تأثیر تنش کمبود آب، مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه در آفتابگردان

اسماعیل قلی نژاد
استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
پست الکترونیک نویسنده مسئول: Gholinezhad1358@yahoo.com
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱)

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب، مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه در آفتاب‌گردان روغنی رقم ایروفلور آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی انجام شد. طرح آزمایشی کرت‌های دو بارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتور اصلی سه سطح آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی در کرت‌های اصلی (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده) و فاکتور فرعی شامل سه سطح نیتروژن به ترتیب کاربرد ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تراکم بوته به عنوان تیمار فرعی فرعی دارای سه سطح تراکم ۵/۵۵، ۶/۶۶ و ۸/۳۳ بوته در متر مربع بود. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد تنش خشکی شدید در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب عملکرد دانه را ۶۰ درصد کاهش داد. مقایسه میانگین دو سال نشان داد تنش شدید خشکی در مقایسه با آبیاری مطلوب، سرعت انتقال مجدد ماده خشک را حدود ۳۰ درصد کاهش داد. تنش شدید خشکی در مقایسه با آبیاری مطلوب، کارآیی فتوسنتز جاری را به میزان ۳۵ درصد کاهش داد. در هر سطح کود نیتروژن، با افزایش تراکم بوته، سهم انتقال مجدد افزایش یافت اما سهم فتوسنتز جاری کاهش یافت. بنابراین در شرایط تنش شدید خشکی به دلیل کاهش سرعت فتوسنتز جاری، سهم فتوسنتز جاری کاهش یافت به طوری‌که افزایش سهم انتقال مجدد مانع کاهش عملکرد دانه شد.

کلید واژه‌ها: تنش خشکی، کارآیی فتوسنتز، کارآیی انتقال مجدد، کود

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

مقدمه

ایران کشوری مستعد خشکسالی است و میزان خسارت خشکسالی به علت کاهش سرانه آب قابل دسترس ناشی از افزایش جمعیت، تغییر اقلیم و بهره‌برداری بیش از حد و کاهش کیفی منابع موجود (شوری و آلودگی)، در حال افزایش است (علیزاده[1]، ۲۰۰۵). تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی است که از طریق تأثیر بر طول دوره زایشی باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه می‌شود (فو[2] و همکاران، ۲۰۱۱). خشکی یکی از تنش‌های غیر زنده است که بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد (جباری[3] و همکاران، ۲۰۰۷). آفتاب‌گردان به عنوان منبع روغن و پروتئین در بسیاری از مناطق جهان کشت می‌شود و چهارمین گیاه روغنی می‌باشد (ولمن و راجکان[4]، ۲۰۰۹). هر دو گونه آفتاب‌گردان روغنی و آجیلی به خانواده آستراسه[5] تعلق دارند (پوت[6]، ۱۹۷۸). آفتابگردان به دلیل ساختار ویژه اندام‌های اصلی (ریشه، ساقه، برگ و طبق) به‌طور موفقیت آمیزی در خاک‌های حاشیه‌ای و شرایط نیمه‌خشک پرورش داده می‌شود و در مقایسه با سایر گیاهان، آفتاب‌گردان نسبت به تنش‌های غیرزیستی مقاوم می‌باشد (اسکوریک[7]، ۲۰۰۹؛ کیانی[8] و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از موانع اصلی جهت تولید و عملکرد بالای آفتاب‌گردان، عدم استقرار گیاه به دلیل شرایط آب و هوایی نامساعد می‌باشد (کایا[9] و همکاران، ۲۰۰۶). جباری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی، عملکرد دانه ۸۳ درصد کاهش یافت. سایر محققان نشان دادند که با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه افزایش یافت (اهدایی و همکاران، ۲۰۰۶؛ امام و همکاران، ۱۳۸۸). محققان نشان دادند که تنش خشکی می‌تواند به دلیل کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها و ایجاد اختلال در انتقال مواد بین اندام‌های مختلف گیاه مانند ساقه‌ها، برگ‌ها و خوشه‌ها یا سنبله‌ها، انتقال مجدد ماده خشک را کاهش دهد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶). با کاهش آب قابل دسترس و افزایش کود نیتروژن، انتقال مجدد ماده خشک به طور معنی‌داری افزایش یافت و این افزایش سبب افزایش شاخص برداشت به میزان ۱۰ درصد گردید (برادران فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۸۲). در سایر آزمایش‌ها با اعمال تنش خشکی، میزان انتقال مجدد معادل ۴۱۴ کیلوگرم در هکتار بود در حالی‌که در شرایط نرمال مقدار آن به ۴۸۳ کیلوگرم در هکتار رسید (عنایت قلی زاده و فتحی، ۱۳۸۸). اهدایی[10] و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تنش خشکی کارآیی انتقال مجدد را افزایش داد. عنایت قلی زاده و فتحی (۱۳۸۸) نشان دادند که افزایش مصرف نیتروژن باعث کاهش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه گردید. درداس و سیولاس[11] (۲۰۰۸) بیان داشتند که کود نیتروژن میزان فتوسنتز جاری را افزایش داد و میزان انتقال مجدد ماده خشک را کاهش داد. بحرانی و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۶) نشان دادند که با افزایش مصرف کود نیتروژن، کارآیی انتقال مجدد کاهش معنی‌داری یافت. تقدیری[12] و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش یافت. جوادی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، درصد انتقال مجدد ساقه کاهش معنی‌داری پیدا کرد. درداس (۲۰۱۲) نشان داد میزان انتقال مجدد ماده خشک از بافت‌های رویشی، برای تکمیل عملکرد دانه بسیار مهم می‌باشد. هر دوی آسیمیلاسیون جاری که به‌طور مستقیم به دانه منتقل می‌شود و انتقال مجدد آسیمیلاسیون ذخیره شده در بخش‌های رویشی گیاه در افزایش عملکرد دانه مهم هستند (فنگ[13] و همکاران، ۲۰۱۰). لذا این تحقیق به منظور تعیین میزان انتقال مجدد ماده خشک، فتوسنتز جاری و صفات مربوط به آن در شرایط رطوبتی مختلف، مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم‌های مختلف در ارومیه انجام شد.

