

برهمکنش شوری، خشکی و کود نیتروژن بر تولید ذرت

علیرضا سپاسخواه و ابوالفضل عزیزیان
بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهمترین غلات برای مصرف انسان و حیوان می‌باشد و برای تولید دانه و علوفه کشت می‌گردد. آب و نیتروژن دو نهاده مهم تولید گیاهی هستند. عملکرد ذرت به افزایش مقدار آب و نیتروژن به کار رفته پاسخ مثبت نشان می‌دهد تا جایی که مقدار تولید به بیشترین سطح مطلوب برسد. به هر حال نگرانی‌هایی در مورد در دسترس بودن منابع، شامل کمیت و کیفیت آب و نیز آبشویی نترات به دلیل کاربرد بیش از اندازه نیتروژن و آب وجود دارد. افزایش تقاضا برای آب در جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، کشاورزان را تحت فشار قرار داده است که از آب با کیفیت پایین از جمله آب زهکش‌های کشاورزی (آب‌های شور) برای آبیاری استفاده نمایند. شوری یکی از مشکلات جدی محیطی است که موجب تنش اسمزی، کاهش رشد گیاه و بهره‌وری محصول در مناطق فاریاب می‌گردد. برای تولید محصولات کشاورزی، در مناطق کشاورزی که تحت تأثیر شوری قرار گرفته‌اند، گونه‌های گیاهی مناسب و اصلاح خاک مورد نیاز است. شوری روی عملکرد، تبخیر- تعرق، پتانسیل آب برگ قبل از طلوع آفتاب، هدایت روزنه‌ای و سطح برگ گیاه اثر منفی دارد. کاهش عملکرد ناشی از شوری می‌تواند به شکل کاهش تعداد و وزن دانه‌ها، غده‌ها و میوه‌ها خود را نشان دهد. بیشتر مطالعات برهمکنش شوری و نیتروژن در مزرعه، در خاک‌های با کمبود نیتروژن انجام شده است. بنابراین زمانی که شوری شدید نباشد، اضافه کردن نیتروژن موجب بهبود رشد و یا عملکرد می‌گردد. دادن کود نیتروژن، میزان تحمل گیاه به شوری را افزایش نمی‌دهد. به عبارت دیگر کاربرد نیتروژن بیشتر از میزان بهینه در شرایط غیر شور عملکرد گیاه را افزایش نمی‌دهد. همچنین ماهیت برهمکنش شوری و دیگر تنش‌ها به طور منفی یا مثبت بر میزان در دسترس بودن مواد مغذی، جذب و پخشیدگی آنها مؤثر است. این موارد در شرایط غیر شور بسیار پیچیده هستند، حال آنکه وجود تنش شوری یک سطح جدید از پیچیدگی را به تغذیه مواد معدنی توسط گیاه اضافه می‌کند. اثر برهمکنش سطوح آبیاری و شوری روی ذرت مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داده است که دمای برگ، شدت تعرق و مقاومت روزنه‌ای ذرت و همچنین نفوذ آب در زمین به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری و شوری و برهمکنش آنها قرار دارد. به هر حال، اطلاعات در مورد اثر برهمکنش نیاز آبی، شوری و نیتروژن محدود بوده و مدیریت آب، خاک و گیاه نیاز به شناخت این عوامل دارد.

