی خاک منجر به افزایش طول ریشه و کاهش قطر آن خواهد شد، این موارد سبب کاهش مقاومت ریشه‌ها در مقابل جذب آب می‌گردند، بنابراین تنها در لایه‌های زیرین خاک است که ریشه‌های گیاه فعالانه در جذب آب و مواد غذایی شرکت دارند (۳۳). همچنین مشاهده شده است که تنش خشکی، میرایی ریشه را در لایه‌های ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و۶۰-۴۰ سانتی‌متری خاک افزایش می‌دهد (۱۱).

برای اندازه‌گیری طول ریشه، روش‌هایی نظیر روش حفاری، روش مونولیت، روش اوگر، روش دیوار هیروفیلی، روش دیواره شیشه‌ای و روش‌های گلدانی ارائه شده است (۹). روش گلدانی به پژوهشگران این اجازه را می‌دهد که عوامل محیطی که باعث تغییر در توده خاک می‌گردند را بهتر مورد مطالعه قرار دهند. مثلاً برای یافتن روند توسعه ریشه گیاه به تنش آبی، روش گلدانی از آن جهت مطلوب می‌باشند که از رقابت سیستم ریشه گیاهان با یکدیگر جلوگیری می‌کند. بدین طریق تأثیر عوامل محیطی از طرح حذف شده و ریشه به صورت انفرادی مورد مطالعه قرار می‌گیرد (۱۳).

در به کارگیری مدیریت کم آبیاری رعایت ملاحظات مهندسی از ضروریات رسیدن به موفقیت است و باید توجه داشت صرفاً با کم آب دادن به گیاه ذرت بدون توجه به زمان و مقدار آب آبیاری و نیز عکس‌العمل گیاه، ممکن است نه تنها سود بیشتری حاصل نگردد بلکه موجب بروز خسارات زیادی نیز گردد (۴ و ۱۷). بنابراین، ضرورت دارد روش‌های مختلف کم‌آبیاری در کنار تغییرات مورفولوژیکی ذرت مورد بررسی قرار گرفته تا بتوان در نحوه مدیریت کم آبیاری آن را ملاک عمل قرار داد.

تحقیقات زیادی در رابطه با اثر روش‌های مختلف توزیع آب روی خاک در سیستم‌های آبیاری روی توسعه ریشه گیاهان صورت گرفته است (۱۲، ۲۱ و ۲۸). در حالی‌که اثر نوع مدیریت روی توسعه ریشه ذرت گزارش نشده است. هدف از این تحقیق، مقایسه دو مدیریت مختلف کم آبیاری شامل مدیریت آبیاری دور ثابت- عمق متغیر و دور متغیر- عمق ثابت روی طول ریشه گیاه ذرت در مراحل مختلف رشد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات طرح آزمایشی

این آزمایش طی ماه‌های خرداد تا مهر سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. طول جغرافیایی منطقه ´۲۸ °۵۱ شرقی، عرض جغرافیایی آن ´۴۲ °۳۲ شمالی و ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا ۱۶۲۴ متر می‌باشد. جدول ۱ مقادیر پارامترهای هواشناسی اندازه‌گیری شده طی دوره مورد مطالعه را نشان داده است.

جهت انجام آزمایش محدوده‌ای از اراضی مزرعه به ابعاد ۲۰×۱۰ مترمربع انتخاب شد. ۱۲۰ گلدان ساخته‌شده از لوله‌های هیدروفلوم به ترتیب با قطر و ارتفاع ۳۹/۴ و ۸۰ سانتی‌متر برای ایجاد فضای رشد گیاه تهیه شد. این گلدان‌ها در داخل محدوده انجام طرح در گروه‌های ۱۵تایی در کنار هم قرار گرفته و جهت پر کردن آن‌ها از خاک با بافت لوم‌رسی و خصوصیات ذکر شده در جدول ۲ استفاده شد.

برای از بین بردن اثر حاشیه‌ای، پشته‌هایی با ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر در حاشیه طرح ایجاد شده و روی آن‌ها دو ردیف ذرت کشت گردید. همچنین اطراف گلدان‌ها به وسیله ورقه‌های فوم گل‌اندود شده، پوشش داده شد تا تاثیر تابش مستقیم نور خورشید به دیواره گلدان‌ها کاهش یابد. در هر یک از گلدان‌ها سه عدد بذر هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ کشت شد (۱) و پس از استقرار کامل گیاهان، دو عدد از بوته‌ها حذف گردید.

