Archive of SID

اثر تنش کمبود آب، سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط خوزستان- رامین

شهرام لک[۱]، عادل مدحج[۲]، مجتبی علوی فاضل[۳]، مانی مجدم[۴] و معصومه گوهری[۵]

۱) استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان
۲) استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
۳) عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان
۴) استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
۵) عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۱**

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب، سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ پژوهشی در طی دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهر رامین اجرا گردید. در هر سال، سه آزمایش هر یک به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در هر آزمایش یک سطح تیمار آبیاری اعمال گردید. تیمار آبیاری دارای سه سطح شامل آبیاری مطلوب (I_1)، تنش ملایم (I_2) و تنش شدید خشکی (I_3) (به ترتیب آبیاری بر اساس تخلیه ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. تا مرحله چهار تا پنج برگی (مرحله استقرار گیاهچه) آبیاری بر اساس تخلیه رطوبتی معادل ۳۰ درصد ظرفیت زراعی در همه کرت‌ها انجام و از این مرحله به بعد تیمارهای آبیاری اعمال گردید. در هر آزمایش نیتروژن به عنوان تیمار اصلی دارای سه سطح ۱۴۰، ۱۸۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم بوته نیز به عنوان تیمار فرعی دارای سه سطح ۶، ۷/۵ و ۹ بوته در متر مربع بودند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی شاخص سطح برگ کل و شاخص سطح برگ بلال بطور معنی‌دار کاهش یافت. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش شاخص سطح برگ شد. با افزایش کمبود آب در خاک از تاثیر مثبت کاربرد نیتروژن بر افزایش شاخص سطح برگ کاسته شد. افزایش تراکم به ویژه در شرایط آبیاری مطلوب، شاخص سطح برگ را به طور معنی‌داری افزایش داد، بطوریکه بیشترین شاخص سطح برگ به میزان ۵/۴ به تراکم ۹ بوته در متر مربع در شرایط آبیاری مطلوب تعلق داشت. افزایش شدت تنش خشکی و تراکم بوته در واحد سطح باعث کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ بلال شد. بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص به ترتیب به تیمار آبیاری مطلوب و تنش شدید خشکی اختصاص داشت. حداکثر سرعت رشد محصول در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید به ترتیب ۳۷ و ۲۰ گرم در متر مربع در روز بود. با افزایش تراکم، سرعت رشد محصول افزایش یافت ولی از سرعت جذب خالص کاسته شد.

واژه های کلیدی: ذرت، تنش کمبود آب، نیتروژن، تراکم بوته و شاخص‌های رشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استان خوزستان به دلیل دارا بودن اراضی مسطح و حاصلخیز و انرژی نورانی زیاد، از پتانسیل بالایی برای تولید گیاهان زراعی به ویژه ذرت دانه‌ای برخوردار است. در برخی سال‌ها به دلیل عدم دسترسی به آب کافی و یا هم زمانی رشد ذرت با سایر گیاهان زراعی نظیر برنج و یا محصولات جالیزی، این گیاه در طول دورهٔ رشد و به خصوص در مرحله رشد رویشی و پیش از ظهور گل تاجی، با کمبود آب مواجه می‌گردد. کمبود آب از طریق تأثیر بر توسعه سطح برگ، وزن خشک گیاه و تغییر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد، ذرت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فیزیولوژیست‌های گیاهی همواره شاخص‌های رشد را به عنوان ابزارهای مفیدی جهت تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه در شرایط محیطی مختلف به کار می‌برند (صادقی و بحرانی، ۱۳۸۰). سرعت رشد محصول (CGR) که میزان تغییرات مادهٔ خشک در واحد سطح و زمان را بیان می‌نماید به طور مؤثر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. از آن جا که سطح برگ عامل مهمی در جذب کربن می‌باشد در شرایط تنش خشکی، به دلیل تغییر در سطح برگ، سرعت رشد محصول نیز دچار تغییر می‌شود. Nesmith و Ritch (۱۹۹۲) گزارش دادند، بین توسعه برگ و آب موجود در برگ گیاه ذرت همبستگی مثبت وجود دارد. ولدآبادی و همکاران (۱۳۷۹) نیز گزارش داد که کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی، موجب کاهش رشد برگ می‌شود. به اعتقاد بسیاری از محققان مرحلهٔ طویل شدن ساقه و توسعه برگ‌ها حساس‌ترین مراحل رشد گیاه نسبت به تنش کمبود آب هستند (Michelena and Sivacumar ،Boyer, 1982 و Shaw (۱۹۷۸) نتیجه گرفتند که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان دما و سرعت تنفس گیاه افزایش و سطح برگ کاهش یافته و این واکنش در نهایت موجب کاهش سرعت رشد محصول خواهد شد.

میزان جذب و تحلیل خالص مواد پرورده (NAR) نیز که بیانگر نسبت تغییرات وزن خشک گیاه در واحد سطح برگ و در واحد زمان است، در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد. محققان علت این کاهش را بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی و کاهش فتوسنتز نسبت به واحد سطح برگ دانسته‌اند (Sowder *et al.*, 1997).

روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) در طول دورهٔ رشد گیاه کاهشی است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰). نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که تنش خشکی از طریق سرعت بخشیدن به تشکیل بافت‌های تمایز یافته و یا کاهش تشکیل بافت‌های مریستمی، باعث افزایش سرعت کاهش این مؤلفه می‌شود (ساکی‌نژاد، ۱۳۸۲). مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن از عوامل مهم کاهش دهندهٔ عملکرد ذرت محسوب می‌شوند (Norwood, 2000). تأثیر مثبت نیتروژن بر تجمع ماده خشک در ذرت و سایر گیاهان زراعی گزارش شده است (Uhart and Andrade, 1995). محققان علت این امر را تولید سطح برگ بیشتر در سطوح بالاتر مصرف نیتروژن دانسته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس گزارش‌های موجود، افزایش مصرف نیتروژن از طریق افزایش سرعت ماده سازی موجب بهبود سرعت رشد محصول می‌شود (Girardin *et al.,* 1987). نتایج مشابهی مبنی بر افزایش سرعت رشد نسبی گیاه و سرعت جذب خالص در سطوح مطلوب نیتروژن گزارش شده است (صادقی، ۱۳۷۹؛ فاجریا، ۱۳۷۴). میزان جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن به میزان رطوبت خاک وابسته است. Gheysari و همکاران (۲۰۰۹) نتیجه گرفتند، در شرایط تنش کمبود آب مقدار نیتروژن مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر وزن خشک کل، کاهش یافت.

تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام، از عوامل به زراعی مهم جهت دستیابی به حداکثر عملکرد در زراعت ذرت می‌باشد. Tetio-Kagho و Gardner (۱۹۸۸) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. Hashemi-Dezfouli و Herbert (۱۹۹۲) گزارش دادند، اگر چه سطح برگ تک بوته در تراکم های پایین، بیشتر از تراکم‌های بالا می‌باشد، ولی تعداد بوته بیشتر در واحد سطح این کمبود را جبران می‌کند. Williams و همکاران (۱۹۶۵) نیز گزارش نمودند که به موازات افزایش تراکم و شاخص سطح برگ، میزان جذب تشعشع خورشیدی افزایش می‌یابد، بطوریکه میزان سرعت رشد محصول به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

سرعت رشد محصول توسط بازده فتوسنتز برگ یا سرعت جذب وتحلیل خالص تعیین می‌گردد. سرعت جذب و تحلیل خالص نیز تحت تأثیر مقدار تابش فتوسنتزی، یکنواختی توزیع نور در سطح برگ‌ها و مقدار تنفس گیاه می‌باشد (گاردنر و همکاران، ۱۳۷۲). نتایج تحقیقات بسیاری از پژوهشگران از جمله Cox (۱۹۹۷) و Suieska (۱۹۹۰) حاکی از آن است که با افزایش تراکم، به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و سایه اندازی برگ‌ها بر یکدیگر، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابند.

