

تأثیر تداخل علف هرز آمارانتوس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) بر عملکرد کمی و کیفی ذرت (*Zea mays* L.) در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن

Effect of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) interference on corn (*Zea mays* L.) yield quantity and quality under different irrigation and nitrogen levels

مجید غلامحسینی^۱، مجید آقاعلیخانی^۲، فرهاد حبیب زاده^۳

چکیده:

به منظور بررسی تأثیر تداخل آمارانتوس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) بر عملکرد کمی و کیفی ذرت (*Zea mays* L.) در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن، آزمایشی مزرعه‌ای طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری در دو سطح به صورت رژیم آبیاری کم (L_{II}) و رژیم آبیاری کامل (F_{II}) در کرت‌های اصلی، و فاکتور مقادیر مختلف نیتروژن (۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و همچنین وجود (CP) و عدم وجود علف هرز (C) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت، به وسیله افزایش دسترسی به آب افزایش می‌یابد. بر عکس در شرایط کمبود آب اثر مفید نیتروژن به شدت کاهش می‌یابد. در شرایط وجود علف‌های هرز، زمانی که رطوبت به میزان کافی تامین شده بود (تیمار $CP-F_{II}$) افزایش مصرف نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. در مقابل، تحت رژیم آبیاری کم همراه با وجود علف‌های هرز (تیمار $CP-L_{II}$)، سطوح مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت نداشتند. پاسخ عملکرد دانه آمارانتوس به افزایش مصرف نیتروژن به ویژه در رژیم آبیاری کامل، خطی بود بدین معنی که افزایش هر سطح نیتروژن با افزایش عملکرد دانه آمارانتوس همراه بود. در هر دو رژیم آبیاری افزایش مصرف نیتروژن، افت عملکرد دانه ذرت ناشی از رقابت آمارانتوس را تشدید نمود. در مجموع چنین استنباط می‌شود که افزایش مصرف نهاده‌ها (آب و نیتروژن) به منظور غلبه بر رقابت آمارانتوس با ذرت به ویژه در اراضی شنی راهبرد مناسبی نیست.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد ذرت، خاک‌های شنی، شستشوی نیتروژن.

مقدمه

از علف‌های هرز گاهی به ۷۰ الی ۸۰ درصد می‌رسد. علف‌های هرز با گیاه زراعی بر سر تشعشع، عناصر غذایی و آب به رقابت پرداخته و بدین سان موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شوند. تفاوت

یکی از مشکلات دائمی و جدی در کشاورزی، علف‌های هرز هستند که باعث کاهش کمی و کیفی محصولات زراعی می‌شوند، به طوری که خسارت ناشی

تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۳

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۳- استادیار گروه تولید و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین.

*- نویسنده مسئول E-mail: majidgholamhoseini@yahoo.com

در جذب آب مرتبط است (Rajcan & Swanton, 2001; Benjamin & Park, 2007). گزارش شده که گیاهان در پاسخ به حضور علف هرز، توزیع مواد فتوسنتزی را بیشتر به سمت اندام‌های هوایی سوق می‌دهند و به عبارت دیگر در چنین شرایطی نسبت ریشه به اندام هوایی کاهش پیدا می‌کند (Kasperbauer & Hunt, 1992)، و این خود دلیل مهمی بر کاهش توانایی ریشه گیاه زراعی برای جذب آب و عناصر غذایی در شرایط رقابت با علف هرز است.

از منظور مدیریت حاصلخیزی خاک، نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می‌باشد. مهم‌ترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی در حال حاضر، استفاده از کودهای نیتروژنی است. اصل مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در این است که توان رقابتی گیاهان زراعی را نسبت به علف‌های هرز افزایش دهد (Blackshaw & Brandt, 2008). مدیریت آب و کود یکی از راهبردهای اصلی کنترل تلفیقی علف‌های هرز است که می‌تواند بر تداخل گیاه زراعی - علف هرز تأثیر داشته باشد (Rajcan & Swanton, 2001). رقابت برای مواد غذایی (در اینجا نیتروژن) و سایر منابع از جمله آب، باعث افزایش دامنه رقابت از یک منبع به منبع دیگر می‌شود. از طرف دیگر کاربرد نهاده‌ها بویژه نیتروژن بیش از نیاز گیاه زراعی به منظور اطمینان از حذف رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز، خود مشکلات عدیده دیگری را به دنبال خواهد داشت که از آن جمله ورود بیش از حد نیتروژن به منابع آبی سطحی و زیرزمینی و در نهایت آلودگی‌های زیست محیطی می‌باشد (Di Tomaso, 1995).

به طور خلاصه چنین می‌توان گفت که رقابت برای

در قدرت تسخیر منابع (عمدتاً تشعشع و عناصر غذایی) توسط گیاه زراعی و علف هرز به میزان زیادی بر نتیجه رقابت تأثیر می‌گذارد (Soufizadeh *et al.*, 2007). به حداقل رساندن قدرت رقابت علف‌های هرز، مستلزم کاربرد تلفیقی از گیاهان با قدرت رقابت بالا و تاکتیک‌های زراعی از قبیل مدیریت آب و یا مدیریت حاصلخیزی خاک است. افزایش توانایی گیاه زراعی برای رقابت با علف‌های هرز، گزینه مناسبی در سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در راهبردهای آینده می‌باشد (Hendrix *et al.*, 2004) در بین انواع علف‌های هرز، گونه‌های مختلف جنس آمارانتوس (*Amaranthus spp.*) از جمله مشکل‌سازترین علف‌های هرز در مزارع برخی از گیاهان نظیر ذرت، سویا، آفتابگردان و لوبیا می‌باشند (Horak *et al.*, 1994; Horak & Loughin, 2000). آمارانتوس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus L.*) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز شایع در مزارع ذرت می‌باشد و به دلیل تولید بذر زیاد و پایداری آن، هر ساله موجب کاهش زیادی در عملکرد ذرت می‌شود. شاخص رقابتی علف هرز آمارانتوس ریشه قرمز در مقیاس بندی قدرت رقابت از صفر تا یک، نزدیک یک است (Cowan *et al.*, 1998).

علف‌های هرز اغلب برای منابع محدود آب خاک با گیاه زراعی رقابت می‌کنند و قابلیت دسترسی به آب را در گیاه زراعی کاهش می‌دهند و نتیجه این کاهش، افزایش میزان تنش است که گیاه زراعی باید تجربه کند. باید به این نکته توجه داشت که در شرایط حضور علف هرز، افزایش نشانه‌های تنش رطوبتی در گیاه زراعی مستقیماً مربوط به کاهش فراهمی آب در خاک نیست بلکه بیشتر به عدم توانایی ریشه گیاه زراعی

مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۶ کیلومتری غرب تهران اجرا شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است که بر اساس روش‌های پیشنهادی (Tandon (1995) تعیین گردید. پارامترهای هواشناسی از زمان کاشت تا برداشت شامل دما، میزان تشعشع، سرعت باد، درصد رطوبت و مقدار بارندگی از ایستگاه هواشناسی چیتگر وابسته به سازمان هواشناسی کشور جمع‌آوری شد. محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و داده‌های بلند مدت ۳۰ ساله (شکل ۱) نشان می‌دهد، میزان بارندگی سالیانه حدود ۲۵۰ تا ۳۱۰ میلی‌متر می‌باشد که بیش از ۸۰ درصد آن در پائیز و زمستان نازل می‌شود.

آزمایش به صورت اسپلیت - فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. در این آزمایش سه عامل شامل رژیم آبیاری در دو سطح شامل آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه: (آبیاری کامل، F) و آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه: (آبیاری کم، L)، تداخل گیاه زراعی و علف هرز در دو سطح شامل کشت خالص گیاه زراعی ذرت: C و کشت توامان گیاه زراعی ذرت همراه با علف هرز آمارانتوس: CP، و سطوح مختلف نیتروژن در چهار سطح شامل ۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش رژیم آبیاری در کرت‌های اصلی و ترکیب دو عامل دیگر در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. مقادیر نیتروژن بکار برده شده در این آزمایش با توجه به نتایج آزمایش فیزیکی

آب، مواد غذایی و نور اولین اثر علف‌های هرز مهاجم در تلفات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. شدت رقابت برای این منابع، با محدودیت منبع و نسبت تقاضا برای استفاده از منبع توسط گیاه زراعی و علف هرز متفاوت است. در اکثر مزارع، فراهمی آب اولین محدودیت در تولید محصولات زراعی می‌باشد. علف‌های هرز دسترسی به آب را برای گیاهان زراعی کاهش می‌دهند و این امر منتج به افزایش شدت تنش آبی در گیاه زراعی می‌گردد. از طرف دیگر رقابت برای جذب عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن نیز می‌تواند کاهش عملکرد گیاهان زراعی را در پی داشته باشد و چه بسا در شرایطی اضافه کردن منابع کودی ممکن است باعث تحریک بیشتر رشد علف‌های هرز در مقایسه با گیاه زراعی شده و منجر به افزایش شدت رقابت برای سایر منابع از جمله آب و نور گردد. در این شرایط افت شدید عملکرد گیاه زراعی قابل پیش بینی می‌باشد. بنابراین شناخت دقیق‌تر نحوه رقابت گیاه زراعی ذرت با علف هرز آمارانتوس در شرایط مختلف آبیاری و کودی و آگاهی از برهم کنش این اجزا می‌تواند به طور هم‌زمان اثرات مضر علف‌های هرز را کاهش و قدرت رقابتی گیاه زراعی را افزایش دهد. در مجموع هدف این پژوهش، شناخت دقیق‌تر نحوه رقابت گیاه زراعی ذرت با علف هرز آمارانتوس در شرایط مختلف آبیاری و کودی و آگاهی از اثرات متقابل این اجزاء بود. همچنین تعیین این مهم که در چه شرایطی حداکثر و حداقل توان رقابتی ذرت با علف هرز حاصل می‌شود نیز جزء اهداف اساسی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در

وجین در طول فصل رشد به طور مرتب و در فواصل زمانی کوتاه انجام گرفت. تیمار ذرت خالص نیز در تمام طول فصل رشد عاری از هر گونه علف هرز نگاه داشته شد.