1- Partial Root Drying

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر پارامترهای هواشناسی مشاهده شده در دوره رشد گیاه در سال ۱۳۸۸

ماه	دمای حداقل (°C)	دمای حداکثر (°C)	دمای میانگین(°C)	رطوبت نسبی (%)	تبخیر و تعرق (mm)
خرداد	۲۰/۶	۳۵/۵	۲۸/۱	۱۹/۴	۲۳۴
تیر	۲۱/۹	۳۷/۷	۲۹/۸	۱۹/۳	۲۴۸
مرداد	۱۸/۷	۳۳/۸	۲۶/۳	۲۵/۲	۲۲۳
شهریور	۱۶/۱	۳۱/۳	۲۳/۷	۲۳/۶	۲۰۱
مهر	۱۲/۱	۲۶/۱	۱۹/۱	۲۹/۵	۱۶۴

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در سال ۱۳۸۸

درصد رس	۳۳
درصد شن	۲۶
درصد سیلت	۴۱
متوسط وزن مخصوص ظاهری ($gr\ cm^{-3}$)	۱/۲۸
درصد رطوبت وزنی در حالت ظرفیت زراعی	۲۱/۷
درصد رطوبت وزنی در حالت پژمردگی دائم	۱۲/۵

برای تعیین تغییرات رطوبتی خاک در اعماق ۱۵، ۲۵، ۳۵ و۵۰ سانتی‌متری از تانسیومتر استفاده شد. به طوری‌که درمجموع ۸ تانسیومتر در ۲ گلدان در ۲ مدیریت آبیاری (۴ تانسیومتر در یک گلدان در هر مدیریت آبیاری) نصب شد. رطوبت ۱۰ سانتی‌متر لایه سطحی خاک به روش وزنی اندازه‌گیری‌شد. گیاهان ذرت تا مرحله شش‌برگی بدون اعمال مدیریت کم آبیاری، آبیاری شدند. پس از مرحله ۶ برگی، مدیریت اصلی آبیاری گیاهان آغاز شد. برای پایش مقادیر آب داده شده به هر یک از تیمارها، در هر مدیریت آبیاری، تانسیومترها درگلدان‌های حاوی تیمارهای بدون تنش نصب شدند. مدیریت آبیاری شامل دو روش اعمال کم آبیاری بود. در مدیریت اول دور آبیاری گیاهان ثابت فرض شده و کم آبیاری با استفاده از تغییر در عمق آبیاری اعمال شد (مدیریت آبیاری دور ثابت- عمق متغیر یا M_1). در مدیریت دوم، کم‌آبیاری بر اساس عمق ثابت آبیاری در دور آبیاری متفاوت صورت می‌گرفت (مدیریت آبیاری دور متغیر- عمق ثابت یا M_2). نیمی از گلدان‌ها تحت مدیریت M_1 و نیمی دیگر با مدیریت M_2آبیاری شدند. در هر کدام از مدیریت‌ها یک سطح آبیاری کامل (T_4) و سه سطح کم آبیاری (T_1، T_2 و T_3) اعمال گردید.

مدیریت آبیاری دور ثابت- عمق متغیر (M_1)

در این مدیریت تخلیه مجاز رطوبتی خاک ۵۰ درصد برای تیمار شاهد (آبیاری کامل) در نظر گرفته شد. برای تعیین رطوبت خاک در تیمار شاهد در زمان آبیاری، از رابطه زیر استفاده شد:

$$\theta_{MAD\,\%50} = \theta_{FC} - (\theta_{FC} - \theta_{PWP}) \times 0.5 \qquad (۱)$$

که در این رابطه $\theta_{MAD\%50}$ درصد رطوبت حجمی خاک هنگامی است که ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک تخلیه شده است، و θ_{FC} و θ_{PWP} به ترتیب رطوبت حجمی خاک در حالت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم هستند. زمانی که میانگین رطوبت خاک به $\theta_{MAD\%50}$ می‌رسید، تیمار شاهد آبیاری می‌شد. برای محاسبه عمق آب آبیاری در تیمار T_4، از رابطه زیر استفاده شد (۸):

$$D_{ir} = \sum_{i=1}^{5} (\theta_{FC} - \theta_i) \times D_i \qquad (۲)$$

که در آن D_{ir} عمق خالص آبیاری (cm)، D_i عمق لایه i ام خاک (cm) و θ_i درصد رطوبت حجمی قبل از آبیاری می‌باشند. پس از محاسبه D_{ir}، سایر تیمارهای آبیاری نسبتی از عمق آبیاری در تیمار T_4 را دریافت نمودند. به طوری که ضرایب ۰/۵۵، ۰/۷۰ و ۰/۸۵ به ترتیب برای تیمارهای T_1 (سطح تنش شدید)، T_2 (سطح تنش متوسط) و T_3 (سطح تنش ملایم) استفاده شد.

