یافته های نوین کشاورزی
سال ششم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۰

بررسی کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن در تراکم های مختلف بوته بر تجمع ماده خشک آفتابگردان رقم ایروفلور در شرایط تنش کمبود آب

اسماعیل قلی نژاد *، دانشگاه پیام نور، گروه علمی علوم کشاورزی، تهران، ایران
نورعلی ساجدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب، مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه، تجمع ماده خشک و صفات وابسته به آن، آزمایشی در طی دو سال ۱۳۸۸-۱۳۸٦ در ارومیه به صورت کرت‌های دو بارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آبیاری در سه سطح آبیاری مطلوب (I1)، تنش ملایم (I2) و تنش شدید خشکی (I3) به عنوان عامل اصلی، سه سطح نیتروژن مصرفی (۱۰۰، ۱٦۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) به عنوان عامل فرعی و تراکم بوته با سه سطح ۵۵۵۰۰، ٦٦۰۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار انتخاب شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی شدید در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب عملکرد دانه را ٦۰٪ کاهش داد. با افزایش مصرف نیتروژن و تراکم بوته عملکرد دانه افزایش یافت. در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش میزان نیتروژن مصرفی میزان تمامی صفات مورد مطالعه افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به علاوه در سطوح مختلف نیتروژن تحت شرایط آبیاری مطلوب با افزایش تراکم بوته میزان قطر طبق کاهش یافت. تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، اختلال در روند جذب و انتقال مواد غذایی شد و عرضه عناصر پرورده را کاهش داده و باعث کاهش عملکرد دانه شد. در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش وزن خشک اندام‌های رویشی، عملکرد دانه کاهش یافت.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، تنش کمبود آب، نیتروژن، تراکم بوته، عملکرد دانه

* نویسنده مسئول: E-mail: Gholinezhad1358@yahoo.com
تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/٤/۲٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۲/۱۷

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم ترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۹). گیاهان زراعی جهت داشتن رشد و نمو مطلوب نیاز به عناصر غذایی متعددی دارند و بعضی عناصر نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقادیر نسبتا زیادی مورد نیاز گیاه هستند و در صورت کمبود این عناصر در خاک، رشد و تولید گیاه کاهش می‌یابد ی. تعیین تراکم بهینه یکی از عوامل مهم برای دستیابی به بیشترین عملکرد، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و ویژگی ارقام کشت شده می‌باشد (۲٤). جباری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند با افزایش تنش خشکی تا ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در گیاه آفتابگردان عملکرد دانه ۸۳ ٪ کاهش یافت (۲۸). رشدی و همکاران (۱۳۸٤) نیز نتیجه گرفتند با افزایش تنش خشکی عملکرد و قطر طبق آفتابگردان کاهش یافت (۱٤). حاج حسنی اصل و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که تنش خشکی سرعت رشد محصول را کاهش داد (۸). رشدی و همکاران (۱۳۸٤) طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که با بروز تنش خشکی و کاهش میزان مصرف آب، سرعت رشد محصول کاهش یافت که علت عمدهٔ آن کاهش سطح و تعداد برگ، اختلال در فتوسنتز و کاهش تولید ماده خشک بود (۱٤).

دانشیان و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو آفتابگردان شاخص سطح برگ گیاهان را کاهش داد (۲٦). شمیم و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که با افزایش تنش خشکی در تمام هیبریدهای مورد آزمایش عملکرد ماده خشک کاهش یافت (۳۵). ابراهیمی و کندیل (۲۰۰۷) نشان دادند که با افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و قطر بوته کاهش یافت(۲۷). حلاجی (۱۳۸۳) بیشترین وزن خشک ساقه و برگ آفتابگردان را از تیمار شاهد و کمترین آن را در تیمار اعمال تنش کمبود آب بدست آورد (۱۰). جامی معینی و همکاران (۱۳۸۸) و فرجی و همکاران (۱۳۷٤) نیز نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد دانه افزایش پیدا کرد (٦و ۲۰). امام و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن افزایش معنی‌داری در شاخص سطح برگ به دست آمد(۳). ابراهیمی و کندیل (۲۰۰۷) نشان دادند با افزایش مقدار کود نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار همه پارامترهای رشد و عملکرد گیاه افزایش یافت (۲۷). رحیم زاده و نجفی میرک (۱۳۸۸) نشان دادند که با کاهش تراکم بوته، وزن هزار دانه و قطر طبق افزایش یافت (۱۲). رهبر و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح میزان تولید ماده خشک در واحد سطح، سرعت رشد در واحد سطح، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ افزایش یافت (۱٦).

برخی و همکاران (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، مجموع ماده خشک بوته و عملکرد دانه افزایش یافت (٤). لذا با توجه به اهمیت تولید و توزیع ماده خشک در گیاهان زراعی از جمله آفتابگردان این تحقیق جهت ارزیابی توزیع ماده خشک

در اندام های مختلف گیاه آفتابگردان رقم ایروفلور در شرایط مختلف رطوبتی و مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته در ارومیه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال های زراعی۱۳۸۷- ۱۳۸٦ و ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی با طول جغرافیایی٤٥ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤٤ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا واقع در۲۵ کیلومتری ارومیه به صورت طرح کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. عامل اصلی شامل تیمار آبیاری دارای سه سطح آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ ٪ آب قابل استفاده بود. تا مرحله ۷ تا ۸ برگی آبیاری‌ها در همه تیمارها پس از تخلیه ۵۰ ٪ آب قابل استفاده انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، تیمارهای آبیاری به دقت اعمال شدند. عامل فرعی شامل سه سطح نیتروژن معادل ۱۰۰، ۱٦۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کودی اوره و تراکم بوته به عنوان تیمار فرعی فرعی شامل سه سطح تراکم ۵۵۵۰۰، ٦٦٦۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار بودند که با فواصل بوته روی ردیف ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی متر و فاصله ردیف ٦۰ سانتی‌متر این تراکم‌ها به دست آمد. هر کرت فرعی دارای ٦ ردیف کاشت به طول ٦ متر و به فاصله ردیف ٦۰ سانتی‌متر بود. فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر به صورت یک ردیف نکاشت و فاصله میان هرفاصله دوکرت اصلی به صورت سه ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. از زمان کاشت تا مرحله استقرار گیاهچه (مرحله ۷ تا ۸ برگی) آبیاری ها پس از تخلیه ۵۰ ٪ آب قابل دسترس در کلیه تیمارها انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه تیمارهای آبیاری دقیقا اعمال شد. جهت تعیین رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-٦۰ سانتی متری خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه برداری شد و با استفاده از دستگاه صفحه فشار اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت وزنی آنها در شرایط ظرفیت زراعی با استفاده از معادله۱ تعیین گردید(۲۰)

