مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱
صفحات ۱۷۴-۱۶۱

تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت دانه‌ای

Effect of Nitrogen fertilizer and Water Deficit Stress on Physiological indices of corn (*Zea mays* L.)

محسن طریق الاسلامی*[۱]، رضا ضرغامی[۲]، مسعود مشهدی اکبر بوجار[۳]، میثم اویسی[۱]

چکیده

به منظور تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ (SC704)، آزمایشی در بهار و تابستان سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا واقع در روستای قلعه‌سین با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گردید. مقادیر ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر به عنوان فاکتور اصلی و سطوح کود نیتروژن ۸۰، ۱۳۰، ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. شاخص‌های رشد فیزیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند. با افزایش تنش خشکی از ۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر به ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، تولید فتوسنتزی خالص یا جذب خالص، نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ بوجود آمد. با افزایش تنش خشکی از ۵۰ به ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر و همچنین ۱۵۰ به ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش کودنیتروژن از ۸۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه بوجود آمد. در میان شاخص‌های رشد فیزیولوژیک جذب و تحلیل خالص، نسبت سطح برگ و نسبت وزن برگ کمتر تحت تأثیر کود نیتروژن قرار گرفت. با توجه به اهمیت شاخص سطح برگ، آهنگ رشد گیاه و سرعت رشد نسبی در افزایش عملکرد می‌توان نتیجه گرفت که بخش عمده‌ای از عملکرد دانه در نتیجه کاهش تنش خشکی، مربوط به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک ذکر شده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، کود نیتروژن، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد دانه

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، تهران، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی، کرج، البرز، ایران
۳- دانشگاه تربیت معلم، کرج، البرز، ایران
* نویسنده مسئول: m_tarighi1360@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اهمیت اقتصادی ذرت که کشت آن از هزارها سال پیش رواج داشته است، بر همگان روشن است. زیرا کلیه قسمت‌های آن، اعم از دانه و شاخ و برگ و حتی چوب بلال و کاکل آن استفاده می‌شود و در تغذیه انسان، (۲۵-۲۰ درصد)، در تغذیه دام و طیور (۷۵-۷۰ درصد) و در امور صنعت و داروسازی (۵ درصد) مصارف فراوانی دارد (Mirhadi, 2002). حدود ۴۰ درصد اراضی کره زمین در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد (Meigs, 1953). سرزمین پهنا ور ما ایران، علی رغم گستردگی زمین و تنوع گیاهان، از دیرباز با مشکل کمبود آب برای کشاورزی روبرو بوده است (Rastegar, 2008). کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است، میانگین بارش ایران حدود ۲۴۰ میلیمتر و میانگین بارش دنیا ۸۶۰ میلیمتر می باشد، که با میانگین کشور ما خیلی تفاوت دارد و این قیاس خود مبین مشکل می باشد که حتی نمی توان این میانگین را با متوسط بارش دنیا مقایسه کرد (Siadat, 2009). وقوع تنش کم آبی در گیاهان زراعی بر خصوصیات فیزیولوژیک و مرفولوژیک آن‌ها اثر می‌گذارد و در نهایت، نتیجه این فعل و انفعالات، در میزان عملکرد گیاه پدیدار می‌شود، اما میزان تأثیر تنش بر عملکرد محصول، رابطه مستقیمی با مراحل وقوع تنش دارد (Chaudhuri and Kanemasa, 1982). یکی از عوامل موثر در بهبود عملکرد، استفاده موثر از کود نیتروژن است (Carlone and Russell,1987). نیتروژن تاثیر عمیقی بر رشد گیاه دارد و ذرت تمایل به جذب نیتروژن به صورت‌های نیترات و آمونیوم را از خاک دارد

(Edwards and Broder,1976., Sina , 1988).

آب و نیتروژن از عوامل عمده تعیین کننده سطح تولیدات کشاورزی در جهان هستند (Ovverman et al , 1995). شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزاء آن از اهمیت زیادی برخوردار است. فیزیولوژیست‌های گیاهی شاخص‌های رشد را به عنوان ابزارهای مفیدی جهت تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه به کار می‌برند. تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد منحصراً به اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک گیاه نیاز دارد (Radford, 1967). پژوهش‌های انجام شده در مورد اثر تراکم به روی شاخص‌های رشد ذرت عمدتاً شاخص‌های سطح برگ را مورد تأکید قرار داده است. نتایج مطالعات گاردنر وهمکاران (۱۹۹۰) نشان داد که معمولاً شاخص سطح برگ سه تا پنج برای تولید حداکثر ماده خشک در اغلب محصولات زراعی مناسب است (Gardner et al, 1990). نوری اظهر واحسانزاده (۲۰۰۷) با بررسی تغییرات شاخص‌های رشد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم مختلف آبیاری گزارش کردند که کم آبی اثر معنی داری بر شاخص سطح برگ دارد .آنها همچنین گزارش کردند که همبستگی مثبت معنی داری بین شاخص سطح برگ و عملکرد ماده خشک وجود دارد (Azhari and ehsanzade).

پاندی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کم آبیاری در اوایل رشد رویشی، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و سرعت رشد گیاه و ماده خشک را در گیاه ذرت به مقدار کمی کاهش میدهد و مرحله رشد زایشی، باعث کاهش شدید این شاخص‌ها می‌شود (Pandi et al, 2000). دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) گزارش کردند که ذرت در مرحله رویشی و رسیدگی نسبت به کمبود آب نسبتاً متحمل به نظر می‌رسد، اما بیشترین تلفات در اثر تنش آبی در دوره گلدهی اتفاق می‌افتد (Doorenbas and Kassam, 1979).صابرعلی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مقدار شاخص سطح برگ ذرت در مرحله ابریشم دهی به حداکثر می‌رسد و پس از آن به دلیل ریزش برگ‌ها، روند نزولی پیدا می کند.