مدیریت آبیاری دور متغیر- عمق ثابت (M_2)

از آنجائی‌که تانسیومترها فقط در تیمارهای بدون تنش نصب شده بودند، تعیین عمق آبیاری درتیمارهای تنش ممکن نبود. بنابراین، برای تعیین عمق آبیاری از نسبت‌های مختلف تبخیر- تعرق تجمعی گیاه محاسبه شده با استفاده از رابطه فائو- پنمن- مانتیث (۸) و اعمال ضرایب گیاهی (۵) و ضرایب خرداقلیمی استفاده شد. هنگامی که تبخیر- تعرق تجمعی گیاه در بین دو آبیاری برابر حداکثر عمق معادل۵۰، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ درصد آب قابل استفاده خاک در عمق توسعه ریشه بود، به ترتیب تیمارهای آبیاری کامل (T_4)، تنش ملایم (T_3)، تنش متوسط (T_2) و تنش شدید (T_1) آبیاری می‌شدند. به عبارت دیگر، پس از محاسبه تبخیر- تعرق تجمعی گیاه در یک دور آبیاری، هنگامی که تبخیر- تعرق تجمعی برابر $D_{ir(MAD75\%)}$، $D_{ir(MAD\,85\%)}$ ، $D_{ir(MAD65\%)}$ و $D_{ir(MAD\,50\%)}$ می‌شد، زمان آبیاری به ترتیب در تیمارهای T_1، T_2، T_3وT_4 فرا می‌رسید (روابط ۳ تا ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

$$D_{ir(MAD50\%)} = \sum_{i=1}^{5}(\theta_{FC} - \theta_{pwp}) \times 0.50 \times D_i \quad (۳)$$

$$D_{ir(MAD65\%)} = \sum_{i=1}^{5}(\theta_{FC} - \theta pwp) \times 0.65 \times D_i \quad (۴)$$

$$D_{ir(MAD75\%)} = \sum_{i=1}^{5}(\theta_{FC} - \theta_{PWP}) \times 0.75 \times D_i \quad (۵)$$

$$D_{ir(MAD85\%)} = \sum_{i=1}^{5}(\theta_{FC} - \theta_{PWP}) \times 0.85 \times D_i \quad (۶)$$

که در این روابط $D_{ir(MAD50\%)}$، $D_{ir(MAD65\%)}$، $D_{ir(MAD75\%)}$ و $D_{ir(MAD85\%)}$ به ترتیب ۵۰، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ درصد ماکزیمم عمق آب آبیاری در تیمار آبیاری کامل (cm) و D_i عمق لایه i ام خاک (cm) می‌باشند.

نیاز کودی گیاه با توجه به آزمایشات شیمیایی خاک درون گلدان‌ها و با استفاده از جداول توصیه کودی ملکوتی و غیبی تعیین گردید (۶). کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم قبل از کاشت به صورت دستی به خاک اضافه شد و تا عمق ۲۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط گردیدند. نیتروژن از منبع کود اوره تامین شد و در زمان کاشت، ۳۰، ۵۹ و ۷۴ روز پس از کاشت گیاه به همراه آب آبیاری به گیاه داده شد.

داده‌برداری از ریشه گیاه

اندازه‌گیری‌ها طول ریشه گیاه (TRL[1]) در ۵ مرحله از رشد گیاه شامل مراحل ۱۰برگی (S_1)، ۱۶برگی (S_2)، ظهور گل‌آذین نر (S_3)، شیری‌شدن دانه (S_4) و در مرحله رسیدگی کامل گیاه (S_5) انجام شد. با رسیدن گیاه به هر یک از مراحل ذکر شده، برای هر یک از سطوح آبیاری ۳ گلدان برای نمونه‌برداری ریشه از محوطه انجام آزمایش خارج شده و پس از جدا نمودن اندام هوایی گیاه، ریشه گیاه با فشار ملایم آب شستشو داده شد. سپس ریشه در راستای طولی در چهار مقطع ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۶۰ سانتیمتر به بعد برش داده شد. این مقاطع به ترتیب با TRL 0-20، TRL 20-40، TRL 40-60 و TRL 60-End معرفی شده‌اند. برای تعیین طول هر یک از مقاطع مورد نظر، ریشه‌ها با استفاده از دستگاه Delta-T Scan اسکن شده و طول آن‌ها اندازه‌گیری شد و در نهایت با تجمیع طول ریشه در هر یک از مقاطع، طول کل ریشه به دست آمد. طرح آزمایشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9 استفاده شد.