با توجه به شرایط رشد ذرت در خوزستان و فراهم بودن نور و دمای مناسب از یک سو و برخی محدودیت‌ها از جمله کمبود آب و نیتروژن از سوی دیگر، تعیین تراکم بهینه از اهمیت زیادی برخوردار است. با تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد، می‌توان اثرات مدیریت‌های به زراعی از جمله کمبود آب، سطوح نیتروژن و تراکم‌های مختلف را بر شاخص‌های رشد ذرت مورد مطالعه قرار داد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. در هر سال، سه آزمایش هر یک به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در هر آزمایش یک سطح تیمار آبیاری اعمال گردید. تیمار آبیاری دارای سه سطح شامل آبیاری مطلوب

www.SID.ir

Archive of SID

(I_1)، تنش ملایم (I_2) و تنش شدید خشکی (I_3) (به ترتیب آبیاری بر اساس تخلیه ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. تا مرحله چهار تا پنج برگی(مرحله استقرار گیاهچه) آبیاری‌ها بر اساس تخلیه رطوبتی معادل۳۰ درصد ظرفیت زراعی در همه کرت‌ها انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه تیمارهای آبیاری دقیقاً اعمال گردید. در هر آزمایش، نیتروژن به عنوان تیمار اصلی دارای سه سطح (N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب کاربرد ۱۴۰،۱۸۰و۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تراکم بوته نیز به عنوان تیمار فرعی دارای سه سطح تراکم ۶، ۷/۵ و ۹ بوته در مترمربع به ترتیب D_1، D_2 و D_3 بودند. هر کرت فرعی دارای هفت خط کاشت به طول هفت متر و به فاصله ۷۵ سانتی متر از یکدیگر بود.

مقدار کود فسفره بر مبنای مصرف ۹۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) در هر هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل محاسبه و به صورت پایه قبل از کاشت مصرف شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، نیازی به مصرف پتاسیم نبود. نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره تأمین گردید. ۵۰ درصد از نیتروژن مورد نیاز هر تیمار به عنوان پایه قبل از کاشت و ۵۰ درصد باقی مانده نیز به صورت سرک در مرحله چهار تا شش برگی به صورت نواری مصرف شد. جهت کنترل شیمیایی علف‌های هرز، مزرعه پیش از کاشت بوسیله مخلوط سم آترازین و لاسو(یک کیلوگرم آترازین + چهار لیتر لاسو) با استفاده از سمپاش تراکتوری سمپاشی گردید و سپس دیسک سبک زده شد. کشت بذر به صورت دستی در اوایل مرداد ماه انجام و بوته‌های اضافی در مرحله ۴-۲ برگی تنک شدند. بافت خاک از نوع رس سیلتی، وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۲۴/۸ و ۱۱/۲ درصد و رطوبت اشباع خاک نیز ۴۹/۶ درصد بود. جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه برداری شد. نمونه‌های خاک دست نخورده در حلقه‌های لاستیکی مخصوص ریخته شد و پس از آن که نمونه‌های خاک با اضافه کردن آب مقطر به حالت اشباع درآمد بر صفحات فشاری گذاشته شد و تحت مکش ۰/۳ اتمسفر قرار گرفت. سپس نمونه‌ها بلافاصله در آون در دمای ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و درصد رطوبت وزنی آنها تعیین گردید.

جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه و متوالی توسط آگر از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از رابطه زیر (علیزاده، ۱۳۷۴) حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

$$V = \frac{(FC - \theta m) \times \rho b \times D_{Root} \times A}{E_i}$$

V = حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب

www.SID.ir

Archive of SID

FC = درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی

Θm = درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری

ρb= وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)

A = مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع

D_{Root} = عمق توسعه ریشه بر حسب متر

Ei = راندمان آبیاری

بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار برای هر کرت محاسبه و بر اساس کارآیی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از پمپ و کنتور به صورت یکنواخت توزیع گردید. میانگین دو ساله حجم آب مصرفی در هر هکتار در تیمارهای I_1، I_2 و I_3 به ترتیب۶۱۴۲ ، ۶۱۱۰ و ۶۰۶۳ متر مکعب بود. فاصله میان آبیاری‌ها نیز در تیمارهای I_1 ، I_2 و I_3 به ترتیب ۶ ، ۹ و ۱۳ روز محاسبه گردید.

در مرحله ابریشم دهی پس از حذف حواشی، پنج گیاه (ساکی نژاد، ۱۳۸۲) از خطوط نمونه برداری برداشت و شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ بلال محاسبه شدند (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷):

$$RWC = \frac{LFW - LDW}{SLW - LDW}$$

RWC، LFW، LDW و SLW به ترتیب محتوای آب نسبی، وزن تر برگ، وزن خشک برگ و وزن برگ در حالت اشباع هستند.

سطح هر برگ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$S = 0.46\ (L.W) + 0.00046\ (L.W)^2$$

S سطح برگ، L و W نیز به ترتیب حداکثر طول و عرض برگ سبز ذرت می‌باشند.

به منظور ارزیابی روند تغییرات شاخص های فیزیولوژیکی در مراحل پس از ابریشم دهی، هر ۱۷ روز یک بار از اندام های هوایی نمونه برداری شد. مقادیر میانگین CGR، RGR و NAR با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

$$CGR(g.m^{-2}.d^{-1}) = \frac{TDM_2 - TDM_1}{(T_2 - T_1) \times GA}$$

$$RGR(g.g^{-1}.d^{-1}) = \frac{LnTDM_2 - LnTDM_1}{(T_2 - T_1)}$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$NAR(g.m^{-2}.d^{-1}) = \frac{LnLAI_2 - LnLAI_1}{(LAI_2 - LAI_1) \times CGR}$$

TDM = وزن خشک کل گیاه در هر مرحله از نمونه برداری (گرم در مترمربع)

T2-T1= فاصله زمانی میان دو نمونه برداری (روز)

GA = سطح اشغال شده توسط گیاه (مترمربع)

LAI= شاخص سطح برگ

برداشت نهایی هر سه آزمایش در تاریخ ۱۵ آذرماه و در سطحی معادل دو متر مربع از هر کرت انجام گرفت. جهت برازش کلیه شاخص‌های رشد و رسم منحنی‌ها از نرم افزار *EXCEL* و به منظور تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها از نرم افزارهای آماری *SAS* استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ

نتایج نشان داد افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ شد، بطوریکه شاخص سطح برگ در مرحلهٔ ابریشم‌دهی از ۴/۹ در تیمار آبیاری مطلوب به ترتیب به ۳/۷ و ۲/۶ در تیمارهای تنش ملایم و شدید خشکی رسید (جدول ۱). Cakir (۲۰۰۴) گزارش کرد که کمبود رطوبت از طریق کاهش تولید و رشد و افزایش پیری برگ ها، شاخص سطح برگ را کاهش می دهد.

در این تحقیق میانگین محتوای نسبی آب برگ بلال در زمان ابریشم دهی از ۹۰/۲ درصد در شرایط مطلوب به ۸۶/۸ و ۷۹/۹ درصد به ترتیب در تنش ملایم و شدید خشکی کاهش یافت (جدول ۱). با توجه به تبعیت روند تغییرات شاخص سطح برگ از محتوای نسبی آب برگ، کاهش شاخص سطح برگ در شرایط تنش را می‌توان به کاهش محتوای نسبی آب برگ مرتبط دانست (جداول ۱و۲). Cosculleola و Fact (۱۹۹۲) گزارش کردند که با افزایش تنش کمبود آب، پتانسیل آب برگ در ذرت به طور معنی‌دار کاهش یافت. گزارش‌های مشابهی توسط Acevedo و همکاران (۱۹۷۹) مبنی بر کاهش شاخص سطح برگ در اثر تنش خشکی ارائه شده است. به گزارش Ariy (۱۹۸۷) تنش کمبود آب در طول دورهٔ رشد رویشی منجر به کوچک شدن، تسریع زردی و پیر شدن برگ ها گردیده و شاخص سطح برگ و میزان جذب نور توسط گیاه را کاهش داد. تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ شده و این کاهش به صورت نسبی تا پایان دورهٔ رشد گیاه ادامه یافت (شکل ۱الف). کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی یکی از اثرات آشکار کمبود آب در گیاهان زراعی است که اثرات منفی آن به ویژه