1- Alizadeh
2- Fu
3- Jabari
4- Vollman and Rajcan
5- Asteraceae
6- Put
7- Skoric
8- Kiani
9- Kaya
10- Ehdaie
11- Dordas and Siaoulas
12- Taghdiri
13- Fang

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب، میزان سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه در آفتاب‌گردان روغنی رقم ایروفلور در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا واقع در ۲۵ کیلومتری ارومیه اجرا گردید. این تحقیق به صورت کرت‌های دو بارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی گیاه آفتابگردان اجرا شد. فاکتور اصلی شامل تیمار آبیاری دارای سه سطح آبیاری مطلوب (I_1)، تنش ملایم (I_2) و تنش شدید خشکی (I_3) (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده) بود. تا مرحله ۷ تا ۸ برگی آبیاری‌ها در همه تیمارها پس از تخلیه ۵۰ درصد آب قابل استفاده انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، تیمارهای آبیاری به دقت اعمال شدند. فاکتور فرعی شامل سه سطح نیتروژن N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب کاربرد معادل ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کودی اوره و تراکم بوته به عنوان تیمار فرعی فرعی دارای سه سطح تراکم ۵/۵۵، ۶/۶۶ و ۸/۳۳ بوته در متر مربع به ترتیبD_1، D_2 و D_3 یعنی به ترتیب تراکم‌های معادل ۵۵۵۰۰، ۶۶۶۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوته در هکتار بودند. فواصل بوته روی ردیف به ترتیب ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بودند که به طور تصادفی در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شدند. هر کرت فرعی دارای ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و به فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر به صورت یک خط نکاشت و فاصله میان هردوکرت اصلی ۱۸۰ سانتی‌متر به صورت سه خط نکاشت در نظر گرفته شد. بنابراین مساحت هر کرت اصلی با احتساب فواصل بین واحدهای آزمایشی معادل ۵۱/۶ متر مربع و مساحت کل قطعه آزمایشی با احتساب فواصل بین واحدهای آزمایشی و کانال‌های آبیاری در حدود ۲۵۰۰ متر مربع بود. ایستگاه تحقیقاتی ساعتلو در ۲۵ کیلومتری ارومیه واقع شده است و از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. با توجه به آمار هواشناسی بلند مدت در ارومیه، متوسط بارندگی سالیانه ۳۹۰ میلی‌متر، متوسط دما ۱۱/۳ درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۵٪ می‌باشد. برخی از پارامترهای هواشناسی از کاشت تا برداشت در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در جدول ۱ ارائه گردیده است. بررسی جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین دما در سال زراعی ۱۳۹۰ حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد بیشتر از سال زراعی ۱۳۹۱ بود. میانگین بارندگی در ۶ ماهه اول سال ۱۳۹۰ به میزان ۲۱/۴ میلیمتر بود در حالی‌که میانگین بارندگی در ۶ ماهه اول سال ۱۳۹۱ به میزان ۷/۴ میلی‌متر بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. بر طبق این جدول ملاحظه می‌شود که خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی، pH حدود ۸ و Ec حدود ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر بود که برای کشت آفتاب‌گردان مشکلی را ایجاد نمی‌کرد. عملیات خاک‌ورزی و آماده سازی زمین شامل آبیاری قبل از تهیه زمین، یک شخم عمیق و دو دیسک عمود برهم، تسطیح، ایجاد جوی و پشته و کرت‌بندی بود. ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات منگنز و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی بر اساس آزمون تجزیه خاک به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش گردید. کاشت در ۹ خرداد هر سال با دست و به طریقه هیرم‌کاری انجام شد. بذور پیش از کاشت با بنومیل دو در هزار ضدعفونی شدند. اولین آبیاری ۱۸ خرداد ماه انجام شد. عمل تنک در مرحله ۵-۴ برگی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله، ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت صورت پذیرفت. بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. کود نیتروژن نیز به صورت سرک زمان آبیاری هر تیمار، در دو مرحله ۸-۷ برگی و زمان غنچه‌دهی اعمال گردید. هنگامی‌که پشت طبق در ۹۰ درصد بوته‌ها به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای درآمد و بذور رطوبتی معادل ۲۰ درصد داشتند (رسیدگی فیزیولوژیک) برداشت نهایی انجام شد. برای حذف اثر حاشیه، ردیف‌های کناری و نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف حذف گردید. بذر مورد استفاده هیبرید ایروفلور

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

بود که دارای پتانسیل عملکرد بسیار بالا، قدرت جوانه زنی 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 (خالقی زاده و علیزاده، ۱۳۸۷).

جهت تعیین رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایماز دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه‌برداری شد و با استفاده از دستگاه صفحه فشار اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت وزنی آنها در شرایط ظرفیت زراعی با استفاده از رابطه ۱ (فاجریا، ۱۳۷۴) تعیین گردید:

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 ۲۶ درصد وزنی و نقطه پژمردگی دائم ۱۴ درصد وزنی تعیین شد. 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 نمونه‌برداری 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 و I_3 به ۲۰، ۱۷/۶ و ۱۵/۲ درصد رسید (علیزاده، ۱۳۸۷). پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از رابطه ۲ (فاجریا، ۱۳۷۴)حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

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 خط کاشت محاسبه و بر اساس کارایی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از هیدروفلوم و کورنومتر به صورت یکنواخت توزیع گردید. برداشت نهایی در ۱۵ شهریور ماه انجام گرفت. جهت تعیین درصد رطوبت اندام‌های مختلف گیاه و محاسبه عملکرد دانه، نمونه‌های تصادفی از محصول بخش‌های مختلف و دانه هر کرت برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و عملکرد دانه بر اساس وزن خشک آن‌ها تصحیح شد. به منظور بررسی میزان کارایی و سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای و فتوسنتز جاری هفت روز پس از گلدهی از هر کرت فرعی پس از حذف حواشی، از خطوط نمونه‌برداری پنج بوته برداشت و وزن خشک کل آن‌ها اندازه‌گیری شد. در پایان دوره رشد گیاه نیز عملکرد دانه و وزن خشک اندام‌های رویشی از تفاضل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه محاسبه و با استفاده از روابط مربوطه (اهدایی، ۱۳۷۷؛ پاپاکوستا و گای ایاناس[1]، ۱۹۹۱) صفات یاد شده محاسبه گردید:

رابطه ۳- : $R = Y2 - Y1$

R= میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای (کیلوگرم بر هکتار)

Y2 = وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)

Y1= وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی (کیلوگرم در هکتار)

رابطه ۴- : $RE = \frac{R}{Y2}$

RE = کارآیی انتقال مجدد

رابطه ۵- : $RC = \frac{R}{GY}$

RC= سهم انتقال مجدد مواد ذخیره ای (درصد)

GY= عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

رابطه ۶- : $CP = GY - R$

CP = میزان فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)

رابطه ۷- : $CPE = \frac{CP}{Y2}$

CPE = کارآیی فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)