1- Total Root Length

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل برای صفات مورد مطالعه به روش دانکن

سوپر فسفات تریپل	ماده خشک (گرم)	رتبه	نیتروژن (درصد)	رتبه	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	رتبه	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	رتبه	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)	رتبه	روی (میلی گرم بر کیلوگرم)	رتبه	مجموع رتبه ها
c_1	۱۷/۳۵^{D}	۱	۰/۹۰۶۷^{B}	۱	۰/۱۱۶۴^{D}	۱	۱/۸۶۰^{A}	۱	۱۳۹/۲^{AB}	۱/۵	۱۱/۸۹^{AB}	۱/۵	۹
c_2	۱۸/۳۳^{C}	۲	۰/۹۹۰۶^{A}	۲	۰/۱۴۵۳^{B}	۳	۱/۷۵۶^{AB}	۲/۵	۱۴۹/۴^{A}	۲	۱۲/۹۴^{A}	۲	۱۳/۵
c_3	۱۹/۰۵^{BC}	۲/۵	۰/۹۳۸۹^{AB}	۱/۵	۰/۱۳۶۷^{BC}	۲/۵	۱/۶۶۹^{BC}	۱/۵	۱۳۱/۰^{AB}	۱/۵	۱۰/۸۹^{B}	۱	۱۰/۵
c_4	۱۹/۶۸^{AB}	۳/۵	۰/۹۷۵۶^{A}	۲	۰/۱۳۶۰^{C}	۲	۱/۷۲۵^{BC}	۱/۵	۱۰۷/۹^{B}	۱	۱۱/۳۹^{B}	۱	۱۱
c_5	۲۰/۳۸^{A}	۴	۰/۹۶۳۹^{AB}	۱/۵	۰/۱۶۳۵^{A}	۴	۱/۶۱۹^{C}	۱	۱۵۴/۹^{A}	۲	۱۲/۷۳^{A}	۲	۱۴/۵

www.SID.ir

Archive of SID

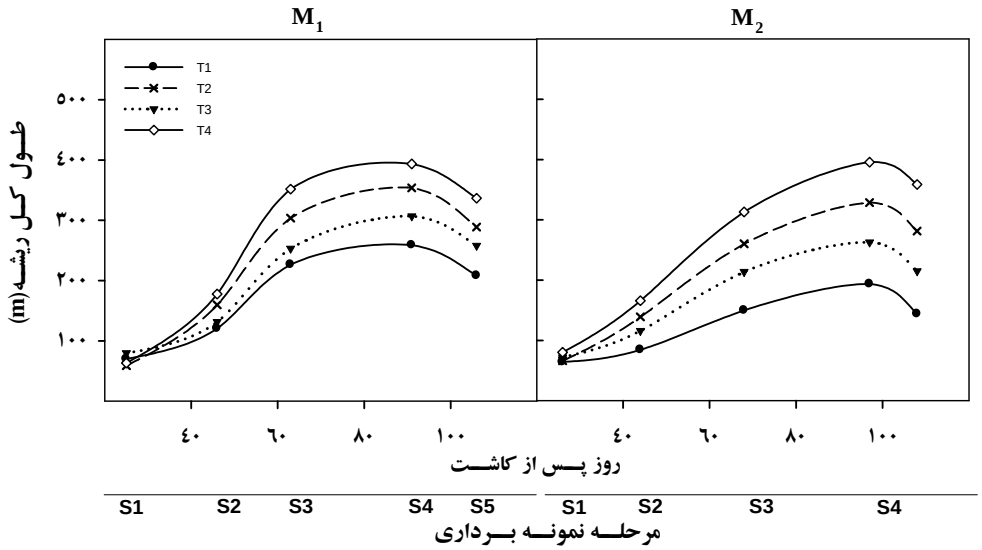
نتایج و بحث

در شکل ۱ تغییرات طول کل ریشه گیاه ذرت در مراحل مختلف رشد و سطوح مختلف آبیاری در مدیریت‌های M_1 و M_2 نشان داده شده است. روند تغییرات نشان می‌دهد که در هر دو مدیریت آبیاری طول ریشه ذرت تا مرحله S_4 روند افزایشی داشته است و با ورود گیاه به مرحله رسیدگی کامل، طول ریشه‌ها صرف‌نظر از نوع مدیریت و سطح تنش، روند کاهشی داشته است. نتایج بدست آمده با نتایج اندرسون (۱۰) که بیان می‌دارند طول ریشه‌های ذرت تا انتهای فصل رشد مرتباً افزایش می‌یابد و سپس در انتهای مرحله رشد همزمان با رسیدگی گیاه مرگ و میر ریشه‌ها نیز آغاز می شود، تطابق دارند.