(Saberali et al, 2007)

ریتچی و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که سرعت رشد ذرت در مرحله ۱۰ برگی افزایش می‌یابد و کمبود آب در این مدت باعث کاهش اندازه برگ‌ها می‌شود (Ritchie et al, 1992). یکی از عوامل مؤثر بر توسعه سطح برگ هر بوته و به تبع آن، توسعه برگ مزرعه میزان نیتروژن است که با تأثیر بر اندازه و طول عمر

Archive of SID

www.SID.ir

برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود که اختلاف در قابل استفاده بودن نیتروژن بر رشد و نمو ذرت اثر گذاشته و ممکن است باعث تغییراتی در ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه در هنگام گلدهی و تشکیل دانه گردد.

(McCullough et al., Muchow and Davis,1988 Giradin et al.,)

درصد نفوذ نور، نور فعال فتوسنتزی، کارایی استفاده از نور، تسهیم ماده خشک به ارگان‌های زایشی، شاخص سطح برگ و آهنگ رشد گیاهی تحت تأثیر میزان نیتروژن قرار می‌گیرند (Cox et al., 1993., Sinchlair and Horie, 1989). تسهیم ماده خشک به ارگان‌های زایشی بستگی به تعداد، ظرفیت و فعالیت مقاصد فیزیولوژیکی دارد (Gifford et al., 1984). آهنگ رشد گیاه در یک دوره ۳۰ روزه (در طول مدت کاکل دهی) که ارتباط زیادی با تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه دارد، نیز به طوری مؤثر تحت تأثیر کود نیتروژن قرار می‌گیرد.

(Cirilo and Andrade, 1994a., Cirilio and Andrade, 1994b)

نتایج حاصل از پژوهش ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) نشان داد که شاخص‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و جذب خالص تحت تاثیر کود نیتروژن قرار گرفتند. در بین شاخص‌های فیزیولوژیکی، سرعت جذب خالص کمتر تحت تاثیر کود نیتروژن قرار گرفت. منحنی سرعت جذب خالص در طول فصل رشد روند نزولی داشت (sajedi and Ardekani, 2008). از مجموع پژوهش‌های یاد شده چنین می‌توان نتیجه گیری کرد که کود نیتروژن یکی از عوامل زراعی مهم می‌باشد که اثر قابل توجهی بر شاخص‌های رشد دارد به نحوی که با انتخاب میزان کود نیتروژن مناسب می‌توان به ترکیب متعادلی از شاخص‌های رشد در سایه انداز گیاهی دست یافت و موجبات بهبود عملکرد را فرآهم آورد به دلیل این که اکثر شاخص‌های رشد به طریقی به شاخص سطح برگ وابسته هستند تغییر این شاخص از طریق تغییر در سطوح کود نیتروژن یکی از عملی‌ترین راهکارهاست. در هر منطقه شاخص سطح برگی که بتواند حداکثر عملکرد را تولید نماید متفاوت است و بایستی از طریق پژوهش‌های محلی به دست آید. هدف از انجام این پژوهش تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و ارتباط آن با عملکرد ذرت دانه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ (SC704) آزمایشی در سال زراعی۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا، واقع در روستای قلعه سین ورامین، با موقعیت جغرافیایی ۵۱°,۳۱′ طول شرقی ۳۵°,۲۰′ عرض شمالی و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا به مساحت ۱۲۸۰ متر مربع، به اجرا در آمد. آزمایش به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. رقم ذرت مورد استفاده، سینگل کراس ۷۰۴ (Sc704) دو منظوره (علوفه‌ای و دانه‌ای) بود. در این آزمایش عامل اصلی سطوح تنش و عامل فرعی سطوح کود نیتروژنه در نظر گرفته شد آبیاری در زمان هایی که تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برابر (T1: ۵۰، T2: ۱۰۰، T3: ۱۵۰، T4: ۲۰۰) میلیمتر است انجام شد. پس از آزمایش خاک و بدست آوردن میزان مواد مغذی خاک (جدول ۱)، کود نیتروژنه (اوره) در سه سطح (N1: ۸۰، N2: ۱۳۰، N3: ۱۸۰) کیلوگرم در هکتار به صورت نیتروژن خالص به زمین اضافه شد. هر واحد آزمایشی مشتمل بر پنج پشته به طول ۷ متر بود که پشته‌ها ۷۵ سانتیمتر با یکدیگر فاصله داشتند فاصله روی خط ۲۰ سانتیمتر و کشت بذر در تاریخ ۱۳۸۸/۲/۲۹ به صورت کپه‌ای (سه عدد بذر در هر کپه به عمق ۳ تا ۵ سانتیمتر) انجام شد. آبیاری بادوره‌های هفت روزه تکرار گردید، تا زمان ۸ برگی و بعد از آن تا زمان قطع آبیاری، تنش از تشتک تبخیر اجرا گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- مشخصات آزمایش خاک
Table1- Soil test characteristics

Texture	Sand %	Silt %	Clay %	K (ava) p.p.m	P (ava) p.p.m	TotalN %	OC %	TNT %	PH	EC DS/m	نوع آزمایش
بافت	ماسه	لای	رس	پتاسیم	فسفر	ازت	کربن آلی	آهک	اسیدیته	شوری	
لوم	50	25	25	400	15	0.2	2-2.5	15	7-7.5	<5	حدود مطلوب
لوم	45	30	25	350	24	0.1	1.03	13.79	7.68	2.53	نتایج

برای اندازه گیری شاخصهای رشد، هر۱۳ روز یک بار از مرحله ۸برگی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از مزرعه نمونه برداری شد. در هر مرحله از نمونه برداری ۵ بوته انتخاب و پس ازانتقال به آزمایشگاه به چهار قسمت ساقه، برگ، بلال و گل آذین نر (پس از رشد زایشی) تفکیک شدند .سپس هر کدام از اجزای بوته‌ها به صورت جداگانه در داخل آون تهویه دار به مدت ۷۲ ساعت دردمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. وزن خشک هر کدام از اجزای بوته‌ها با استفاده از ترازو محاسبه شد. برای بررسی شاخصهای رشد از شاخصهای وزن خشک کل گیاه (TDM)، وزن خشک برگ (LDW) استفاده شد (Radford, 1967).

اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (LAI)

جهت بررسی و مشخص نمودن روند تغییرات سطح برگ در تیمارهای مورد بررسی در هر نمونه برداری ۵ بوته از هر کرت برداشت شد. ابتدا برگها هر بوته از ساقه جدا گردید طول و بزرگترین پهنای هر برگ بوسیله خط کش اندازه‌گیری شد و سپس سطح برگ بوته از رابطه (A=L×W×0.75) محاسبه گردید (Moll and Kamparth, 1977). در این فرمول A مساحت برگ، L طول برگ، W بزرگترین پهنای برگ می‌باشد. در کلیه برداشت‌ها وزن ماده خشک اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد برای اندازه‌گیری وزن خشک اندامهای هوایی، نمونه‌ها، بسته به اندازه آنها سه تا چهار روز در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در آون قرار داده شد و وزن ماده خشک آنها محاسبه گردید (Agha alikhani and ghoshchi, 2005).

اندازه‌گیری شاخص سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول با معناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی است که میزان تجمع ماده خشک یک جامعه گیاهی را در یک واحد زمانی مشخص و در واحد سطح زمین نشان می‌دهد. که بر حسب گرم بر متر مربع در روز ($gr/m^2/day$) بیان می‌شود. با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2006).

$$CGR = \frac{w_2-w_1}{t_2-t_1} \cdot \frac{1}{GA}$$

w_2-w_1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی

t_2-t_1: فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی

GA: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه در نمونه گیری

اندازه‌گیری سرعت جذب خالص یا سرعت فتوسنتز خالص (NAR) عبارتست از سرعت تجمع ماده خشک در واحد زمان و واحد سطح برگ (سطح فتوسنتز کننده) برحسب گرم بر مترمربع سطح برگ درروز ($gr.m^{-2}.daY$) که با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2006).

$$NAR = \frac{CGR}{LAI}$$

www.SID.ir

اندازه‌گیری سرعت رشد نسبی (RGR)

از سرعت افزایش ماده خشک در واحد زمان و واحد وزن خشک اولیه گیاه. این پارامتر در واقع تغییرات وزن خشک اولیه در واحد زمان نشان می‌دهد. با استفاده از RGR می‌توان گیاهان مختلف را با هم مقایسه کرد و بیان کرد که هر گرم وزن خشک از هر گیاه در واحد زمان چقدر افزایش وزن نشان می‌دهد و برحسب گرم بر گرم در روز (gr/gr/day) بیان می‌شود. با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2006).

$$RGR = \frac{CGR}{TDW}$$

اندازه‌گیری نسبت سطح برگ (LAR)

نسبت سطح برگ گیاه به وزن کل گیاه است. به عبارتی نسبت سطح پهنک یا سطح بافت‌های فتوسنتز کننده به وزن بافتهای تنفس کننده گیاه است. LAR نشان دهنده پر برگی یک گیاه نیز می‌باشد و میزان سرمایه گذاری گیاه در تولید برگ‌ها را نشان می‌دهد. LAR مؤید اندازه نسبی دستگاه فتوسنتز کننده است و واحد آن متر مربع بر گرم (m^2/gr) میباشد. با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2006).

$$LAR = \frac{RGR}{NAR}$$

اندازه گیری نسبت وزن برگ (LWR)

عبارتست از نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل گیاه. LWR نشان دهنده پر برگی است. واحد LWR گرم بر گرم (gr/gr) می‌باشد.با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Rahnama, 2006).

$$LWR = \frac{LDW}{TDW}$$

نتایج و بحث

تأثیرتنش خشکی ومقادیر کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ (LAI)

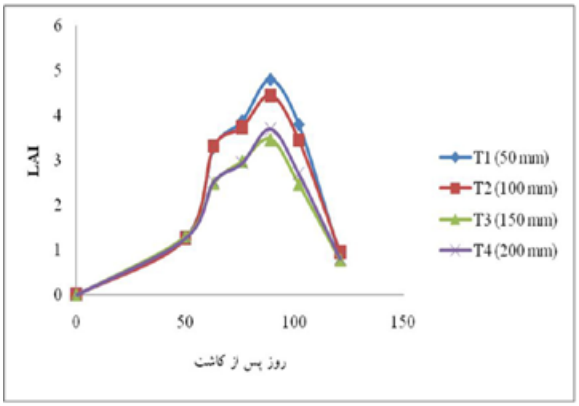
با افزایش روند تنش خشکی از ۵۰ به ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش نرمال در منطقه) و همچنین از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید خشکی) شاخص سطح برگ افزایش یافته است. در واقع در تیمارهای نرمال یک برتری نسبی نسبت به تیمارهای تنش شدید خشکی داشتند. و تیمار ۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر در انتهای فصل رشد گیاه توانسته است شاخص سطح برگ خود را نسبت به بقیه تیمارها در حد بالایی نگا ه دارد (شکل ۱). تحقیقات در رابطه با کاهش شاخص سطح برگ در اثر تنش کم آبی توسط پژوهشگران بسیاری از جمله کرامر (۱۹۶۹)، حمیدی (۱۳۸۰)، ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) صورت گرفته است که نتیجه مشابه حاصل گردید.