www.SID.ir

Archive of SID

در هنگام تلاقی تنش با مرحله رشد رویشی قابل ملاحظه می‌باشد (مظفری و همکاران، ۱۳۷۵). همبستگی میان مقدار نیتروژن مصرفی و شاخص سطح برگ مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۲). مقدار نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری بر تولید و گسترش سطح برگ داشت (جدول ۱). اگر چه کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش شاخص سطح برگ گردید، اما تفاوت بین دو تیمار کاربرد ۱۸۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۱). Connor و همکاران (۱۹۹۳) گزارش دادند، شاخص سطح برگ و دوام آن و نهایتاً سرعت فتوسنتز گیاه توسط مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد. تأثیر افزایش مصرف نیتروژن بر شاخص سطح برگ و روند تغییرات آن از مرحله ابریشم‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در شکل ۱ (ب) نشان داده شده است. اختلاف سطح برگ در مقادیر متفاوت نیتروژن کمتر از تفاوت این صفت در سطوح آبیاری بود، به نظر می‌رسد دلیل این واکنش افزایش هدرروی نیتروژن در سطوح بالای کود نیتروژن باشد. این نتایج با گزارش‌های Allison و Haslam (۱۹۹۳) مبنی بر افزایش سطح برگ در اثر افزایش کاربرد نیتروژن، مطابقت داشت.

جدول ۱: مقایسه میانگین‌های دو ساله شاخص‌های مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد دانه در سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته

تیمارها	شاخص سطح برگ مرحله ابریشم دهی	محتوای نسبی آب برگ بلال(درصد)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
آبیاری			
I_1	۴/۹a	۹۰/۸a	۱۰۵۰a
I_2	۳/۳b	۸۶/۹b	۸۹۸b
I_3	۲/۶c	۷۹/۵c	۶۹۷c
نیتروژن			
N_1	۳/۵b	۸۴/۵a	۸۰۰b
N_2	۳/۸a	۸۵/۹a	۹۰۳a
N_3	۳/۹a	۸۶/۹a	۹۴۲a
تراکم			
D_1	۳/۳c	۸۷/۳a	۸۳۸b
D_2	۳/۹b	۸۵/۷a	۹۱۱a
D_3	۴/۱a	۸۴/۲b	۸۹۵a

I_1 ، I_2 و I_3 به ترتیب ابیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش خشکی شدید ، N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب کاربرد معادل ۱۴۰، ۱۸۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و D_1 ، D_2 و D_3 به ترتیب تراکم ۶ ، ۷/۵ و ۹ بوته در متر مربع.

*** در هر ستون و در هر گروه تیمار اعداد دارای حروف یکسان تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.**

www.SID.ir

Archive of SID

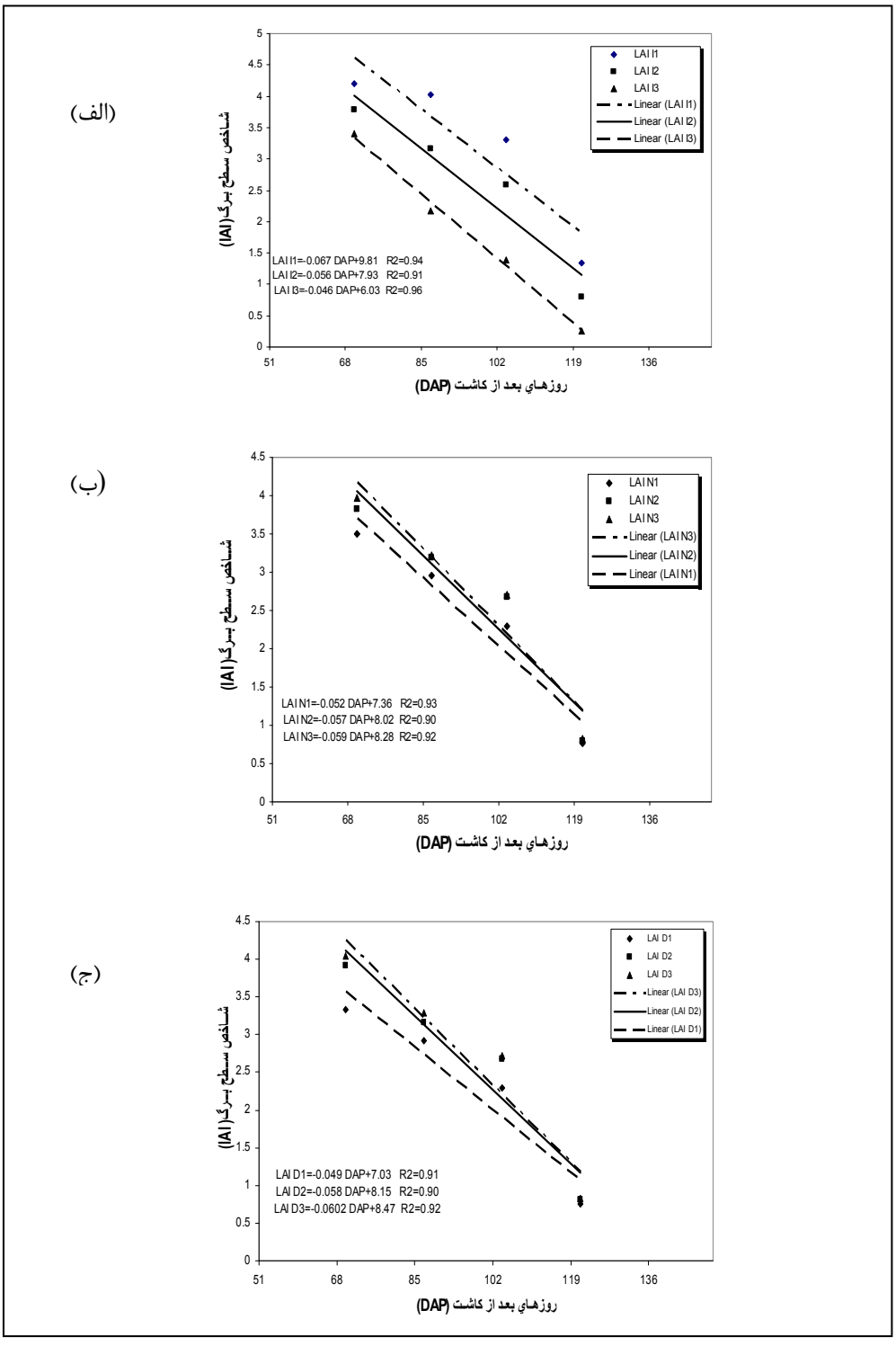
جدول۲: همبستگی بین تیمارهای مورد مطالعه و شاخص‌های رشد در مرحله پس از ابریشم دهی

صفات	تنش خشکی	نیتروژن	تراکم	شاخص سطح برگ	سرعت رشد محصول	سرعت رشد نسبی	سرعت جذب خالص
شاخص سطح برگ	-۰/۹۰**	۰/۸۱**	۰/۵۷**				
سرعت رشد محصول	-۰/۷۶**	۰/۶۳**	۰/۶۱**	۰/۸۲**			
سرعت رشد نسبی	-۰/۸۱**	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۷۵**	۰/۶۶**		
سرعت جذب خالص	-۰/۶۹**	۰/۱۷	-۰/۵۲*	۰/۸۳**	۰/۷۴**	۰/۸۵**	
محتوای نسبی آب برگ	-۰/۷۶**	۰/۱۶	-۰/۴۱*	۰/۷۶**	۰/۸۴**	۰/۶۵**	۰/۷۵**

* و ** به ترتیب معنی داری در سطوح پنج و یک درصد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱: روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری (الف)، سطوح نیتروژن (ب) و تراکم بوته (ج) از مرحله ابریشم دهی ذرت تا رسیدگی

نتایج نشان داد، همبستگی بین تراکم بوته و شاخص سطح برگ مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۲). همراه با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ روندی افزایشی نشان داد به نحوی که اوج شاخص سطح برگ معادل ۳/۳ ، ۳/۹ و ۴/۱ به ترتیب در

www.SID.ir

Archive of SID

تراکم های ۶، ۷/۵ و ۹ بوته در مترمربع در مرحله ابریشم دهی به دست آمد (جدول ۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهند، افزایش تراکم بوته، کاهش سطح برگ در هر بوته، افزایش شاخص سطح برگ، افزایش میزان جذب نور و در نهایت افزایش سرعت رشد محصول را به دنبال دارد. با توجه به رابطه خطی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ که توسط Iremiren و Milborn (۱۹۸۰) گزارش شده است می‌توان انتظار داشت که با افزایش تراکم بوته و افزایش شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی و همچنین افزایش نور دریافتی، عملکرد دانه افزایش یابد.