رابطه ۱ : $$Wm = \frac{W2-W1}{W1} \times 100$$

W_m= درصد رطوبت وزنی خاک W_2= وزن خاک مرطوب با واحد گرم W_1 = وزن خاک خشک به گرم

در این آزمایش ظرفیت زراعی خاک ۲٦ ٪ وزنی و نقطه پژمردگی دائم ۱٤ ٪ وزنی تعیین شد. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار با گذشت ٤۸ 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. بر این اساس زمان آبیاری هنگامی بود که رطوبت وزنی خاک در تیمارهای I_1، I_2 وI_3 به ۲۰، ۱۷/٦ و ۱۵/۲ ٪ رسید (۱۹). پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از رابطه ۲ حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد(۲۰):

رابطه ۲ :

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

V= حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب FC= درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی

θ_m= درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری ρ_b= وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) E_i = راندمان آبیاری

A= مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع D_{Root} = عمق توسعه ریشه بر حسب متر

بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار برای هر ردیف کاشت محاسبه و بر اساس کارایی توزیع آب ۹۰ ٪ با استفاده از هیدروفلوم و کورنومتر به صورت یکنواخت توزیع گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی، pH حدود ۸ و Ec حدود ۰/۸ دسی زیمنس بر متر بود که برای کشت آفتابگردان مشکلی را ایجاد نمی‌کرد (جدول ۱).

بذر مورد استفاده هیبرید ایروفلور بود که دارای پتانسیل عملکرد بسیار بالا، قدرت جوانه زدن سریع، رشد منظم، مقاومت بالا به خوابیدگی و سازگاری بسیار خوب به شرایط گرم و خشک می‌باشد. این رقم از تیپ سینگل کراس و گروه بلوغ میان رس بوده و در سال ۱۹۸۸ در فرانسه به ثبت رسیده است. همچنین به دلیل رو به پایین قرار گرفتن طبق‌ها مقاوم‌ترین رقم نسبت به خسارت پرندگان می‌باشد (۱۱).

برای اندازه‌گیری ماده خشک، از هر تیمار ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب کرده و قسمت های مختلف آنها جدا گردید و به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک گردید سپس وزن خشک ساقه، برگ، طبق و دانه در واحد سطح محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری قطر طبق، به طور تصادفی از هر تیمار ۵ طبق انتخاب و قطر آنها با متر اندازه‌گیری و میانگین گرفته شد. جهت بررسی روند تغییرات سطح برگ و شاخص‌های رشد تحت تاثیر تیمارهای مختلف، ٤۰ تا ۵۰ روز بعد از کاشت نمونه‌برداری‌ها آغاز و با فواصل زمانی ۱۵ روز یک بار ادامه یافت، مجموعا پنج مرتبه نمونه‌گیری به عمل آمد. در هر مرحله نمونه برداری پس از حذف حواشی، پنج گیاه از خطوط نمونه‌برداری برداشت و سطح برگ و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از رابطه ۳ اندازه‌گیری شد (۱۷):

رابطه ۳ : $S= 0.655(L\times W) - 0.00011(L\times W)^2 \qquad R^2 \geq 0.99^{**}$

که در آن S سطح برگ، L و W نیز به ترتیب حداکثر طول و عرض برگ سبز آفتابگردان می‌باشند. پس از تعیین مساحت کلیه برگ ها، شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف آزمایشی محاسبه شد.

تغییرات سرعت متوسط رشد محصول (CGR) با استفاده از رابطه ٤ محاسبه شد(۵).

رابطه ٤ : $$CGR\ (g.m^{-2}.d^{-1}) = \frac{TDM_2 - TDM_1}{(T_2 - T_1) \times GA}$$

برداشت در ۱۵ شهریور انجام گرفت.سطح برداشت شده برای تعیین عملکرد ٤/۸ مترمربع از هر تیمار بود. در پایان اجرای این پژوهش به منظور تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از آزمون بارتلت، از مدل آماری آزمایش کرت‌های خرد شده در مکان در سال بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد.

جدول ۱: ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه پیش از کاشت در دو سال اجرای آزمایش

ویژگی‌های خاک	۱۳۸٦		۱۳۸۷	
	عمق خاک (سانتی‌متر)		عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-٦۰	۰-۳۰	۳۰-٦۰
شوری (دسی زیمنس بر متر)	۰/۸	۱/۰۵	۰/۷٤	۱/۱۷
اسیدیته خاک (pH)	۸	۷/۸	۸/۳	۷/۹
درصد اشباع (٪)	٤۷	٤۷	٤٦	٤٦
آهک (٪)	۱۷	۱٦	۱۷	۱۷
رس (٪)	۳۵	۳۷	۳۲	۳٦
سیلت (٪)	۳۷	۳٦	٤۱	۳۹
شن (٪)	۲۸	۲۷	۲۷	۲۵
مواد آلی (٪)	۱/۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۵۵
نیتروژن (٪)	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	/۰۵
فسفر (ppm)	۱۲	۸	۱۱/٦	۸/۹
پتاسیم (ppm)	۳۷۵	۲٦۳	۲۵٤	۱۲۳
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	۲٦/۲	۲٦/۱	۲۵/۸	۲۵/٦
بافت خاک	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهایSAS و Mstat-C و رسم نمودارها با استفاده از Excel انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تاثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته، اثر متقابل آبیاری و نیتروژن، اثر بر همکنش آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید، به نحوی که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به تیمار آبیاری مطلوب و تنش شدید خشکی مربوط بود (جدول‌های ٤ و ٥). در اثر برهمکنش آبیاری و نیتروژن بیشترین میزان عملکرد از تیمار آبیاری مطلوب و کود ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (٤۷۰۷ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ٤). کمبود آب باعث کاهش شاخص سطح برگ، اختلال در جذب آب و مواد غذایی گردیده است و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه را کاهش داده و عملکرد دانه را کاهش داد. این نتایج با نتایج رشدی و همکاران (۱۳۸٤) مطابقت داشت. تاثیر نیتروژن نیز بر افزایش عملکرد مثبت بود (جدول ٤). افزایش مصرف نیتروژن به دلیل فعالیت منبع بیشتر (شاخص سطح برگ بیشتر) باعث افزایش عملکرد دانه شد. افزایش فراهمی نیتروژن با افزایش شاخص سطح برگ همراه است که این موضوع سبب بهبود جذب نور و تولید زیست توده بیشتر می‌شود. مصرف نیتروژن به میزان ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را به میزان ١٦ ٪ افزایش داد (جدول ٤).

