Archive Of SID

مجله‌ی پژوهش علف‌های هرز
جلد ۷، شماره ۲، ۱۳۹۴
صفحات ۲۲-۱

تاثیر 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[1*]، مجید آقاعلیخانی[2]، فرهاد حبیب زاده[3]

چکیده:

به منظور بررسی تاثیر 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_{ir}) و رژیم آبیاری کامل (F_{ir}) درکرت‌های 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 $CP\text{-}F_{ir}$) 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 $CP\text{-}L_{ir}$)، 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

یکی از مشکلات دائمی و جدی در کشاورزی، علف‌های هرز هستند که باعث کاهش کمی و کیفی محصولات زراعی می‌شوند، به‌طوری‌که خسارت ناشی 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 بدین‌سان موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شوند. تفاوت

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۴

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 بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین.
*- نویسنده مسئول E-mail: majidgholamhoseini@yahoo.com

www.SID.ir

Archive Of SID

در قدرت تسخیر منابع (عمدتاً تشعشع و عناصر غذایی) توسط گیاه زراعی و علف هرز به میزان زیادی بر نتیجه رقابت تاثیر 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 علف‌های‌هرز در مزارع برخی از گیاهان نظیر ذرت، سویا، آفتابگردان و لوبیا می باشند (Horak et al., 1994; Horak & Loughin, 2000). آمارانتوس ریشه‌قرمز (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 ریشه‌قرمز در مقیاس‌بندی 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 می کنند و قابلیت دسترسی به آب را در گیاه زراعی کاهش می‌دهند و نتیجه این کاهش، افزایش میزان تنشی 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 توانائی ریشه گیاه زراعی 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 هوائی سوق می‌دهند و به عبارت دیگر در چنین شرایطی نسبت ریشه به اندام هوائی کاهش پیدا می کند (Kasperbauer & Hunt, 1992)، و این خود دلیل مهمی بر کاهش توانائی ریشه گیاه زراعی برای جذب آب و عناصر غذائی در شرایط رقابت با علف هرز است.

از منظور مدیریت حاصلخیزی خاک، نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذائی 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 غذائی (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 می توان گفت که رقابت برای

www.SID.ir

Archive Of SID

آب، مـواد غذائی و نور اولین اثر علف‌های هرز مهاجم در تلفات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. شدت رقابت برای این منابع، با محدودیت منبع و نسـبت تقاضا برای اسـتفاده از منبع توسط گیاه زراعی و علف هرز متفاوت اسـت. در اکثر مزارع، فراهمـی آب اولین محدودیت در تولیـد محصولات زراعی می‌باشـد. علف‌های هرز دسترسی به آب را برای گیاهان زراعی کاهش می‌دهند و این امر منتج به افزایش شدت تنش آبی در گیاه زراعی می‌گـردد. از طرف دیگـر رقابت بـرای جذب عناصر غذائـی و به‌ویژه نیتروژن نیـز می‌تواند کاهش عملکرد گیاهان زراعی را در پی داشته باشد و چه بسا در شرایطی اضافـه کردن منابع کودی ممکن اسـت 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 علف‌هرز آمارانتوس در شرایط مختلف آبیاری و کودی و آگاهی از برهم‌کنش این اجزا می‌تواند به طور هم‌زمان اثرات مضر علف‌های هـرز را کاهش و قدرت رقابتی گیـاه زراعی را افزایش دهـد. در مجموع هدف این پژوهش، شـناخت دقیق‌تر نحوه رقابت گیاه زراعـی ذرت با علف‌هرز آمارانتوس در شـرایط مختلف آبیاری و کودی و آگاهی از اثرات متقابل این اجزاء بود. همچنین تعیین این مهم که در چه شـرایطی حداکثر و حداقل تـوان رقابتی ذرت با علف هرز حاصل می‌شود نیز جزء اهداف اساسی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سـال‌های زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشـی دانشکده کشـاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۶ کیلومتری غرب تهران اجرا شـد. ویژگی‌های فیزیکی و شـیمیائی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شـده اسـت 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 کشـور جمع‌آوری شـد. محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی جزو مناطق خشـک و نیمه خشـک محسـوب می‌شـود و داده‌های بلند مدت ۳۰ ساله (شکل ۱) نشان می‌دهـد، میزان بارندگی سـالیانه حـدود ۲۵۰ تا ۳۱۰ میلی‌متر می‌باشـد که بیـش 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 سـه عامل شامل رژیم آبیاری در دو سـطح شـامل آبیاری پس از مصرف ۴۰ درصد رطوبت قابل اسـتفاده در عمق توسـعه ریشه: (آبیاری کامـل، F) و آبیاری پس از مصرف ۸۰ درصد رطوبت قابل اسـتفاده در عمق توسعه ریشـه: (آبیاری کم، L)، تداخـل گیاه زراعی و علف هرز در دو سـطح شـامل کشـت خالص گیاه زراعی ذرت: C و کشـت توامان گیاه زراعی ذرت همراه با علف هرز آمارانتوس: CP، و سطوح مختلف نیتروژن در چهار سطح شامل ۰، ۱۵۰ ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگـرم نیتروژن خالص در هکتار، مورد بررسـی قرار گرفت. در این آزمایش رژیم آبیاری در کرت‌های اصلی و ترکیب دو عامل دیگر در کرت‌های فرعی قـرار گرفتند. مقادیـر نیتروژن بکار برده شـده در ایـن آزمایش با توجه به نتایـج آزمایش فیزیکی و

www.SID.ir

Archive Of SID

شیمیائی خاک محل آزمایش و یافته‌های سایر محققین در آزمایش‌های کودی ذرت (Soufizadeh, 2010) بکارگرفته 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. بذر ذرت مورد استفاده هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ بود که رقمی متوسط‌رس 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 برگی) تنک گردیدند به‌طوری‌که 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 علف‌کش شیمیایی خودداری شد. برای رسیدن به تراکم مطلوب علف هرز مورد مطالعه و همچنین حذف بوته‌های سایر گونه‌های علف‌های هرز، عملیات 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 پلی‌اتیلنی 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[1] (FC) از درصد حجمی رطوبت در نقطه پژمردگی دائمی[2] (PWP) بدست آمد. در واقع آبیاری در تخلیه مجاز رطوبتی[3] (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[4] در عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری کرت‌ها استفاده شد. شایان ذکر است قبل از اجرای آزمایش با نمونه-گیری از اعماق مختلف خاک در زمان‌های متفاوت و از طریق روش وزنی، درصد حجمی رطوبت خاک تعیین گردید و سپس درصد حجمی