برای آبیاری مزرعه از لوله‌های پلی اتیلنی همراه با یک کنتور حجمی (برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرف شده) استفاده گردید. جدول زمان‌بندی آبیاری واحدهای آزمایشی بر اساس روش تغییرات درصد حجمی رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه (ΔSW) انجام شد. در این آزمایش آبیاری زمانی صورت گرفت که ۴۰ و ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب در رژیم آبیاری کامل و آبیاری کم، بوسیله گیاه و یا تبخیر از سطح خاک تخلیه می‌گردید. تعیین مقدار رطوبت قابل استفاده نیز از تفاوت درصد حجمی رطوبت (در عمق توسعه ریشه) در نقطه ظرفیت زراعی^۱ (FC) از درصد حجمی رطوبت در نقطه پژمردگی دائمی^۲ (PWP) بدست آمد. در واقع آبیاری در تخلیه مجاز رطوبتی^۳ (MAD) برابر ۰/۴ و ۰/۸ به ترتیب در رژیم آبیاری کامل و رژیم آبیاری کم انجام گرفت. برای کنترل رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه از لوله‌های دستگاه T.D.R^۴ در عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری کرت‌ها استفاده شد. شایان ذکر است قبل از اجرای آزمایش با نمونه‌گیری از اعماق مختلف خاک در زمان‌های متفاوت و از طریق روش وزنی، درصد حجمی رطوبت خاک تعیین گردید و سپس درصد حجمی

شیمیایی خاک محل آزمایش و یافته‌های سایر محققین در آزمایش‌های کودی ذرت (Soufizadeh, 2010) بکار گرفته شد. کود نیتروژن مصرفی از نوع اوره با ۴۶ درصد نیتروژن بود.

پس از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ایجاد فارو در محل اجرای آزمایش، تیمارها به طور تصادفی به واحدهای آزمایشی منتسب گردیدند. بذور ذرت و آمارانتوس در اوائل خرداد ماه هر سال (هشتم خرداد ماه ۱۳۸۹ و دهم خرداد ماه ۱۳۹۰) در کرت‌های آزمایشی کشت شدند. بذور ذرت مورد استفاده هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ بود که رقمی متوسط‌طرس می‌باشد و از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شد. همچنین بذر علف هرز آمارانتوس از مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی (بخش تحقیقات علف‌های هرز) تهیه گردید. مساحت هر واحد آزمایشی حدود ۲۴/۵ مترمربع (۷×۳/۵) بود. هر کرت شامل نه ردیف کاشت به طول ۳/۵ متر بود. فاصله‌ای به اندازه سه متر بین بلوک‌ها، ۱/۵ متر بین کرت‌های اصلی و ۰/۷۰ متر بین کرت‌های فرعی، به منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای آزمایشی و سایر مراحل اجرای آزمایش لحاظ گردید. بذور در واحدهای آزمایشی ابتدا به صورت متراکم کشت شدند و سپس در مراحل اولیه رشد و نمو ذرت (یک تا دو برگگی) تنک گردیدند به طوری که تراکم ۸ بوته در مترمربع برای گیاه ذرت و تراکم ۱۲ بوته (۱/۵ برابر تراکم ذرت) در مترمربع برای علف هرز حاصل گردید. در این آزمایش از کاربرد هر گونه علف کش شیمیایی خودداری شد. برای رسیدن به تراکم مطلوب علف هرز مورد مطالعه و همچنین حذف بوته‌های سایر گونه‌های علف‌های هرز، عملیات

1- Field capacity

2- Permanent wilting point

3- Management allowed depletion

4- Time-Domain Reflectometry, Model TRIME-FM, England

برداشت قرار داشتند از سطح زمین قطع شده و وزن خشک آنها تعیین شد. بوته‌های برداشت شده سپس به دانه و کاه تقسیم شده و در آن ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده می‌شوند. عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۵ درصدی دانه محاسبه گردید. شاخص برداشت^۱ (HI) بر اساس نسبت عملکرد دانه (با ۱۵ درصد رطوبت) بر عملکرد ماده خشک محاسبه شد. برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه، پس از خشک کردن دانه‌ها، نمونه‌های مربوط به هر تیمار آسیاب شده و با استفاده از دستگاه (Germany) Inframatic 8620 Percor مقدار پروتئین و روغن دانه‌ها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن معدنی^۲ (IN) شسته شده به صورت کیلوگرم در هکتار، تعیین دو عامل الزامی می‌باشد. (۱) غلظت نیتروژن معدنی در نمونه زه‌آب در عمق پائین‌تر از توسعه ریشه و (۲) میزان نفوذ عمقی آب. در این آزمایش برای تهیه نمونه زه-آب از زیر منطقه توسعه ریشه، از دستگاه نمونه‌برداری آب خاک^۳ (S.W.S.) استفاده شد. بدین منظور در قسمت مرکزی کرت‌ها، به وسیله اوگر دستی^۴ حفره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر و عمق ۸۰ سانتی‌متر ایجاد شد. سپس خاک بیرون آورده شده الک گردید مقداری از آن با آب مخلوط شد تا حالت خمیری پیدا کند، که از آن برای ارتباط بهتر قسمت سرامیکی لوله با خاک، در انتهای حفره استفاده شد. سپس فضای مابین لوله دستگاه و حفره با مابقی خاک پر شد. از آنجا که آبشویی نیتروژن

رطوبت خاک در همین نقاط بوسیله دستگاه T.D.R اندازه‌گیری شد و سپس یک معادله رگرسیونی بین دو سری از داده‌ها برازش داده شد که برای کالیبره کردن دستگاه T.D.R مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های دستگاه T.D.R به طور روزانه در طول دوره رشد گیاه ثبت گردید. عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری به عنوان عمق توسعه ریشه با در نظر داشتن عمق خاک زراعی در محل اجرای آزمایش، انتخاب گردید. در هر مرحله از آبیاری، کرت‌ها تا ظرفیت اشباع خاک به طور مساوی (بوسیله قرائت کنتور) به روش نشتی آبیاری گردیدند. مجموع آب مصرف شده به صورت آبیاری در طول اجرای آزمایش برابر ۹۲۶۰ و ۵۴۳۰ متر مکعب در هکتار (میانگین دو سال آزمایش) به ترتیب در رژیم آبیاری کامل و آبیاری کم بود. کود نیتروژن‌دار (اوره) به صورت تقسیم شده در مقادیر مساوی در دو مرحله، یک دوم در مرحله سه تا چهار برگی ذرت و مابقی به صورت جایگذاری کنار ردیف‌های کاشت، در مرحله هفت تا هشت برگی ذرت به کار برده شد. با توجه به کافی بودن مقادیر پتاسیم، فسفر و سایر عناصر ریز مغذی قابل دسترس خاک (جدول ۱) هیچگونه کود دیگری مصرف نشد.

برداشت نهائی به هنگام رسیدن فیزیولوژیک دانه ذرت، که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص می‌شود از مساحتی بالغ بر ۴/۵ مترمربع انجام گرفت (در سوم مهرماه ۱۳۸۹ و پنجم مهرماه ۱۳۹۰) و صفات مربوط به عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف، درصد روغن و درصد پروتئین دانه اندازه‌گیری شد. همچنین در زمان برداشت ذرت، بوته‌های آماراتوس نیز که در سطح

1- Harvest index

2- Inorganic Nitrogen

3- Soil Water Sampler, Model 1900, Soil Moisture Equipment Co.

4- Hand auger

در این رابطه، DPR نفوذ عمقی آب به میلی متر، I آبیاری به میلی متر، P بارندگی به میلی متر، $\Delta SW(z)$ تغییرات رطوبت ذخیره شده خاک در عمق ۰ تا ۸۰ سانتی متری (اندازه گیری شده توسط T.D.R. بر اساس رطوبت حجمی و تبدیل شده به میلی متر)، ETC تبخیر و تعرق روزانه مزرعه به میلی متر و R روان آب سطحی به میلی متر، می باشد. کل بارندگی نازل شده در مدت زمان اجرای آزمایش به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش برابر ۳ و ۱۳ میلی متر بود. برای اندازه گیری تبخیر و تعرق به ترتیب در کرت های عاری از علف هرز و کرت های آلوده به علف هرز از رابطه ۲ و ۳ استفاده شد (Vazquez *et al.*, 2005).

$$\text{رابطه ۲} \quad ET_{\text{CROP}} = ET_0 \times K_C$$

$$\text{رابطه ۳} \quad ET_{\text{CROP}} = ET_0 \times 2K_C$$

در این رابطه، ET_{CROP} تبخیر و تعرق گیاه، ET_0 تبخیر و تعرق پتانسیل اندازه گیری شده با جمع آوری داده های هواشناسی ایستگاه چیتگر وابسته به سازمان هواشناسی کشور (در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری از محل آزمایش) و به روش فائو- پنمن- مانیتث (Allen *et al.*, 1998) و KC ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد گیاه ذرت بدست آمده از نشریه Allen-56 (Allen *et al.*, 1998) می باشند. در تیمار رژیم آبیاری کم تبخیر و تعرق گیاه از رابطه ۴ محاسبه گردید.

$$\text{رابطه ۴} \quad T_{\text{CROP-adjusted}} = K_S \times ET_0 \times K_C$$

در این رابطه مقادیر ET_0 و K_C مشابه با مقادیر ET_0 و K_C در روابط ۲ و ۳ می باشد و K_S ضریب تصحیح محاسبه تبخیر و تعرق گیاه در شرایط کم آبی می باشد. برای محاسبه K_S از رابطه ۵ استفاده شد.