مقایسه میانگین اثر برهمکنش آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و بالاترین تراکم (۸/۳۳ بوته در مترمربع) به میزان (٤٦۷۹/۷۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ٥). تنش خشکی عملکرد دانه را نسبت به شرایط مطلوب ٦۰٪ کاهش داد. بنابراین در شرایط آبیاری مطلوب استفاده از تراکم‌های بالا مناسب بوده ولی با افزایش تنش خشکی به خصوص در شرایط تنش شدید خشکی، بیشترین عملکرد دانه از تراکم‌های پایین حاصل شده است که نشان می‌دهد به دلیل کمبود آب استفاده از تراکم‌های بالا باعث اتلاف هزینه‌ها خواهد شد (جدول ٥). افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا به دلیل زیاد بودن تعداد بوته در واحد سطح بود، که مهمترین جزء عملکرد می‌باشد. اسکندری تربقانی و اسکندری تربقانی (۱۳۸۸) نشان دادند با کاهش تراکم بوته عملکرد دانه گلرنگ کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. تقدیری و همکاران (۲۰۰٦) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش یافت.

اسدی و همکاران (۱۳۸۳) نیز نشان دادند که تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار با ٤۰۸۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین تولید عملکرد دانه را داشت. حسنی جبارلو و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش دادند که با افزایش تراکم بوته قطر طبق کاهش یافت ولی عملکرد دانه افزایش نشان داد. بررسی جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات وزن برگ، وزن ساقه، قطر طبق و وزن طبق همبستگی مثبت

معنی‌داری داشت و این نشان دهنده این موضوع است که با افزایش وزن خشک اندام‌های رویشی و قطر طبق عملکرد دانه افزایش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۷).

وزن خشک برگ، ساقه و طبق

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تاثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته و اثر برهمکنش آبیاری و تراکم بوته بر وزن خشک برگ، ساقه و طبق معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک برگ، ساقه و طبق شد و با افزایش مصرف نیتروژن نیز وزن خشک برگ، ساقه، طبق افزایش یافت، که علت افزایش آن، گسترش سریع برگ‌ها، افزایش نور دریافتی، جذب بهتر مواد معدنی و افزایش سرعت رشد محصول بود. بیشترین مقادیر برای صفات فوق از تیمار آبیاری مطلوب و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار (۱۳۱/۸۲ گرم بر مترمربع) بدست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد علت کاهش وزن خشک برگ، ساقه، طبق در اثر تنش خشکی پیری زودرس برگ‌ها، ترشح هورمون پیری به خصوص ABA و خود تخریبی برگ‌ها باشد.

در کل می‌توان نتیجه گرفت تنش با هر شدتی که در مرحله رشد زایشی اتفاق بیفتد، موجب کاهش سطح برگ خواهد شد. وزن خشک برگ شاخصی از میزان رشد رویشی است و این شاخص زودتر از دیگر قسمت‌های گیاه تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲۲). این نتایج با نتایج حلاجی (۱۳۸۳) در خصوص تاثیر تنش خشکی بر وزن خشک اندام‌های رویشی در گیاه آفتابگردان مطابقت داشت. جامی معینی و همکاران (۱۳۸۸) و فرجی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند با افزایش مصرف نیتروژن وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد دانه افزایش پیدا کرد. با افزایش تراکم بوته نیز، وزن خشک نهایی برگ، ساقه، طبق با دانه افزایش معنی‌داری یافت، که علت آن تعداد زیاد بوته در واحد سطح بود. اگرچه در تراکم‌های بالا در اثر رقابت، وزن خشک اندام‌های رویشی هر بوته کاهش یافت، ولی این کاهش با افزایش تعداد بوته در واحد سطح جبران گردید. بیشترین وزن خشک نهایی برگ از بالاترین سطح کود نیتروژن (۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به میزان ۹۸/۲۲ گرم بر مترمربع بدست آمد (جدول ۳). بین وزن برگ با عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری (r^2=۰/۷٤) وجود داشت (جدول ۷).

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ یک کمیت اساسی برای نشان دادن وضعیت رشدی گیاهان زراعی در کشاورزی می-باشد (۳۸). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد با افزایش شدت تنش خشکی، شاخص سطح برگ کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب از آبیاری مطلوب و کود ۲۲۰ کیلوگرم به میزان ۱/۵۲ و تنش شدید خشکی و کود ۱۰۰ کیلوگرم به میزان ۰/٤۲ بدست آمد (جدول ٤). تنش خشکی از راه کاهش اندازه سلول‌ها، گسترش برگ را محدود کرده، باعث تسریع پیری برگ شده و باعث کاهش شاخص سطح برگ شد. از دیگر دلایل کاهش شاخص سطح برگ در اثر تنش خشکی را می‌توان

به اختلال در فتوسنتز در اثر کمبود آب، کاهش آماس سلولی، زردی برگ‌ها و ریزش زودرس آنها اشاره کرد. مقدم خمسه و همکاران (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ شد. در آفتابگردان شاخص سطح برگ پس از پژمرده شدن گلبرگ‌های زبانه‌ای (مرحله پر شدن دانه) تا مرحله رسیدن فیزیولوژیک سریعا کاهش می‌یابد (۳۰). تاثیر سطوح مختلف نیتروژن نیز بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش شاخص سطح برگ با مصرف کودهای شیمیایی توسط بسیاری از محققان دیگر نیز گزارش شده است زیرا با افزایش نیتروژن قابل دسترس رشد و نمو و فتوسنتز گیاه افزایش یافته و سطح سبزینه‌ای گیاه زیاد می‌شود (۲۵ و ۳۷).