1- Field capacity
2- Permanent wilting point
3- Management allowed depletion
4- Time-Domain Reflectometry, Model TRIME-FM, England

www.SID.ir

Archive Of SID

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. دادهای 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 به‌طور 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) بهترتیب در رژیم آبیاری کامل و آبیاری کم بود. کود نیتروژن‌دار (اوره) به صورت تقسیط 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 آمارانتوس نیز که در سطح 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 آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده می‌شوند. عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۵ درصدی دانه محاسبه گردید. شاخص برداشت[1] (HI) بر اساس نسبت عملکرد دانه (با۱۵ درصد رطوبت) بر عملکرد ماده خشک محاسبه شد. برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه، پس ازخشک 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[2] (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[3] (S.W.S.) استفاده شد. بدین منظور در قسمت مرکزی کرت‌ها، به‌وسیله اوگر دستی[4] 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 آبشوئی نیتروژن

1- Harvest index
2- Inorganic Nitrogen
3- Soil Water Sampler, Model 1900, Soil Moisture Equipment Co.
4- Hand auger

www.SID.ir

Archive Of SID

از خـاک هنگامی اتفاق می‌افتـد که رطوبت خاک در قسـمت بالائی یـک نقطه در عمق معیـن خاک، بیش از ظرفیت زراعی باشـد و در غیر این‌صورت آبشـوئی نیتـروژن ناشـی از شـیب غلظت بسـیار ناچیز اسـت (Hermanson *et al*., 2000)، در هر زمان از اجرای آزمایش که رطوبت خاک بیش از ظرفیت زراعی قرار داشـت، بوسیله پمپ خلاء دسـتی[1] مکشی به میزان ۳۰ سانتی‌بار به لوله‌های دسـتگاه نمونه‌برداری آب خاک (S.W.S.) اعمال گردید. سـپس 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)، زه‌آب جمع‌شده از لوله S.W.S.، خارج و در ظروف پلاسـتیکی ریخته شـد. به منظور جلوگیری از تغییر در ترکیب شـیمیائی نمونه‌ها از اسـید سـولفوریک غلیظ به میزان ۱ سی‌سی در لیتر اسـتفاده شد. نمونه‌ها تا زمان تجزیه شیمیائی در دمای زیر ۴ درجه سـانتی‌گراد نگهداری شدند. در هر مرحله نمونه‌هـا بـه روش Cadmium Reduction Method 8039 (Hach Co.) بـرای اندازه‌گیـری نیتـرات و Salicylate Method (Hach Co.) برای اندازه‌گیری آمونیوم، بوسـیله دسـتگاه اسپکتروفتومتر[2] تجزیه شـدند و مجموع نیترات و آمونیوم اندازه‌گیری شـده به عنوان غلظـت نیتروژن معدنـی زه‌آب در نظر گرفته شـد. برای اندازه‌گیری نفوذ عمقی آب، از رابطه بیلان آبی (رابطه ۱) استفاده شد (Li *et al*., 2007).

رابطه ۱ :

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

در این رابطه، DPR نفوذ عمقی آب به میلی‌متر، I آبیاری به میلی متر، P بارندگی به میلی‌متر، $\Delta SW(z)$ تغییرات رطوبت ذخیره شـده خـاک در عمق ۰ تا ۸۰ سانتی‌متری (اندازه‌گیری شده توسط T.D.R. بر اساس رطوبت حجمی و تبدیل شده به میلی‌متر)، ETC تبخیر و تعرق روزانه مزرعه به میلی‌متر و R روان آب سطحی به میلی‌متر، می‌باشـد. کل بارندگی نازل شده در مدت زمـان اجرای آزمایش بـه ترتیب در سـال اول و دوم آزمایـش برابر ۳ و ۱۳ میلی‌متر بـود. برای اندازه‌گیری تبخیـر و تعرق به ترتیـب در کرت‌های عاری از علف هـرز و کرت‌های آلوده به علف هـرز از رابطه ۲ و ۳ استفاده شد (Vazquez *et al*., 2005).

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

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

در این رابطه، ET_{CROP} تبخیر و تعرق گیاه، ET_0 تبخیر و تعرق پتانسـیل اندازه‌گیری شده با جمع‌آوری داده‌های هواشناسی ایسـتگاه چیتگر وابسته به سازمان هواشناسی کشور (در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری از محل آزمایش) و بـه روش فائو- پنمن- مانتیث (Allen *et al.*, 1998) و KC ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد گیاه ذرت بدسـت آمده از نشریه (Allen FAO-56 *et al*., 1998) می‌باشـند. در تیمـار رژیم آبیاری کم تبخیر و تعرق گیاه از رابطه ۴ محاسبه گردید.

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

در ایـن رابطه مقادیر ET_0 و K_C مشـابه با مقادیر ET_0 و K_C در روابـط ۲ و ۳ می‌باشـد و K_S ضریـب تصحیح محاسبه تبخیر و تعرق گیاه در شرایط کم آبی می‌باشد. برای محاسبه K_S از رابطه ۵ استفاده شد.

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

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

1- Hand vacuum pump, Model 2005G2, Soil Moisture Equipment Co.

2- Spectrophotometer, Model dr/2500, Hach Co.

www.SID.ir

Archive Of SID

در ایـن رابطه، TAW رطوبت قابل دسـترس در منطقه توسـعه ریشه (حاصل از تفاوت رطوبت در نقطه ظرفیـت زراعی و نقطـه پژمردگی) بـه میلی‌متر، Dr تغییـرات رطوبـت در لایه‌های مختلف عمق توسـعه ریشـه (تعیین شده بوسیله دستگاه TDR) به میلی‌متر و RAW رطوبت سـهل‌الوصول 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 اسـتفاده فرض شـد). بعد از تعیین غلظـت نیتروژن معدنی در نمونه زه‌آب و تعییـن میزان نفوذ عمقی، از حاصل‌ضرب این دو عامل مقدار کیلوگرم نیتروژن شسته شده در هکتار تعیین شد.