(2008 Keramer, 1969., Hamidi, 2000., Sajedi and Ardekani.)

از مشاهده روند تغییرات شاخص سطح برگ (شکل ۲) مشخص می‌گردد که با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۸۰ به ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. در مراحل ابتدایی رشد تفاوتی بین شاخص سطح برگ در میان تیمارهای کود نیتروژن مشاهده نمی‌گردد. دلیل آن را می‌توان در زمان بکارگیری کود نیتروژن ذکر کرد زیرا قسمت اعظم کود (دو سوم) در مرحله چهار تا شش برگی به گیاه داده شد. از سوی دیگر، در مراحل ابتدایی رشد بوته‌ها کم بوده و توسعه شاخ و برگ در گیاه چندان زیاد نیست بنابراین طبیعی است که حداکثر تفاوت در این آزمایش از این زمان به بعد می‌باشد. نتایج فوق با نتایج ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) مطابقت دارد (sajedi and Ardekani, 2008) . با مراجعه به جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (جدول ۲ و ۳) در مرحله خمیری می‌توان این نکته را بهتر درک کرد.

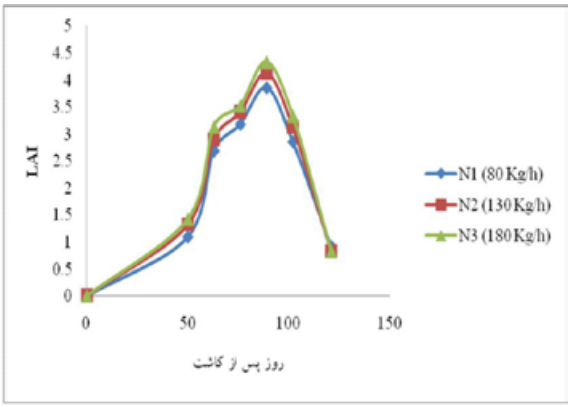
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تأثیر سطوح تنش خشکی بر روند تغییرات شاخص سطح برگ

Figure 1 - The trend of leaf area index (LAI) on the levels of drought stress



شکل ۲- تأثیر سطوح کود نیتروژن خشکی روند تغییرات شاخص سطح برگ

Figure 2 - The trend of leaf area index (LAI) on the levels of nitrogen fertilizer

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات شاخص‌های رشد در مرحله خمیری

Table 2 - Analysis of variance for growth stage index

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (Df)	شاخص سطح برگ (LAI)	سرعت رشد محصول (CGR)	سرعت رشد نسبی (RGR)	سرعت جذب خالص (NAR)	نسبت سطح برگ (LAR)	نسبت وزن برگ (LWR)
تکرار	3	0.033 ns	7.655 ns	0.0000448 ns	0.565 ns	1.4491015 ns	0.000015 ns
سطوح تنش خشکی (فاکتور A)	3	4.628 **	294.232 **	0.0000047 **	4.940 *	4.3360195 *	0.00096 **
خطای آزمایش A	9	0.202	2.319	0.00000081	1.159	5.8377179	0.0001098
سطوح کود نیتروژن (فاکتور B)	2	0.913 **	4.141 **	0.0000056 ns	1.036 *	8.0167992 ns	0.00008 ns
اثر متقابل AB (خشکی × نیتروژن)	6	0.042 ns	1.238 ns	0.0000092 ns	0.323 ns	2.0853945 ns	0.00002 ns
خطای آزمایش	24	0.050	0.736	0.000004	0.242	3.200021	0.0004487
ضریب تغییرات (CV%)	-	7.21	4.92	4.99	8.76	7.84	4.32

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, *, ** respectively significant and non significant in five and one percent level.

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های سطوح اثرات اصلی و فرعی شاخص‌های رشد در مرحله خمیری
Table 3 - Comparison of average levels Index main and secondary effects of growth stage index

تیمارها	شاخص سطح برگ (LAI)	سرعت رشد محصول (CGR) ($gr/ m^2/day$)	سرعت رشد نسبی (RGR) (gr/ gr /day)	سرعت جذب خالص (NAR) ($gr/ m^2/day$)	نسبت سطح برگ (LAR) (m^2/ gr)	نسبت وزن برگ (LWR) (gr/ gr)
T1	3.801 a	22.87 a	0.0147 a	6.069 a	0.0024 a	0.149 b
T2	3.453 a	20.36 b	0.0139 a	5.935 a	0.0023 a	0.145 b
T3	2.474 b	14.10 c	0.0114 b	5.749 a	0.0022 ab	0.161 a
T4	2.712 b	12.49 d	0.0115 c	4.668 b	0.0020 b	0.163 a
N1	2.861 c	16.98 b	0.0129 a	5.891 a	0.0022 ab	0.155 a
N2	3.130 b	17.40 ab	0.0125 a	5.544 ab	0.0022 ab	0.152 a
N3	3.338 a	17.99 a	0.0125 a	5.395 b	0.0023 a	0.156 a

(T1، T2، T3، T4) به ترتیب برابر است با ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A
(N1، N2، N3) به ترتیب برابر است با ۸۰، ۱۳۰، ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

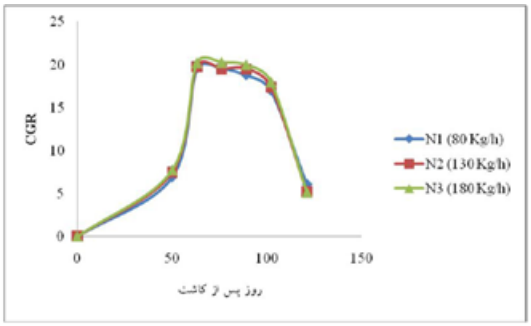
(T1, T2, T3, T4) is equal to respectively 50, 100, 150, 200 mm evaporation from class A evaporation basin
(N1, N2, N3), respectively with 80, 130, 180 kg ha

تأثیرتنش خشکی ومقادیر کود نیتروژن بر آهنگ رشد گیاه (CGR)

نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی از ۵۰ به ۱۰۰ و از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر آهنگ رشد گیاه (CGR) کاهش یافت (شکل ۳). آهنگ رشد گیاه تقریباً در اواسط فصل رشد به حداکثر خود رسید و پس از آن شروع به کاهش نمود. این مشاهدات مطابق کرامر (۱۹۶۹) و ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) می‌باشد (Keramer, 1969., Sajedi and Ardekani , 2008).