جدول ۲: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک طبق	شاخص سطح برگ
سال (Y)	۱	۱۸۰۹۰/۱۳**	۲۲۸٦/۳۸**	۵۰٦۳/۵۳**	۱۷/۷۷**
سال / بلوک	٤	۹۲۳۷/۱۵	۲٦۵۲/۹٤	۷۳۹۱۹/۹٦	۰/۱۷
آبیاری (I)	۲	٤٦۹٦٤/۵٦**	۱٦۸٤٤۰/٤۵**	۳۱۲۳۸٦۲/۹٦**	٦/٦۵**
سال × آبیاری (I×Y)	۲	۱۹۰٦/۳٤**	۲۸٦/۷٦*	۷۳۲/٤۲^{ns}	۰/۵۸**
اشتباه (E_a)	۸	۱۲٤۵/۱۳	۱۱۳۰۷/۵۷	۱۵۷٤/۵۵	۰/۰٤
نیتروژن (N)	۲	۳۹۹٤/٤۳**	۱۳٤۵۳/۹۸**	۷۷۰۵۹/۱٦**	۳/۱۳**
سال × نیتروژن (Y×N)	۲	۱۹/۸٤^{ns}	٤/۳۸^{ns}	٤٦/۷۱^{ns}	۰/۰۸*
آبیاری × نیتروژن (I×N)	٤	۱۲۸/۱۲^{ns}	۱۷۹٤/۷٦**	۱۱۹۲۵/٤۰**	۰/۱۵**
سال×آبیاری×نیتروژن (Y× I×N)	٤	۲۳/۲۳^{ns}	۳/۵۵^{ns}	۲۹۷/۱۲^{ns}	۰/۸^{ns}
اشتباه (E_b)	۲٤	۱۵/٦٤	۵۲/۳۳	۳۳۹/۹۲	۰/۰۲۳
تراکم (D)	۲	۲۱۰۵۳/۱۹**	۱۳۰۰۲/۰۰**	۱۳۳۷٤۹/۰۷**	۲/۲۹**
سال × تراکم (Y×D)	۲	۱۰۳۸/۸۵**	۲۸/۱٦^{ns}	۳۸۹/۱۱^{ns}	۰/٤٤**
آبیاری × تراکم (I×D)	٤	٤۵۹/۲۸**	۲۳٤٦/٤۱**	٦۸٤۹۱/۵٤**	۰/۰۹**
سال × آبیاری × تراکم (Y×I×D)	٤	۱۸۵/۷۸^{ns}	۱/٦۰^{ns}	۲۹۰/٤۸^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}
نیتروژن × تراکم (N×D)	٤	٤/٦۹^{ns}	۳۲/۹۱^{ns}	۵۷۳/۹۹^{ns}	۰/۰۵^{ns}
سال× نیتروژن×تراکم (Y×N×D	٤	٦/۹۱^{ns}	۱/۲۸^{ns}	۵۰/۹۳^{ns}	۰/۰۱٦^{ns}
آبیاری×نیتروژن×تراکم(I×N×D)	۸	۵/۰٦^{ns}	۵۰/٤۹^{ns}	۵۰۰/٦۱^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}
سال× آبیاری × نیتروژن × تراکم	۸	۹/۳۷^{ns}	۳/۵۵^{ns}	۵۸/۹۱^{ns}	۰/۰۲٤^{ns}
اشتباه (E_c)	۷۲	۱۱۷/۱۱	۸۹/۳٦	٦۹۲/٦٦	۰/۰۲۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۹۹	۵/۵۸	۵/۳۱	۱۹

** ، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

ادامه جدول ۲:

منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت رشد محصول	قطر طبق	عملکرد دانه
سال (Y)	۱	۰/۰۰۳۵^{ns}	۱۰/۰۷**	۱۳٤۰۹۸/۷**
سال / بلوک	٤	۰/٤۱	۱/۳۱	۹٤۸۲۷/۹
آبیاری (I)	۲	۲/۷۷**	۱۲۵/۵۳**	۹۳٤۵۳۳۸۰/٦**
سال × آبیاری (I×Y)	۲	۰/۰۸**	۵/۵٤**	۲۵۰۸۹/۱^{ns}
اشتباه (E_a)	۸	۰/۱۷	۵/۲۱	۳۰۵۳۸/۳
نیتروژن (N)	۲	۱/٦۸**	۱٤/۲۵**	۳۰٤٦۰۱۱/۲**
سال × نیتروژن (Y×N)	۲	۰/۰۱۲*	۰/۰۱۸^{ns}	۳۳٦٦۰/۲^{ns}
آبیاری × نیتروژن (I×N)	٤	۰/۲٦**	۰/٦۱^{ns}	٤۹٦۱۱۰/۹**
سال × آبیاری × نیتروژن (Y× I×N)	٤	۰/۰۳۲**	۰/۰۱۸^{ns}	۱۳۱۰۲/۱^{ns}
اشتباه (E_b)	۲٤	۰/۰۱٦	۰/۰۸٤	۲۸۹۹۱/۰
تراکم (D)	۲	۰/٤٦**	۷۳/۱۹**	۱٤۷٤۳۷۳/۰**
سال × تراکم (Y×D)	۲	۰/۰۱*	۰/۰۹۷^{ns}	۵۳۷/٤^{ns}
آبیاری × تراکم (I×D)	٤	۰/۰۵٤**	۳/۳۳**	۱۰۲٦۵۹۸/۵**
سال × آبیاری × تراکم (Y×I×D)	٤	۰/۰۰۹*	۰/۰۲۱^{ns}	۵٦۸/۱^{ns}
نیتروژن × تراکم (N×D)	٤	۰/۰۳٤**	۰/۱۲^{ns}	۱٤٦۱۷/۹^{ns}
سال × نیتروژن × تراکم (Y×N×D)	٤	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}	۱۵٦۸/۵^{ns}
آبیاری × نیتروژن × تراکم (I×N×D)	۸	۰/۰۱۳**	۰/۰٦٤^{ns}	۱۹۰۱۹/۳^{ns}
سال× آبیاری × نیتروژن × تراکم	۸	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۲۱۷۱/۲^{ns}
اشتباه (E_c)	۷۲	۰/۰۰۳	۰/۵۹	۱۹۳۹۹/٤
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۵۰	٤/۱۵	٤/۹۹

** ، * و ^{Ns} به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۳: مقایسه میانگین دو ساله اثرات ساده وزن خشک برگ و قطر طبق در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷

تیمار	وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع)	قطر طبق (سانتی متر)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)		
۱۰۰	۸۱/۱۳ c	۱۸/۰٦ c
۱٦۰	۹۱/۳۷ b	۱۸/٦۸ b
۲۲۰	۹۸/۲۲ a	۱۹/۰۷ a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار نیست

در این پژوهش افزایش مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب، تاثیر مثبتی بر افزایش شاخص سطح برگ داشت، در حالی که در تیمار تنش خشکی شدید، شاخص سطح برگ در سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدولهای ۲ و ٤). این وضعیت ناشی از اختلال در فرآیند جذب نیتروژن

توسط گیاه تحت تنش شدید خشکی بود. با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش شاخص سطح برگ به دلیل تاثیر مثبت آن بر افزایش رشد و نمو، فتوسنتز و افزایش سطح سبزینه‌ای گیاه می‌باشد. این نتایج با یافته-های امام و همکاران (۱۳۸۸) و رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت.