تراکم ۹ بوته در مترمربع از بیشترین شاخص سطح برگ در هر مرحله از نمونه برداری برخوردار بود. کاهش شدید شاخص سطح برگ پس از مرحله ابریشم دهی در تیمار تراکم ۹ بوته در مترمربع نشان داد که دوام سطح برگ در این تراکم نسبت به تراکم‌های ۶ و۷/۵ بوته در مترمربع کمتر بود. دلیل کمتر بودن دوام سطح برگ در تراکم‌های بالا را می‌توان به افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها بر یکدیگر و کاهش نفوذ نور به بخش‌های پایین جامعه گیاهی در اثر تعداد زیاد بوته در این تراکم‌ها مرتبط دانست (گاردنر و همکاران، ۱۳۷۲).

اثر برهمکنش آبیاری و تراکم و نیتروژن و تراکم بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (داده‌ها ارائه نشده‌اند). در هر سطح آبیاری و یا نیتروژن مصرفی، افزایش تراکم موجب افزایش شاخص سطح برگ گردید. هر چند افزایش تراکم در شرایط تنش شدید خشکی و یا هنگام مصرف مقادیر کمتر کود، تأثیر معنی‌داری بر مولفه مذکور نداشت. این نتایج نشان داد که افزایش تراکم تنها درشرایط آبیاری مطلوب و یا همراه با مصرف مقادیر زیاد نیتروژن سودمند بوده و در سایر شرایط اثر چندانی بر افزایش شاخص سطح برگ نخواهد داشت. در شرایط آبیاری مطلوب و تغذیه گیاه با نیتروژن به میزان کافی، اثرات منفی افزایش تراکم بر سطح برگ تک گیاه کاهش یافته و در مجموع با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد.

مقایسهٔ میانگین‌های محتوای نسبی آب نشان داد، تفاوت این صفت برای برگ بلال در سطوح نیتروژن معنی دار نبود، به هر حال گیاهانی که کود نیتروژن بیشتری دریافت کردند از رطوبت نسبی برگ بیشتری برخوردار بودند (جدول ۱). Bennett و همکاران (۱۹۸۶) گزارش نمودند برگ گیاهانی که دارای نیتروژن کافی باشند کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. دلیل این امر می‌تواند توانایی بالاتر حفظ پتانسیل فشاری برگ این گیاهان باشد.

تأثیر تراکم بر رطوبت نسبی برگ بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و با افزایش تراکم صفت مذکور کاهش یافت (جدول ۱). کاهش رطوبت نسبی برگ بلال در گیاهان متراکم نشان‌دهندهٔ تأثیر منفی تنش کمبود آب بر بوتهٔای ذرت در تراکم‌های بالا است. علت اصلی این وضعیت وجود رقابت بیشتر بین بخش‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان متراکم در جهت استفاده حداکثر از منابع و گستردگی کمتر سیستم ریشه‌ای این گیاهان می‌باشد. مظاهری (۱۳۷۳) نتیجه گرفت که دامنه و حدود پراکندگی سیستم ریشه‌ای تا اندازه زیادی از تراکم بوته متاثر می‌شود. این محقق همچنین گزارش داد، الگوی توزیع

www.SID.ir

Archive of SID

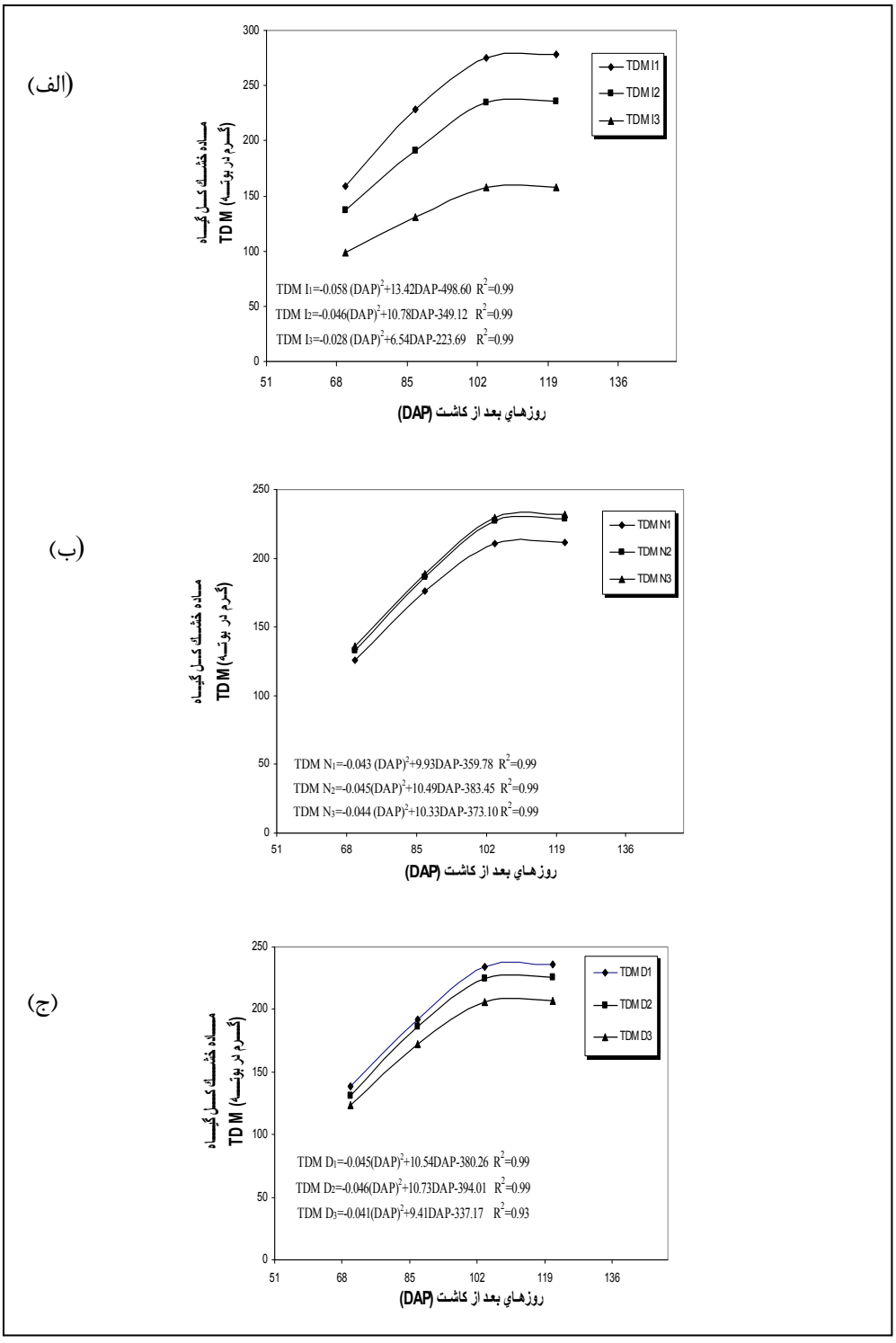
ریشه‌ها در سطوح پائین تراکم بوته به شکل دایره‌ای بوده و با افزایش تراکم به صورت افقی در بین ردیف‌ها توزیع می‌شود و بر همین اساس در شرایط نامناسب رطوبتی، افزایش تراکم بوته کاهش کارآیی جذب آب را به دنبال دارد.