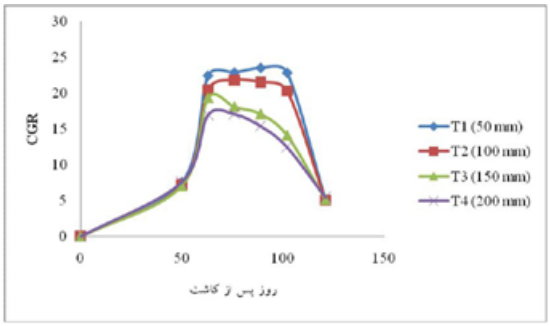
با افزایش کود نیتروژن از سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به سطح ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار آهنگ رشد گیاه افزایش یافت. و بالاترین میزان آهنگ رشد گیاه از سطح ۸۰ به ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد همچنین کمترین میزان آهنگ رشد گیاه در سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده گردید (شکل ۴). در مطالعه لوکاس (Lucas, 1986) با افزایش کود نیتروژن از سطح ۷۵ به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار آهنگ رشد گیاه افزایش یافت و از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از آهنگ رشد گیاهی کاسته شد و کمترین میزان آهنگ رشد گیاه از سطح صفر کیلوگرم نیتروژن به دست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. با توجه به جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (جدول ۲ و ۳) در مرحله خمیری می‌توان دریافت کرد که در این مرحله اختلاف معنی داری در سطوح تنش خشکی و کود نیتروژن وجود دارد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴- روند تغییرات آهنگ رشد گیاه (CGR) بر روی سطوح کود نیتروژن

Figure 4 - The trend of plant growth rate (CGR) on the levels of nitrogen fertilizer



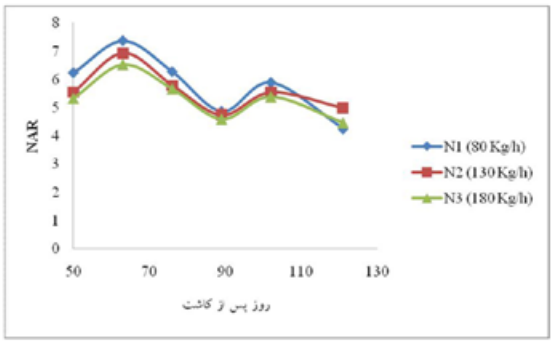
شکل ۳- روند تغییرات آهنگ رشد گیاه (CGR) بر روی سطوح تنش خشکی

Figure 3 - The trend of plant growth rate (CGR) on the levels of drought stress

تأثیرتنش خشکی ومقادیر کود نیتروژن بر جذب و تحلیل خالص (NAR)

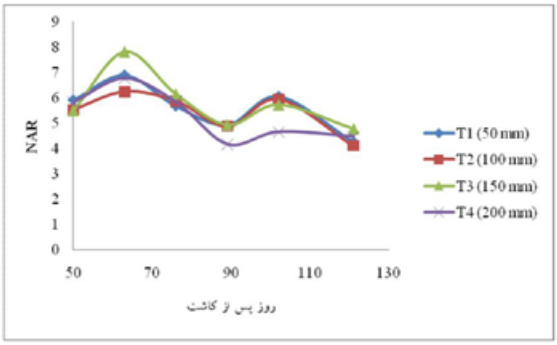
نتایج این آزمایش نشان داد که روند تغییرات جذب و تحلیل خالص در سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن دارای روند نزولی بود و با مسن شدن بوته‌ها جذب و تحلیل خالص در کلیه سطوح مختلف تنش خشکی بالاترین جذب خالص از سطح ۱۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر وهمچنین بالاترین سطح کود نیتروژن از سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است (شکل ۵ و ۶). ظاهراً جذب و تحلیل خالص (NAR) تحت تأثیر عوامل بسیار زیادی قرار دارد که عملاً اندازه‌گیری آنها پیچیده بوده و به سادگی قابل تشخیص نیست به همین دلایل نتایج بسیاری از محققین در مورد جذب و تحلیل خالص با یکدیگر تفاوت دارد. که این نتایج با نتایج سپهری(۱۳۸۲) و ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) مطابقت دارد (Sepehri, 2003., Sajedi and Ardekani , 2008). نتایج پژوهش نشان داد که روند تغییرات جذب و تحلیل خالص (NAR) سطوح مختلف نیتروژن در طول فصل رشد روند نزولی داشت و اختلاف چندانی بین سطوح کود نیتروژن وجود ندارد. لوکاس (Lucas, 1986) گزارش نمود که در میان سطوح نیتروژن صفر، ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین میزان جذب و تحلیل خالص (NAR) از ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی داری در روند جذب و تحلیل خالص (NAR) وجود نداشت.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۶- روند تغییرات جذب و تحلیل خالص (NAR) بر روی سطوح کود نیتروژن

Figure 6 - Analysis of trends and changes in net uptake (NAR) on the levels of nitrogen fertilizer