جدول ٤: مقایسه میانگین دو ساله برهمکنش آبیاری × نیتروژن بر عملکرد دانه، وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق

تیمار		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک ساقه (گرم بر مترمربع)	وزن خشک طبق (گرم بر مترمربع)	شاخص سطح برگ
آبیاری	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				
	۱۰۰	۳۸۵۹/٦ c	۲۰۵/۲۸ c	۷۰۰/۵۲ c	۰/۸۵ c
آبیاری مطلوب	۱٦۰	٤۱۸۸/۵ b	۲۳۳/۳٦ b	۷۵٤/۱۰ b	۱/۳٦ a
	۲۲۰	٤۷۰۷/۳ a	۲۵۹/۵۱ a	۸۳٤/۰۹ a	۱/۵۲ a
	۱۰۰	۲۲٤۵/٦ e	۱۳۵/٤۳ f	۳۹۷/۹۷ f	۰/۵۹ de
تنش ملایم خشکی	۱٦۰	۲٤۱٦/۰۵ de	۱٤۸/۸۲ e	٤۲۵/٦٦ e	۰/۸٦ c
	۲۲۰	۲۵٤۷/٤ d	۱۵۹/۱۲ d	٤٤٦/۸٦ d	۱/۰۹ b
	۱۰۰	۱۵٦٤/۷ g	۱۱۸/٦۲ g	۲۷۵/۱٦ h	۰/٤۲ e
تنش شدید خشکی	۱٦۰	۱۷۱۵/٤fg	۱۲۸/۳۳ f	۲۹۹/٦۱ g	۰/۵٦ de
	۲۲۰	۱۸۳۸/۵ f	۱۳۵/۳۰ f	۳۱۹/۱۹ g	۰/٦۷ d

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار نیست

جدول ۵: مقایسه میانگین دو ساله برهمکنش آبیاری × تراکم صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷

تیمار		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک طبق (گرم بر مترمربع)	قطر طبق (سانتی متر)
آبیاری	تراکم (بوته در هکتار)			
	۸۳۳۰۰	٤٦۷۹/۷ a	۸۷۸/۷۵ a	۱۸/٤۸ b
آبیاری مطلوب	٦٦٦۰۰	٤۲٤۷/٤ b	۷٦۵/۸۵ b	۲۰/۸۵ a
	۵۵۵۰۰	۳۸۲۸/۳ c	٦٤٤/۱۱ c	۲۱/۵۵ a
	۸۳۳۰۰	۲۵۱۱/۷ d	٤۵۵/۰۲ d	۱۷/۳٤ c
تنش ملایم خشکی	٦٦٦۰۰	۲٤۱۲/۱de	٤۳۰/٤۰ d	۱۸/۳۵ b
	۵۵۵۰۰	۲۲۸۵/۳ e	۳۸۵/۰۷ e	۱۸/۹۰ b
	۸۳۳۰۰	۱٦٦۱/۳ f	۲۹٤/۲٦ f	۱٦/۱٦ d
تنش شدید خشکی	٦٦٦۰۰	۱۷۰۹/۵ f	۲۹۸/۸۷ f	۱۷/٤٦ c
	۵۵۵۰۰	۱۷٤۷/۷ f	۳۰۰/۸۲ f	۱۸/۳۷ b

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار نیست

ادامه جدول ۵:

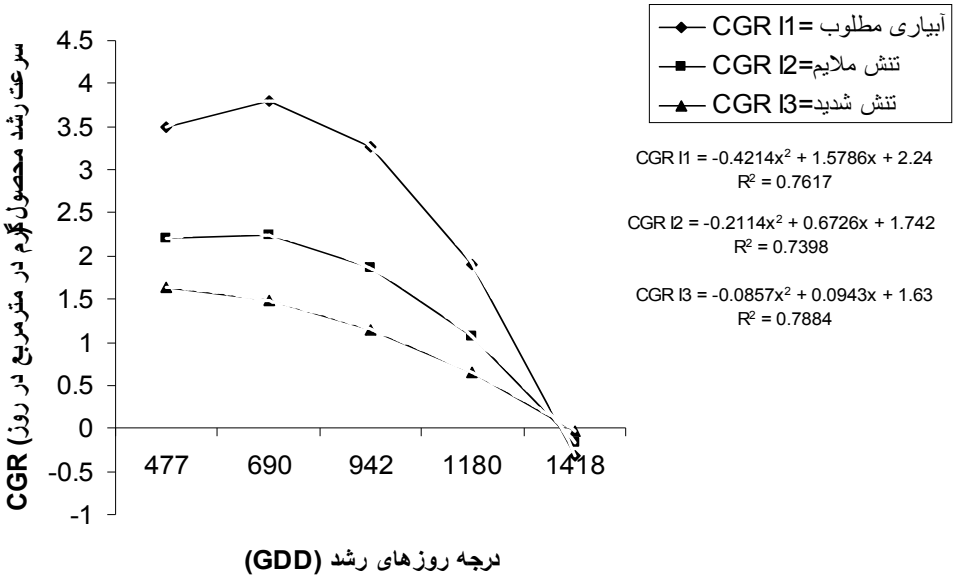
تیمار		وزن خشک ساقه (گرم بر مترمربع)	وزن خشک برگ (گرم بر مترمربع)	شاخص سطح برگ
آبیاری	تراکم (بوته در هکتار)			
	۸۳۳۰۰	۲۵٤/۱۱ a	۱۳۱/۸۲ a	۱/۵٤ a
آبیاری مطلوب	٦٦٦۰۰	۲۳۷/۹۱ b	۱۲٦/۱۷ a	۱/۲٤ b
	۵۵۵۰۰	۲۰٦/۱۳ c	۸۸/٦۰ c	۰/۹٦ c
	۸۳۳۰۰	۱٦۹/٤۸ d	۱۱۲/۹۷ b	۱/۰۲ c
تنش ملایم خشکی	٦٦٦۰۰	۱٤۰/۹۰ e	۱۰۳/٦۱ b	۰/۸۵ cd
	۵۵۵۰۰	۱۳۳/۰۰ ef	۷۵/٤۸ d	۰/٦۷ de
	۸۳۳۰۰	۱۳۱/٤۱ ef	۷٤/٦٤ d	۰/۷۱ de
تنش شدید خشکی	٦٦٦۰۰	۱۲۸/۰۵ f	۵۸/۱۹ e	۰/۵٤ ef
	۵۵۵۰۰	۱۲۲/۸۰ f	٤۰/۷۱ f	۰/۳۹ f

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار نیست

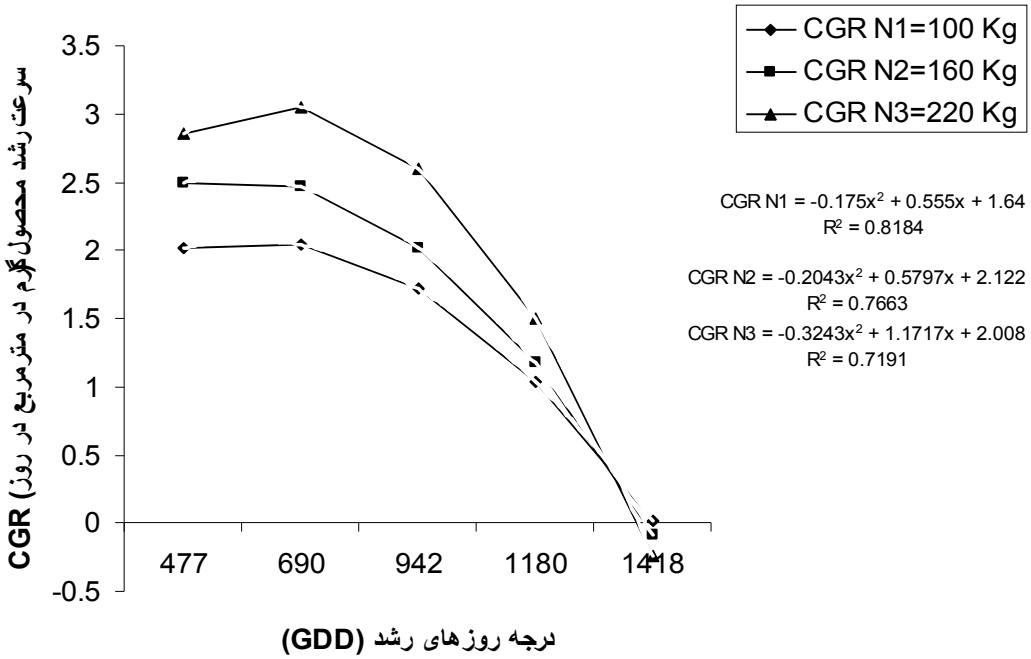
جدول ٦: مقایسه میانگین دو ساله برهمکنش نیتروژن × تراکم صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷

تیمار		وزن خشک طبق (گرم بر مترمربع)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تراکم (بوته در هکتار)	
	۸۳۳۰۰	۵۰۲/۷۳ c
۱۰۰	٦٦٦۰۰	٤٦۱/٤۹ d
	۵۵۵۰۰	٤۱۰/۵۷ e
	۸۳۳۰۰	۵۵۹/٤۷ b
۱٦۰	٦٦٦۰۰	۵۱۷/۰۰ c
	۵۵۵۰۰	٤٦۰/۲۲ d
	۸۳۳۰۰	٦٤۳/۹۳ a
۲۲۰	٦٦٦۰۰	۵۷۸/۷۸ b
	۵۵۵۰۰	۵۱۲/۳٤ c

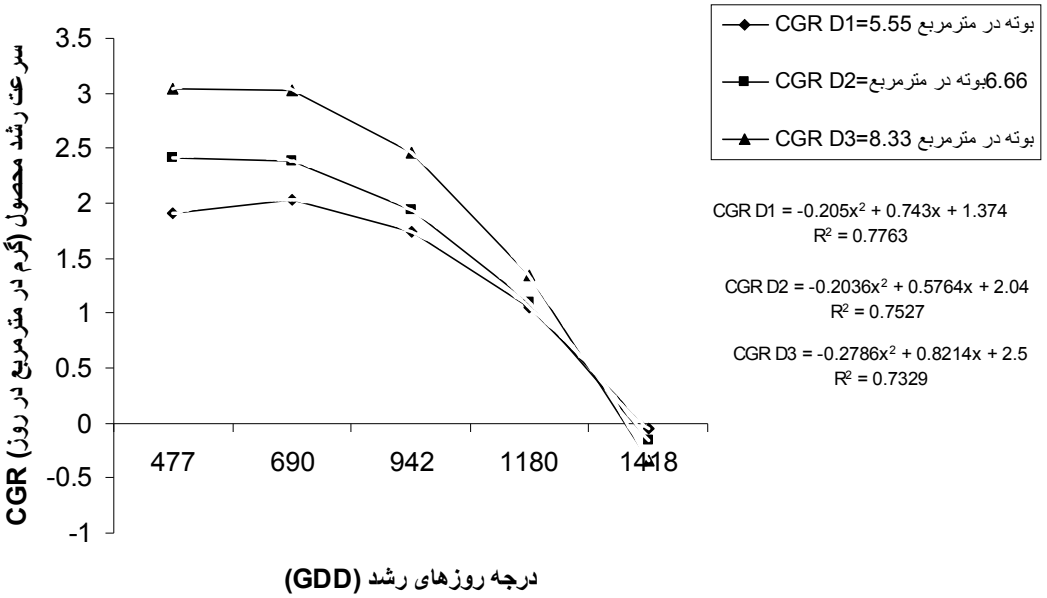
در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال خطای ۵ ٪ معنی دار نیست



شکل ۱- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری از ٤٥ روز بعد از کاشت تا رسیدگی



شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح نیتروژن از ٤٥ روز بعد از کاشت تا رسیدگی



شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح مختلف تراکم از ٤٥ روز بعد از کاشت تا رسیدگی

با افزایش تراکم بوته شاخص سطح برگ روند افزایشی نشان داد به نحوی که حداکثر شاخص سطح برگ معادل ۱/٥٤ در تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ٥). گزارش‌های مشابه دیگری در خصوص کاهش سطح برگ تک بوته و افزایش شاخص سطح برگ با افزایش تراکم گیاهی انتشار یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۱۸). افزایش تراکم موجب افزایش سرعت تغییرات و ارتقای شاخص سطح برگ گردید. تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار از بیشترین شاخص سطح برگ در هر مرحله از نمونه‌برداری برخوردار بود. زیاد بودن تعداد بیشتر در واحد سطح دلیل بیشتر بودن شاخص سطح برگ در تراکم‌های بالا بود. نتایج این تحقیق با یافته‌های حاج حسنی اصل (۱۳۸۷) و جباری و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

سرعت رشد محصول (CGR)

میزان CGR در مراحل اولیه رشد گیاه بدلیل کم بودن مریستم‌های رویشی کم می‌باشد و با کامل شدن پوشش گیاهی و استفاده بیشتر گیاه از نورخورشید و افزایش سطح برگ مقدار آن تا مرحله گرده افشانی افزایش می‌یابد و متعاقب آن با رقابت بیشتر بوته‌ها، کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی و زرد شدن اندام‌های فتوسنتز کننده و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها مقدار CGR کاهش می‌یابد. تاثیر اثر بر همکنش آبیاری و نیتروژن و تراکم بوته بر سرعت رشد محصول معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر سطح آبیاری، با افزایش نیتروژن سرعت رشد محصول افزایش یافت ولی در تنش شدید خشکی بین سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت در این پژوهش بیشترین سرعت رشد محصول به

تیمار آبیاری مطلوب (I_1) تعلق داشت و با افزایش شدت تنش خشکی سرعت رشد محصول به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (شکل ۱). افزایش کمبود آب موجب کاهش رشد و نقصان گسترش سطح برگ‌ها گردید که مجموعه این عوامل فتوسنتز و ماده سازی را دچار اختلال نمود (١٤). از مرحله گلدهی به بعد سرعت رشد محصول در کلیه تیمارهای آبیاری کاهش یافت که دلیل این امر پیری و زرد شدن برگ‌ها و کاهش ماده‌سازی در گیاه بود (شکل ۱). این نتایج با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (۳۱). افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید (شکل۲)، افزایش مصرف نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و افزایش نور دریافتی موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید (شکل ۲). این نتایج با نتایج رفیعی و همکاران (۱۵) مطابقت داشت.