کلیه تجزیه‌های آماری و محاسبات رگرسیونی با اسـتفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگیـن اثرات اصلی از آزمون LSD و برای مقایسـه میانگین‌های اثرات متقابل از روش برش‌دهی اسـتفاده گردید. همچنین برای رسم منحنی‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. شایان ذکر است در این آزمایش از تجزیه سال به سـال داده‌ها استفاده شـد، بدین دلیل که نتایج آزمون بارتلت[1] نشـان داد در اکثر صفات بررسی شده فرض تجانس واریانس‌ها در دو سـال صادق نمی‌باشد و بنابراین امکان تجزیه مرکب داده‌ها وجود نداشت.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی

داده‌های هواشناسی نشـان 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 سـال ثبت گردید (شکل ۱). کل آبیاری انجام شـده در رژیم‌های آبیاری کم و آبیاری کامل در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۵۶۴ و ۹۸۴ میلی‌متر بود. در سال ۱۳۹۰ میـزان آبیاری برای رژیم‌های آبیـاری کامل و آبیاری کم به‌ترتیب بـه ۵۲۲ و ۸۶۷ میلی‌متر کاهش یافت. در رژیـم آبیاری کامـل، ۲۰ و ۱۹ درصد از آب مصرف شـده به‌ترتیب در سـال اول و دوم آزمایش به صورت زه‌آب از دسـترس ریشه خارج شد. در مقابل در رژیم آبیاری کم این میزان در سـال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به ترتیب برابر ۱۷ و ۱۶ درصد برآورد گردید.

اجزای عملکرد و ویژگی‌های بلال

در بیـن خصوصیـات متنوع بلال، در سـه صفت تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه تنها اثر اصلی تیمارهای آزمایشـی معنی‌دار بود درحالی که در صفت تعداد دانه در بلال اثر متقابل سه جانبه رژیم آبیاری × علف هرز × نیتروژن معنی‌دار بود.

تعـداد ردیف در بـلال و تعداد دانـه در ردیف با کاهـش فراهمی آب و نیتروژن به طـور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). همچنین تداخل علف‌هرز نیز باعث کاهش معنـی‌دار این صفات گردید (جدول ۲). کاهـش تعداد ردیف بلال و تعـداد دانه در ردیف در اثـر کم آبی را می‌توان به کاهش آهنگ رشـد بلال و کاهش عرضه آسـمیلات‌ها به بلال در شرایط آبیاری کم نسـبت داد. از طـرف دیگر اثر مثبـت نیتروژن بر ایـن صفات را می‌توان مرتبط با افزایش سـطح برگ، دوام بـرگ و در نهایت افزایش تولید مواد فتوسـنتزی و دسترسـی بیشـتر بـلال بـه آسـمیلات‌های تولیدی دانسـت. در همین زمینه یاکوب و پیرسون (Jacob & Pearson, 1991) اظهار داشتند که کمبود یا افزایش فراهمـی نیتروژن بـرای ذرت بـر ویژگی‌هـای بلال

1- Bartlett test

www.SID.ir

Archive Of SID

تاثیرگذار می‌باشد. از طرف دیگر در اثر تداخل علف هرز تعداد ردیف در بلال و دانه در ردیف کاهش پیدا کرد که علت این نقصان را می‌توان به ترتیب به کاهش قطـر بلال و طول بلال در اثر حضور آمارانتوس مرتبط دانسـت. پژوهشـگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که در اثر حضورعلف‌های هـرز و به دلیل افزایش رقابت درون و بیـن گونه‌ای، برخـی از ویژگی‌های مهم بلال کاهش می‌یابد کـه به تبع آن اصلی‌ترین جزء عملکرد (تعداد دانه در بلال) نیز کاهش می‌یابد (Abouziena *et al*., 2007; Evans *et al*., 2003).

نتایج مقایسـه میانگین اثرهـای اصلی تیمارهای آزمایشـی نشان داد که مشابه با سایر ویژگی‌های بلال، وزن هـزار دانه نیـز در اثر کم آبی، کاهـش فراهمی نیتـروژن و تداخل علف هرز کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به‌طور کلی مهم‌تریـن دلیل که باعث کاهش وزن دانه ذرت در شرایط تنش کم آبی می‌شود، کوتاه شدن دوره پر شدن دانه‌ها می‌باشد (Derby *et al*., 2005). از طرف دیگـر بنا بر گزارش هـی و پورتر (Hay & Porter, 2006) از آنجـا کـه کود نیتـروژن موجب افزایش تولید ماده خشـک و دوام سطح برگ می‌شود انتظار اسـت که دانه غلات با افزایش نیتروژن مصرفی سـنگین‌تر شوند. بر اسـاس گزارش اوهارت و آندراد (Uhart & Andrade, 1995) کمبـود نیتـروژن می‌تواند عملکرد دانه ذرت را به دلیل کاهش وزن دانه کاهش دهـد. در پژوهش این محققـان، 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 تداخـل علف‌هرز آمارانتوس باعث کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه ذرت شد به‌طوری که حضـور علف‌هرز در سـال اول و دوم آزمایش به ترتیـب ۱۸ و ۱۳ درصد وزن هزار دانـه را کاهش داد (جدول ۲). با توجه بـه این نکته که رقابت در زمان پر شـدن دانه به میزان زیادی بر ویژگی‌های بلال از جمله وزن دانه موثر اسـت، بنابراین چنین به نظر می‌رسد که تداخل علف‌هرز باعث کاهش توان فتوسنتزی ذرت و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده است. اگرچه استراهان و همکاران (Strahan *et al*., 2000) اظهار داشـتند که تداخل علف هرز تاثیـر معنی‌داری بر وزن دانـه ذرت ندارد، چنین به نظر می‌رسـد که تفاوت در شـرایط اجرای آزمایش این محققان با پژوهش حاضر مهم‌تریـن دلیـل برای تناقـض در نتایج بدسـت آمده باشد. با توجه به ضعیف بودن خاک محل آزمایش در پژوهش حاضر و عدم رشـد و نمـو مطلوب ذرت، اثر رقابتی آمارانتوس بر ذرت در این آزمایش شدید بود و نتیجه آن تاثیر همه جانبه رقابت بر تمامی صفات مرتبط با بلال از جمله وزن هزار دانه می‌باشد.