رابطه ۸- : $CPS = 100 - RC$

1- Papakosta and Gayianas

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

سهم فتوسنتز جاری (درصد) = CPS

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. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SAS وMSTATC انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته، اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن و اثر بر هم‌کنش آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). 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 (جداول ۵ و ۶). در اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن بیشترین میزان عملکرد از تیمار آبیاری مطلوب و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۴۷۰۷/۳۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۵). کمبود آب باعث کاهش شاخص سطح برگ، اختلال در جذب آب و مواد غذایی و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه شد.که با نتایج رشدی[1]و همکاران (۲۰۰۶) و مجد نصیری (۱۳۸۸) مطابقت داشت. تأثیر نیتروژن نیز بر افزایش عملکرد مثبت بود (جدول ۵). افزایش مصرف نیتروژن به دلیل ایجاد مخزن قوی یعنی تعداد دانه بیشتر و فعالیت منبع بیشتر (شاخص سطح برگ بیشتر) باعث افزایش عملکرد دانه شد. افزایش فراهمی نیتروژن با افزایش غلظت کلروفیل و شاخص سطح برگ همراه است که این موضوع سبب بهبود جذب نور و تولید زیست توده بیشتر می‌شود. مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مقایسه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد دانه را به میزان ۱۶ درصد افزایش داد (جدول ۵). این نتایج با نتایج دهقان و جهانگیری (۱۳۸۸) و زالی کاکشی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت داشت. سایر محققان نیز نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت (امام و همکاران، ۱۳۸۸؛ حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ ووکوویچ[2] و همکاران، ۲۰۰۸). 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 (۴۶۷۹/۷۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۶). تنش خشکی عملکرد دانه را نسبت به شرایط مطلوب ۶۰ درصد کاهش داد. افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا به دلیل زیاد بودن تعداد بوته در واحد سطح بود که مهمترین جزء عملکرد می‌باشد. این نتایج با یافته‌های حسنی جبارلو و همکاران (۱۳۸۷) و رابینسون[3] و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. اسکندری تربقانی و اسکندری تربقانی (۱۳۸۸) نشان دادند که با کاهش تراکم بوته عملکرد دانه کاهش یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

انتقال مجدد مواد

وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری، مصرف نیتروژن، تراکم بوته و اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته بر وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد با کاهش فواصل آبیاری وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت، به طوری‌که تیمار آبیاری مطلوب در تراکم ۸/۳۳ بوته در متر مربع با میانگین تولید ۷۷۱۸/۸۹ کیلوگرم ماده خشک در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتر بود ولی در سطوح تنش شدید خشکی بین تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). کمترین میزان عملکرد ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی به تیمار تنش خشکی شدید و تراکم ۵/۵۵ بوته در متر مربع به میزان ۲۸۶۲/۰۳ کیلوگرم ماده

1- Roshdi

2- Vukovic

3- Robinson

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

خشک در هکتار مربوط بود (جدول ۶). افزایش شدت تنش خشکی در مرحله رشد رویشی از طریق افت محتوای نسبی آب برگ‌ها موجب کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز در واحد سطح گردید. این نتایج با نتایج فاروک[1] و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی را ۵۰ درصد کاهش داد.کاهش وزن خشک گیاه تحت رطوبت پایین خاک ممکن است به دلیل کاهش سطح برگ و کاهش میزان فتوسنتز باشد (زوبائر[2] و همکاران، ۲۰۰۷؛ سیناکی[3] و همکاران، ۲۰۰۷). دلیل افزایش وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی با افزایش تراکم، افزایش شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر بوده است. افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تولید و تجمع ماده خشک گردید به طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی به مقدار ۵۰۵۶/۶ و ۴۱۹۸/۵ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۲۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مربوط بود (جدول ۴). میزان ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مقایسه با ۱۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی را به ترتیب ۸ و ۱۷ درصد افزایش داددلیل افزایش وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی با افزایش مصرف نیتروژن را می‌توان به نقش این عنصر بر گسترش و تداوم سطح برگ و بهبود کارایی استفاده از نور نسبت داد. این نتایج با نتایج حسن زاده[4] (۲۰۰۲) و فرجی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. همچنین بین تراکم‌های مختلف در شرایط تنش شدید خشکی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، لذا جهت کاهش هزینه‌ها در شرایط تنش شدید خشکی، تعداد بوته را باید کمتر در نظر گرفت (جدول ۶). این نتایج با نتایج کریمیان کلیشادرخی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. بین وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی با عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری (۰/۹۵**) وجود داشت (جدول ۸).

وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری، مصرف نیتروژن، تراکم بوته و اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته بر وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله تیمارهای آبیاری و تراکم بوته نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی و کاهش تراکم بوته وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی کاهش معنی‌داری پیدا کرد به طوری که بیشترین و کمترین میزان وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی به ترتیب (به میزان ۸۶۹۰/۲۵ و ۳۴۴۰/۳۵ کیلوگرم ماده خشک در هکتار) به تیمار آبیاری مطلوب در تراکم بوته ۸/۳۳ و تنش شدید خشکی در تراکم بوته ۵/۵۵ بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۶). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی را ۵۰ درصد کاهش داد دلیل کاهش وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی در شرایط کمبود آب، کاهش شاخص سطح برگ و مواد فتوسنتزی کم، بوده است. این نتایج با نتایج لک و همکاران (۱۳۸۶) و دانشیان (۱۳۸۲) مطابقت داشت. همچنین علت زیاد بودن وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی در تراکم‌های بالا را می‌توان به تعداد بوته بیشتر در واحد سطح نسبت داد. نتایج مجیری و ارزانی (۱۳۸۲) یافته‌های فوق را تایید می‌کند. مقایسه میانگین اثرات ساده نیتروژن بر این صفت نیز نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی به ترتیب (به میزان ۵۹۷۵/۶۷ و ۴۸۸۲/۰۹ کیلوگرم در هکتار) به تیمارهای کودی ۲۲۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مربوط بودند (جدول ۴). میزان ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در

1- Farooq
2- Zubaer
3- Sinaki
4- Hasanzade

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۱- برخی پارامترهای هواشناسی در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ از کاشت تا برداشت آفتاب‌گردان در ارومیه