روند تجمع مادهٔ خشک کل

تنش خشکی باعث کاهش حداکثر تجمع مادهٔ خشک کل در گیاه گردید (شکل ۲ الف). به نظر می‌رسد علت اصلی کاهش تجمع مادهٔ خشک کل در شرایط تنش خشکی، کاهش شاخص سطح برگ و یا به عبارتی سطح فتوسنتز کنندهٔ گیاه بود. Yazarو همکاران (۱۹۹۹) با بررسی تاثیر شش سطح مختلف آبیاری روی ذرت گزارش کردند گیاهانی که ۸۰ درصد از آب آبیاری را دریافت کرده بودند، دارای بیشترین عملکرد ماده خشک بودند. اثر سطوح مختلف نیتروژن بر روند تغییرات تجمع مادهٔ خشک کل گیاه در مراحل پس از ابریشم‌دهی در شکل ۲ (ب) نشان داده شده است. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش حداکثر میزان و سرعت تجمع مادهٔ خشک و به تأخیر افتادن توقف در روند تجمع ماده خشک کل گردید، در این رابطه تفاوت میان تیمارهای کاربرد ۱۸۰ و۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_2 و N_3)، قابل توجه نبود (شکل ۲ ب). پس از مرحله ابریشم‌دهی روند تجمع مادهٔ خشک در کلیه تیمارها به دلیل افزایش جذب نور توسط شاخص سطح برگ بیشتر، بهبود کارآیی فتوسنتزی برگ‌ها و ایجاد مخزن قوی یعنی دانه‌های در حال تشکیل، تسریع یافت. سطوح بالاتر مصرف نیتروژن به لحاظ تولید سطح برگ بیشتر از این لحاظ برتری داشتند (شکل ۲ ب). تاثیر مثبت نیتروژن بر تجمع مادهٔ خشک در ذرت و سایر گیاهان زراعی گزارش شده است (Allison and Haslam, 1993). تأثیر تراکم‌های مختلف بر روی روند تغییرات مادهٔ خشک کل گیاه از مرحله ابریشم دهی در شکل ۲ (ج) نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲:روند تغییرات ماده خشک کل تک گیاه تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، سطوح نیتروژن و تراکم بوته در مراحل پس از ابریشم‌دهی ذرت تا رسیدگی

از آنجایی که همبستگی تولید مادهٔ خشک با سرعت فتوسنتز در واحد سطح زمین بیش از همبستگی تولید مادهٔ خشک با سرعت فتوسنتز در واحد سطح برگ است و با توجه به اینکه سرعت فتوسنتز در واحد سطح زمین تحت تأثیر تراکم قرار دارد

www.SID.ir

Archive of SID

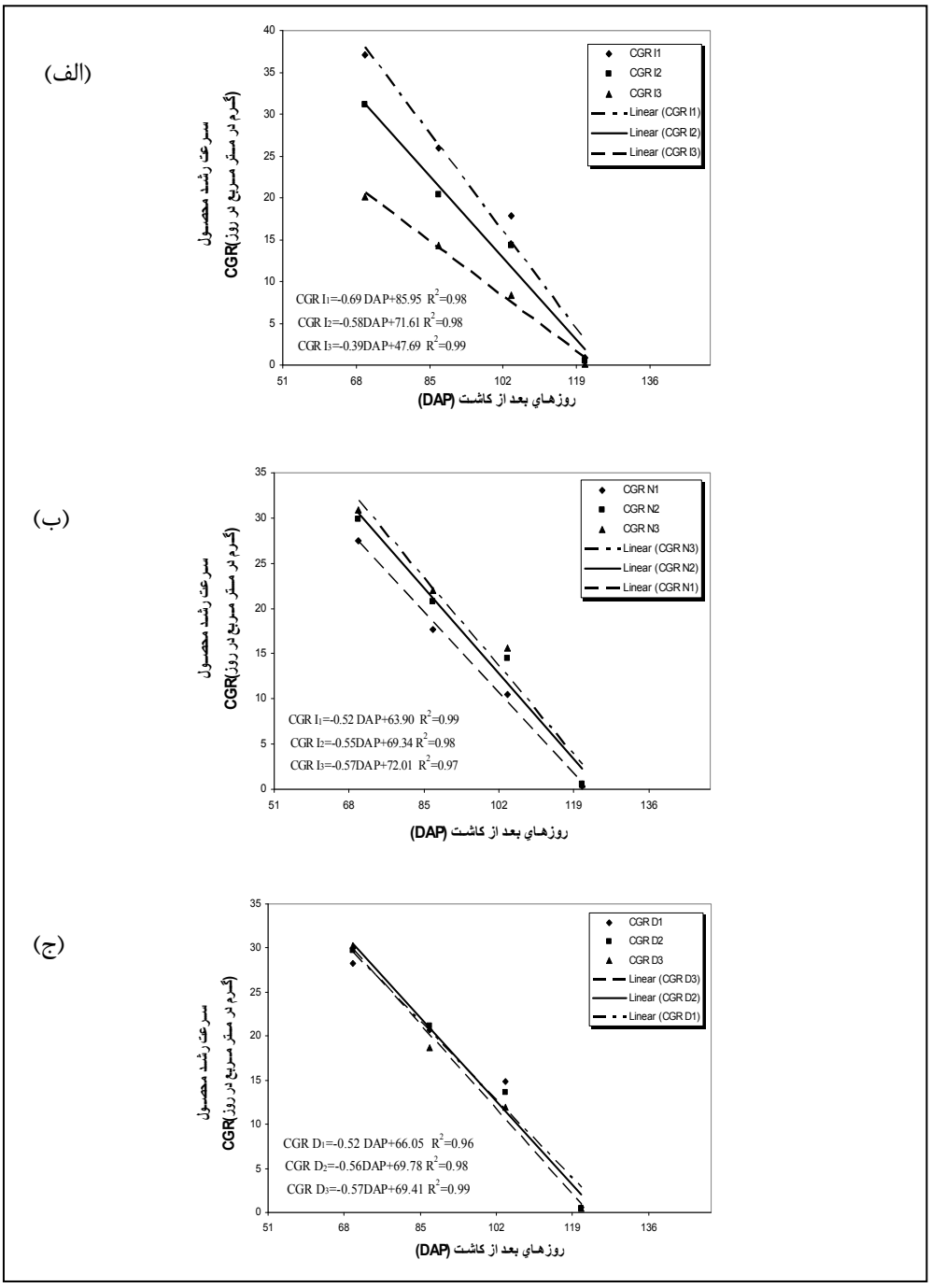
(فتوحی، ۱۳۷۹). تولید و تجمع مادهٔ خشک هر بوته از مرحله ابریشم‌دهی به بعد در تراکم‌های پایین بیش از تراکم های بالاتر بود. دلیل این امر را می‌توان به وجود فضای کافی جهت رشد بیشتر گیاه و تولید برگ های بیشتر در گیاهانی که با تراکم کم کاشته شده اند، نسبت داد. این یافته با نتایج تحقیقات Stone و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت داشت. این محققان گزارش نمودند در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش سطح برگ میزان جذب تشعشع خورشیدی بالا رفته و در پی آن فتوسنتز و ماده سازی نیز افزایش می یابد، به همین دلیل میزان تجمع مادهٔ خشک در واحد سطح بالا می‌رود، اما در مورد تجمع مادهٔ خشک تک بوته وضعیت متفاوت بوده و در تراکم های پایین تر به دلیل کاهش رقابت گیاهان برای عوامل محیطی، میزان ماده خشک بیشتری در مقایسه با تراکم‌های بالا تولید می‌شود.

سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول میزان تغییرات مادهٔ خشک در واحد سطح و زمان را بیان می‌نماید. به عبارت دیگر این مؤلفه نشان دهنده مقدار شیب تجمع مادهٔ خشک می‌باشد. بنابراین سرعت رشد محصول می‌تواند به عنوان معیاری مناسب جهت برآورد قدرت تولید جامعه گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش بیشترین سرعت رشد محصول به میزان ۳۷ گرم در مترمربع در روز در مرحله ابریشم دهی به تیمار آبیاری مطلوب (I_1) تعلق داشت و با افزایش شدت تنش خشکی، صفت مذکور به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (شکل ۳ الف). بین تنش خشکی و محتوای نسبی آب برگ بلال همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳: روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، سطوح نیتروژن و تراکم بوته در مراحل پس از ابریشم‌دهی ذرت تا رسیدگی

افزایش کمبود آب و کاهش محتوای نسبی آب برگ موجب کاهش رشد و گسترش سطح برگ‌ها گردید که مجموعهٔ این عوامل، کاهش فتوسنتز و ماده‌سازی را به دنبال داشت (جداول ۱و۲). Sivacumar و Shaw (۱۹۷۸) نیز بیان داشتند که با افزایش کمبود آب و کاهش پتانسیل آب برگ، سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت رشد محصول در مراحل پس از ابریشم‌دهی، در کلیه تیمارهای آبیاری کاهش یافت. دلیل این امر پیری و زرد شدن برگ‌ها و کاهش ماده سازی در گیاه بود (شکل ۳ الف).