افزایش تراکم موجب بیشتر شدن میزان سرعت رشد محصول شد (شکل ۳). اختلاف در سرعت تجمع ماده خشک و کمتر بودن تعداد گیاه در واحد سطح را می‌توان دلایل اصلی کمتر بودن ماده خشک نهایی تولید شده در تراکم ۵۵۵۰۰ بوته در هکتار دانست. با توجه به رابطه $CGR= LAI \times NAR$ علت بیشتر بودن CGR در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش شاخص سطح برگ بوده است که باعث جذب تابش بیشتر و افزایش فتوسنتز و ماده سازی و در نتیجه باعث افزایش CGR گردیده است. این نتایج با نتایج رشدی و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت.

قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد تاثیر سطح مختلف آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته و اثر برهمکنش آبیاری و تراکم بر قطر طبق معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد با افزایش تنش خشکی قطر طبق کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که در برهمکنش آبیاری و تراکم بیشترین قطر طبق از آبیاری مطلوب و تراکم ۵۵۵۰۰ بوته در هکتار به میزان ۲۱/۵ سانتیمتر و کمترین میزان قطر طبق از تنش خشکی شدید و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار به میزان ١٦/١ سانتیمتر بدست آمد به طور کلی در هر سطح آبیاری با افزایش تراکم بوته قطر طبق به دلیل رقابت بین بوته‌ها در جذب آب و مواد غذایی کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۵). نتایج تحقیقات رشدی و رضادوست (١٣٨٤) بیانگر افزایش قطر طبق با افزایش مصرف آب بود. اثر اصلی تنش کم آبی در مرحلهٔ رشد رویشی، کاهش تعداد و اندازهٔ برگ‌ها (کاهش فتوسنتز) است. ادامه تنش کم آبی، ریزش برگ‌های پایینی بوته را باعث می‌شود و همچنین با ادامه تنش کم آبی تعداد زیادی از گلچه‌ها و سلول‌های زایشی آسیب دیده و از حجم و تعداد آنها کاسته می‌شود، در چنین شرایطی قطر طبق و تعداد دانه به طرز چشمگیری کاهش می‌یابد. با افزایش مقدار نیتروژن قطر طبق افزایش معنی‌داری پیدا کرد به طوری که بیشترین قطر طبق از تیمار نیتروژن ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۹/۰۷ سانتیمتر و کمترین میزان قطر طبق از تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ١٨/٠٦ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳). سایر محققان نیز در خصوص تاثیر نیتروژن بر

قطر طبق به چنین نتایجی دست یافته‌اند (۲٦). رحیم زاده و نجفی میرک (۱۳۸۸) نشان دادند که با کاهش تراکم بوته، وزن هزار دانه و قطر طبق افزایش یافت. بررسی جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بین قطر طبق با صفات وزن برگ، وزن ساقه و وزن طبق همبستگی مثبت معنی‌داری داشت (جدول ۷).

جدول ۷: **ضرایب همبستگی صفات موردمطالعه**

	۱	۲	۳	٤	٥
۱- وزن برگ	۱				
۲- وزن ساقه	۰/۷٤**	۱			
۳- وزن طبق با دانه	۰/۷٦**	۰/۹٦**	۱		
٤- قطر طبق	۰/۱۱ns	۰/٤٥**	۰/٥٥**	۱	
٥- عملکرد دانه	۰/۷٤**	۰/۹٥**	۰/۹۹**	۰/٦۰**	۱

**، * و ns : به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ٥٪ و غیر معنی‌دار

نتیجه‌گیری

بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و کود ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار بدست آمد. در شرایط فوق صفات شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، وزن خشک اندام‌های رویشی حداکثر مقدار خود را داشتند. تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ، اختلال در روند جذب و انتقال مواد غذایی شد و عرضه عناصر پرورده را کاهش داده و باعث کاهش عملکرد دانه شد. افزایش تراکم بوته در شرایط تنش شدید خشکی باعث کاهش عملکرد دانه شد. تیمار تنش ملایم و شدید خشکی عملکرد دانه را نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب ٤٤ و ٦۰ ٪ کاهش داد. با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب، عملکرد و وزن خشک اندام‌های رویشی افزایش یافت کود ۲۲۰ نسبت به ۱۰۰ عملکرد دانه را ۱٦ ٪ افزایش داد. افزایش تراکم بوته در شرایط مطلوب آبیاری، عملکرد دانه را افزایش داد ولی در شرایط تنش شدید خشکی تراکم بوته، عملکرد دانه را کاهش داد. با توجه به اثرات برهمکنش تیمارها مشخص شد که در شرایط مختلف رطوبتی باید تیمارهای مناسب کودی و تراکم بوته را انتخاب و آنها را توصیه کرد.

منابع

۱- اسدی، س.، شمسی، ک.، مهرپناه ،ح.، نوروزی، م. و بحرانی، م. ج. ۱۳۸۳. اثرات تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در سه رقم آفتابگردان به عنوان کشت دوم در منطقه علی آباد کمین فارس. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان. ٥-۳ شهریور. ص. ۳۳۳.

۲- اسکندری تربقان، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر تراکم کشت روی عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ در سیستم کشت انتظاری در شرایط دیم. مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۷. شماره ۱. ص. ۱-۱۰.

۳- امام، ی.، سلیمی کوچی، س. و شکوفا، آ. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۷. شماره ۱. ص. ۳۲۱-۳۳۲.

٤- برخی، ع.، راشد محصل، م. ح.، نصیری محلاتی، م.، حسینی، س. م. و موذن، ش. ۱۳۸۸. اثر الگوی کاشت و تراکم بوته بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۱. شماره ۱. ص. ٦٧-٨١.

۵- بی نام (مجمع علوم زراعی امریکا). ۱۳۷۳. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. ترجمه: کوچکی، ع.، م. ح.

٦- راشد محصل، نصیری محلاتی، م. و صدرآبادی، ر. انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی. ٤٠٤ صفحه.

۷- جامی معینی، م.، مدرس ثانوی، س. ع. م.، کشاورز، پ.، سروش زاده، ع. و گنجعلی، ع. ۱۳۸۸. تاثیر مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد غده و بعضی خصوصیات کمی ارقام مختلف سیب زمینی. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۳. شماره ۱. ص. ٤٦-٥٦.

۸- جباری، م.، عبادی، ع.، توبه، ا. و مصطفایی، ح. ۱۳۸۹. تاثیر آبیاری تکمیلی بر مراحل فنولوژیکی، میزان کلروفیل، درصد جذب تابش، ضریب استهلاک نوری و عملکرد دانه در ارقام گلرنگ بهاره. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص. ۳۰۷.

۹- حاج حسنی اصل، ن.، رشدی، م.، غفاری، م.، علیزاده، ا. و مرادی اقدم، ا. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی و برگ زنی بر شاخص های رشد آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال اول. شماره ۱. ص. ۱۳-۲۹.