پارامترهای هواشناسی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
			سال ۱۳۹۰			
بیشینه دما ^0C	۱۲/۹	۲۱	۲۷/۷	۲۸/۸	۳۱/۱	۲۹/۵
کمینه دما ^0C	۲/۲	۸/۲	۱۳/۲	۱۶/۳	۱۶/۸	۱۳/۱
میانگین دما ^0C	۷/۶	۱۴/۶	۲۰/۵	۲۲/۶	۲۴	۲۱/۳
مجموع بارندگی (mm)	۳۷/۳	۱۸/۳	۴۳/۴	۲۷/۳	۲/۲	۰/۱
مجموع تبخیر (mm)	۳۸/۲	۱۶۵/۶	۲۴۱/۳	۲۶۰/۸	۲۷۰/۴	۲۱۱/۳
میانگین رطوبت نسبی (٪)	۶۷	۶۲	۵۷	۵۶	۵۰	۴۷
			سال ۱۳۹۱			
پارامترهای هواشناسی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
بیشینه دما ^0C	۲۱	۲۳	۲۷/۹	۳۰/۵	۳۳/۱	۲۹/۸
کمینه دما ^0C	۴/۷	۷/۶	۱۱/۵	۱۵/۶	۱۷/۵	۱۲/۸
میانگین دما ^0C	۱۲/۹	۱۵/۳	۱۹/۷	۲۲/۹	۲۵/۴	۲۱/۳
مجموع بارندگی (mm)	۳/۴	۲۴/۵	۰	۱۰/۹	۰	۵/۸
مجموع تبخیر (mm)	۹۹/۹	۲۰۳/۸	۲۲۹/۶	۲۸۳/۸	۳۰۵	۲۱۸/۴
میانگین رطوبت نسبی (٪)	۴۸	۵۰	۵۱	۵۰	۴۵	۵۲

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه پیش از کاشت در دو سال اجرای آزمایش

ویژگی‌های خاک	سال ۱۳۹۰		سال ۱۳۹۱	
	عمق خاک (سانتی‌متر)		عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰
شوری (دسی زیمنس بر متر)	۰/۸	۱/۰۵	۰/۷۴	۱/۱۷
اسیدیته خاک (pH)	۸	۷/۸	۸/۳	۷/۹
درصد اشباع (٪)	۴۷	۴۷	۴۶	۴۶
آهک (٪)	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷
رس (٪)	۳۵	۳۷	۳۲	۳۶
سیلت (٪)	۳۷	۳۶	۴۱	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	۱۱/۶	۸/۹
پتاسیم (ppm)	۳۷۵	۲۶۳	۲۵۴	۱۲۳
رطوبت ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	۲۶/۲	۲۶/۱	۲۵/۸	۲۵/۶
بافت خاک	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

مقایسه با ۱۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی را به ترتیب ۱۰ و ۱۸ درصد افزایش داد دلیل افزایش وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی با افزایش مصرف نیتروژن را می‌توان به نقش موثر این عنصر در رشد رویشی و تولید ماده خشک بیشتر نسبت داد. این نتایج با نتایج جامی معینی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. بین وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی با عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری (۰/۹۶**) وجود داشت (جدول ۸).

میزان انتقال مجدد مواد و فتوسنتز جاری

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری، مصرف نیتروژن، تراکم بوته و اثر برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن، اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته بر میزان انتقال مجدد و میزان فتوسنتز جاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود همچنین اثر برهم‌کنش سه‌گانه آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته در سطح احتمال ۵٪ بر میزان انتقال مجدد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان انتقال مجدد کاهش معنی‌داری پیدا کرد. در سطح آبیاری مطلوب با افزایش میزان نیتروژن مصرفی میزان انتقال مجدد کاهش معنی‌داری پیدا کرد ولی در هر سطح نیتروژن در آبیاری مطلوب با افزایش تراکم بوته، میزان انتقال مجدد افزایش معنی‌داری پیدا کرد به طوری‌که بیشترین و کمترین میزان انتقال مجدد مواد به ترتیب به میزان ۱۰۱۰/۳۵ و ۶۸۹/۳۸ کیلوگرم در هکتار به تیمارهای ۱۰۰ × ۸/۳۳ بوته در مترمربع و ۲۲۰× ۵/۵۵ بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۷). در سطوح آبیاری تنش ملایم و شدید خشکی افزایش مصرف نیتروژن میزان انتقال مجدد را بهبود بخشید و در هر سطح نیتروژن مصرفی نیز با

افزایش تراکم بوته میزان انتقال مجدد افزایش معنی‌داری پیدا کرد ولی در سطح نیتروژن ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سطوح آبیاری تنش خشکی شدید تفاوت معنی‌داری در تراکم‌های مختلف مشاهده نشد که بیشترین و کمترین میزان انتقال مجدد مواد در تنش ملایم خشکی به ترتیب به میزان ۸۹۰/۰۸ و ۵۸۹/۳۰ کیلوگرم در هکتار به تیمارهای ۲۲۰ × ۸/۳۳ بوته در مترمربع و ۱۰۰× ۵/۵۵ بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۷). بیشترین و کمترین میزان انتقال مجدد مواد در سطوح تنش شدید خشکی به ترتیب به میزان ۶۸۰/۱۰ و ۴۹۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار به تیمارهای ۲۲۰ × ۶/۶۶ بوته در مترمربع و ۱۰۰× ۶/۶۶ بوته در مترمربع مربوط بود که در این سطوح‌های کودی تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف وجود نداشت (جدول ۷). به طور کلی در شرایط مطلوب، سطوح بالاتر مصرف نیتروژن به دلیل تولید سطح برگ بالاتر با تداوم بیشتر و هم‌چنین بالا بودن مقدار فتوسنتز جاری، از میزان انتقال مجدد کمتری برخوردار بودند و بدین ترتیب سهم مواد ذخیره‌ای در تولید عملکرد دانه کاهش یافت، ولی در شرایط تنش و به‌ویژه تنش ملایم خشکی، مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن به لحاظ تولید سطح برگ بیشتر و افزایش مقدار مواد ذخیره شده در ساقه موجب افزایش میزان انتقال مجدد در مقایسه با مقادیر کمتر مصرف نیتروژن گردید (جدول ۷). دلیل افزایش میزان انتقال مجدد با افزایش تراکم، افزایش تولید مواد فتوسنتزی و از سوی دیگر محدودیت مقصدهای فیزیولوژیکی بود که در نهایت باعث افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد خشک به دانه گردید. این نتایج با نتایج عنایت قلی‌زاده و فتحی (۱۳۸۸) و شکری[1] و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی میزان فتوسنتز جاری کاهش معنی‌داری پیدا کرد. در هر سطح آبیاری با افزایش میزان نیتروژن مصرفی میزان فتوسنتز جاری افزایش معنی‌داری پیدا کرد به طوری که بیشترین و کمترین میزان فتوسنتز جاری به ترتیب به میزان ۳۹۰۷/۳۰ و ۱۰۵۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار به تیمارهای آبیاری با کود نیتروژن ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تیمار تنش خشکی شدید با کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن

1- Shokri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

خالص در هکتار مربوط بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش آبیاری و تراکم نیز نشان داد که در سطوح آبیاری مطلوب و تنش خشکی ملایم با افزایش تراکم بوته میزان فتوسنتز جاری افزایش معنی‌داری پیدا کرد ولی در تیمار تنش خشکی شدید با افزایش تراکم بوته میزان فتوسنتز جاری کاهش یافت.بیشترین و کمترین میزان فتوسنتز جاری به میزان ۳۷۲۱/۵۴ و ۱۰۵۹/۱۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب به تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید در تراکم ۸/۳۳ بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۶). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، میزان فتوسنتز جاری را ۶۸ درصد کاهش داد علت کاهش میزان فتوسنتز جاری با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش دوام شاخص سطح برگ می‌باشد. علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میزان فتوسنتز جاری گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. دلیل افزایش میزان فتوسنتز جاری با افزایش مصرف نیتروژن، تأثیر مثبت نیتروژن بر شاخص و دوام سطح برگ و تولید و تجمع بیشتر ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب بود. درداس و سیولاس[1] (۲۰۰۸) بیان داشتند که کود نیتروژن میزان فتوسنتز جاری افزایش داده و میزان انتقال مجدد ماده خشک را کاهش داد. در شرایط تنش شدید خشکی استفاده از تراکم‌های بالا میزان فتوسنتز جاری را کاهش داد، از طرفی وابستگی عملکرد دانه به مواد مربوط به انتقال مجدد بیشتر گردید (جدول ۶)، که علت آن زرد شدن و پیری سریع برگ‌ها در شرایط تنش به ویژه در تراکم‌های بالا بود. طهماسبی سروستانی و همکاران (۱۳۸۰) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، میزان و تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافت. با توجه به این‌که بین تراکم‌های مختلف در شرایط تنش شدید خشکی از نظر میزان فتوسنتز جاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت لذا جهت کاهش هزینه‌ها می‌توان پایین‌ترین تعداد بوته را در نظر گرفت (جدول ۶). همبستگی میان میزان انتقال مجدد و عملکرد بیولوژیکی نیز مثبت بود. بررسی جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بین میزان انتقال مجدد با صفات وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی و گرده‌افشانی، میزان فتوسنتز جاری و عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۸).

1- Dordas and Siaoulas

کارآیی انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد تأثیر اثرات آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته و کلیه برهمکنش‌ها بر کارآیی انتقال مجدد معنی‌دار نبود (جدول ۳). تأثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته، برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن و اثر برهمکنش آبیاری و تراکم بوته بر کارآیی فتوسنتز جاری معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین دو ساله نشان داد افزایش شدت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کارآیی فتوسنتز جاری را کاهش داد. تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، کارآیی فتوسنتز جاری را ۳۵ درصد کاهش داد کمترین کارآیی به میزان ۰/۲۷ گرم بر گرم به تیمار تنش شدید خشکی و کود ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختصاص داشت، دلیل این امر کاهش اندازه و دوام سطح برگ بود (جدول ۵). عبیری و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، میزان فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری و کارآیی فتوسنتز جاری در تولید دانه گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. بر خلاف تنش خشکی، افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش کارآیی فتوسنتز جاری شد. علت افزایش کارآیی فتوسنتز جاری با افزایش مصرف نیتروژن، عرضه بیشتر مواد پرورده جهت تولید عملکرد دانه بود (جدول ۵). در هر سطح آبیاری افزایش نیتروژن مصرفی کارآیی فتوسنتز جاری را افزایش داد ولی در تیمار تنش شدید خشکی بین کود ۱۶۰ با تیمار تنش ملایم خشکی و کود ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). دانشور و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که با کاربرد مصرف نیتروژن رشد و دوام بخش‌های سبزینه‌ای گیاه افزایش یافته و باعث افزایش کارآیی فتوسنتز جاری گردیده است. با افزایش تراکم بوته، کارایی فتوسنتز جاری

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

کاهش معنی‌داری پیدا کرد و بیشترین و کمترین کارآیی فتوسنتز جاری به میزان ۰/۴۱ و ۰/۳۳ گرم به ترتیب از تراکم‌های ۵/۵۵ و ۸/۳۳ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۴). تراکم ۵/۵۵ بوته درمترمربع در مقایسه با تراکم ۸/۳۳ بوته در مترمربع، کارآیی فتوسنتز جاری را ۲۰ درصد افزایش داد کاهش کارایی فتوسنتز جاری در تراکم‌های زیاد علی‌رغم افزایش میزان فتوسنتز جاری، به دلیل تولید بیشتر ماده خشک مرحله گرده‌افشانی بوده است. این نتایج با نتایج طهماسبی سروستانی و همکاران (۱۳۸۰) مطابقت داشت. بین کارایی فتوسنتز جاری با وزن اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی و گرده افشانی، میزان انتقال مجدد، میزان فتوسنتز جاری، سهم فتوسنتز جاری و عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت سهم و کارآیی انتقال مجدد همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹).

سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای و فتوسنتز جاری در عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد تأثیر آبیاری، نیتروژن، تراکم بوته، برهم‌کنش آبیاری و نیتروژن، اثر برهم‌کنش آبیاری و تراکم بوته و اثر برهم‌کنش آبیاری، نیتروژن و تراکم بر سهم انتقال مجدد و سهم فتوسنتز جاری معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین دو ساله برهم‌کنش سه‌گانه آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی سهم انتقال مجدد افزایش معنی‌داری پیدا کرد در حالی‌که سهم فتوسنتز جاری کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۷). در هر سطح آبیاری با افزایش نیتروژن مصرفی سهم انتقال مجدد کاهش ولی سهم فتوسنتز جاری افزایش معنی‌داری پیدا کرد و همچنین در هر سطح آبیاری با افزایش تراکم بوته سهم انتقال مجدد افزایش ولی سهم فتوسنتز جاری کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان سهم فتوسنتز جاری به ترتیب به میزان ۸۳/۴۱ و ۶۲/۵۸ درصد به ترتیب به تیمار آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید مربوط بود. (جدول ۷). میانگین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش شدید خشکی به ترتیب ۲۰/۰۷ و ۳۴/۴۸ درصد بود (جدول ۷). تنش شدید خشکی نسبت به آبیاری مطلوب، سهم انتقال مجدد را ۴۰ درصد افزایش داد. دلیل کاهش سهم فتوسنتز جاری با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش شاخص و دوام سطح برگ و پیری و زرد شدن سریع برگ‌ها بود که باعث کاهش سهم فتوسنتز جاری و وابستگی بیشتر عملکرد دانه به انتقال مجدد گردید. آبیاری مطلوب نسبت به تنش شدید خشکی، سهم فتوسنتز جاری را ۱۹ درصد بهبود بخشید. نتایج آزمایش احمدی و همکاران (۱۳۸۳) نیز نشان داد که سهم ذخایر بخش‌های رویشی گیاه گندم در عملکرد دانه در شرایط مطلوب ۱۹/۳ درصد و در شرایط تنش خشکی ۲۴/۴ درصد بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. با افزایش مصرف نیتروژن سهم انتقال مجدد کاهش یافت و در مقابل سهم فتوسنتز جاری افزایش یافت (جدول ۷). دلیل افزایش سهم فتوسنتز جاری با افزایش نیتروژن، تولید زیست توده و میزان فتوسنتزی جاری بیشتر بود. عنایت قلی زاده و فتحی (۱۳۸۸) نشان دادند که افزایش مصرف نیتروژن باعث کاهش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و افزایش سهم فتوسنتز جاری گردید. افزایش تراکم باعث افزایش سهم انتقال مجدد گردید که دلیل آن تولید میزان انتقال مجدد بیشتر، کاهش سهم فتوسنتز جاری به دلیل تنفس زیاد گیاهان متراکم و نرسیدن نور به داخل کانوپی و زردی سریع برگ‌ها بود (جدول ۷). بین سهم فتوسنتز جاری با وزن اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی و گرده‌افشانی، میزان انتقال مجدد، میزان فتوسنتز جاری، کارآیی فتوسنتز جاری و عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت سهم انتقال مجدد همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۸). همچنین بین سهم انتقال مجدد با عملکرد دانه همبستگی منفی معنی‌داری (۰/۹۳**) وجود داشت (جدول ۸).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