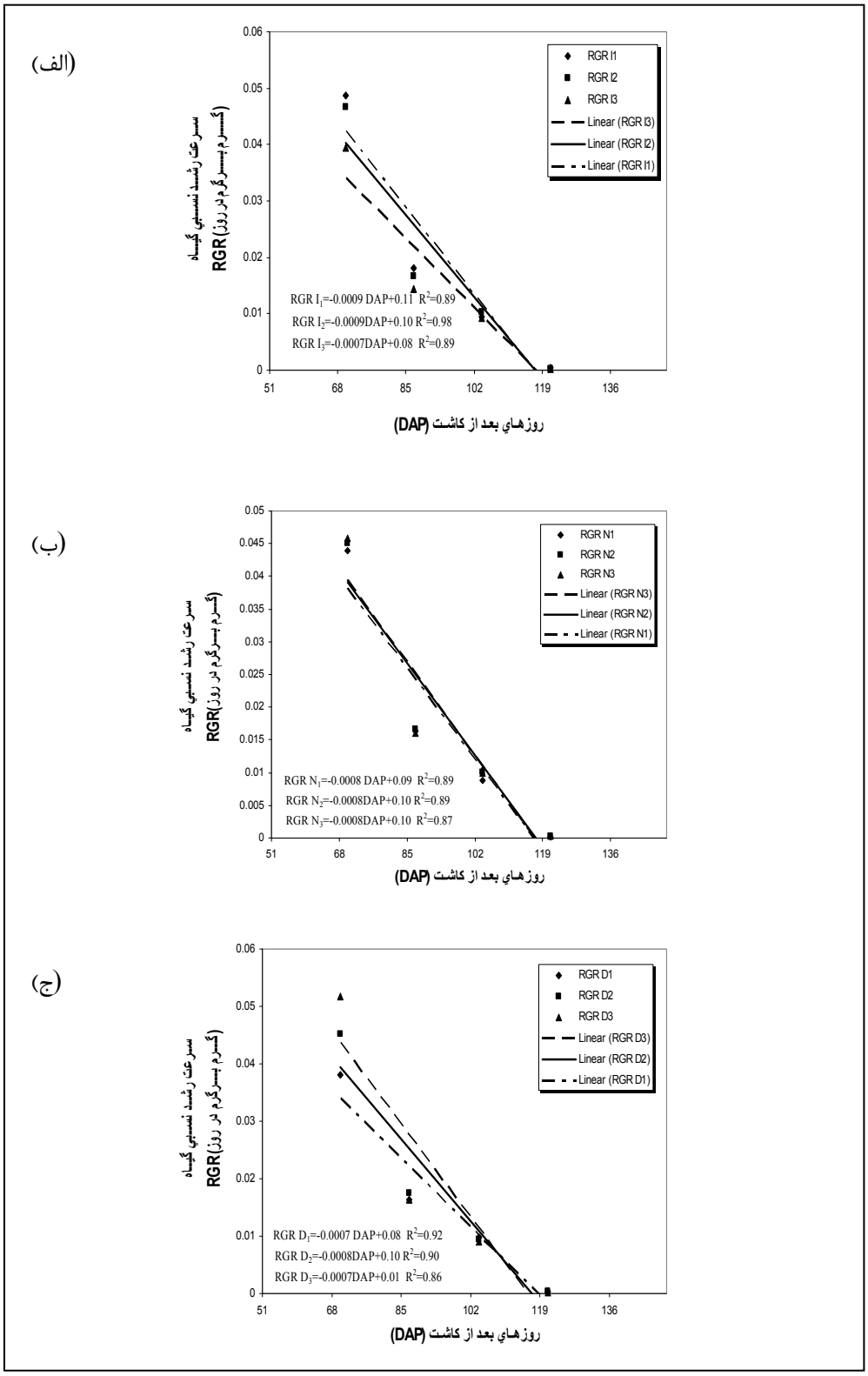
افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید (شکل ۳ ب). حداکثر سرعت رشد محصول در مرحلهٔ ابریشم‌دهی در تیمارهای ۲۲۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب ۳۰/۹ و ۲۷/۵ گرم در متر مربع در روز ارزیابی شد. افزایش مصرف نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و افزایش نور دریافتی موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید (جدول ۱). Birch و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که سرعت رشد محصول نتیجه دریافت نور توسط برگ‌ها، راندمان استفاده از نور و مدت زمان دریافت نور توسط برگ‌ها می‌باشد. بر اساس رابطه $CGR = LAI \times NAR$، سرعت رشد محصول تحت تأثیر شاخص سطح برگ و میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ قرار دارد. افزایش سرعت ماده سازی در تیمارهای مزبور به دلیل تأثیر مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر شاخص سطح برگ بود چرا که سرعت فتوسنتز یا جذب خالص در واحد سطح برگ چندان تحت تأثیر تیمار نیتروژن قرار نگرفت (شکل ۳ ب). همبستگی مثبت میان مقدار نیتروژن مصرفی و شاخص سطح برگ و نیز شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در جدول ۲ نشان داده شده است. در این تحقیق بین افزایش تراکم و سرعت رشد محصول همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). افزایش تراکم بوته در واحد سطح، افزایش میزان سرعت رشد محصول را به همراه داشت (شکل ۳ ج). به نظر می‌رسد، در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش شاخص سطح برگ، سطح مزرعه به وسیله جامعه گیاهی به نحو مناسب‌تری پوشانده شده و سایه‌انداز بسته‌تری تشکیل می‌شود. در این شرایط از عوامل و منابع محیطی نیز به خوبی استفاده شده و در نتیجه میزان فتوسنتز، ماده‌سازی و سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد (Williams *et al.,I 1965*). پس از به حداکثر رسیدن سرعت رشد محصول در مرحله ابریشم‌دهی، این مولفه در کلیه تراکم ها روندی کاهشی داشت (شکل ۳ ج).

سرعت رشد نسبی

تغییرات سرعت رشد نسبی در مراحل پس از ابریشم‌دهی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری در دورهٔ مورد نظر، از روند نزولی تبعیت نمود (شکل۴ الف). علت کاهش سرعت رشد نسبی در دورهٔ مورد نظر را می‌توان به رشد و تمایز بافت‌های گیاه نسبت داد، بدین ترتیب که با تداوم نمو دائماً نسبت بافت‌های فعال و مؤثر در رشد یعنی مریستم‌ها به بافت‌های تمایز یافته که در امر رشد و تولید غیرفعال می باشند، کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، علت روند نزولی سرعت رشد نسبی را می‌توان در تجمع مادهٔ خشک که عمدتاً به بافت‌های تمایز نیافته اختصاص دارد جستجو نمود، همچنین پدیدهٔ سایه‌اندازی بر یکدیگر را می‌توان در این کاهش مؤثر دانست.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، سطوح نیتروژن و تراکم بوته در مراحل پس از ابریشم‌دهی

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی میان تنش خشکی و سرعت رشد نسبی منفی و معنی‌دار بود (جدول ۲) و با افزایش شدت تنش خشکی، سرعت کاهش سرعت رشد نسبی در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب افزایش یافت (شکل ۴ الف). ساکی نژاد (۱۳۸۲) گزارش داد که افزایش شدت تنش خشکی احتمالاً از طریق سرعت بخشیدن به تشکیل بافت‌های بالغ و یا کاهش سرعت تشکیل بافت‌های مریستمی، روند کاهشی سرعت رشد نسبی را افزایش می‌دهد. تاثیر افزایش مصرف نیتروژن بر سرعت رشد نسبی معنی‌دار نبود (شکل ۴ ب). با توجه به شکل ۴ (ب) به نظر می‌رسد، هر چند کاهش سرعت رشد نسبی به دلیل افزایش مجموع مادهٔ خشک تجمع یافته به هنگام کاربرد نیتروژن بیشتر قابل انتظار بود، لیکن به دلیل افزایش بیشتر در بیوماس تولید شده در هر مرحله از رشد در مجموع سرعت نزول این مولفه کاهش یافت. قاسمی پیر بلوطی (۱۳۸۰) نیز در آزمایش مشابهی گزارش نمود که افزایش مصرف نیتروژن باعث تغییرات زیاد در سرعت رشد نسبی نشد.