شکل ۵- روند تغییرات جذب و تحلیل خالص (NAR) بر روی سطوح تنش خشکی

Figure 5 - Analysis of trends and changes in net uptake (NAR) on drought stress levels

تأثیرتنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی گیاهان زراعی بعد از مرحلهٔ جوانه زنی بالا رفته و سپس کاهش می‌یابد و در واقع با افزایش سن گیاه میزان رشد نسبی کاهش می‌یابد زیرا بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند بافتهای ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و نقشی در فتوسنتز ندارند. همچنین به دلیل قرار گرفتن برگهای اولیه در سایه و افزایش سن آنها فعالیت فتوسنتزی کاهش یافته و سرعت رشد نسبی نیز کاهش می‌یابد. هر چند که مقدار وزن خشک گیاه با گذشت زمان افزایش پیدا می‌کند اما از سرعت رشد نسبی به دلیل افزایش نسبت بافتهای ساختمانی به بافتهای در حال رشد کاسته می‌شود. منفی شدن (RGR) در مراحل پایانی رشد نشان دهندهٔ کاهش شدید سرعت رشد نسبی و در واقع کاهش وزن خشک گیاه می‌باشد، که برداشت اقتصادی در این مرحله را کاملاً توجیه می‌نماید، زیرا در صورت طولانی شدن دورهٔ رشد عملکرد مادهٔ خشک گیاه کاهش یافته و از کیفیت محصول کاسته می‌شود (Rahnama ghafarkhani, 2003). نتایج نشان داد که سطوح تنش خشکی در تمامی طول رشد بعد از افزایش در مرحله جوانه زنی تا آخر فصل کاهش پیدا می‌کند که هر چقدر تنش خشکی شدیدتر می‌شود سرعت نزول رشد نسبی بیشتر می‌شود که بیشترین سرعت نزول رشد نسبی مر بوط به ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر و کمترین سرعت مربوط به ۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر می‌باشد (شکل ۷). که نتایج با نتایج ساجدی واردکانی (۱۳۸۷) مطابقت دارد. همچنین طبق مشاهده (شکل ۸) می‌توان یافت که سرعت رشد نسبی در سطوح مختلف کود نیتروژن تا آخر فصل رشد تفاوت چندانی ندارد. که این نتایج با نتایج ساجدی واردکانی (۱۳۸۷) مطابقت دارد. با توجه به جدول ۲ و ۳ می‌توان دریافت کرد که در مرحله خمیری تفاوت معنی داری بین سطوح کود نیتروژن وجود ندارد (sajedi and Ardekani, 2008).

تأثیرتنش خشکی ومقادیر کود نیتروژن بر نسبت سطح برگ (LAR)

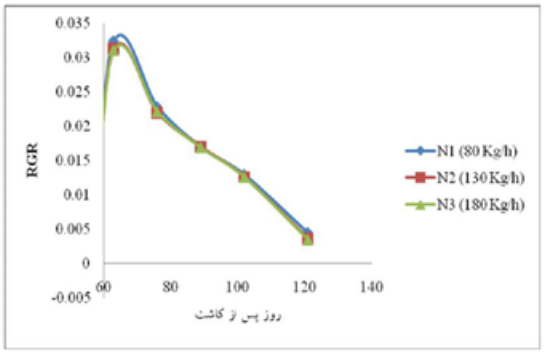
گیاه در مراحل ابتدایی رشد سرمایه گذاری را در برگ‌ها افزایش داده و سپس آن را کاهش می‌دهد. پس در ابتدای فصل رشد میزان (LAR) افزایش یافته تا به حداکثر میزان خود برسد و در اواخر فصل رشد با کاهش میزان سطح برگ به علت خشک شدن برگ‌ها و همچنین افزایش وزن خشک

Archive of SID
www.SID.ir

گیاه نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد. LAR در گیاهانی نظیر گندم، کلزا و گلرنگ که دارای مرحله رشدی روزت هستند بیشتر از گیاهانی نظیر آفتابگردان و پنبه است.

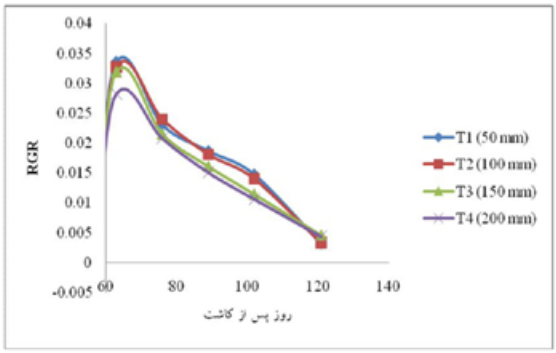
(Rahnama ghafarkhani, 2003)

طبق نتایج پژوهش می‌توان یافت که سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر نسبت به سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر از نسبت سطح برگ بیشتری برخورد است و در مراحل اولیه رشد نسبت سطح برگ بالاتری را مشاهده می کنیم و هر چقدر به آخر فصل رشد نزدیک می‌شویم نسبت سطح برگ کاهش پیدا می‌کند (شکل ۹). نتایج با نتایج ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) برابری دارد (sajedi and Ardekani, 2008). آزمایش انجام شده بر طبق (شکل ۱۰) نشان داد که سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت سطح برگ بالاتری نسبت به سطوح ۱۳۰ و ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار دارا می‌باشد. نتایج با نتایج ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) برابری دارد.