نتایـج مقایسـه میانگین اثر سـه جانبـه آبیاری × علف‌هرز × نیتروژن بر تعداد دانه در بلال نشـان داد که در هر دو سـال آزمایش بیشـترین تعداد دانه در بلال از تیمـار کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم نیتـروژن در هکتار همراه با آبیاری کامـل و عاری از علف هـرز ($C\text{-}F_{ir}\ N_{450}$) و حداقـل آن از تیمار عدم مصرف نیتـروژن در رژیم آبیاری کم در رقابت با علف‌هرز ($CP\text{-}L_{ir}\ N_0$) بدست آمد (شکل ۲). در هر دو سال آزمایش، کاربرد نیتروژن هنگامـی که ذرت در رقابت بـا آمارانتوس بود و رژیم آبیـاری کم دریافت کـرده بود هیچ تاثیـر معنی‌داری بـر تعداد دانه در بلال نداشـت در حالی کـه در رژیم آبیاری کامل و در شرایط عدم رقابت، افزایش هر سطح نیتروژن بـا افزایش معنی‌دار تعداد دانـه در بلال همراه

www.SID.ir

Archive Of SID

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 × علف‌هرز × 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 $C\text{-}F_{ir}$ (کشت خالص ذرت در رژیم آبیاری کامل) و $C\text{-}L_{ir}$ (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 عمدتا ناشی از خاک غیرحاصل‌خیز و شنی محل آزمایش می‌باشد.

افزایش نیتروژن مصرفی از ۰ به ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۸۴ و ۹۵ درصدی عملکرد دانه ذرت به‌ترتیب در 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 $C\text{-}F_{ir}$ افزایش فراهمی آب از طریق بهبود توانائی ذرت در جذب نیتروژن و متقابلا افزایش کاربرد نیتروژن از طریق افزایش کارائی مصرف آب عملکرد دانه ذرت را افزایش داد.

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

www.SID.ir

Archive Of SID

سال دوم آزمایش، مقادیر مختلف کود نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت نداشت (شکل ۳). آمارانتوس در تیمار آبیاری کامل اگرچه در شرایط رقابت با ذرت بود (تیمار $P\text{-}F_{ir}$) 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 معنی-داری 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 $C\text{-}F_{ir}$ و $CP\text{-}F_{ir}$ در سطوح N_{150} و N_{450} به ترتیب برابر ۱۴۱۴ و ۱۹۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. این تفاوت عملکرد دانه بین تیمارهای $C\text{-}L_{ir}$ و $CP\text{-}L_{ir}$ 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 سریع‌تر 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 آبشوئی نیتروژن و همچنین افزایش قدرت رقابت علف‌هرز (به دلیل جذب سریع‌تر و بیشتر نیتروژن) تاثیر محسوسی بر عملکرد دانه ذرت ندارد. در مجموع چنین استنباط می‌شود که افزایش 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 تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت ذرت و آمارانتوس نداشت (جدول ۲). به عقیده هی و پورتر (Hay & Porter, 2006) شاخص برداشت در گیاهان زراعی مختلف تقریبا ثابت است زیرا همانطور که هر عامل باعث کاهش یا افزایش عملکرد دانه می‌شود متعاقبا وزن خشک کل گیاه را نیز متاثر می‌کند. در این آزمایش تنها اثر اصلی رژیم‌های آبیاری و تداخل علف‌هرز بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). عدم تاثیرپذیری 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 یافته های چیکویه و همکاران (Chikoye *et al*., 2008) مبنی بر کاهش شاخص برداشت ذرت در شرایط رقابت مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive Of SID

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 چیما و همکاران (Cheema *et al*., 2001) و هاپکینز و هانتر (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 توانائی 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 فراهمی 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 $C\text{-}F_{ir}\ N_{450}$) 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 علف‌هرز 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} $_{year}=0.69^{**}$; $r^2_{second\ year}=0.61^{**}$). 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 اجزائ کربنی که از تجزیه کربوهیدرات‌ها حاصل می‌شوند، احتیاج دارند (Rathke *et al*., 2005)، از آنجائی‌که محتوی

www.SID.ir

Archive Of SID

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 می کند و نتیجه آن کاهش درصد روغن دانه‌ها با افزایش محتوی پروتئین آنها می‌باشد (Rathke *et al*., 2005).

شستشوی نیتروژن از خاک (NLL[1])

در هر دو سال و در هر چهار تیمار CP-$C\text{-}F_{ir}$ ، CP-$C\text{-}L_{ir}$ ، F_{ir} و CP-L_{ir} افزایش مصرف 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 $C\text{-}F_{ir}$ در مقایسه با سایر تیمارها، شستشوی نیتروژن بیشتری را حاصل کرد. افزایش فراهمی آب و نیتروژن در تیمار $C\text{-}F_{ir}$ 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 $C\text{-}L_{ir}$ ، CP-F_{ir} ، $C\text{-}F_{ir}$ 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; Abouziena *et al*., 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 می گردد.

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 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 ($C\text{-}F_{ir}$ و $C\text{-}L_{ir}$). هرچند 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 علف‌هرز 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 تاثیرگذاری هر عامل ثانویه دیگر بر کاهش شستشوی

1- Nitrogen Leaching Loss

www.SID.ir

Archive Of SID

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

نتیجه‌گیری

بطور خلاصه چنین می‌تـوان نتیجه‌گیری کرد که افت عملکرد دانه ذرت ناشـی از تداخل آمارانتوس، با افزایش فراهمی نیتروژن مصرفی در هر دو رژیم آبیاری افزایش یافت. به عبارت دیگر سـطوح بـالای نیتروژن مصرفـی علاوه بر کاهش قـدرت رقابت ذرت منجر به افزایش فشـار تداخـل علف‌هرز گردیـد. بدین ترتیب افزایش مصرف نیتروژن به منظور تعدیل رقابت بین ذرت و آمارانتوس به ویژه در اراضی شـنی توصیه نمی‌شـود. همچنین نتایج نشـان می‌دهـد در هـر دو رژیم آبیاری هنگامی که علف‌هرز در تیمارها حضور داشـت (CP-F_{ir} و CP-L_{ir})، از شـدت افزایش شستشوی نیتروژن در پاسـخ به کاربرد نیتروژن کاسته شـد. مصرف کارآمد نیتـروژن در زراعت ذرت به ویژه در خاک‌های شـنی نیازمند برقراری تعادلی دقیق بین مصرف آب و نیتروژن اسـت بویژه هنگامی که علف‌های هرز به مزرعه هجوم آورده‌اند. چنین رویکـردی حصول عملکرد قابل قبول ذرت و همچنین حفاظت آب و خاک را نوید می‌دهد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش

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

ویژگی‌ها (Properties)	عمق Depth (cm)			
	0-30		30-60	
	2010	2011	2010	2011
مواد آلی (٪) Organic Matter (%)	0.4	0.6	0.3	0.6
واکنش خاک pH	6.7	7.2	6.6	6.8
شن (٪) Sand (%)	63	61	61	59
سیلت (٪) Silt (%)	18	19	29	28
رس (٪) Clay (%)	19	20	10	13
درصد حجمی رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی water volume percentage at the Field Capacity	21	23	22	23
درصد حجمی رطوبت در نقطه پژمردگی دائم water mass percentage at the Permanent Wilting Point	9	10	9	9
محتوی رطوبت در محدوده آب قابل دسترس Moisture content at the Available Water	12	13	13	14
وزن مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$) Bulk Density ($g\ cm^{-3}$)	1.45	1.44	1.45	1.44
هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	1.5	1.5	1.4	1.5
N (%)	0.04	0.07	0.05	0.08
P ($mg.kg^{-1}$)	11.5	15	†n.d	n.d
K ($mg.kg^{-1}$)	280	305	n.d	n.d
Fe ($mg.kg^{-1}$)	6.2	7.0	n.d	n.d
Zn ($mg.kg^{-1}$)	1.2	0.7	n.d	n.d
$CaCo_3$ (%)	4.0	6.2	n.d	n.d
Cation Exchange Capacity (meq per 100g)	5.4	6.9	n.d	n.d

† Not determined

†تعیین نشد

www.SID.ir

Archive Of SID

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

Table 2- Comparison of means of corn ear properties, seed yield and harvest index affected by main effect of experimental treatments

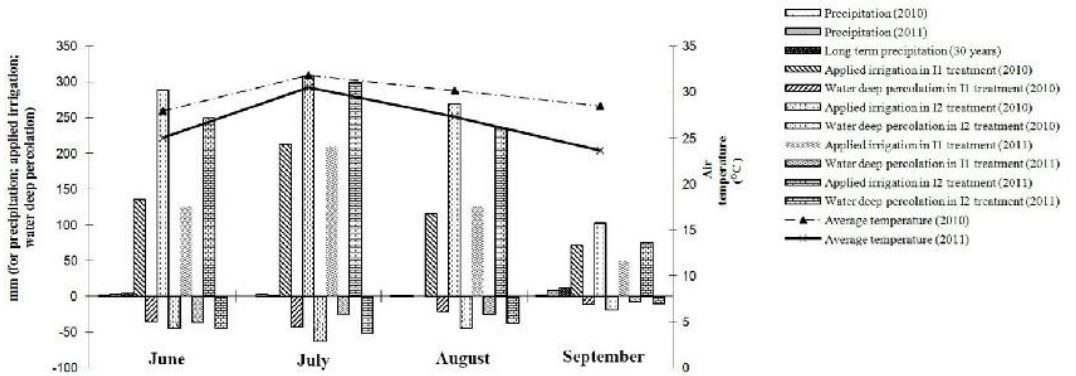
شاخص برداشت (%) Harvest Index		عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$) Seed Yield		تعداد دانه در بلال $Seed.ear^{-1}$		وزن هزار دانه (g) Thousand Seed Weight (g)		تعداد دانه در ردیف $Seed.row^{-1}$		تعداد ردیف در بلال Seed $row.ear^{-1}$		صفات Traits / تیمارها
2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	
												رژیم آبیاری Irrigation regime
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)
												تیمار علف هرز Weed
25 a	33 a	2803 a	3121 b	303 a	317 a	120 a	129 a	24 a	a24	12 a	13 a	عاری از علف هرز (W0) Weed-free (W0)
24 a	23 b	1946 b	1816 a	183 b	178 b	104 b	106 b	17 b	b17	10 b	10 b	آلوده به علف هرز (W1) Weed infested (W1)
												مقدار نیتروژن (داده های گیاه ذرت) Nitrogen amounts (corn data)
25 a	28 a	1831 c	1901 c	164 c	167 d	99 b	99 c	16 b	16c	10 c	10 c	0
24 a	29 a	2344 b	2409 b	230 b	214 c	106 b	113 b	20ab	19bc	11 b	11 b	150
24 a	29 a	2588 ab	2686 a	267 ab	278 b	119 a	126 a	23 a	22ab	11 b	12 b	300
25 a	28 a	2735 a	2879 a	312 a	331 a	124 a	132 a	24 a	24a	12 a	13 a	450
25	28	2370	2470	253	248	112	118	22	20	11	12	میانگین سال Year average

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری 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.