افزایش تراکم موجب افزایش سرعت رشد نسبی در مرحلهٔ ابریشم‌دهی شد (شکل ۴ ج). هر چند کاهش تراکم موجب کاهش مادهٔ خشک تولید شده گردید، لیکن در این تحقیق به دلیل کاهش یکسان بیوماس تولید شده در واحد زمان و مادهٔ خشک اولیه، اثر تراکم بر سرعت رشد نسبی محسوس نبود. نتایج این تحقیق با گزارش ارائه شده توسط صادقی (۱۳۷۹) مبنی بر عدم تاثیر معنی‌دار تیمار تراکم بوته بر سرعت رشد نسبی مطابقت داشت.

سرعت جذب و تحلیل مواد پرورده

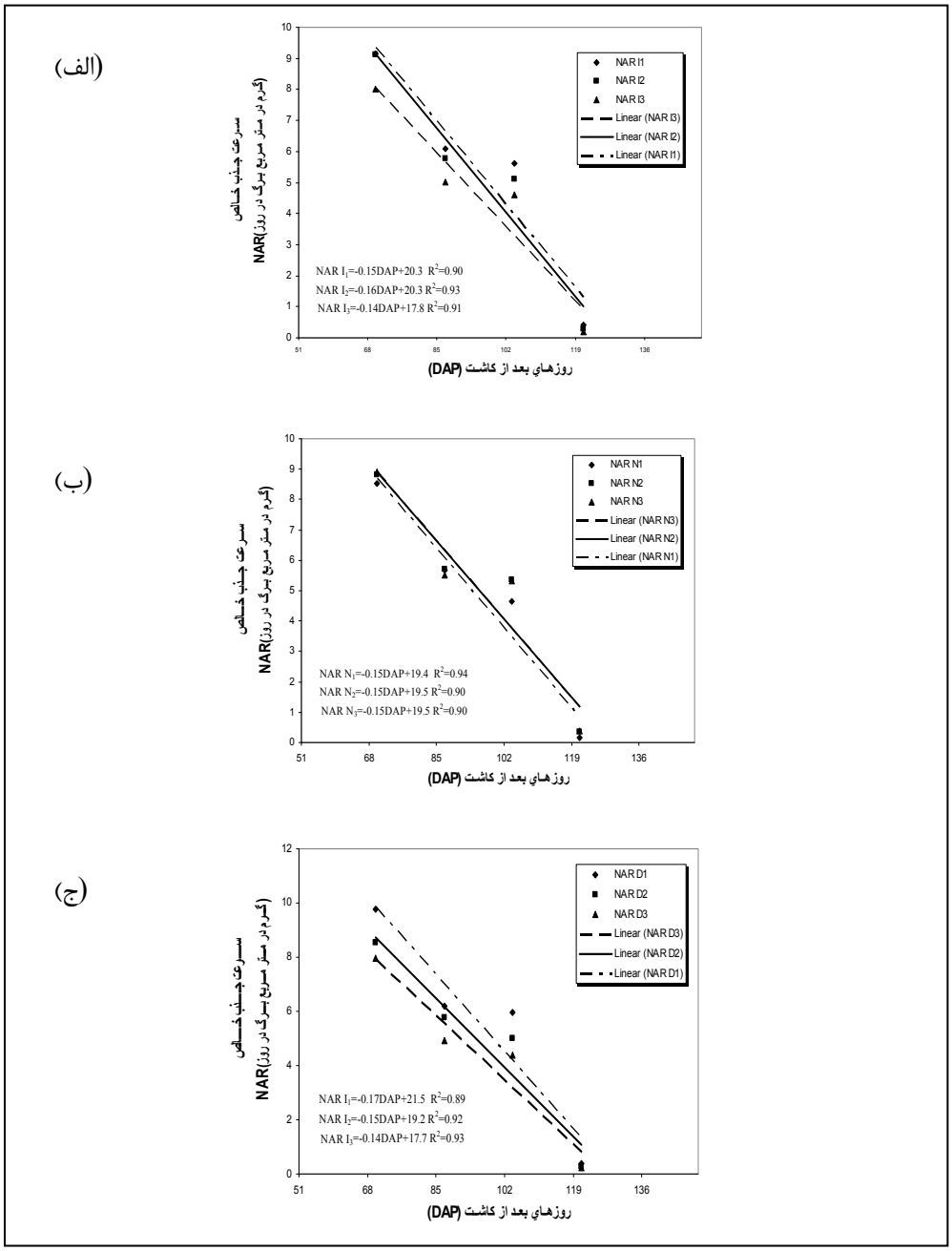
نتایج نشان داد، همبستگی میان تنش خشکی و سرعت جذب خالص منفی و معنی‌دار بود و افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش سرعت جذب خالص شد (جدول ۲ و شکل ۵ الف). از آنجا که شاخص سطح برگ میان سطوح مختلف آبیاری اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشت (شکل ۱ الف)، لذا تفاوت سرعت جذب خالص مواد مربوط به تغییرات سطح برگ و وزن ماده خشک گیاه و یا به عبارتی تغییرات میزان رشد گیاه بود. Premachandra و همکاران (۱۹۹۲) به نتایج مشابهی مبنی بر کاهش سرعت جذب خالص در اثر افزایش شدت تنش خشکی دست یافتند. تفاوت میان تیمارهای نیتروژن برای NAR در مرحلهٔ ابریشم‌دهی معنی‌دار نبود (شکل ۵ ب). نتایج نشان داد، همبستگی میان افزایش تراکم و سرعت جذب خالص منفی و معنی‌دار و افزایش تراکم باعث کاهش سرعت جذب خالص شد بطوریکه در طول دورهٔ ابریشم دهی تا اواخر مرحله رسیدگی، تراکم‌های بالاتر از سرعت جذب خالص کمتری برخوردار بودند (جدول۲ و شکل ۵ ج). در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و هم چنین سایه‌اندازی برگ‌ها بر یکدیگر سرعت جذب خالص کاهش یافت. به طور کلی، سرعت جذب خالص تحت تأثیر مقدار تابش فتوسنتزی، یکنواختی توزیع نور در سطوح برگ‌ها و مقدار تنفس گیاه می‌باشد (گاردنر و همکاران، ۱۳۷۲).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و عملکرد دانه شرایط تنش خشکی شدید در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب، به میزان ۳۵ درصد کاهش یافت (جدول ۱). تحقیقات نشان می‌دهند، تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ‌ها و اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش داده و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه می‌شود (Nissanka *et al.,* 1997).



شکل۵: روند تغییرات سرعت جذب و تحلیل مواد پرورده تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، سطوح نیتروژن و تراکم بوته در مراحل پس از ابریشم‌دهی

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه شد. افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش مصرف نیتروژن، به دلیل ایجاد مخزن قوی یعنی تعداد دانه بیشتر و فعالیت منبع یعنی شاخص سطح برگ بیشتر و دوام زیادتر آن بود. گزارشات مختلف نشان داده است که سرعت رشد گیاه در طول مدت ابریشم دهی که ارتباط زیادی با تعداد دانه در بلال و در نهایت عملکرد دانه دارد به طور مؤثری تحت تاثیر مصرف نیتروژن قرار می‌گیرد (صادقی، ۱۳۷۹). افزایش تعداد بوته در واحد سطح منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید، هر چند میان عملکرد دانه در تراکم های ۷/۵ و ۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). با توجه به وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ ($r = 0.99^{**}$) که توسط Iremiren و Milborn (۱۹۸۰) نیز گزارش شده است، به نظر می‌رسد افزایش تراکم بوته با ارتقاء شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی و افزایش نور دریافتی و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه به تولید حداکثر عملکرد دانه منجر گردد.