$$\text{رابطه ۵} \quad K_S = (\text{TAW} - \text{Dr}) / (\text{TAW} - \text{RAW})$$

$$K_S = 1 \text{ if } \text{Dr} < \text{RAW}$$

از خاک هنگامی اتفاق می افتد که رطوبت خاک در قسمت بالائی یک نقطه در عمق معین خاک، بیش از ظرفیت زراعی باشد و در غیر این صورت آبشویی نیتروژن ناشی از شیب غلظت بسیار ناچیز است (Hermanson *et al.*, 2000)، در هر زمان از اجرای آزمایش که رطوبت خاک بیش از ظرفیت زراعی قرار داشت، بوسیله پمپ خلاء دستی^۱ مکشی به میزان ۳۰ سانتی بار به لوله های دستگاه نمونه برداری آب خاک (S.W.S.) اعمال گردید. سپس بعد از رسیدن رطوبت خاک به کمتر از ظرفیت زراعی (کنترل رطوبت خاک برای تعیین زمان مکش به وسیله دستگاه T.D.R. انجام شد و این زمان بین ۲ تا ۴ روز متغیر بود)، زه آب جمع شده از لوله S.W.S.، خارج و در ظروف پلاستیکی ریخته شد. به منظور جلوگیری از تغییر در ترکیب شیمیائی نمونه ها از اسید سولفوریک غلیظ به میزان ۱ سی سی در لیتر استفاده شد. نمونه ها تا زمان تجزیه شیمیائی در دمای زیر ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در هر مرحله نمونه ها به روش Cadmium Reduction Method 8039 (Hach Co.) برای اندازه گیری نیترات و Salicylate Method (Hach Co.) برای اندازه گیری آمونیوم، بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر^۲ تجزیه شدند و مجموع نیترات و آمونیوم اندازه گیری شده به عنوان غلظت نیتروژن معدنی زه آب در نظر گرفته شد. برای اندازه گیری نفوذ عمقی آب، از رابطه بیلان آبی (رابطه ۱) استفاده شد (Li *et al.*, 2007).

رابطه ۱:

$$DPR = I + P + \Delta SW_{(z)} - ET_C - R$$

- 1- Hand vacuum pump, Model 2005G2, Soil Moisture Equipment Co.
- 2- Spectrophotometer, Model dr/2500, Hach Co.

شده در رژیم‌های آبیاری کم و آبیاری کامل در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۵۶۴ و ۹۸۴ میلی‌متر بود. در سال ۱۳۹۰ میزان آبیاری برای رژیم‌های آبیاری کامل و آبیاری کم به ترتیب به ۵۲۲ و ۸۶۷ میلی‌متر کاهش یافت. در رژیم آبیاری کامل، ۲۰ و ۱۹ درصد از آب مصرف شده به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش به صورت زه‌آب از دسترس ریشه خارج شد. در مقابل در رژیم آبیاری کم این میزان در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به ترتیب برابر ۱۷ و ۱۶ درصد برآورد گردید.

اجزای عملکرد و ویژگی‌های بلال

در بین خصوصیات متنوع بلال، در سه صفت تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه تنها اثر اصلی تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود در حالی که در صفت تعداد دانه در بلال اثر متقابل سه جانبه رژیم آبیاری \times علف هرز \times نیتروژن معنی‌دار بود.

تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف با کاهش فراهمی آب و نیتروژن به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). همچنین تداخل علف‌هرز نیز باعث کاهش معنی‌دار این صفات گردید (جدول ۲). کاهش تعداد ردیف بلال و تعداد دانه در ردیف در اثر کم آبی را می‌توان به کاهش آهنگ رشد بلال و کاهش عرضه آسمیلات‌ها به بلال در شرایط آبیاری کم نسبت داد. از طرف دیگر اثر مثبت نیتروژن بر این صفات را می‌توان مرتبط با افزایش سطح برگ، دوام برگ و در نهایت افزایش تولید مواد فتوسنتزی و دسترسی بیشتر بلال به آسمیلات‌های تولیدی دانست. در همین زمینه یاکوب و پیرسون (Jacob & Pearson, 1991) اظهار داشتند که کمبود یا افزایش فراهمی نیتروژن برای ذرت بر ویژگی‌های بلال

در این رابطه، TAW رطوبت قابل دسترس در منطقه توسعه ریشه (حاصل از تفاوت رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی) به میلی‌متر، Dr تغییرات رطوبت در لایه‌های مختلف عمق توسعه ریشه (تعیین شده بوسیله دستگاه TDR) به میلی‌متر و RAW رطوبت سهل‌الوصول در منطقه توسعه ریشه، محاسبه شده از طریق ضرب مقدار TAW در MAD (مقدار مجاز تخلیه رطوبت که برای تیمار رژیم آبیاری کم برابر ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده فرض شد). بعد از تعیین غلظت نیتروژن معدنی در نمونه زه‌آب و تعیین میزان نفوذ عمقی، از حاصل ضرب این دو عامل مقدار کیلوگرم نیتروژن شسته شده در هکتار تعیین شد. کلیه تجزیه‌های آماری و محاسبات رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی از آزمون LSD و برای مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل از روش برش‌دهی استفاده گردید. همچنین برای رسم منحنی‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. شایان ذکر است در این آزمایش از تجزیه سال به سال داده‌ها استفاده شد، بدین دلیل که نتایج آزمون بارتلت^۱ نشان داد در اکثر صفات بررسی شده فرض تجانس واریانس‌ها در دو سال صادق نمی‌باشد و بنابراین امکان تجزیه مرکب داده‌ها وجود نداشت.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی

داده‌های هواشناسی نشان داد که در سال ۱۳۸۹ میانگین دما نسبت به سال ۱۳۹۰ و همچنین میانگین‌های بلند مدت، بیشتر بود در حالی که بارندگی کمتری در طی این سال ثبت گردید (شکل ۱). کل آبیاری انجام

1- Bartlett test

که حضور علف هرز در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۱۸ و ۱۳ درصد وزن هزار دانه را کاهش داد (جدول ۲). با توجه به این نکته که رقابت در زمان پر شدن دانه به میزان زیادی بر ویژگی های بلال از جمله وزن دانه موثر است، بنابراین چنین به نظر می رسد که تداخل علف هرز باعث کاهش توان فتوسنتزی ذرت و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها شده است. اگر چه استراهان و همکاران (Strahan *et al.*, 2000) اظهار داشتند که تداخل علف هرز تأثیر معنی داری بر وزن دانه ذرت ندارد، چنین به نظر می رسد که تفاوت در شرایط اجرای آزمایش این محققان با پژوهش حاضر مهم ترین دلیل برای تناقض در نتایج بدست آمده باشد. با توجه به ضعف بودن خاک محل آزمایش در پژوهش حاضر و عدم رشد و نمو مطلوب ذرت، اثر رقابتی آمارانتوس بر ذرت در این آزمایش شدید بود و نتیجه آن تأثیر همه جانبه رقابت بر تمامی صفات مرتبط با بلال از جمله وزن هزار دانه می باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر سه جانبه آبیاری × علف هرز × نیتروژن بر تعداد دانه در بلال نشان داد که در هر دو سال آزمایش بیشترین تعداد دانه در بلال از تیمار کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با آبیاری کامل و عاری از علف هرز (C-F_{ir} N₄₅₀) و حداقل آن از تیمار عدم مصرف نیتروژن در رژیم آبیاری کم در رقابت با علف هرز (CP-L_{ir} N₀) بدست آمد (شکل ۲). در هر دو سال آزمایش، کاربرد نیتروژن هنگامی که ذرت در رقابت با آمارانتوس بود و رژیم آبیاری کم دریافت کرده بود هیچ تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در بلال نداشت در حالی که در رژیم آبیاری کامل و در شرایط عدم رقابت، افزایش هر سطح نیتروژن با افزایش معنی دار تعداد دانه در بلال همراه

تأثیر گذار می باشد. از طرف دیگر در اثر تداخل علف هرز تعداد ردیف در بلال و دانه در ردیف کاهش پیدا کرد که علت این نقصان را می توان به ترتیب به کاهش قطر بلال و طول بلال در اثر حضور آمارانتوس مرتبط دانست. پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده اند که در اثر حضور علف های هرز و به دلیل افزایش رقابت درون و بین گونه ای، برخی از ویژگی های مهم بلال کاهش می یابد که به تبع آن اصلی ترین جزء عملکرد (تعداد دانه در بلال) نیز کاهش می یابد (Abouziena *et al.*, 2007; Evans *et al.*, 2003).

نتایج مقایسه میانگین اثرهای اصلی تیمارهای آزمایشی نشان داد که مشابه با سایر ویژگی های بلال، وزن هزار دانه نیز در اثر کم آبی، کاهش فراهمی نیتروژن و تداخل علف هرز کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به طور کلی مهم ترین دلیل که باعث کاهش وزن دانه ذرت در شرایط تنش کم آبی می شود، کوتاه شدن دوره پر شدن دانه ها می باشد (Derby *et al.*, 2005). از طرف دیگر بنا بر گزارش هی و پورتر (Hay & Porter, 2006) از آنجا که کود نیتروژن موجب افزایش تولید ماده خشک و دوام سطح برگ می شود انتظار است که دانه غلات با افزایش نیتروژن مصرفی سنگین تر شوند. بر اساس گزارش اوهارت و آندراد (Uhart & Andrade, 1995) کمبود نیتروژن می تواند عملکرد دانه ذرت را به دلیل کاهش وزن دانه کاهش دهد. در پژوهش این محققان، بر اثر کمبود نیتروژن وزن دانه بین ۹ تا ۲۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (تامین کامل نیتروژن مورد نیاز گیاه) کاهش پیدا کرد.