طول ریشه از سطح آبیاری T_4 تا T_3روند کاهشی، از T_3 تا T_2 روند افزایشی و از T_2 تا T_1 مجددا روند کاهشی داشته است. به عبارت دیگر، سطح تنش ملایم (T_3) باعث کاهش طول ریشه شده است و در مقادیر تنش آبی متوسط (T_2)، مجدداً طول ریشه افزایش یافته و در سطح تنش آبی شدید (T_1) مقدار طول ریشه به حداقل مقدار خود رسیده است. در شرایط تنش ملایم، به دلیل نامطلوب شدن شرایط رطوبت، ریشه گیاه نسبت به آبیاری کامل رشد و توسعه کمتری دارد. زمانی که تنش شدیدتر می شود برای مقابله با تنش در یک فرآیند تطبیقی رشد و توسعه ریشه افزایش می یابد، در این حالت رشد ریشه نسبت به تنش ملایم بیشتر می‌شود، اما همچنان کمتر از شرایط آبیاری کامل است (شکل ۱).

جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین طول ریشه ذرت در مقاطع مختلف طول ریشه و نیز طول کل ریشه‌ها را برای مدیریت‌های آبیاری M_1 و M_2 نشان می‌دهد. در هر دو مدیریت آبیاری برای طول ریشه بین بیشتر سطوح مختلف آب کاربردی در تمامی مقاطع طولی ریشه، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). به علاوه، طول کل ریشه گیاه نیز در مراحل مختلف رشد آبیاری در هر دو مدیریت اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) را بین سطوح مختلف آب نشان داده است (جدول ۳).

در مراحل S_2، S_3 و S_4 بیشترین مقدار طول ریشه در عمق ۶۰-۴۰ سانتیمتری و در سطح آبیاری کامل مشاهده شد. در مرحله رسیدگی کامل (S_5) بیشترین طول ریشه در سطح آبیاری کامل و در عمق ۲۰-۰ سانتیمتری خاک مشاهده شد. به علاوه، بیشترین تراکم ریشه در مراحل توسعه و میانی رشد گیاه در عمق ۶۰-۴۰ سانتیمتری و در مرحله رسیدگی گیاه در لایه سطحی خاک مشاهده شد و بیشترین مقدار طول ریشه در تمامی سطوح آبیاری در مرحله S_4 رخ داد. یافته‌های این مطالعه با نتایج سایر محققان (۲۵) که بیان کردند طول ریشه گیاه ذرت در طول فصل رشد در تمامی اعماق روند افزایشی دارد، هماهنگی دارد. بیشترین میزان طول ریشه در عمق صفر تا ۷۰ سانتی متری پروفیل خاک در مدیریت های M_1 و M_2 به ترتیب برابر ۴/۶۱ و ۴/۶۴ کیلومتر بر متر مکعب خاک در تیمار T_4در مرحله S_4 رخ داد. سایر محققان برای ذرت طول ریشه را ۱۱ کیلومتر بر مترمکعب خاک در عمق ۰ تا ۱۰ سانتیمتری سطح خاک گزارش نموده اند (۲۵). در تحقیق مذکور درصد شن مزرعه ۷۰ درصد، دانسیته ظاهری ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، سیستم آبیاری شیاری و در شرایط مزرعه انجام شده است.



شکل ۱- تغییرات طول کل ریشه گیاه ذرت در طی فصل رشد در مدیریت آبیاری دور ثابت- عمق متغیر (M_1) و مدیریت آبیاری دور متغیر- عمق ثابت (M_2)

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین تفاوت بین طول ریشه در تحقیق مذکور با تحقیق حاضر ممکن است تحت تاثیر نوع سیستم آبیاری، نوع واریته، شرایط آب و هوایی و نیز شرایط کشت باشد. علاوه بر موارد مذکور، یافته‌های تحقیق حاضر ثابت کردند که با یک حجم مشخص آبیاری و در یک بافت خاک و یک شرایط اقلیمی ثابت، نوع مدیریت آبیاری نیز بر طول ریشه تاثیر دارد.