نتیجه‌گیری کلی

مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی و گرده‌افشانی، میزان انتقال مجدد، کارآیی فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری گردید در حالی که با افزایش شدت تنش خشکی سهم انتقال مجدد افزایش معنی‌داری پیدا کرد. در سطح آبیاری مطلوب با افزایش میزان نیتروژن مصرفی میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد کاهش معنی‌داری پیدا کرد. افزایش مصرف نیتروژن به دلیل عرضه بیشتر مواد پرورده جهت تولید عملکرد دانه، باعث افزایش کارآیی فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری شد. با افزایش تراکم بوته، کارایی فتوسنتز جاری کاهش معنی‌داری پیدا کرد. کاهش کارایی فتوسنتز جاری در تراکم‌های زیاد علی‌رغم افزایش میزان فتوسنتز جاری، به دلیل تولید بیشتر ماده خشک مرحله گرده‌افشانی بوده است. در آبیاری مطلوب در هر سطح نیتروژن با افزایش تراکم بوته، میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد افزایش معنی‌داری پیدا کرد. 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.

سپاسگزاری

از همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در اجرای این طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی	وزن خشک اندام های رویشی در مرحله گرده‌افشانی	میزان حرکت مجدد
سال (Y)	۱	۱۳۴۰۹۸/۷**	۲۳۳۷۲۱۸/۱*	۷۷۶۵۲۱/۱*	۶۴۷۹/۰۱**
سال / بلوک	۴	۹۴۸۲۷/۹	۱۰۱۰۹۱۰۱/۷	۱۳۵۳۳۵۶۲/۳	۵۷۷۴۴/۵
آبیاری (I)	۲	۹۳۴۵۳۳۸۰/۶**	۱۴۹۹۰۸۳۰۷/۴**	۱۹۲۴۱۷۷۷۷/۶**	۸۹۳۱۵۷/۷۰**
سال × آبیاری (I×Y)	۲	۲۵۰۸۹/۱ns	۲۸۹۶۸۵۴/۲**	۸۹۹۲۲۱/۸**	۱۳۴۶۱/۳۳**
اشتباه (E_a)	۸	۳۰۵۳۸/۳	۴۰۲۹۱۱/۰	۹۱۰۶۴۲/۳	۱۷۷۴۳/۳۲
نیتروژن (N)	۲	۳۰۴۶۰۱۱/۲**	۹۹۵۳۹۵۳/۳**	۱۶۲۳۳۸۴۷/۹**	۵۷۰۳۶/۵۶**
سال × نیتروژن (Y×N)	۲	۳۳۶۶۰/۲ns	۱۱۶۹۰۱۸/۷ns	۱۱۶۶۰۷/۹**	۹۴۵/۲۹ns
آبیاری × نیتروژن (I×N)	۴	۴۹۶۱۱۰/۹**	۲۵۰۷۵۹/۲ns	۱۱۰۶۹۳/۸ns	۹۸۱۴۰/۴۱**
سال × آبیاری × نیتروژن (Y×I×N)	۴	۱۳۱۰۲/۱ns	۵۷۱۴۳۸/۲ns	۲۷۳۳۵/۳ns	۳۳۴۷/۹۶**
اشتباه (E_b)	۲۴	۲۸۹۹۱/۰	۵۹۶۱۲۸/۳	۸۴۶۲۵/۹	۷۹۹/۷۵
تراکم (D)	۲	۱۴۷۴۳۷۳/۰**	۳۰۳۸۴۳۲۴/۳**	۳۵۸۵۲۰۳۷/۳**	۲۳۰۳۱۱/۸۹**
سال × تراکم (Y×D)	۲	۵۳۷/۴ns	۳۳۵۹۸۹/۸ns	۸۴۳۷۱/۷ns	۱۹۷/۹۹ns
آبیاری × تراکم (I×D)	۴	۱۰۲۶۵۹۸/۵**	۳۱۹۱۵۰۶/۳**	۳۹۱۵۸۰۶/۱**	۴۱۹۸۳/۶۱**
سال × آبیاری × تراکم (Y×I×D)	۴	۵۶۸/۱ns	۶۸۱۱۰۰/۵ns	۱۶۲۸۶۴/۹ns	۵۵۸/۹۸ns
نیتروژن × تراکم (N×D)	۴	۱۴۶۱۷/۹ns	۶۵۶۸۷۹/۷ns	۲۰۱۹۰۱/۵ns	۱۲۵۲/۹۵ns
سال × نیتروژن × تراکم (Y×N×D)	۴	۱۵۶۸/۵ns	۵۰۳۶۵۴/۳ns	۸۳۰۱/۹ns	۱۴۰/۷۶ns
آبیاری × نیتروژن × تراکم (I×N×D)	۸	۱۹۰۱۹/۳ns	۴۲۶۷۲۴/۴۷ns	۱۷۵۰۱۸/۶ns	۲۲۵۴/۵۹*
سال× آبیاری × نیتروژن × تراکم	۸	۲۱۷۱/۲ns	۵۶۶۶۹۹/۷ns	۴۴۵۹۰/۱ns	۳۵۳/۶۲ns
اشتباه (E_c)	۷۲	۱۹۳۹۹/۴	۵۱۱۸۸۴/۰	۱۶۸۵۱۸/۸	۹۹۱/۰۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۹۹	۱۵/۴۳	۷/۵۹	۴/۴۲