در پژوهش حاضر تداخل علف هرز آمارانتوس باعث کاهش معنی دار وزن هزار دانه ذرت شد به طوری

بود (شکل ۲). بطور کلی نتایج نشان داد که هر عامل محدود کننده رشد ذرت از جمله تداخل علف هرز و یا تنش کم آبی به شدت از اثرگذاری نیتروژن بر تعداد دانه در بلال می‌کاهد و در مقایسه بین این دو عامل محدود کننده اثر منفی کم آبی بر تعداد دانه در بلال شدیدتر بود. تلفات دانه می‌تواند ناشی از عدم همزمانی نمو گل‌ها (Bolanson & Edmeades, 1990)، نمو غیر عادی کیسه جنینی قبل از ظهور کاکل (Jacobs & Pearson, 1991) و عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری (Moss & Downey, 1971) باشد. یافته‌های دی پائلو و رینالدی (Di Paolo & Rinaldi, 2008) نشان می‌دهد که کربوهیدرات و نیتروژن ذخیره شده تا مرحله گلدهی ذرت تعیین کننده تعداد دانه در بلال است و کمبود نیتروژن بویژه اگر با شرایط نامساعد محیطی (مانند تنش کم آبی و یا تداخل علف‌های هرز) همراه باشد می‌تواند از طرق کاهش تولید و انتقال آسمیلات‌ها به بلال، تعداد دانه در بلال را کاهش دهد.

عملکرد دانه و شاخص برداشت

در هر دو سال آزمایش اثر متقابل سه جانبه آبیاری \times علف‌هرز \times نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمار رژیم آبیاری (در هر دو سال آزمایش) و تداخل علف‌هرز (در سال اول آزمایش) بر شاخص برداشت ذرت اثر معنی‌داری داشته است. در دو تیمار $C-F_{II}$ (کشت خالص ذرت در رژیم آبیاری کامل) و $C-L_{II}$ (کشت خالص ذرت در رژیم آبیاری کم) واکنش عملکرد دانه ذرت به افزایش مقدار نیتروژن به صورت تابع درجه دو بود (شکل ۳).

نتایج نشان داد تاثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت با افزایش فراهمی آب افزایش و در شرایط کمبود آب به شدت کاهش یافت. در مقایسه با عملکرد جهانی و داخلی دانه ذرت (به ترتیب ۵۲۱۰ و ۸۷۳۰ کیلوگرم بر هکتار) (FAOSTAT, 2011)، عملکرد به دست آمده در این آزمایش (بطور میانگین ۲۴۲۱ کیلوگرم بر هکتار) کم بود. این کاهش عملکرد عمدتاً ناشی از خاک غیر حاصل خیز و شنی محل آزمایش می‌باشد.

افزایش نیتروژن مصرفی از ۰ به ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۸۴ و ۹۵ درصدی عملکرد دانه ذرت به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش در شرایط آبیاری کامل شد. در مقابل این افزایش مصرف کود، عملکرد دانه ذرت را به مقدار ۲۹ و ۵۷ درصد به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش در تیمار آبیاری کم افزایش داد. به عبارت دیگر میزان اثرگذاری نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت با بروز کم آبی کاهش یافت (شکل ۳). بر طبق نتایج دی پائلو و رینالدی (Di Paolo & Rinaldi, 2008) جذب نیتروژن در گیاهان به جریان توده‌ای آب در خاک وابسته می‌باشد و بدین ترتیب بروز کم آبی می‌تواند سبب کاهش رشد از طریق کاهش جذب نیتروژن گردد. در تیمار $C-F_{II}$ افزایش فراهمی آب از طریق بهبود توانایی ذرت در جذب نیتروژن و متقابلاً افزایش کاربرد نیتروژن از طریق افزایش کارایی مصرف آب عملکرد دانه ذرت را افزایش داد.

در شرایط رقابت هنگامی که رطوبت در حد مطلوب تامین شد (تیمار $CP-F_{II}$) افزایش نیتروژن مصرفی تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، بطور معنی‌داری عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. در مقابل در شرایط آبیاری کم (تیمار $CP-L_{II}$) و بویژه در

کود نیتروژنی به منظور کاهش تداخل علف هرز آمارانتوس با ذرت در یک خاک شنی چندان منطقی به نظر نمی‌رسد.

در هر دو سال آزمایش، افزایش مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت ذرت و آمارانتوس نداشت (جدول ۲). به عقیده هی و پورتر (Hay & Porter, 2006) شاخص برداشت در گیاهان زراعی مختلف تقریباً ثابت است زیرا همانطور که هر عامل باعث کاهش یا افزایش عملکرد دانه می‌شود متعاقباً وزن خشک کل گیاه را نیز متأثر می‌کند. در این آزمایش تنها اثر اصلی رژیم‌های آبیاری و تداخل علف‌هرز بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). عدم تأثیر پذیری شاخص برداشت ذرت از مقادیر مختلف نیتروژن توسط شاپیرو و وورت من (Shapiro & Wortmann, 2006) نیز گزارش شده است. همچنین در هر دو گیاه کاهش فراهمی آب با افت معنی‌دار شاخص برداشت همراه بود (جدول ۲). در مورد ذرت این نتایج می‌تواند ناشی از افزایش تعداد گیاهان عقیم و بلال‌های ناقص باشد. گزارشی در مورد کاهش شاخص برداشت آمارانتوس در شرایط آبیاری کم در دست نیست.

همچنین نتایج نشان داد تداخل علف هرز نیز شاخص برداشت ذرت را کاهش داد (جدول ۲). در شرایط رقابت فضای مورد نیاز ذرت برای گسترش سطح برگ کاهش پیدا کرده و رقابت بین گونه‌ای برای جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتر می‌شود. در این شرایط اسمیلات‌های کمتری به اندام‌های زایشی (بلال‌ها) انتقال می‌یابد که اثر شدیدی بر کاهش عملکرد دانه و در ادامه بر شاخص برداشت دارد. نتایج این تحقیق با یافته‌های چیکویه و همکاران (Chikoye et al., 2008) مبنی بر کاهش شاخص برداشت ذرت در شرایط رقابت مطابقت دارد.

سال دوم آزمایش، مقادیر مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت نداشت (شکل ۳). آمارانتوس در تیمار آبیاری کامل اگرچه در شرایط رقابت با ذرت بود (تیمار $P-F_{ir}$) اما بخوبی به افزایش مصرف نیتروژن پاسخ داد و افزایش هر سطح نیتروژن مصرفی، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه آمارانتوس را به همراه داشت. همچنین در تیمار آبیاری کم نیز عملکرد دانه آمارانتوس به طور معنی‌داری به افزایش مصرف نیتروژن پاسخ داد (شکل ۳). نتایج نشان داد با افزایش مصرف نیتروژن در هر دو رژیم آبیاری، درصد افت عملکرد دانه ذرت ناشی از تداخل علف هرز افزایش یافت. میانگین دو سال آزمایش نشان داد که تفاوت عملکرد دانه ذرت در تیمارهای $C-F_{ir}$ و $CP-F_{ir}$ در سطوح N_{150} و N_{450} به ترتیب برابر ۱۴۱۴ و ۱۹۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. این تفاوت عملکرد دانه بین تیمارهای $C-L_{ir}$ و $CP-L_{ir}$ در سطوح نیتروژن یاد شده برابر ۶۵۰ و ۱۰۲۴ کیلوگرم در هکتار بود. به نظر می‌رسد بافت خاک و قابلیت گونه علف هرز آمارانتوس در جذب نیتروژن، در بدست آمدن نتایج حاضر موثر باشد. در خاک‌های شنی هدر روی نیتروژن شدید می‌باشد (در ادامه و در قسمت شستشوی نیتروژن بحث می‌شود) و از طرف دیگر گزارش شده علف هرز آمارانتوس توانائی جذب سریع تر نیتروژن را در مقایسه با ذرت دارد (Blackshaw & Brandt, 2008). بنابراین اضافه کردن نیتروژن در شرایط رقابت بویژه هنگامی که فراهمی آب زیاد است به دلیل کاهش دسترسی ذرت به نیتروژن ناشی از آبشویی نیتروژن و همچنین افزایش قدرت رقابت علف‌هرز (به دلیل جذب سریع تر و بیشتر نیتروژن) تأثیر محسوسی بر عملکرد دانه ذرت ندارد. در مجموع چنین استنباط می‌شود که افزایش

محتوی روغن و پروتئین دانه ذرت

در هر دو سال آزمایش اثر متقابل معنی‌داری بر محتوی روغن دانه ذرت مشاهده نشد و تنها اثر اصلی تداخل علف هرز و مقادیر مختلف نیتروژن بر این صفت معنی‌دار بود. درصد روغن دانه در شرایط رقابت به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که تداخل آمارانتوس باعث افت ۳۷ و ۳۰ درصدی روغن دانه ذرت به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش شد (شکل ۴). اگرچه پژوهشگرانی مانند چیمبا و همکاران (Cheema *et al.*, 2001) و هاپکینز و هانتز (Hopkins & Hunter, 2004) بیان کردند که در درجه اول درصد روغن دانه گیاهان زراعی تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد و در صورتی که گیاه در معرض تنش‌های شدید محیطی نباشد درصد روغن دانه در هر رقم ثابت باقی می‌ماند، اما هندریکس و همکاران (Hendrix *et al.*, 2004) اظهار داشتند که رقابت طولانی مدت علف‌های هرز با ذرت می‌تواند مقدار روغن دانه را به دلیل کاهش توانایی ذرت برای سنتز اسیدهای چرب (ناشی از کاهش توان فتوسنتزی گیاه) کاهش دهد.

همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش نیتروژن مصرفی، درصد روغن دانه ذرت کاهش یافت (شکل ۵). صرف نظر از تیمار N_0 ، در هر دو سال آزمایش کمینه و بیشینه درصد روغن دانه به ترتیب از کاربرد ۴۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (شکل ۵). بررسی نتایج ارائه شده توسط سایر پژوهشگران نیز موید این نکته است که مصرف نیتروژن اغلب موجب کاهش مقدار روغن دانه ذرت می‌شود (McCullough *et al.*, 1994; Gentry & Below, 1993). محققین مختلف دلایل متعددی

را برای تشریح اثر منفی نیتروژن بر درصد روغن دانه ذرت گزارش کرده‌اند. برای مثال، یاکوب و پیرسون (Jacobs & Pearson, 1991) و براندا و بیلو (Brandau & Below, 1992) کاهش درصد روغن دانه را ناشی از عدم پر شدن کامل دانه‌ها بیان کرده‌اند. به علاوه خوت و آمرین (Khot & Umrain, 1992) نیز کاهش فراهی کربوهیدرات‌ها را برای تولید اسیدهای چرب به عنوان مهم‌ترین دلیل کاهش درصد روغن در شرایط فراهمی نیتروژن بیان کرده‌اند.

در هر دو سال آزمایش، بیشترین مقدار پروتئین دانه (۹/۲۳ و ۱۰/۲۲ درصد به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) از کاربرد بالاترین سطح نیتروژن مصرفی (۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) در رژیم آبیاری کامل و بدون تداخل علف هرز (تیمار $C-F_{ir} N_{450}$) بدست آمد (شکل ۶). اگرچه فراهمی نیتروژن در تیمارهای مختلف آبیاری و رقابت باعث افزایش محتوی پروتئین دانه ذرت شد اما بیشترین واکنش هنگامی مشاهده شد که ذرت در تیمار عاری از علف هرز و در شرایط آبیاری کامل قرار داشت. در این آزمایش همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد روغن و پروتئین دانه مشاهده شد (r^2_{first} = ۰.۶۹**؛ $r^2_{second\ year}$ = ۰.۶۱**). همبستگی منفی بین روغن و پروتئین دانه در پژوهش‌های متعددی به اثبات رسیده است (Rathke *et al.*, 2005; Hao *et al.*, 2004). دلیل فیزیولوژیک این همبستگی منفی مربوط به رقابت برای اسکلت‌های کربنی در طی متابولیسم کربوهیدرات‌ها می‌باشد. سنتز اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه (به ترتیب دو پیش ماده روغن و پروتئین) هر دو به اجزای کربنی که از تجزیه کربوهیدرات‌ها حاصل می‌شوند، احتیاج دارند (Rathke *et al.*, 2005)، از آنجائی که محتوی

2007)، یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که افزایش کاربرد نیتروژن در یک خاک شنی نه تنها عملکرد دانه را افزایش نمی‌دهد بلکه منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز می‌گردد.

همچنین نتایج نشان می‌دهد در هر دو رژیم آبیاری هنگامی که علف هرز در تیمارها حضور داشت ($CP-F_{ir}$ و $CP-L_{ir}$)، از شدت افزایش شستشوی نیتروژن در پاسخ به افزایش کاربرد نیتروژن کاسته شد. در تیمارهای آلوده به علف هرز، جذب نیتروژن به وسیله آمارانتوس سبب کاهش شستشوی نیتروژن در مقایسه با تیمارهای عاری از علف هرز گردید ($C-F_{ir}$ و $C-L_{ir}$). هر چند حضور علف‌های هرز به عنوان یک عامل تداخل کننده در این تحقیق در نظر گرفته شده بود، نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت می‌باشد که افزایش تراکم گیاهی یا استفاده از روش‌های کشت مخلوط می‌تواند به عنوان تدابیری برای کاهش شستشوی نیتروژن از خاک‌های شنی مدنظر قرار گیرند. از طرف دیگر اگرچه حضور علف هرز در هر دو رژیم آبیاری باعث کاهش شستشوی نیتروژن شد اما اثر آن در تیمار آبیاری کامل بارزتر بود (شکل ۷). به طور متوسط (میانگین دو سال آزمایش) حضور علف هرز در تیمارهای آبیاری کم و آبیاری کامل به ترتیب باعث کاهش ۲۶ و ۵۱ کیلوگرمی شستشوی نیتروژن شد. در تیمار آبیاری کامل پتانسیل بیشتری برای شستشوی نیتروژن وجود دارد و علف هرز از طریق جذب مقداری از نیتروژن خاک باعث کاهش هدرروی نیتروژن شد. در مقابل در شرایط آبیاری کم پتانسیل اصلی (فراهمی و نفوذ عمقی آب) برای شستشوی نیتروژن کم می‌باشد و در این شرایط از تاثیر گذاری هر عامل ثانویه دیگر بر کاهش شستشوی

کربوهیدراتی ترکیبات پروتئینی از ترکیبات روغنی کمتر است (Lambers & Poorter, 1992) افزایش فراهمی نیتروژن، سنتز ترکیبات پروتئینی را در مقایسه و به هزینه سنتز اسیدهای چرب، بیشتر تحریک می‌کند و نتیجه آن کاهش درصد روغن دانه‌ها با افزایش محتوی پروتئین آنها می‌باشد (Rathke *et al.*, 2005).

شستشوی نیتروژن از خاک (NLL)

در هر دو سال و در هر چهار تیمار $C-F_{ir}$ ، $CP-F_{ir}$ ، $CP-L_{ir}$ ، F_{ir} و $CP-L_{ir}$ افزایش شستشوی نیتروژن با افزایش شستشوی نیتروژن از خاک همراه بود (شکل ۷). اگرچه روند افزایش شستشوی نیتروژن در هر چهار تیمار مشابه بود اما در هر سطح نیتروژن مصرفی تیمار $C-F_{ir}$ در مقایسه با سایر تیمارها، شستشوی نیتروژن بیشتری را حاصل کرد. افزایش فراهمی آب و نیتروژن در تیمار $C-F_{ir}$ منجر به افزایش تجمع نیتروژن در خاک و نفوذ بیشتر آب در نیمرخ خاک شنی گردید. فراهمی نیتروژن و آب به طور فزاینده‌ای منجر به افزایش شستشوی نیتروژن از محیط ریشه شدند.

بررسی توام روند تغییرات شستشوی نیتروژن از خاک و عملکرد دانه ذرت به تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در ۴ تیمار $C-L_{ir}$ ، $CP-F_{ir}$ ، $C-F_{ir}$ و $CP-L_{ir}$ افزایش نیتروژن مصرفی از ۳۰۰ به ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۸، ۳، ۱۰ و ۳ درصدی عملکرد دانه ذرت شد. در مقابل این افزایش مصرف نیتروژن، افزایش ۹۸، ۸۵، ۷۰ و ۴۶ درصدی شستشوی نیتروژن را به ترتیب در تیمارهای یادشده به همراه داشت. برخلاف نتایج سایر محققین (Tarkalson *et al.*, 2006; Abouzienna *et al.*)

1- Nitrogen Leaching Loss

افزایش مصرف نیتروژن به منظور تعدیل رقابت بین ذرت و آمارانتوس به ویژه در اراضی شنی توصیه نمی‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد در هر دو رژیم آبیاری هنگامی که علف‌هرز در تیمارها حضور داشت (CP- F_{ir} و CP- L_{ir})، از شدت افزایش شستشوی نیتروژن در پاسخ به کاربرد نیتروژن کاسته شد. مصرف کارآمد نیتروژن در زراعت ذرت به ویژه در خاک‌های شنی نیازمند برقراری تعادلی دقیق بین مصرف آب و نیتروژن است بویژه هنگامی که علف‌های هرز به مزرعه هجوم آورده‌اند. چنین رویکردی حصول عملکرد قابل قبول ذرت و همچنین حفاظت آب و خاک را نوید می‌دهد.

نیتروژن کاسته می‌شود. گزارشی در مورد اثر تداخل علف هرز بر شستشوی نیتروژن در تیمارهای مختلف آبیاری و کودی در اختیار نیست.

نتیجه‌گیری

بطور خلاصه چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افت عملکرد دانه ذرت ناشی از تداخل آمارانتوس، با افزایش فراهمی نیتروژن مصرفی در هر دو رژیم آبیاری افزایش یافت. به عبارت دیگر سطوح بالای نیتروژن مصرفی علاوه بر کاهش قدرت رقابت ذرت منجر به افزایش فشار تداخل علف‌هرز گردید. بدین ترتیب

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Results of soil physical and chemical properties of experimental site

Depth (cm) عمق				ویژگی‌ها (Properties)
30-60		0-30		
2011	2010	2011	2010	
0.6	0.3	0.6	0.4	مواد آلی (%) Organic Matter (%)
6.8	6.6	7.2	6.7	واکنش خاک pH
59	61	61	63	شن (%) Sand (%)
28	29	19	18	سیلت (%) Silt (%)
13	10	20	19	رس (%) Clay (%)
23	22	23	21	درصد حجمی رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی water volume percentage at the Field Capacity
9	9	10	9	درصد حجمی رطوبت در نقطه پژمردگی دائم water mass percentage at the Permanent Wilting Point
14	13	13	12	محتوی رطوبت در محدوده آب قابل دسترس Moisture content at the Available Water
1.44	1.45	1.44	1.45	وزن مخصوص ظاهری (g cm ⁻³) Bulk Density (g cm ⁻³)
1.5	1.4	1.5	1.5	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹) Electrical conductivity (dS.m ⁻¹)
0.08	0.05	0.07	0.04	N (%)
n.d	†n.d	15	11.5	P (mg.kg ⁻¹)
n.d	n.d	305	280	K (mg.kg ⁻¹)
n.d	n.d	7.0	6.2	Fe (mg.kg ⁻¹)
n.d	n.d	0.7	1.2	Zn (mg.kg ⁻¹)
n.d	n.d	6.2	4.0	CaCO ₃ (%)
n.d	n.d	6.9	5.4	Cation Exchange Capacity (meq per 100g)