در مرحله S_4، در مدیریت M_1 بیشترین دانسیته طولی ریشه در تیمارهای T_1، T_2، T_3 و T_4 به ترتیب ۳/۰۳، ۴/۱۵، ۳/۶۰ و ۴/۶۱ کیلومتر بر متر مکعب خاک و در مدیریت M_2 به ترتیب ۲/۲۷، ۳/۸۵، ۳/۰۸ و ۴/۶۴ کیلومتر بر متر مکعب خاک در عمق صفر تا ۷۰ سانتی‌متری گلدان بود. نتایج نشان داد که تیمار T_4 بیشترین دانسیته طولی را به خود اختصاص داده است که با یافته‌های محققان پیشین که کاهش طول ریشه ذرت در اثر تنش آبی را گزارش نموده‌اند، هماهنگ می‌باشد (۳و۱۱). با این حال در تیمار T_2 در مقایسه با T_3و T_1، دانسیته طولی ریشه در نیمرخ خاک بیشتر بوده است. به عبارت دیگر، افزایش دانسیته طولی ریشه در سطح تنش متوسط نسبت به سطوح ملایم و شدید نشان می‌دهد که در صورت وقوع مقادیر تنش بالاتر (از سطح تنش ملایم به متوسط) تا سطح تنش معینی، گیاه مجبور به توسعه ریشه خود خواهد شد و بالاخره در تنش بسیار شدید (از سطح تنش متوسط به شدید) کاهش طول ریشه، گواهی بر مرگ ریشه‌ها خواهد بود (۱۰).

نسبت کاهش عمق آب دریافتی در هر یک از سطوح آبیاری نسبت به عمق آب کاربردی در سطح آبیاری کامل ($1-W_{Ti}/W_{T4}$) در مقابل نسبت کاهش طول ریشه گیاه در هر یک از سطح آبیاری نسبت به طول ریشه گیاه در سطح آبیاری کامل در مرحله شیری شدن دانه (S_4) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد شیب خط طول ریشه در مقابل کمبود آب کاربردی در مدیریت M_1، ۰/۸۷ و در مدیریت M_2، ۱/۱۷ بود، که نشان از حساسیت طول ریشه به کم‌آبیاری در مدیریت M_2 می‌باشد. کاهش ۲۰ درصدی عمق آب کاربردی در مدیریت هایM_1 و M_2 به ترتیب باعث ۱۶ و ۲۳ درصد کاهش در طول ریشه ذرت شده است. بنابراین، در نسبت یکسان کاهش عمق آبیاری در دو مدیریت، طول ریشه در مدیریت M_2 بیشتر از مدیریت M_1 تحت تأثیر قرار می‌گیرد و هر چه تنش آبی شدیدتر شود، این تأثیر بیشتر خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد بیشترین و کمترین طول ریشه و دانسیته طولی ریشه به ترتیب در سطوح آبیاری کامل و تنش شدید مشاهده شد. طول و دانسیته طولی ریشه در سطح تنش متوسط نسبت به سطح تنش ملایم و شدید مقدار بیشتری را نشان داد.

نتایج نشان داد که ریشه در شرایط تنش ملایم نسبت به آبیاری کامل به دلیل نامطلوب شدن شرایط رطوبت، رشد و توسعه کمتری دارد. زمانی که تنش شدیدتر می شود برای مقابله با تنش در یک فرآیند تطبیقی، رشد و توسعه ریشه افزایش می یابد. در این حالت رشد ریشه نسبت به تنش ملایم بیشتر می‌شود، اما همچنان کمتر از شرایط آبیاری کامل است. علاوه بر سطح تنش، نوع مدیریت کم آبیاری نیز یکی از دیگر پارامترهای مهم در توسعه و رشد ریشه ذرت می‌باشد. در نسبت یکسان کاهش عمق آبیاری در دو مدیریت، طول ریشه در مدیریت آبیاری دور ثابت– عمق متغیر بیشتر از مدیریت دور متغیر– عمق ثابت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و هر چه تنش آبی شدیدتر شود، این تأثیر بیشتر خواهد شد. نتایج تحقیق ضمن ارائه عددی دانسیته طولی ریشه تحت سطوح مختلف کم آبیاری، می‌تواند برای انتخاب سطح تنش بهینه و انتخاب یک مدیریت کم‌آبیاری مناسب در جهت افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد ذرت بسیار موثر باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (طرح شماره ۸۸۰۰۰۸۴۱) و دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی در انجام این تحقیق و جناب آقای دکتر عبدالمجید لیاقت ناظر محترم طرح به دلیل نظرات ارزشمندشان سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- امام ی. و رنجبر غ.ح. ۱۳۷۹. تأثیر کم‌آبیاری در زمان رشد رویشی قبل از ظهور گل تاجی بر ویژگی‌های ظاهری، شاخص برداشت، کارایی استفاده از آب، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم-آبی و خشکسالی. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران.