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

ادامه جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کارآیی حرکت مجدد	سهم انتقال مجدد	میزان فتوسنتز جاری	سهم فتوسنتز جاری	کارآیی فتوسنتز جاری
سال (Y)	۱	۰/۰۰۷۸^{ns}	۲/۳۲**	۸۱۶۲۶**	۲/۳۲**	۰/۰۰۰۰۰۰۹۸^{ns}
سال / بلوک	۴	۰/۰۰۶	۲۷/۶۶	۱۵۷۴۸/۸	۲۷/۶۶	۰/۰۴۱
آبیاری (I)	۲	۰/۰۰۹۶^{ns}	۲۸۶۲/۱۲**	۷۶۳۶۸۸۵۴/۷**	۲۸۶۲/۱۲**	۰/۳۵۸**
سال × آبیاری (I×Y)	۲	۰/۰۰۱۴^{ns}	۱۶/۵۳**	۶۹۹۸۳/۰**	۱۶/۵۳**	۰/۰۰۴**
اشتباه (E_a)	۸	۰/۰۰۷۲	۱۵/۷۷	۲۵۲۸۸/۱	۱۵/۷۷	۰/۰۰۳۶
نیتروژن (N)	۲	۰/۰۰۵۵^{ns}	۳/۹۳**	۲۲۸۲۵۷۷/۱**	۳/۹۳**	۰/۰۰۲۹**
سال × نیتروژن (Y×N)	۲	۰/۰۰۶۶^{ns}	۱۸/۸۲**	۳۶۶۹۰/۵^{ns}	۱۸/ ۸۲**	۰/۰۰۶۱**
آبیاری × نیتروژن (I×N)	۴	۰/۰۰۵۱^{ns}	۱۳۹/۹۲**	۱۰۱۵۹۹۸/۷**	۱۳۹ /۹۲**	۰/۰۲۲۳**
سال × آبیاری × نیتروژن (Y×I×N)	۴	۰/۰۰۴۷^{ns}	۹/۴۰**	۲۶۳۷۳/۱^{ns}	۹/۴۰**	۰/۰۰۱۲*
اشتباه (E_b)	۲۴	۰/۰۰۵	۲/۲۹	۲۵۸۹۳/۸	۲/۲۹	۰/۰۰۰۵۶
تراکم (D)	۲	۰/۰۰۲۲^{ns}	۹۲/۸۸**	۵۵۱۸۰۷/۴**	۹۲/۸۸**	۰/۰۹۳**
سال × تراکم (Y×D)	۲	۰/۰۰۳۵^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۳۸۰/۹^{ns}	۰/۰۹۰^{ns}	۰/۰۰۰۳۴^{ns}
آبیاری × تراکم (I×D)	۴	۰/۰۰۶۳^{ns}	۹/۹۱**	۶۹۱۶۵۲/۰**	۹/۹۱**	۰/۰۰۱۰^{ns}
سال × آبیاری × تراکم (Y×I×D)	۴	۰/۰۰۶۷^{ns}	۱/۷۵**	۲۲۲۰/۷^{ns}	۱/۷۵**	۰/۰۰۱۳*
نیتروژن × تراکم (N×D)	۴	۰/۰۰۵۱^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۷۹۶۱/۸^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۷۷^{ns}
سال × نیتروژن × تراکم (Y×N×D)	۴	۰/۰۰۴۹^{ns}	۰/۹۱^{ns}	۲۴۲۳/۵^{ns}	۰/۹۱^{ns}	۰/۰۰۰۵۹^{ns}
آبیاری × نیتروژن × تراکم (I×N×D)	۸	۰/۰۰۴۵^{ns}	۲/۹۵**	۱۷۵۰۶/۱^{ns}	۲/۹۵**	۰/۰۰۰۷۹^{ns}
سال× آبیاری × نیتروژن × تراکم	۸	۰/۰۰۴۹^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۲۳۲۴/۷^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۰/۰۰۰۴۱^{ns}
اشتباه (E_c)	۷۲	۰/۰۰۴۹	۰/۳۸	۱۳۲۵۹/۲	۰/۳۸	۰/۰۰۰۴۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۱/۴۲	۲/۲۳	۵/۵۴	۰/۸۶	۵/۵۶

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

تیمار	وزن خشک اندام های رویشی در مرحله رسیدگی (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک اندام های رویشی در مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	کارآیی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
۱۰۰	۴۱۹۸/۵ c	۴۸۸۲/۰۹ c	۰/۳۰
۱۶۰	۴۶۵۵/۰ b	۵۳۵۸/۶۴ b	۰/۳۳
۲۲۰	۵۰۵۶/۶ a	۵۹۷۵/۶۷ a	۰/۳۴
تراکم (بوته در متر مربع)			
۵/۵۵	۳۹۱۸/۷	۴۵۷۲/۰	۰/۴۱ a
۶/۶۶	۴۵۷۵/۰	۵۴۴۰/۰	۰/۳۷ b
۸/۳۳	۵۴۱۵/۳	۶۲۰۱/۰	۰/۳۳ c

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

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری × نیتروژن صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

تیمار(آبیاری × نیتروژن)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)	کارآیی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)
آبیاری		نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
آبیاری مطلوب	×	۱۰۰	۳۸۵۹/۶ c	۲۹۵۴/۷۱ c	۰/۴۳ c
		۱۶۰	۴۱۸۸/۵ b	۳۳۵۵/۷۰ b	۰/۴۶ b
		۲۲۰	۴۷۰۷/۳ a	۳۹۰۷/۳۰ a	۰/۴۹ a
تنش ملایم خشکی	×	۱۰۰	۲۲۴۵/۶ e	۱۶۰۲/۵۹ d	۰/۳۷ d
		۱۶۰	۲۴۱۶/۰۵ de	۱۷۳۱/۰۹ d	۰/۳۶ d
		۲۲۰	۲۵۴۷/۴ d	۱۷۷۲/۹۶ d	۰/۳۲ ef
تنش شدید خشکی	×	۱۰۰	۱۵۶۴/۷ g	۱۰۵۸/۷۵ e	۰/۳۳ e
		۱۶۰	۱۷۱۵/۴ fg	۱۱۲۲/۵۰ e	۰/۳۰ f
		۲۲۰	۱۸۳۸/۵ f	۱۱۶۹/۰۶ e	۰/۲۷ g

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

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری × تراکم صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