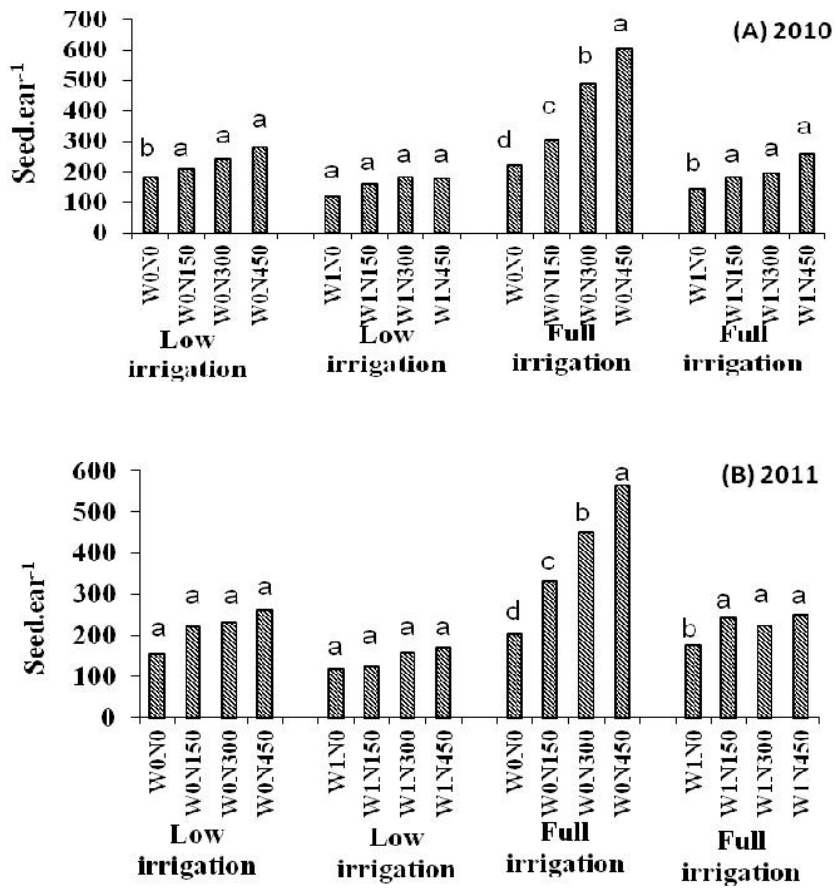
www.SID.ir

Archive Of SID



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 دمائی 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

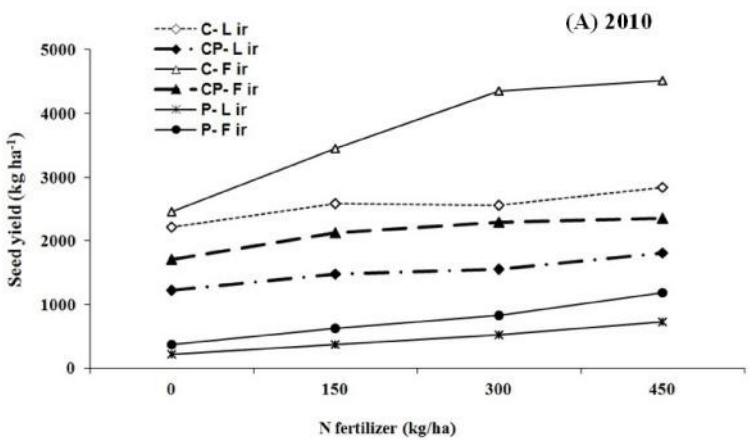


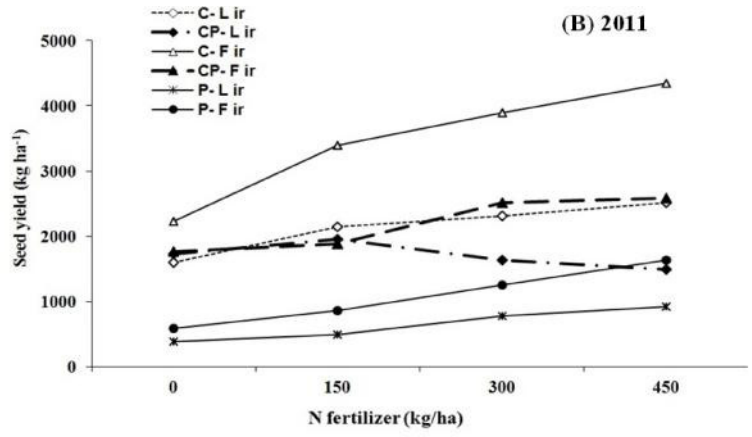
شکل ۲. اثر متقابل آبیاری، علف‌هرز و نیتروژن بر تعداد دانه در بلال در سال اول (الف) و دوم آزمایش (ب). در هر رژیم آبیاری میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

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.

www.SID.ir

Archive Of SID





	N (kg ha^{-1})				
	0	150	300	450	
	Seed Yield (kg ha^{-1})				Regression Function
C- L ir	2220 b	2583 ab	2554 ab	2837 a	$GY = -20\ N^2 + 282.2\ N + 1993$, $R^2 = 0.87$
CP- L ir	1227 b	1470 ab	1554 ab	1810 a	$GY = 3.25\ N^2 + 167.05\ N + 1073.3$, $R^2 = 0.96$
C- F ir	2456 c	3452 b	4348 a	4514 a	$GY = -207.5\ N^2 + 1744.5\ N + 887.5$, $R^2 = 0.99$
CP- F ir	1699 b	2129 b	2286 a	2352 a	$GY = -91\ N^2 + 666.6\ N + 1132.5$, $R^2 = 0.99$
P- L ir	211 c	369 bc	524 b	722 a	$GY = 10\ N^2 + 118.8\ N + 84.5$, $R^2 = 0.99$
P- F ir	368 d	618 c	826 b	1187 a	$GY = 266.5\ N + 83.5$, $R^2 = 0.98$