۲- جزایری ا.، نادری ا.، علوی م. و گوهری م. ۱۳۸۷. اثر تنش کمبود آب در برخی مراحل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید ۷۰۴ در تراکم‌های مختلف بوته. یافته‌های نوین کشاورزی. شماره ۹، صفحه ۲۳-۱۳.

۳- حاج‌عباسی م.ع. ۱۳۷۸. فیزیک خاک و ریشه گیاه. انتشارات غزل. اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- سپاسخواه ع.ر.، توکلی ع.ر. و موسوی س.ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران.
۵- قیصری م.، میرلطیفی س.م.، همایی م. و اسدی م.ا. ۱۳۸۵. تعیین نیاز آبی ذرت علوفه ای و ضریب گیاهی آن در مراحل مختلف رشد. تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره ۷، صفحه ۱۴۲-۱۲۵.
۶- ملکوتی م.ج. و غیبی م.ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه. مرکز نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۷- نخجوانی مقدم م.، نجفی م.ا.، صدرقائن س.ح. و فرهادی ا. ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۳۰۲. به‌زراعی نهال و بذر.شماره ۲۷، صفحه ۹۰-۷۳.
8- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO irrigation and drainage paper, No. 56.Rome, Italy, 300 pp.
9- Alisha L.P., Frank P.D., Daniel B.S. and Stover B. 2009. Fine root biomass estimates frommінirhizotron imagery in a shrub ecosystem exposed to elevated CO_2. Plant and Soil, 317 (1-2):145-153.
10- Anderson E.L. 1987. Corn root growth and distribution as influenced by tillage and nitrogen fertilization. Agronomy Journal, 79:544-545.
11- Bingru H. and Hongwen G. 2000. Root physiological characteristics associated withdrought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science, 40:196-203.
12- Bo Z., Renkuan L., Yunkai L., Tao G., Peiling Y., Ji F., Weimin X. and Zhichao Z. 2012. Water absorption characteristics of organic inorganic composite superabsorbent polymers and its effect on summer maize root growth. Journal of Applied Polymer Science, 126:423-435.
13- Bohm W. 1979. Method of studying root systems. Springer-Verlag, New York.
14- Caixia L., Jingsheng S., Fusheng L., Xinguo Zh., Zhongyang L. and Xiaoman Q. 2011. Response of Root Morphology and Distribution in Maize to Alternate Furrow Irrigation. Agricultural Water Management, 98:1789-1798.
15- Dodd I.C., Egea G. and Davies W.J. 2008. Accounting for sap flow from different parts of the root system improves the prediction of xylem ABA concentration in plants grown with heterogeneous soil moisture. Journal of Experimental Botany, 59:4083-4093.
16- Ellis F.B. and Barnes B.T. 1980. Growth and development of root system of winter cereals grown after different tillage methods including direct drilling. Plant and Soil, 55:283-288.
17- English M.J. and Raja S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. Agricultural waterManagement, 32:1-14.
18- Feddes R.A. and Raats P.A. 2004. Parameterising the soil-water-plant-root system. WageningenFrontis Series, 6:95-141.
19- Fiscus E.L. and Markhart A.H. 1979. Relationships between root system water transport properties and plant size in Phaseolus. Plant Physiology, 64:770-773.
20- Follett R.F., Allmaras R.R. and Reichman G.A. 1978. Distribution of corn roots in sandy soil with a declining water table. Agronomy Journal, 66:288-292.
21- Gheysari M., Mirlatifi S.M., Bannayan M., Homaee M. and Hoogenboom G. 2009. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agricultural Water Management, 96:809-821.
22- Hu X.T., Chen H., Wang J., Meng X.B. and Chen F.H. 2009. Effects of soil water content on cotton root growth and distribution under mulched drip irrigation. Agricultural Sciences in China, 8:709-716.
23- McElgunn J.D. and Harrison C.M. 1969. Formation, elongation and longevity of barely root hairs. Agronomy Journal, 61:79-81.
24- Mehrvarz S., Chaichi M.R., Hashemi M., and Parsinejad M. 2013. Yield and Growth Response of Maize (Zea *mays* L.S.C. 704) to Surfactant under Deficit Irrigation. International Journal of Plant and Animal Sciences, 1(3):42-48.
25- Oliveira M.R.G., Serralheiro R.P., Reis M.P.Z. and Santos F.L. 1998. Maize Root System Response to Furrow Irrigation in a Mediterranean Brown Soil: Root Growth Related to Water Distribution.Journal of Agricultural Engineering Research, 71:13-17.
26- Panda R., Behera S. and Kashyap P.S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. Agricultural Water Management, 66:181-203.
27- Smith W., Betran J. and Runge E. 2004. Corn, origin, history, technology, and production. John Wiley and Sons, New Jersey.
28- Snyman H.A. 2009. Root studies on grass species in a semi-arid South Africa along a soil-water gradient Agriculture. Ecosystems and Environment, 130:100-108.
29- Taylor H.M. and Klepper B. 1975. Water uptake by cotton root systems: an examination of assumptions in the single root model. Soil Science, 120:57-67.
30- Tiantian Hu., Shaozhong K., Fusheng Li. and JianhuaZh. 2011. Effects of partial root-zone irrigation on hydraulic conductivity in the soil–root system of maize plants. Journal of experimental botany, 62:4163-4172.
31- Wang Z., Liu F., Kang S. and Jensen C.R. 2012. Alternate partial root-zone drying irrigation improves nitrogen