شکل ۸- روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) بر روی سطوح کود نیتروژن

Figure 8 - The trend of relative growth rate (RGR) on levels of nitrogen fertilizer



شکل ۷- روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) بر روی سطوح تنش خشکی

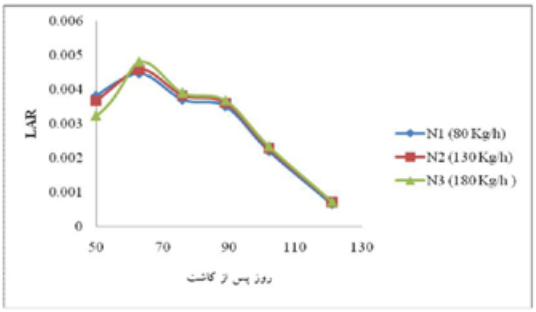
Figure 7 - The trend of relative growth rate (RGR) on drought stress levels

تأثیر تنش خشکی ومقادیر کود نیتروژن بر نسبت وزن برگ(LWR)

شاخصی از میزان دارایی برگ در قبال وزن خشک گیاه است. چون هزینهٔ نسبی مصرف در اندامهای بالقوه فتوسنتز کننده را شامل می‌شود، معیاری از سرمایهٔ تولید کننده گیاه محسوب می‌شود (۴۸). در مناطقی که شدت نور بالاست نیاز به گیاهانی می‌باشد که (LWR) آنها بالا باشد. در گیاهان علوفه‌ای نیز LWR بالا مناسب است در مناطقی که هوا ابری و نور کم است نیاز به واریته‌هایی می‌باشد که دارای برگ‌های پهن و نازک باشند تا بتوانند نور بیشتری را دریافت نمایند (Rahnama ghafarkhani, 2003).

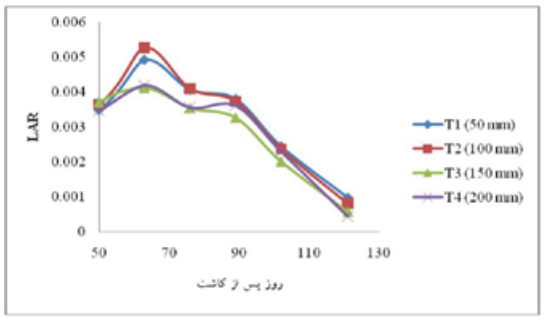
طبق آزمایشات صورت گرفته ومشاهده روند نسبت وزن برگ دریافت می‌شود که بین سطوح تنش خشکی و سطوح کود نیتروژن از لحاظ پربرگی یا نسبت وزن برگ تفاوت زیادی مشاهده نگردید. اما با این وجود سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر روند نزولی بیشتری نسبت به سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر دارا می‌باشد. همچنین سطح کودی ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از روند نزولی بیشتری نسبت به ۸۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برخوردار است. نتایج با نتایج ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) برابری دارد (sajedi and Ardekani, 2008).

www.SID.ir



شکل ۱۰- روند تغییرات نسبت سطح برگ (LAR) بر روی سطوح کود نیتروژن

Figure 10 - The trend of leaf area ratio (LAR) on the levels of nitrogen fertilizer



شکل ۹- روند تغییرات نسبت سطح برگ (LAR) بر روی سطوح تنش خشکی

Figure 9 - The trend of leaf area ratio (LAR) on the levels of drought stress

ارتباط ویژگی‌های فیزیولوژیک با عملکرد دانه

با توجه به این که از عوامل مؤثر بر رشد و تولید گیاهی میزان جذب نور توسط برگ‌ها تبدیل آنها به مواد فتوسنتزی است افزایش میزان سطح برگ در مزرعه باعث افزایش میزان جذب نور خواهد شد که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌گردد، در پژوهش حاضر با افزایش میزان نیتروژن از ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شاخص سطح برگ افزایش قابل توجهی نشان می‌دهد (شکل ۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه در سطح ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش شاخص سطح برگ می‌باشد که نتایج مشابهی نیز توسط دیگر پژوهشگران گزارش گردیده است (Eik and Hanway, 1996., Giradin et al., 1987). نونز و کمپرات (Nunes and Kamprath, 1969) دلایل افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش کود نیتروژن را در نتیجه افزایش شاخص سطح ذکر نمودند و یک ارتباط خطی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ به دست آمد. همچنین روند افزایش آهنگ رشد گیاه (CGR) با افزایش کود نیتروژن نشان دهنده تأثیر آنها در افزایش عملکرد دانه است (شکل ۴). مطالعات یوهارت و آندرید (Uhart and Andrade, 1995) نیز نشان می‌دهد آهنگ رشد گیاه (CGR) و شاخص سطح برگ (LAI) تحت تأثیر نیتروژن قرار می‌گیرند به نحوی که با افزایش نیتروژن خاک، گسترش سطح برگ افزایش یافته و در نتیجه نفوذ نور به درون سایه انداز و کارآیی مصرف نور زیاد می‌گردد که این عوامل باعث افزایش آهنگ رشد گیاهی (CGR) و شاخص سطح برگ (LAI) می‌گردد و نهایت منجر به بهبود عملکرد دانه می‌شود. در پژوهش حاضر جذب و تحلیل خالص (NAR) به طور مؤثری تحت تأثیر افزایش کود نیتروژن قرار نگرفت (شکل ۶). بنابر این در مجموع می‌توان گفت که افزایش عملکرد دانه تحت تأثیر کود نیتروژن، در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ و آهنگ رشد گیاه بوده است و جذب و تحلیل خالص (NAR) در میزان شاخص‌های فیزیولوژیک کمتر مؤثر بوده است. در پژوهش حاضر با افزایش تنش خشکی شاخص سطح برگ کاهش یافته (شکل ۲). بهر حال تنش کمبود آب در مرحلهٔ رشد رویشی ذرت دارای اثرات کوتاه مدت و بلند مدت است. اثرات کوتاه مدت کمبود آب شامل به تأخیر انداختن ظهور برگ و کاهش سطح برگ می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

References منابع

Aghaalikhani, M. and Ghoshchi, F. 2005. Experimental Plant Ecology (translation), Islamic Azad University branch Varamin - Pishva. 300 pages.