هدف

اهداف این پژوهش ارزیابی اثر سطوح شوری، آب آبیاری و نیتروژن بر رشد ذرت و عملکرد آن در یک منطقه نیمه خشک ایران در یک خاک سیلتی رسی لومی (Silty clay loam) می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۸ و ۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باجگاه واقع در ۵۶' ۲۹° عرض شمالی و ۵۲° ۰۲' طول شرقی و ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سطح دریا، در جنوب غربی ایران که دارای آب و هوای نیمه خشک می باشد، انجام شده است. میانگین بلندمدت دمای هوا، بارندگی و رطوبت نسبی منطقه به ترتیب $13/4^{\circ}\text{C}$ ، ۳۸۷ mm و ۵۲/۲٪ می باشد. خاک محل آزمایش در عمق ۰/۶ متری از بالای نیمرخ خاک جزء سیلتی رسی لومی طبقه بندی شده است. تبخیر- تعرق مرجع (ET_0) در منطقه مطالعه به وسیله روش فائو- پنمن- مانتیث اصلاح شده با استفاده از داده های هواشناسی جمع آوری شده از یک ایستگاه هواشناسی استاندارد واقع در نزدیکی زمین آزمایش، محاسبه شده است. تبخیر تعرق بالقوه ذرت (ET_c) از حاصل ضرب ET_0 و ضریب گیاهی اصلاح شده (K_c) در منطقه مطالعه محاسبه شد. ذرت (cv SC704)، یک هیبرید دیررس) در ۳۱ اردیبهشت ۸۸ و ۴ خرداد ۸۹ به روش آبیاری جویچه ای کاشته شد. طول خطوط کاشت و فاصله جویچه ها به ترتیب ۵ و ۰/۷۵ متر بود و تعداد جویچه ها در هر کرت ۵ عدد می باشد. تراکم نهایی ذرت بعد از وجین ۸۸۸۸۸ گیاه در هکتار با فاصله بین ردیف ۱۵ سانتی متر می باشد. هیچ بارندگی و کمک آب زیرزمینی (عمق آب زیرزمینی بیشتر از ۴۰ متر بود) در طول فصل رشد وجود نداشت. فسفر به صورت سوپر فسفات تریپل به میزان 200 kg ha^{-1} قبل از کاشت به کار برده شد. زمین به اندازه کافی (۲۰۰ میلی متر) در آبیاری اول و دوم آب داده شد (مرحله سه برگی گیاه). بعد از آبیاری اول یک لوله آلومینیوم به طول ۱/۵ متر در مرکز کرت ها در دو تکرار، برای اندازه گیری رطوبت خاک با استفاده از روش پراکندگی نوترون متر قرار داده شد. تیمارهای شوری و آب آبیاری از آبیاری سوم اعمال گردید (مرحله ۳ الی ۴ برگی ذرت). تیمارها شامل سه سطح آب آبیاری، شوری آب آبیاری و میزان کود نیتروژن بود. آبیاری با فواصل ۷ روز برنامه ریزی شد و ET_c برابر نیاز کامل آبی گیاه برای ۷ روز آینده در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری شامل I_1 ((جزء آبشویی) $1.0ET_c + 0.25 ET_c$ ، I_2 ($0.75I_1$)، I_3 ($0.5I_1$) بود. سطوح نیتروژن (به عنوان اوره) شامل ۳۰۰، ۱۵۰ و صفر کیلوگرم در هکتار بود. ۷۰٪ کود اوره در هفته سوم به کار برده شد و باقی مانده در هفته دهم بعد از کاشت در هر دو سال به کار برده شد. تیمارهای شوری شامل ۲، ۴ و ۰/۶ (شوری آب چاه) دسی زیمنس بر متر می باشند. این تیمارها با اضافه کردن نمک های NaCl و CaCl_2 با نسبت مساوی به آب چاه تهیه شد. طرح آزمایش به صورت کرت دو بار خرد شده با سه تکرار می باشد. تیمارهای آب، شوری و نیتروژن به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی، فرعی و فرعی- فرعی در نظر گرفته شد. اندازه گیری حجم آب آبیاری به کار