www.SID.ir

Archive of SID

nutrition in maize (*Zea mays* L.) leaves. Environmental and Experimental Botany, 75:36-41.
32- Yang G., Aiwang D., Xinqiang Q., Wanga Z. and Jingsheng S. 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. Agricultural water Management, 98:199-212.
33- Yavuz M., Cakır R., Kavdır Y., Deveciler M. and Bahar E. 2012. Irrigation Water Management for Sprinkler Irrigated Corn Using Rooting Data Obtained by the MinirhizotronTechnique.International Journal of Agriculture & Biology, 14 (1):11-19.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 5, Nov.-Dec. 2014, p. 890-898

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۳، ص. ۸۹۸-۸۹۰

The Effects of Two Different Deficit Irrigation Managements on the Root Length of Maize

M. Gheysari[1*] - M.M. Majidi[2] – S.M. Mirlatifi[3] – M.J. Zareian[4] – S. Amiri[5] – S.M. Banifatemeh[6]

Received:06-11-2013
Accepted:26-07-2014

Abstract

The response of root to water stress is one of the most important parameters for researchers. Study of growth and distribution of root under different irrigation managements helpsresearchersto a better understanding of soil water content, and the availability of water and nutrition in water stress condition. To investigate the effects of four levels of irrigation under two different deficit irrigation managements on the root length of maize, a study was conducted in 2009. Irrigation managements included fixed irrigation interval-variable irrigation depth (M_1) and variable irrigation interval-fixed irrigation depth (M_2). Maize plants were planted in 120 large 110-liter containers in a strip-plot design in a randomized complete block with three replications. Root data sampling was done after root washing in five growth stages. The results showed that the effect of irrigation levels on root length was significant ($P<0.05$) under both managements. The maximum root length was 4.61 and 4.64 Km per m^3 of soil profile in M_1 and M_2, respectively in the depth of 0-70 cm of soil profile which was observed in full irrigation treatment at milk stage. The results indicated that root length in mild-deficit-irrigation level was more than root length in moderate and mild-deficit-irrigation levels. The response of root maize to water stress was more severe in variable-irrigation-interval management and the same amount of reduction in applied water resulted in more decrease in root length under variable-irrigation-interval than fixed-irrigation-interval management. Therefore, due to the importance of root length as one of the most important characteristics of growth indices in maize to determine the amount of water absorption, determination of the optimum level of water stress and selection of an appropriate deficit-irrigation management can increase water use efficiency as well as maize yield.

Keywords: Water stress, Corn, Root, Water use efficiency, Irrigation interval

1,4,5- Assistant Professor, PhD Student and Former BSc Student of Water Engineering Department, Agriculture College, Isfahan University of Technology, Respectively
(*- Corresponding Author Email:gheysari@cc.iut.ac.ir)
2,6- Associate Professor and Former MSc Student of Agronomy Department, Agriculture College, Isfahan University of Technology
3- Associate Professor of Irrigation and Drainage Department, Agriculture College, Tarbiat Modares University

www.SID.ir