† Not determined

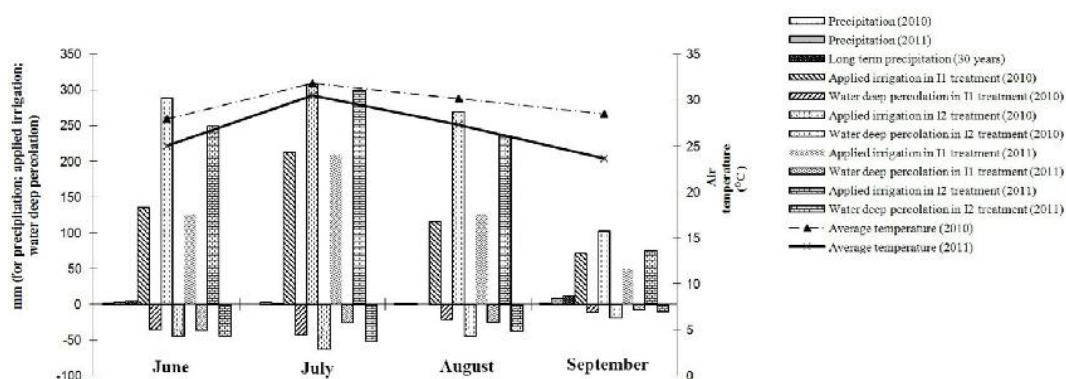
† تعیین نشد

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های بلال، عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت متأثر از اثر اصلی تیمارهای آزمایشی

شاخص برداشت		عملکرد دانه		تعداد دانه		وزن هزار دانه		تعداد دانه		تعداد ردیف		صفات	
Harvest Index (%)		Seed Yield (kg ha ⁻¹)		Seed.ear ⁻¹		Thousand Seed Weight (g)		Seed.row ⁻¹		Seed row.ear ⁻¹		Traits	
2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010
22 b	26 b	1922 b	2032 b	180 b	195 b	103 b	107 b	18 b	18 a	10 b	11 b	آبیاری کم (L) Low irrigation (L)	
27 a	31 a	2827 a	2905 a	306 a	300 a	121 a	128 a	24 a	23 a	12 a	13 a	آبیاری کامل (F) Full irrigation (F)	
25 a	33 a	2803 a	3121 b	303 a	317 a	120 a	129 a	24 a	a24	12 a	13 a	تیمار علف هرز Weed	
24 a	23 b	1946 b	1816 a	183 b	178 b	104 b	106 b	17 b	b17	10 b	10 b	عاری از علف هرز (W0) Weed-free (W0)	
25 a	28 a	1831 c	1901 c	164 c	167 d	99 b	99 c	16 b	16 c	10 c	10 c	آلوده به علف هرز (W1) Weed infested (W1)	
24 a	29 a	2344 b	2409 b	230 b	214 c	106 b	113 b	20 ab	19 bc	11 b	11 b	مقدار نیتروژن (داده های گیاه ذرت) Nitrogen amounts (corn data)	
24 a	29 a	2588 ab	2686 a	267 ab	278 b	119 a	126 a	23 a	22 ab	11 b	12 b	0	
25 a	28 a	2735 a	2879 a	312 a	331 a	124 a	132 a	24 a	24 a	12 a	13 a	150	
25	28	2370	2470	253	248	112	118	22	20	11	12	300	
												450	
												میانگین سال Year average	

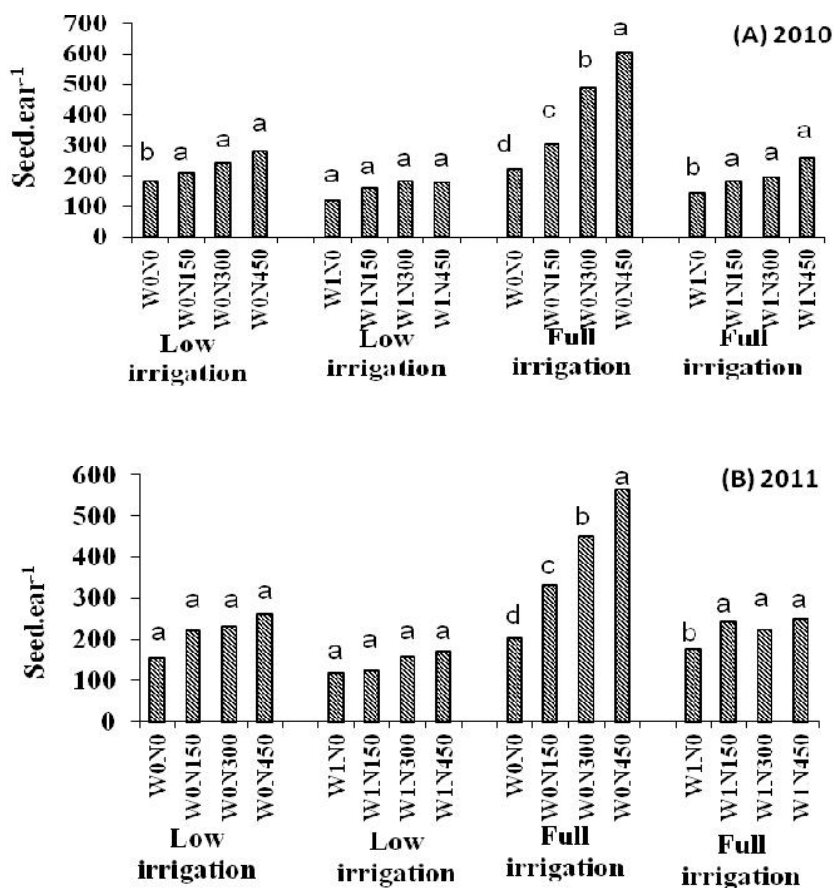
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level.



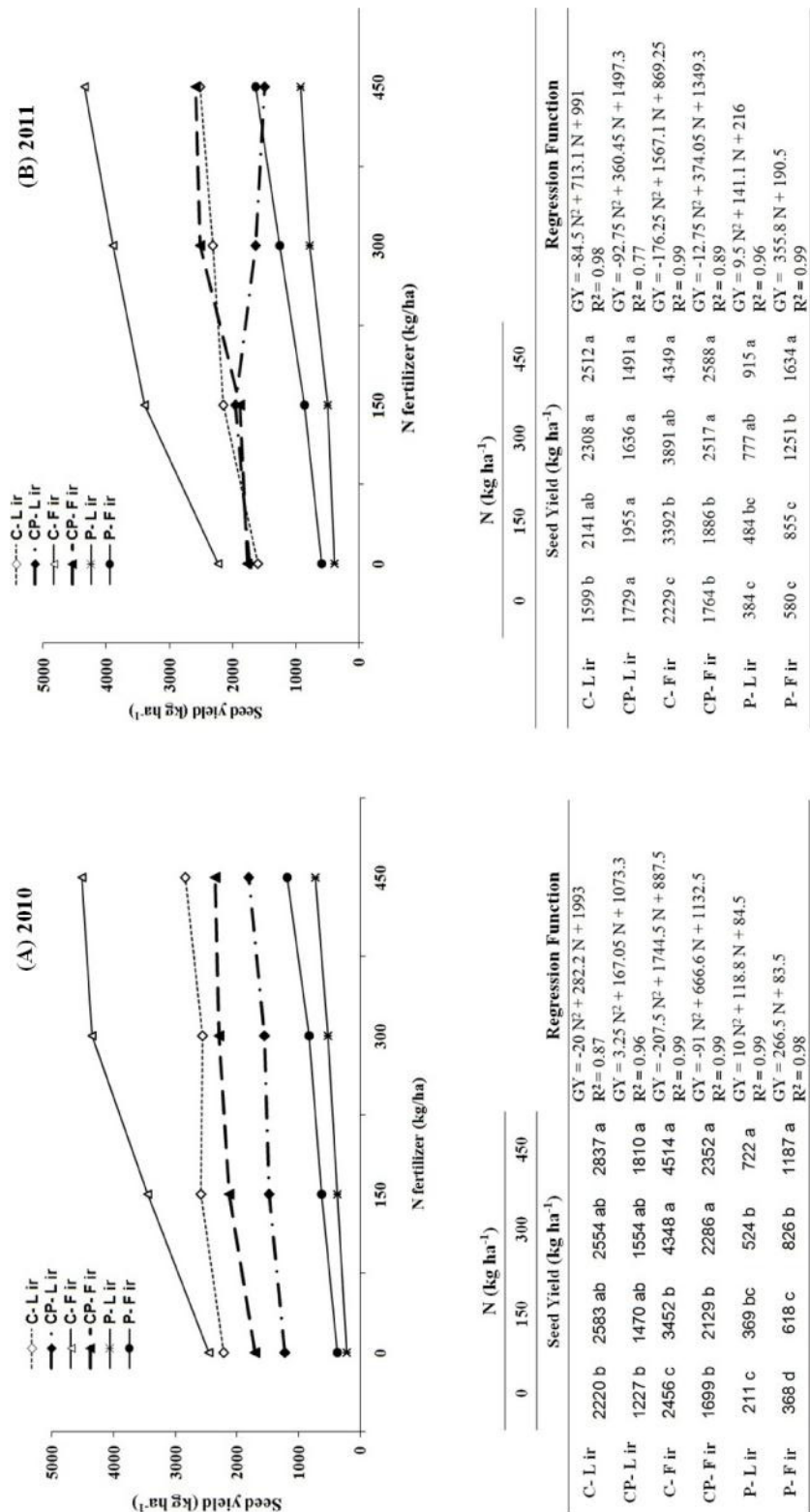
شکل ۱- مقدار بارندگی (در فصل کشت و میانگین دراز مدت)، آب مصرف شده به صورت آبیاری، مقدار نفوذ عمقی آب به تفکیک هر ماه همچنین تغییرات ماهانه دمایی در فصل کشت.