رفته به وسیله دستگاه کنتور آب انجام شده است. بعد از سال اول، زمین به وسیله دو آبیاری سنگین شسته شد که موجب کاهش شوری نیمرخ خاک در طول فصل زمستان شد. تنظیم تیمارهای آزمایش در زمین در سال دوم (۱۳۸۹) مشابه سال اول بود. مقدار رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف آبیاری به وسیله دستگاه نوترون متر (مدل CPN, 503DR) تا عمق ۱/۵ متری با فواصل ۰/۳ متر قبل از آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ (LAI) و تولید ماده خشک (نگهداری در آون با دمای ۷۰°C تا رسیدن به وزن خشک ثابت) از ۳ الی ۶ گیاه در طول فصل رشد در فواصل ۳۰ روز اندازه‌گیری شد. همزمان نمونه‌های خاک با فواصل ۰/۳ متر تا عمق ۱/۵ متری گرفته شده، هوا خشک شده و برای تجزیه شیمیایی از جمله هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس با استفاده از روش تعریف شده توسط کارکنان آزمایشگاه شوری آمریکا شوری عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد. مراحل رشد گیاه در هر تیمار نیز، با استفاده از سیستم مرحله رشد استاندارد ذرت، ثبت شد و تاریخ‌هایی که در آن ۵۰٪ یا بیشتر گیاهان ذرت در هر کرت به مراحل رشد رویشی و زایشی شامل تاریخ کاشت، مرحله ظهور نهال، مرحله رشد کاکل، مرحله ابریشم‌دهی و مرحله بلوغ فیزیولوژیکی رسیدند، ثبت شد. تجزیه و تحلیل رشد و توسعه ذرت به عنوان تابعی از درجه روزهای دوره رشد (GDD) انجام گردید. گیاهان در تاریخ ۱۹ مهر هر دو سال از یک سوم میانی ردیف‌های هر کرت به طول ۴ متر برداشت شد و سپس در آون با دمای ۷۰ تا رسیدن به وزن ثابت، خشک شد. کل ماده خشک و عملکرد دانه (GY، با رطوبت ۱۵٪) اندازه‌گیری شد. مقدار نیتروژن دانه و شاخ و برگ با استفاده از روش کلدال تعیین شد. شاخص برداشت، میانگین وزن خوشه و وزن هزار دانه نیز تعیین گردید. بهره‌وری آب هر کرت از تقسیم عملکرد دانه (WP_{GY}) یا ماده خشک (WP_{OM}) به آب آبیاری به کار رفته محاسبه شد. با استفاده از کل جذب نیتروژن دانه و شاخ و برگ و مقدار نیتروژن به کار رفته به عنوان کود، بازیافت نیتروژن برای تیمارهای مختلف محاسبه شد. به علاوه با استفاده از نیتروژن به کار رفته به عنوان کود و عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن (NUE) برای تیمارهای نیتروژن محاسبه شد. همچنین رفتار عملکرد دانه تحت تأثیر برهمکنش آبیاری، شوری و نیتروژن به وسیله معادلات درجه دوم و خطوط هم‌مقدار توصیف شده است. علاوه بر آن، رابطه بین عملکرد نسبی دانه [نسبت عملکرد دانه در تیمارهای تحت تأثیر تنش آب و نیتروژن به مقدار بیشینه آن] و میانگین شوری عصاره اشباع خاک با استفاده از رگرسیون تعیین شد. تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. داده‌های اندازه‌گیری شده توسط تجزیه واریانس (ANOVA) مورد تحلیل قرار گرفت. پس از بررسی نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها، روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p < 0.05$) برای بررسی تفاوت میانگین‌ها مورد استفاده قرار گرفت. اثر معنی‌داری سال در پارامترهای اندازه‌گیری وجود نداشت. بنابراین در تحلیل پارامترها، میانگین دو سال در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج مراحل ثبت شده رشد نشان داد که مرحله رشد رویشی در شرایط تنش آبی و به ویژه تنش شوری بیشتر طول کشیده است. همچنین نتایج نشان داد که تمام صفات رشد اندازه‌گیری شده در شرایط تنش آبی، شوری و نیتروژن کاهش یافت. به استثنای WP_{DM} که در شرایط تنش آبی مقدار بزرگتری داشت. حساس‌ترین پارامتر به تنش آبی، شوری و نیتروژن، عملکرد دانه (GY) بود و بعد از آن وزن بلال و شاخص سطح برگ قرار دارد. بر اساس عملکرد دانه، مدیریت مناسب آب و کود نیتروژن برای ذرت در منطقه مورد مطالعه کاربرد آب غیر شور ($EC_{iw} = 0.6$) در سطح $I_1 = 1.25 ET_C$ به همراه 300 kg ha^{-1} نیتروژن می‌باشد. بر طبق نتایج بهره‌وری آب، در میزان آب و نیتروژن به ترتیب برابر $I_2 = 0.75 I_1$ و 150 kg ha^{-1} و شرایط بدون شوری کاربرد یک واحد حجم آب، در تولید عملکرد دانه کارآمدتر بود. بر اساس کارایی مصرف نیتروژن (NUE) و بازیافت نیتروژن (NR) میزان کاربرد نیتروژن برابر 150 kg ha^{-1} برای منطقه مورد مطالعه به ویژه در شرایط شوری بهینه می‌باشد.

نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که می‌توان عملکرد دانه ذرت را به صورت تابعی از سطوح آب آبیاری به کار رفته و نیتروژن در هر سطح از شوری آب آبیاری نشان داد. این توابع که به صورت رابطه درجه دوم هستند نشان دادند که در شرایط شوری نیاز به تأمین نیتروژن کمتر (300 kg ha^{-1}) می‌باشد. در حالیکه در شرایط بدون تنش شوری، الگوی غالب در عملکرد دانه در مقابل آب آبیاری و نیتروژن به کار رفته، یک روند صعودی بود. به علاوه نقشه خطوط هم‌مقدار عملکرد دانه نشان داد که ترکیب‌های متفاوت زیادی از عمق آبیاری و کل نیتروژن به کار رفته وجود دارد و در نتیجه مقادیر مختلف عملکرد دانه و نقطه بهینه را می‌توان انتخاب نمود. در نهایت، E_{Ce} حد آستانه، EC_e برای کاهش ۵۰ درصدی عملکرد دانه و ضریب کاهش عملکرد برای ذرت به دست آمده در این پژوهش نشان داد که به طور کلی، ذرت در میزان بالای کاربرد نیتروژن (300 kg ha^{-1}) به شوری مقاوم تر نشد، اگر چه در برخی نمونه‌ها با افزایش میزان کاربرد نیتروژن، حساسیت به شوری کاهش یافت.

کلمات کلیدی: واکنش زراعی، ذرت، نیتروژن، آب شور، شاخص‌های شوری