نتایج آزمایش نشان داد، همبستگی بین عملکرد دانه و صفات سرعت رشد محصول ($r = ۰/۹۹^{**}$) شاخص سطح برگ ($r = ۰/۹۸^{**}$) و سرعت رشد نسبی ($r = ۰/۹۹^{**}$) در مرحلهٔ ابریشم‌دهی مثبت و معنی‌دار بود. بطور کلی، تیمارهای مورد مطالعه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های رشد گیاه داشته‌اند به نحوی که با انتخاب مناسب تیمارها می‌توان به ترکیب متعادلی از شاخص‌های رشد در سایه‌انداز گیاهی دست یافت و موجبات بهبود عملکرد را در شرایط تنش کمبود آب، فراهم آورد.

منابع

- **ساکی نژاد، ط.، ۱۳۸۲.** مطالعه اثرتنش آب بر روند جذب عناصر ازت، فسفر، پتاسیم و سدیم در دوره های مختلف رشد، با توجه به خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه دوره دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز. ۲۸۸ص.

- **صادقی، ح.، ۱۳۷۹.** تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود ازته بر ویژگی های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه کوشکک استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی. ۹۵ ص.

- **صادقی، ح. و بحرانی، م.ج.، ۱۳۸۰.** تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص های فیزیولوژیک ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. ۳ (۱): ۲۵-۱۳.

- **علیزاده، ا.، ۱۳۷۴.** رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ اول . انتشارات آستان قدس، ۳۵۳ ص.

www.SID.ir

Archive of SID

- **فاجریا، ان.کا.، ۱۳۷۴.** افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه هاشمی دزفولی، س. ا.، ع. کوچکی، و م. بنایان اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ ص.

- **قاسمی پیربلوطی، ع.، ۱۳۸۰.** بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر نحوه الگوی تخصیص ماده خشک در ذرت دانه ای رقم SC704 در منطقه ورامین. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران. ۹۸ ص.

- **کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری محلاتی، م. و صدرآبادی، ر.، ۱۳۷۰.** مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی. ۴۰۴ ص.

- **گاردنر، اف.پی.، پرس، آر.بی.پی.، و میشل، آر.ال.، ۱۳۷۲.** فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ ص.

- **مدحج، ع. و فتحی، ق.، ۱۳۸۷.** فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه شوشتر. ۳۱۷ صفحه.

- **مظاهری، د.، ۱۳۷۳.** زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ ص.

- **مظفری، ک.، عرشی، ی.، و زینالی، ح.، ۱۳۷۵.** بررسی اثرات تنش خشکی در برخی صفات مرفولوژیکی و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله نهال و بذر. ۱۲ (۳): ۳۲-۲۴.

- **ولد آبادی، س.ع.ر.، مظاهری، د.، نورمحمدی، ق. و هاشمی دزفولی، س.ا.، ۱۳۷۹.** بررسی اثر تنش خشکی بر خواص کمی و کیفی و شاخص های رشد ذرت، سورگوم و ارزن. خلاصه مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران. بابلسر. صفحه ۶۱۷.

- **Acevedo, E., Hsiao, E. and Henderson, D.W., 1979.** Diurnal growth trends, water potential and osmotic adjustment of maize and sorghum leaves in the field. Plant Physiol. 64: 476-480.
- **Allison, J.C.S. and Haslam, R.J., 1993.** Theoritical assessment of potential for increasing productivity of sugarcane through increased nitrogen fertilization. Proc. South African Sugar Technol. Assoc. pp. 57-59.
- **Andrade, F.H., Uhart, S.A. and Frugone, M.I., 1993.** Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: Shade versus plant density effects. Crop Sci. 33: 482-485.
- **Ariy, J.M., 1987.** Corn and corn improvement. Academic Press Inc. New York. pp. 721.
- **Bennett, J.M., Jones, J.W., Zur, B. and Hammond, L.C., 1986.** Interaction effects of nitrogen and water stress on water relations of field-grown corn leaves. Agron. J. 78: 273-280.

www.SID.ir

Archive of SID

- **Birch, C.J., Hammer, G.L. and Rickert, K.G., 1998.** Improved methods for predicating individual leaf area and leaf senescence in maize. Aust. J. Agric. Res. 49: 249-262.
- **Cakir, R., 2004.** Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89: 1-16.
- **Connor, D.J., Hall, A.J. and Sadras, V.O., 1993.** Effect of nitrogen content on the photosynthesis characteristics of sunflower leaves. Aust. J. Plant Physiol. 20: 251-263.
- **Cosculleola, F. and Fact, J.M., 1992.** Determination of the maize (Zea mays L.) yield function in respect to water using a line source sprinkler. Field Crop Abst. 93: 5611.
- **Cox, W.J., 1997.** Corn silage and grain yield response to plant densities. J. Production Agric. 70: 405-410.
- **Girardin, P., Tollenaar, M., Deltour, A. and Muldoon, J., 1987.** Temporary N starvation in maize (Zea mays L.): effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronomie (Paris). 7: 289 - 296.
- **Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homaee, M., Hoogenboom, G., 2009.** Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. agricultural water management 96: 809 – 821.
- **Hashemi-Dezfouli, A. and Herbert, S.J., 1992.** Effect of leaf orientation and density on yield of corn. Iran Agric. Res. 11: 89 - 104.
- **Iremiren, G.O. and Milborn, G.M., 1980.** Effects of plant density on ear barrenness in maize. Exp. Agric. 16: 321-326.
- **Michelena, V.A. and Boyer, J.S., 1982.** Complete turgor maintenance at low water potentials in the elongating region of maize leaves. Plant Physiol. 69: 1145-1149.
- **Nesmith, D.S. and Ritchie, J.T., 1992.** Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agron. J. 84: 107-113.
- **Nissanka, S.P., Dixon, M.A. and Tollenaar, M., 1997.** Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Sci. 37: 172 - 181.
- **Norwood, C.A., 2000.** Water use and yield of limited irrigated and dryland corn. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64: 365 - 370.
- **Premachandra, G.S., Saneoka, H., Kanaya, M. and Ogata, S., 1992.** Response of relative growth rate, water relation and solute accumulation to increasing water deficit in maize. Plant Physiol. 135(3): 257-260.

www.SID.ir

Archive of SID

- **Sivacumar, M.V.K. and Shaw, R.H., 1978.** Relative evolution of water stress indicators for soybean. Agron. J. 70: 619-622.
- **Sowder, C.M., Tarpley, L., Vietor D.M. and Miller, F.R., 1997.** Leaf photoassimilation and partitioning in stress-tolerant sorghum. Crop Sci. 37: 833 - 838.
- **Stone, P.J., Sorenson, J.B. and Reid, J.B., 1998.** Effect of plant population and nitrogen fertilizer on yield and quality of super sweet corn. Proc. Ann. Conf. Agron. Soc. of New Zealand. 28: 1-5.
- **Suleska, H., 1990.** The effect of plant population and its distribution on growth and morphological characteristics of maize. Prace Comisyi Nauck Rolaniczychi Comisyi Nouklesynch. 69: 129-142.
- **Tetio-Kagho, F. and Gardner, F.P., 1988.** Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustment. Agron. J. 80: 935 - 940.
- **Uhart, S.A. and Andrade, F.H., 1995.** Nitrogen deficiency in maize: I. Effect on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. Crop Sci. 35: 1376-1383.
- **Williams, W.A., Loomis, R.S. and Lepley, C.R., 1965.** Vegetative growth of corn as affected by population density. II. Components of growth, net assimilation rate and leaf area index. Crop Sci. 5: 215-219.
- **Yazar, A., Howell, T.A., Dusek, D.A. and Copeland, K.S., 1999.** Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. Irrig. Sci. 18:171-180.

www.SID.ir