Figure 1- Precipitation amounts (during cropping season and long-term average), water used for irrigation, deep percolation of water for each month and monthly changes in temperature in cropping season



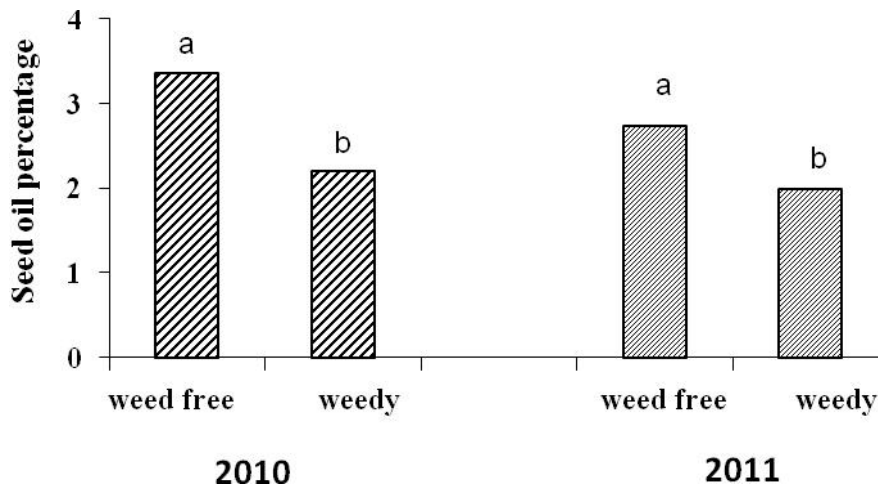
شکل ۲. اثر متقابل آبیاری، علف‌هرز و نیتروژن بر تعداد دانه در بلال در سال اول (الف) و دوم آزمایش (ب). در هر رژیم آبیاری میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 2- The effect of irrigation, weed and nitrogen interactions on number of seed per ear at the first year (A) and second year (B). In each irrigation regime, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level.



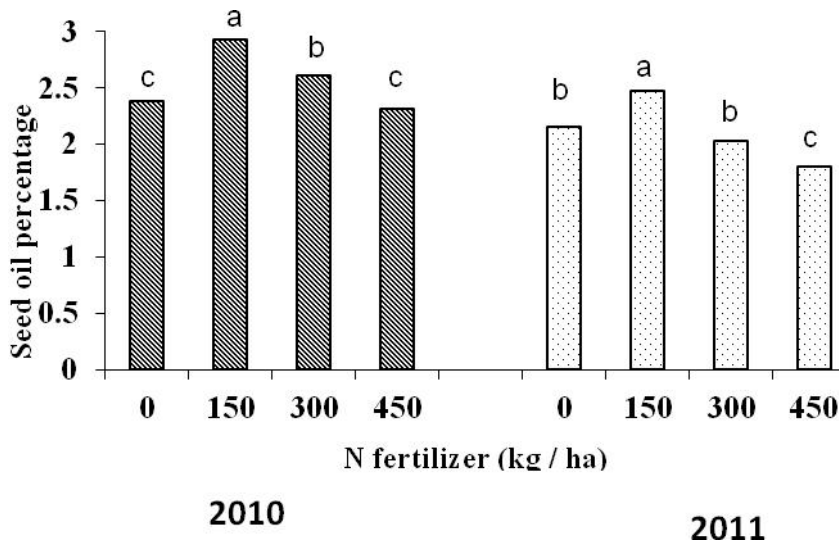
شکل ۳- اثر متقابل رژیم آبیاری در علف هرز در نیتروژن بر عملکرد دانه در سال ۱۳۸۹ (الف) و سال ۱۳۹۰ (ب). در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح آمار ۵ درصد ندارند. C-Lir: کشت خالص ذرت در آبیاری کم، CP-Lir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس در آبیاری کم، P-Lir: آمارانتوس در آبیاری کامل، C-Fir: کشت خالص ذرت در آبیاری کامل، CP-Fir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس در آبیاری کامل، P-Fir: آمارانتوس در آبیاری کامل

Figure 3- The effect of irrigation regime, weed and nitrogen interactions on seed yield in 2010 (A) and 2011 (B). In each row, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level. C-Lir: Corn in the condition of low irrigation, CP-Lir: Corn in competition with pigweed in the condition of low irrigation, C-Fir: Corn in the condition of full irrigation, CP-Fir: Corn in in competition with pigweed in the condition of full irrigation, P-Lir: Pigweed in the condition of low irrigation, P-Fir: Pigweed in the condition of full irrigation



شکل ۴- اثر اصلی تداخل علف هرز بر درصد روغن دانه ذرت. در هر سال میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

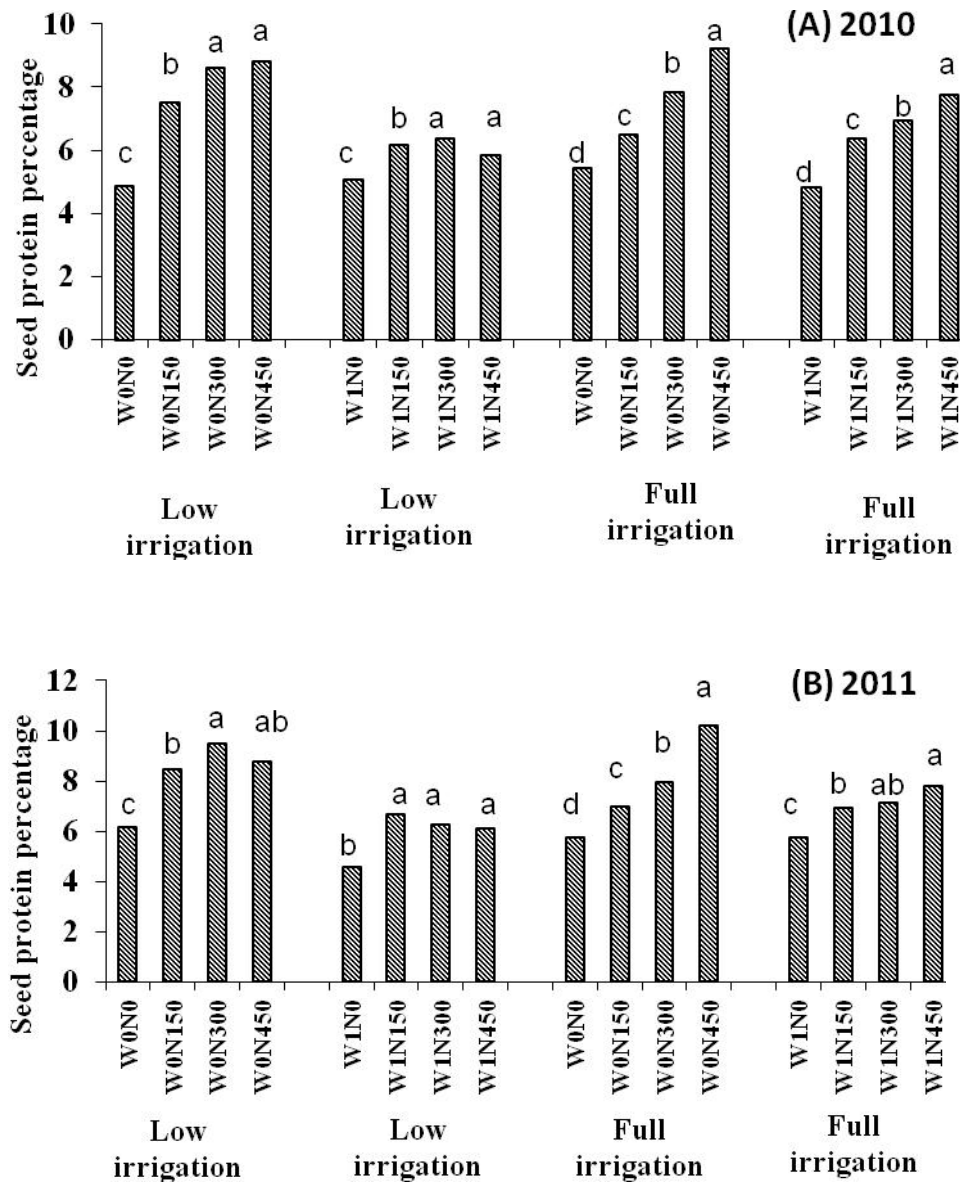
Figure 4- The main effect of weed competition on oil percentage of corn seed. In each year, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level



شکل ۵- اثر اصلی مقدار نیتروژن بر درصد روغن دانه ذرت. در هر سال میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