Carlone M.R and W.A Russell.1987. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different areas of breeding. Cropscience, 27:465-470.

Chaudhuri, N.V. and E.T.Kanemasa. 1982. Effects of water gradient on sorghum growth, water relations and yield. Can J. Plant Sci. 62:599-607.

Cirilo. A. G. and F.H. And Rade. 1994a. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and matter Partitioning. Crop sci. 34:1039-1043.

Cirilo. A. G. and F.H. And Rade. 1994b. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. Crop sci. 34:1044-1046.

Cox, W. J.,S. Kalonge, D.J. R. Chrney, and W.S. Reio. 1993. Growth, Yeild, and quality off. Rage maize under-different nitrogen management practices. Agron.J. 85:341-347.

Doorenbas, J., and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. F.A.O. Irrigation and Drainage, paper No. 33. F.A.O. 180 p.

Doorenbos, J., and Kassam, A.K. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, United Nations, Rome, p. 176.

Edwards J.H. and S.A Broder.1976. Nitrogen uptake characters of corn root at low N concentration as in fluenced by plant. Agronomy Journal, 69:17-19.

Eik, K., G.I. Hanway. 1996. Leaf area in relation to yield of corn grain. Agron. 58:16-18.

Gardner, F., P. R. Balle, and D. E. McCloud. 1990. Yield characreristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. Agron. J. 82: 864-868.

Girardin, P., M. Tollenaar, A. Deltour , and J. Muldoon. 1987. Temporory N starvation in maize (zea maysl.): effects on development, dry matter accumulation and grain yield Agronomie (Paris). 7: 289-296.

Hamidi, S. 2000. Evaluation of late corn hybrids under drought stress conditions in the grain filling stage, using indicators of drought tolerance and path analysis. MS thesis, Faculty of Agriculture, Mazandaran University. Page 155.

Kramer, P.J., 1969. Plant and soil water relationships. Amodern synthesis mc crow- Hill. Inc New York.

Lucas, E. O. 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize (Zea mays L.) in Nigeria. Agric. Sci., Camb. 107: 573- 578.

Meigs, P.1953. Word distribution of arid and semi-arid homoclimates. Arid zone Res.1:203-220.

Mirhadi, M. J., 2002. Corn. Organization of promoting agricultural research and education Publication, p.199.

Muchow, R. C., and R. Davis. 1988. Effect of nitorogen supply on the comparative productivity of maize and sorgum ina semi-arid tropical enveroment.II Radiation interception and biomass accumulation. Field crops res.

Archive of SID

www.SID.ir

18: 17-30.

NeSmith, D.S., and Ritchie, J.T. 1992. Short- and long-term response of corn to a preanthesis soil water deficit. Agron. J. 84: 107-113.

Nouri azhar, J., and Ehsanzedeh, P. 2007. Study of relationship of some gtowth indices and yield of five corn hybrids at two irrigation regim in Esfahan region. J. Sci. and Tech. 41: 261-272.

Nunez, R. and E. J. Kamprath. 1969. Relationships between N response, plant population. And row width on growth and yield of corn. Agron.J. 61: 279-282.

Ovverman R.,D.M. Wilson and W.Vidack. 1995. Extended probability model for dry matter and nutrient accumulation by crops.journal of plant Nutrition,18:2609-2627.

Pandey, R.K., Maranville, J.W., and Chetima, M.M. 2000a. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agric. Water Manage. 46: 15–27.

Pandy, R.K., Maranvill, J.W., and Chetima, M.M. 2000b. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. Agric. Water Manag. 46: 15-27.

Radfords, P.J. 1967. Growth analysis formulae–Their use and abuse. Crop Sci. 7:171-175 .3 .

Rahnama, A. 2006. Plant Physiology. Publications Puran Pajohesh.332 page.

Rahnama ghahfarkhani, A. 2003. Effect of drought stress at different growth stages and its impact on corn yield and quality. School of Agriculture. Tehran University. Page 150.

Rastehar, M.2008. Dryland, Brhmnd Publications. Page 376.

Ritchie, S.W., Hanway, J.J., and Benson, G.O. 1992. How a corn plant develops. Special Report No. 48. Iowa State University, p. 21.

Saberali, S.F., Sadatnouri, S.A., Hejazi, A., and Zand, E. 2007. influence of plant density and planting pattern of corn on its growth and yield under competition with common Lambesquarters (Chenopodium album). J. Res. Prod. 74: 143-152.

Sajedi, N. and Ardekani, A. 2008. Effect of nitrogen fertilizer, iron on the physiological indices forage maize in central provinces. Iranian Studies Journal of Agronomy 6 (1): 99-110.

Sepehri, A. 2003. Effect of water stress and nitrogen accumulation carbohydrate, the thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University. Page 174.

Shabani, A., M. Ghanadha and H. Zolnorian. 2004. Comparison of some agronomic traits and characteristics in wheat cultivars grown in pure and mixed dry conditions cold regions. Eighth Congress of Iranian Crop Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.

Siadat, A.2008. Additional Agriculture, class notes.

Sina, S.K.1988. Drought resistance in crop plants: a critical physiological and biochemical assessment. Willey Interscience. New York.

Sinclerair, T. R., and Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review.

Archive of SID

www.SID.ir

Crop Sci. 29:90-98.

Uhart,S. A., and F. H. Andrade. 1995a. Nitrogen deficiency in maize: I. effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. Crop sci. 35:1376-1383.

Uhart,S. A., and F. H. Andrade. 1995b. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon- nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop sci. 35:1384-1389.

Archive of SID

www.SID.ir