۱۰- حسنی جبارلو، خ.، رشدی، م.، غفارلو، م. و ولیلو، ر.۱۳۸۷. بررسی تاثیر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم آفتابگردان روغنی در منطقه خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال اول. شماره ۱. ص. ۹۹-۱۰۷.

۱۱- حلاجی، ح. ۱۳۸۳. تاثیر کارآیی آب و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم آذرگل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد بروجرد. ۱۵۰ صفحه.

۱۲- خالقی زاده، ا. و علیزاده، ا. ۱۳۸۷. بررسی مقاومت ارقام مختلف آفتابگردان به خسارت پرندگان در کرج و خوی. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ٧٦. شماره ۲. ص. ۱۱۵-۱۳٤.

۱۳- رحیم زاده، ر. و نجفی میرک، ت. ۱۳۸۸. اثر روش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و صفات زراعی آفتابگردان در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۱. شماره ۲. ص. ۱۲۳-۱۳۵.

۱٤- رحیمی، م. م.، نورمحمدی، ق.، آیینه بند، ا.، افشار، ع. و معاف پوریان، غ. ۱۳۸۸. اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی. مجله نهال و بذر. جلد ۲-۲۵. شماره ۱. ص. ۷۹-۹۱.

۱۵- رشدی، م. و رضادوست، س. ۱۳۸٤. بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری برخصوصیات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. جلد ۳٦، شماره ۵. ص. ۱۲۵۰-۱۲٤۱.

۱٦- رفیعی، ف.، شعاعی، ش. و کاشانی، ع. ۱۳۸۷. بررسی شاخص های رشد و عملکرد دانه در آفتابگردان در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۸-۳۰ مردادماه ۱۳۸۷. ص. ۲٤۸.

۱۷- رهبر، س.، محمدی، س.، هوشمند، ل. و شمس برهان، ت. ۱۳۸۷. بررسی اثر تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۲۸-۳۰ مرداد ماه ۱۳۸۷. ص. ۲٤٦.

۱۸- **سبحانی، ا. ۱۳۷۹.** راهنمای تعیین شاخص سطح برگ گیاهان زراعی. نشریه ترویجی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت کشاورزی. ۱۵ صفحه.

۱۹- **عجم نوروزی، ح. و بحرانی، م. ج. ۱۳۷۷.** تاثیر تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو رقم ذرت دانه ای دیررس SC704 و میان رسSC604 در منطقه علی آباد کمین فارس. خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی کرج. ص. ۳۸۰.

۲۰- **علیزاده، ا. ۱۳۸۷.** رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس. ٤٨٠ صفحه.

۲۱- **فاجریا، ان. ک. ۱۳۷٤.** افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه: هاشمی درفولی، س. ا.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

۲۲- **فرجی، ا.، لطیفی، ن.، سلطانی، ا.، شیرانی راد، ا. ح.، پهلوانی، م. ه. و صبوری، ح. ۱۳۸۸.** انتقال مجدد نیتروژن در کانولا و رابطه آن با تولید ماده خشک و عملکرد دانه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۵. شماره ۵. ص. ۱۱۹-۱۲۹.

۲۳- **قاسمی گلعذانی، ک. و موحدی، م. ۱۳۷٦.** روابط کمی بین تراکم بوته و عملکرد دانه سه رقم نخود در تاریخ های مختلف کاشت. دانش کشاورزی. جلد ۷. شماره‌های ۱ و ۲. ص. ۵۹-۷۳.

۲٤- **مقدم خمسه، ع.، امینی دهقی، م.، دانشیان، ج.، مدرس ثانوی، ع. م. و جباری، ح. ۱۳۸۸.** اثر تنش کم آبی بر مرفولوژی و عملکرد هیبریدهای جدید آفتابگردان. اولین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۲۱-۲۲ مرداد ماه. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص. ۹۹.

۲۵- **نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷٦.** زراعت غلات. جلد اول. انتشارات دانشگاه چمران اهواز. ٤٤٦ صفحه.

26- Bindra, A. D. and Khrwara, P. C. 1994. Response of spring sunflower to nitrogen application and spacing. Indian Journal of Agronomy. 37: 283-284.

27- Daneshian, J., Ardakani, M. R. and Habibi, D. 2005. Drought stress effects on yield, quantitative characteristics of new sunflower hybrids.The2, international conference on integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. Roma. Italy. P:406.

28- Ibrahimi, S. A. and Kandil, H. 2007. Growth, yield and chemical constituents of corn as affected by nitrogen and phosphors fertilization under different irrigation intervals. J. Applied Sciences Research. 3(10): 1112-1120.

29- Jabari, H., Akbari, G., Daneshian, A., Alah dadi, J. and Shahbazian, I. 2007. Effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. Agri. Res. Spring. 9(1): 13-22.

30- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. and Panneersel Vam, R. 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. Int. J. Agric. Biol. 11 (1): 100-105.

31- Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O. and Rouphael, Y. 2007. Evaptranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agric. Water Manage. 75: 226-244.

32- Karimzadeh Asl, KH., Mazaheri, D. and Peyghambari, S. A. 2004. Effect of four irrigation intervals on seed yield and physiological indexes of three sunflower cultivars. Desert (Biaban). 9(2): 255-266.

33- Roshdi, M., Haydarisharifabad, H. and Normohamade, G. 2005. Investigation of effects of drought stress on physiological and Biochemical aspects var. of sunflower oily. Thesis of doctorial Agronomy. University of Tehran.

34- Roshdi, M., Heydari Sharifabad, H., Karimi, M., Nourmohammadi, GH .and Darvish, F. 2006. A Syrvey on the impact of water deficiency over the yield of sunflower seed cultivar and its components. J. Agri. Sci. 12(1): 109-121.

35- Scheiner, J. D., Gutierrez-Boem, F. H. and Lavado, R. S. 2002. Sunflower nitrogen requirment and 15N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. Eurp. J. Agron. 17:73-79.

36- Shamim, A., Rashid, A., Ashraf Muhammad, Y., Ashraf, M. and Ejaz, A. W. 2009. Sunflower Response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot., 41(2): 647-654.

37- Taghdiri, B., Ahmadvand, G. and Mazaheri Laghab, H. A. 2006. The effect of plant spacing on yield and yield components of four sunflower cultivars. Agri. Res. 6(1): 26-35.
38- Tenebe, V. A., Pal, U. R., Okonwo, C. A. C. and. Auwalu, B. M. 1996. Response of rainfed sunflower to nitrogen rates and plant population in the semi-arid savanna region of Nigeria. Journal of Agronomy and Crop Science. 177: 207-215.
39- Yaoa, Y., Liua, Q. and Li, X. 2008. LAI retrieval and uncertainty evaluations for typical row-planted crops at different growth stages. Remote Sensing of Environment. 112(1): 94-106.