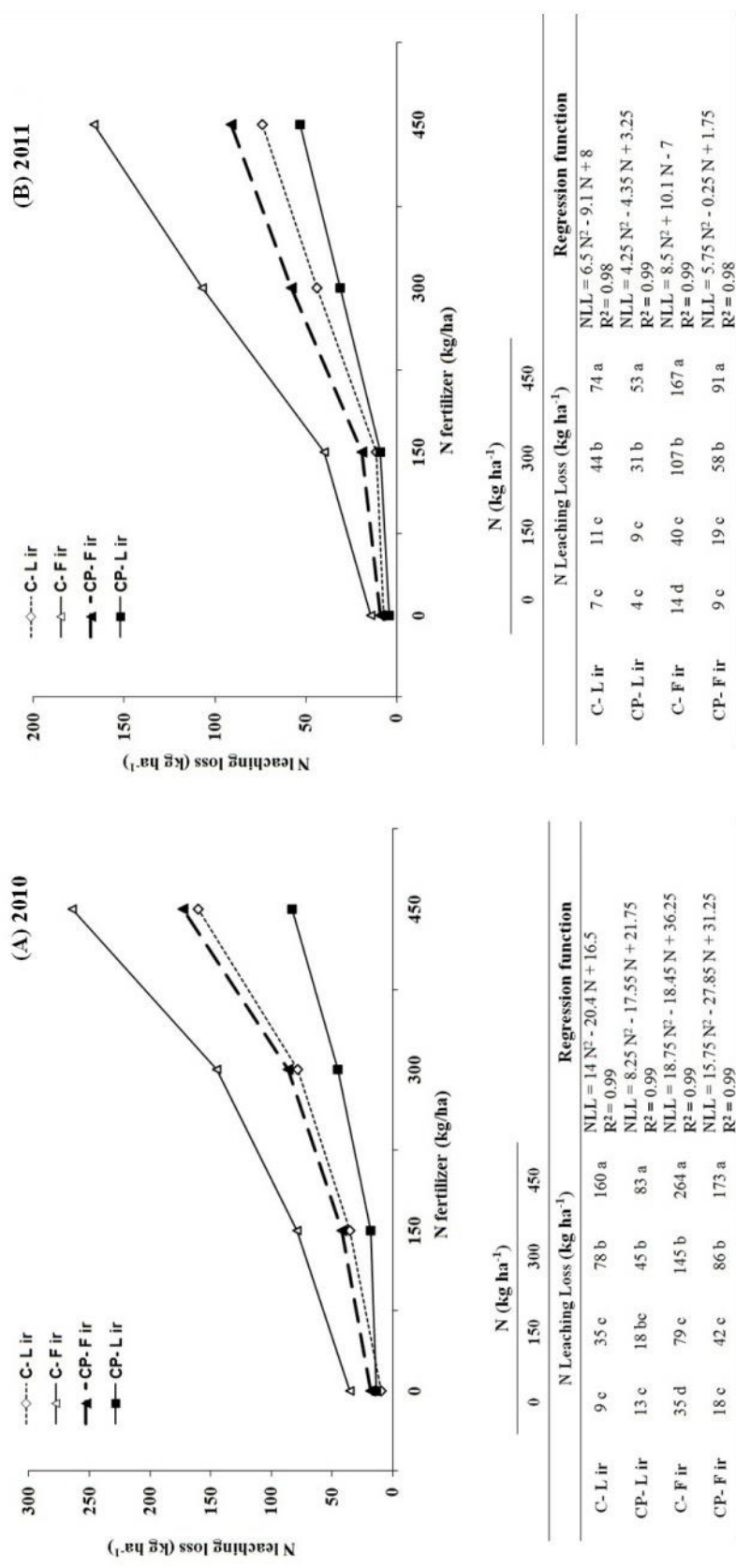
Figure 5- The main effect of nitrogen on oil percentage of corn seed. In each year, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level

تأثیر تداخل علف هرز آمارانتوس ریشه قرمز ...



شکل ۶- اثر متقابل آبیاری، علف هرز و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سال اول (الف) و دوم آزمایش (ب). در هر رژیم آبیاری میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. W₀ عدم حضور علف هرز، W₁ تداخل علف هرز

Figure 6- The effect of irrigation, weed and nitrogen interactions on seed protein percentage in first year (A) and second year (B). In each irrigation regime, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level. W₀: weed free, W₁: weed competition



شکل ۷- اثر متقابل رژیم آبیاری، علف هرز و نیتروژن بر شستشوی نیتروژن از خاک در سال ۱۳۸۹ (الف) و سال ۱۳۹۰ (ب). در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح آمار ۵ درصد ندارند. C-Lir: کشت خالص ذرت در آبیاری کم، CP-Lir: حضور توامان ذرت و آماراتوس در آبیاری کامل، کشت خالص ذرت در آبیاری کامل، CP-Fir: حضور توامان ذرت و آماراتوس در آبیاری کامل

Figure 7- The effect of irrigation regime, weed and nitrogen interactions on N leaching loss in 2010 (A) and 2011 (B). In each row, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level. C-Lir: Corn in the condition of low irrigation, CP-Lir: Corn in competition with pigweed in the condition of low irrigation, C-Fir: Corn in competition with pigweed in the condition of full irrigation, CP-Fir: Corn in competition with pigweed in the condition of full irrigation

References

فهرست منابع

- Abouzienna, H. F., M. F. El-Karmany, M. Singh and S. D. Sharma. 2007.** Effect of N rates and weed control treatments on maize yield and associated weeds in sandy soils. *Weed Technology*. 21: 1049-1053.
- Allen, R. G., L. S. Raes and D. M. Smith. 1998.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
- Benjamin, L. R. and S. E. Park. 2007.** The Conductance model of plant growth and competition in monoculture and species mixture: a review. *Weed Research*. 47:284-298.
- Blackshaw, R. E. and R. N. Brandt. 2008.** Nitrogen fertilizer rate effects on weed competitiveness are species dependent. *Weed Science*. 56: 743-747.
- Bolanson, J. and G. O. Edmeades. 1990.** The relationship between the anthesis silking interval and yield in tropical maize under drought. In: *Agronomy Abstracts*. ASA, Madison, WI. 119 PP.
- Brandau, P. S. and F. E. Below. 1992.** Nitrogen supply and reproductive development of maize. *Agronomy Abstract*. ASA. Madison, WI. 122 P.
- Cheema, M. A., M. A. Malik, A. Hussain, S. H. Shah and S. M. A. Basra. 2001.** Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus on the growth and the seed and oil yield of canola. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 186: 103-110.
- Chikoye, D., A. F. Lum, R. Abaidoo, A. Menkir, A. Kamara, F. Ekeleme and N. Sanginga. 2008.** Response of corn genotypes to weed interference and nitrogen in Nigeria. *Weed Science*. 56: 424-433.
- Cowan, P., S. F. Weaver and C. J. Swanton. 1998.** Interference between pigweed, barnyard grass and soybean. *Weed Science*. 46: 533-539.
- Derby, N. E., D. D. Steel, J. Terpstra, R. E. Knighton and F. X. M. Casey. 2005.** Interactions of nitrogen, weather, soil and irrigation on corn yield. *Agronomy Journal*. 97: 1342-1351.
- Di Paolo, E. and M. Rinaldi. 2008.** Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 105: 202-210.
- Di Tomaso, J. M. 1995.** Approach for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilizer strategies. *Weed Science*. 43(3), 491-497.
- Evans, S. P., S. T. Knezevic, J. L. Lindquist and C. A. Shapiro. 2003.** Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*. 51:546-556.
- FAOSTAT, 2011.** FAO Statistics Service. Available Online at: www.faostat.fao.org.
- Gentry, L. E. and F. E. Below. 1993.** Maize productivity as influenced by form and availability of nitrogen. *Crop Science*. 33:491-497.
- Hao, X., C. Chang and G. J. Travis. 2004.** Effect of long-term cattle manure application

- on relation between nitrogen and oil content in canola seed. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 167: 214-215.
- Hay, R. and J. Porter. 2006.** The physiology of crop yield. Blackwell Publishing. Pp 314.
- Hendrix, B. J., B. G. Young and S. Chong. 2004.** Weed management in strip tillage corn. *Agronomy Journal*. 96: 229-235.
- Hermanson, R. W., C. Pan, R. Perillo, R. Stevans and C. Stockle. 2000.** Nitrogen use by crop and the fate of nitrogen in the soil and vadose zone. Washington State University and Washington Department of Ecology, Interagency Agreement No. C 9600177.
- Hopkins, W. G. and N. P. Hunter. 2004.** Introduction to plant physiology. 3rd ed. John Wiley & Sons Pub. New York.
- Horak, M. J., D. E. Peterson, D. J. Chessman and L. M. Wax. 1994.** Pigweed identification: A pictorial guide to the common pigweeds of the Great Plains. Cooperative Extension Service S-80. Kansas State University. Manhattan.
- Horak, M. J. and T. M. Loughin. 2000.** Growth analysis of four *Amaranthus* species. *Weed Science*. 48: 347-355.
- Jacobs, B. C. and C. J. Pearson. 1991.** Potential yield of maize determined by rates of growth and development of ears. *Field Crops Research*. 27:281-298.
- Kasperbauer, M. J. and P. G. Hunt. 1992.** Root size and shoot/root ratio as influenced by light environment of the shoot. *Journal of Plant Nutrition*. 15: 685-697.
- Khot, R. B. and N. K. Umrain. 1992.** Seed yield and quality parameters of Africa tall maize (*Zea mays* L.) as influenced by spacing and level of nitrogen. *Indian Journal*. 37:183-184.
- Lambers, H. and H. Poorter. 1992.** Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecology Research*. 23: 187-261.
- Li, X., C. Hu, J. A. Delgado, Y. Zhang and Z. Ouyang. 2007.** Increase nitrogen use efficiency as a key mitigation alternative to reduce nitrate leaching in north China plain. *Agriculture Water Management*. 89: 137-147.
- McCullough, D. E., P. H. Girardin, M. Mihajlovic, A. Aguilera and M. Tollenaar. 1994.** Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Canadian Journal of Plant Science*. 74: 471-477.
- Moss, G. L. and L. A. Downey. 1971.** Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. *Crop Science*. 11:368-372.
- Rajcan, I. and C. J. Swanton. 2001.** Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crop Research*. 71, 139-150.
- Rathke, G. W., O. Christen and W. Dipenbrock. 2005.** Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in differ-

- ent crop rotation. *Field Crops Research*. 94: 103-113.
- Shapiro, C. A. and C. S. Wortmann. 2006.** Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in eastern Nebraska. *Agronomy Journal*. 98: 529-535.
- Soufizadeh, S., E. Zand, M. A. Baghestani, F. Bena Kahsani, N. Nezamabadi and K. Sheibany. 2007.** Integrated weed management in saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulture*. 739:133-138.
- Strahan, R. E., J. L. Griffing, D. B. Reynolds and D. K. Miller. 2000.** Interference between *Rottoboelia cochinchinensis* and *Zea mays*. *Weed Science*. 48: 205-211.
- Tandon, H. L. S. 1995.** Methods of Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilizers. Fertilizers Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
- Tarkalson, D. D., J. O. Payero, S. M. Ensley and C. A. Shapiro. 2006.** Nitrate accumulation and movement under deficit irrigation in soil receiving cattle manure and commercial fertilizer. *Agricultural Water Management*. 85: 201–210.
- Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995.** Nitrogen deficiency in maize. II. Effects on crop carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Science*. 35: 1388–1389.
- Vazquez, N. A., M. L. Pardo, A. Suso, and M. Quemada. 2005.** A methodology for measuring drainage and nitrate leaching in unevenly irrigated vegetable crops. *Plant and Soil*. 269: 297-308.