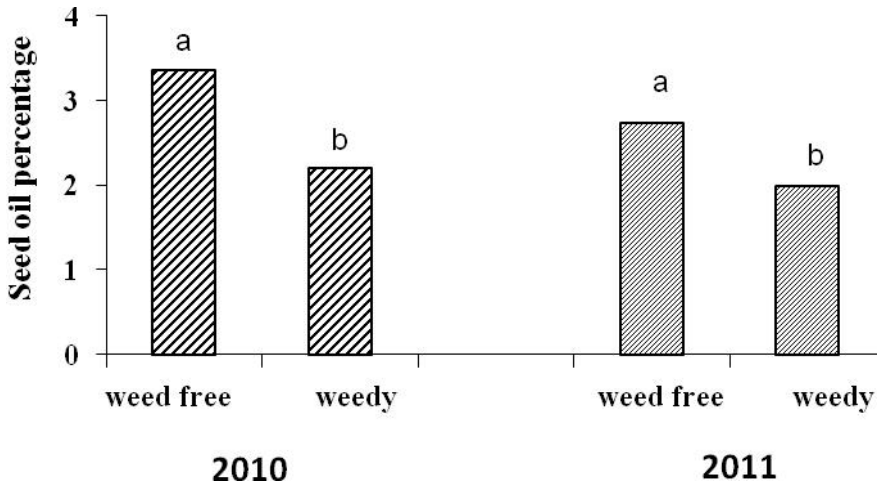
	N (kg ha^{-1})				
	0	150	300	450	
	Seed Yield (kg ha^{-1})				Regression Function
C- L ir	1599 b	2141 ab	2308 a	2512 a	$GY = -84.5\ N^2 + 713.1\ N + 991$, $R^2 = 0.98$
CP- L ir	1729 a	1955 a	1636 a	1491 a	$GY = -92.75\ N^2 + 360.45\ N + 1497.3$, $R^2 = 0.77$
C- F ir	2229 c	3392 b	3891 ab	4349 a	$GY = -176.25\ N^2 + 1567.1\ N + 869.25$, $R^2 = 0.99$
CP- F ir	1764 b	1886 b	2517 a	2588 a	$GY = -12.75\ N^2 + 374.05\ N + 1349.3$, $R^2 = 0.89$
P- L ir	384 c	484 bc	777 ab	915 a	$GY = 9.5\ N^2 + 141.1\ N + 216$, $R^2 = 0.96$
P- F ir	580 c	855 c	1251 b	1634 a	$GY = 355.8\ N + 190.5$, $R^2 = 0.99$

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 آماری ۵ درصد ندارند. C-Lir:کشت خالص ذرت در آبیاری کم، CP-Lir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس در آبیاری کم، C-Fir: کشت خالص ذرت در آبیاری کامل، CP-Fir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس در آبیاری کامل، P-Lir: آمارانتوس در آبیاری کم، 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

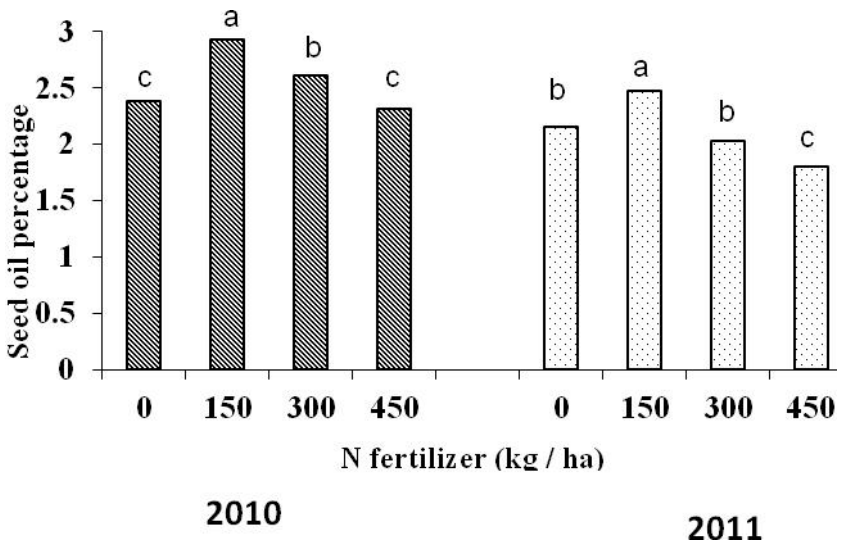
www.SID.ir

Archive Of SID



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

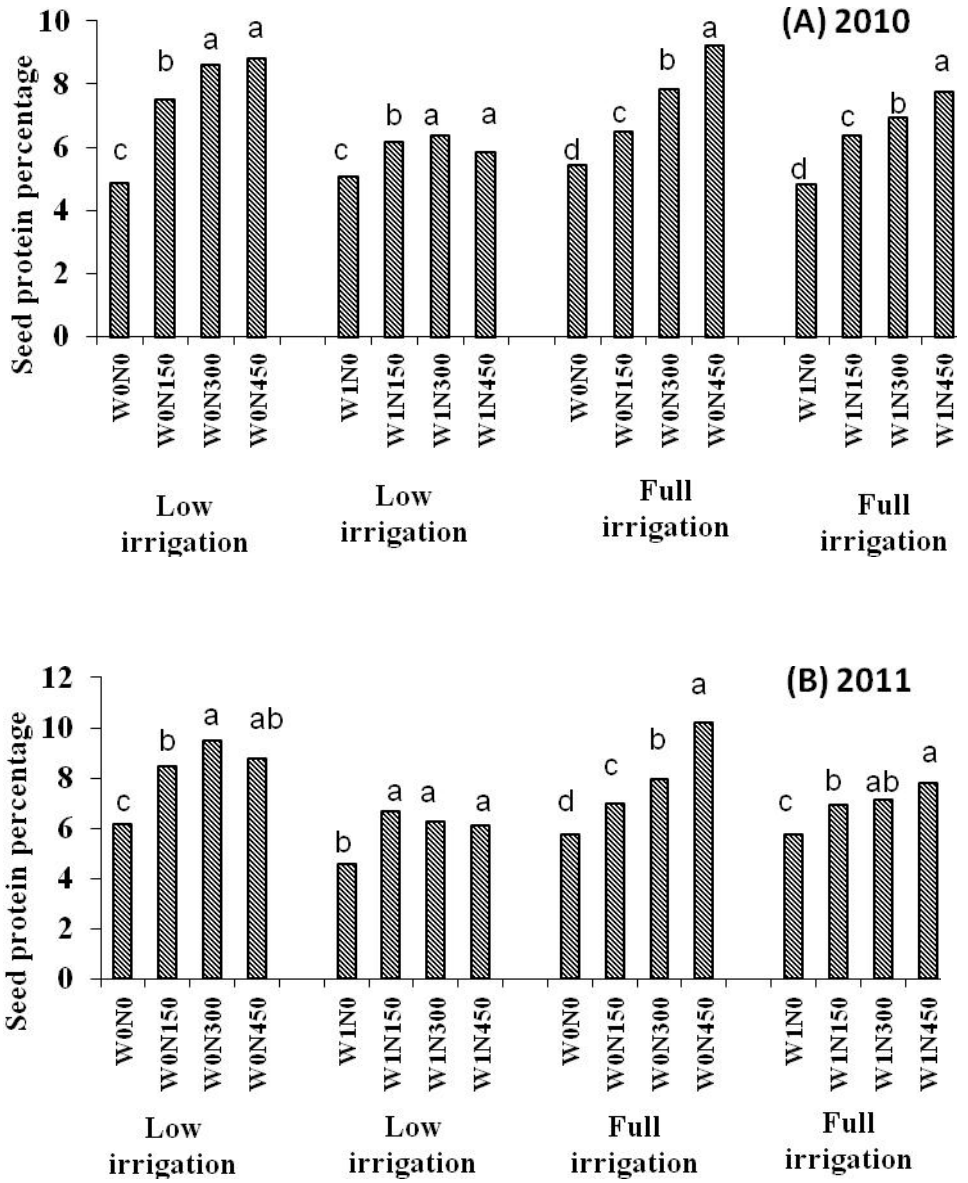


شکل ۵- اثر اصلی مقدار نیتروژن بر درصد روغن دانه ذرت. در هر سال میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی-داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

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

www.SID.ir

Archive Of SID

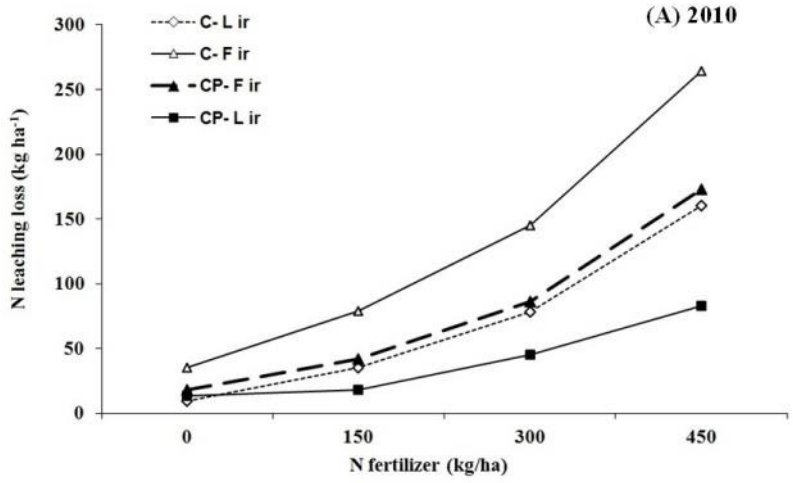


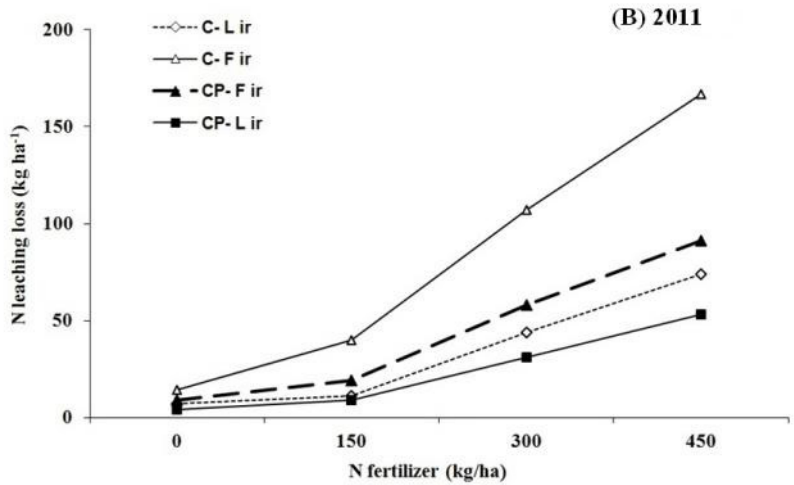
شکل ۶- اثر متقابل آبیاری، علف‌هرز و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سال اول (الف) و دوم آزمایش (ب). در هر رژیم آبیاری میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. W_0 عدم حضور علف هرز، W_1 تداخل علف هرز

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. W_0: weed free, W_1: weed competition

www.SID.ir

Archive Of SID





	N (kg ha^{-1})				
	0	150	300	450	
	N Leaching Loss (kg ha^{-1})				Regression function
C- L ir	9 c	35 c	78 b	160 a	NLL = 14 N^2 - 20.4 N + 16.5 R^2 = 0.99
CP- L ir	13 c	18 bc	45 b	83 a	NLL = 8.25 N^2 - 17.55 N + 21.75 R^2 = 0.99
C- F ir	35 d	79 c	145 b	264 a	NLL = 18.75 N^2 - 18.45 N + 36.25 R^2 = 0.99
CP- F ir	18 c	42 c	86 b	173 a	NLL = 15.75 N^2 - 27.85 N + 31.25 R^2 = 0.99

	N (kg ha^{-1})				
	0	150	300	450	
	N Leaching Loss (kg ha^{-1})				Regression function
C- L ir	7 c	11 c	44 b	74 a	NLL = 6.5 N^2 - 9.1 N + 8 R^2 = 0.98
CP- L ir	4 c	9 c	31 b	53 a	NLL = 4.25 N^2 - 4.35 N + 3.25 R^2 = 0.99
C- F ir	14 d	40 c	107 b	167 a	NLL = 8.5 N^2 + 10.1 N - 7 R^2 = 0.99
CP- F ir	9 c	19 c	58 b	91 a	NLL = 5.75 N^2 - 0.25 N + 1.75 R^2 = 0.98

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 آماری ۵ درصد ندارند. C-Lir: کشت خالص ذرت در آبیاری کم، CP-Lir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس در آبیاری کم، C-Fir: کشت خالص ذرت در آبیاری کامل، CP-Fir: حضور توامان ذرت و آمارانتوس 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 the condition of full irrigation, CP-Fir: Corn in competition with pigweed in the condition of full irrigation

www.SID.ir

Archive Of SID

References فهرست منابع

Abouziena, 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 tropocal maize under drought. In: Agronomy Abstracts. ASA, Mdison, 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 nitorgen 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

www.SID.ir

Archive Of SID

on relation between nitrogen and oil contant 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 Wiely & 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 influence 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 plant: a search for physiological causes and ecological consequences. Advancy Ecology Research. 23: 187-261.

Li, X., C. Hu, J. A. Delgado, Y. Zhang and Z. Ouyand. 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-

www.SID.ir

Archive Of SID

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.

www.SID.ir