تیمار (آبیاری × تراکم)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک در مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	میزان فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری		تراکم (بوته در مترمربع)				
آبیاری مطلوب	×	۸/۳۳	۴۶۷۹/۷ a	۷۷۱۸/۸۹ a	۸۶۹۰/۲۵ a	۳۷۲۱/۵۴ a
		۶/۶۶	۴۲۴۷/۴ b	۶۲۸۷/۱۸ b	۷۶۱۲/۷۳ b	۳۴۱۵/۴۰ b
		۵/۵۵	۳۸۲۸/۳ c	۵۳۷۸/۶۵ c	۶۱۳۱/۹۱ c	۳۰۸۰/۷۶ c
تنش ملایم خشکی	×	۸/۳۳	۲۵۱۱/۷ d	۴۹۷۲/۵۷ cd	۵۷۵۷/۶۷ c	۱۷۲۶/۶۳ d
		۶/۶۶	۲۴۱۲/۱D e	۴۲۶۶/۶۲ de	۴۹۵۲/۹۵ d	۱۷۲۵/۸۳ d
		۵/۵۵	۲۲۸۵/۳ e	۳۵۱۶/۷۳ ef	۴۱۴۷/۸۶ e	۱۶۵۴/۱۸ d
تنش شدید خشکی	×	۸/۳۳	۱۶۶۱/۳ f	۳۵۵۵/۳۵ ef	۴۱۵۷/۵۸ e	۱۰۵۹/۱۶ e
		۶/۶۶	۱۷۰۹/۵ f	۳۱۷۲/۳۳ f	۳۷۵۷/۸۵ ef	۱۱۲۱/۷۰ e
		۵/۵۵	۱۷۴۷/۷ f	۲۸۶۲/۰۳ f	۳۴۴۰/۳۵ f	۱۱۶۹/۴۵ e

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۷- مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری × تراکم × نیتروژن صفات مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تیمار (نیتروژن × تراکم)	تراکم (بوته درمترمربع)	میزان انتقال مجدد (کیلوگرم در هکتار)			سهم انتقال مجدد (درصد)			سهم فتوسنتز جاری (درصد)		
			آبیاری مطلوب	تنش ملایم	تنش شدید	آبیاری مطلوب	تنش ملایم	تنش شدید	آبیاری مطلوب	تنش ملایم	تنش شدید
۱۰۰	×	۸/۳۳	۱۰۱۰/۳۵ a	۷۱۰/۵۳ fgh	۵۲۴/۴۳ lm	۲۳/۷۵ l	۳۰/۳۰ gh	۳۴/۲۸ bc	۷۶/۲۵ c	۶۹/۷۰ gh	۶۵/۷۱ lm
		۶/۶۶	۸۹۳/۳۳ b	۶۲۹/۴۱ ijk	۴۹۵/۵۶ m	۲۳/۲۸ l	۲۷/۸۸ ijk	۳۱/۸۳ ef	۷۶/۷۱ c	۷۲/۱۱ def	۶۸/۱۶ ij
		۵/۵۵	۸۱۱/۰۶ de	۵۸۹/۳۰ kl	۴۹۷/۹۰ m	۲۳/۱۵ l	۲۷/۶۵ jk	۳۱/۰۰ fg	۷۶/۸۵ c	۷۲/۳۵ de	۶۹/۰۰ hi
۱۶۰	×	۸/۳۳	۹۳۷/۱۵ b	۷۵۴/۶۳ def	۶۱۷/۶۰ ijk	۲۰/۵۰ m	۲۹/۸۰ gh	۳۶/۸۸ a	۷۹/۵۰ b	۷۰/۲۰ gh	۶۳/۱۱ n
		۶/۶۶	۸۱۹/۱۸ cd	۶۸۴/۸۸ fghij	۵۸۷/۹۵ kl	۱۹/۵۶ m	۲۸/۲۵ ijk	۳۴/۱۳ bcd	۸۰/۴۳ b	۷۱/۷۵ def	۶۵/۸۶ klm
		۵/۵۵	۷۴۲/۲۸ efg	۶۱۵/۳۶ jk	۵۷۳/۳۸ kl	۱۹/۵۱ m	۲۶/۸۸ k	۳۲/۸۰ de	۸۰/۴۸ b	۷۳/۱۱ d	۶۷/۲۰ jk
۲۲۰	×	۸/۳۳	۹۲۷/۰۰ b	۸۹۰/۰۸ bc	۶۶۴/۴۶ hij	۱۷/۷۳ n	۳۳/۴۱ cd	۳۷/۴۱ a	۸۲/۲۶ a	۶۶/۵۸ kl	۶۲/۵۸ n
		۶/۶۶	۷۸۳/۶۸ de	۷۴۴/۶۶ efg	۶۸۰/۱۰ ghij	۱۶/۵۸ n	۲۹/۲۱ hi	۳۶/۸۱ a	۸۳/۴۱ a	۷۰/۷۸ fg	۶۳/۱۸ n
		۵/۵۵	۶۸۹/۳۸ fghi	۶۸۸/۶۶ fghi	۶۶۳/۷۳ hij	۱۶/۶۱ n	۲۸/۳۶ ij	۳۵/۲۳ b	۸۳/۳۸ a	۷۱/۶۳ ef	۶۴/۷۶ m

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

جدول ۸- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱- عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی	۱								
۲- عملکرد بیولوژیک در مرحله گرده افشانی	۰/۹۸**	۱							
۳- میزان انتقال مجدد	۰/۹۲**	۰/۹۱**	۱						
۴- کارایی انتقال مجدد	-۰/۳۰ns	-۰/۳۳ns	-۰/۲۳ns	۱					
۵- سهم انتقال مجدد	-۰/۸۰**	-۰/۸۲**	-۰/۶۷**	۰/۳۸*	۱				
۶- میزان فتوسنتز جاری	۰/۹۳**	۰/۹۵**	۰/۸۲**	-۰/۳۷*	-۰/۹۴**	۱			
۷- سهم فتوسنتز جاری	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۰/۶۷**	-۰/۳۸*	-۰/۹۹**	۰/۹۴**	۱		
۸- کارایی فتوسنتز جاری	۰/۴۹**	۰/۵۱**	۰/۳۸*	-۰/۲۸ns	-۰/۸۹**	۰/۷۳**	۰/۸۹**	۱	
۹- عملکرد دانه	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۰/۸۶**	-۰/۳۶ns	-۰/۹۳**	۰/۹۹**	۰/۹۲**	۰/۷۰**	۱

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

منابع

احمدی، ع.، سی و سه مرده، ع. و زالی، ع. ۱۳۸۳. مقایسه توان ذخیره‌سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در عملکرد در چهار رقم گندم در شرایط مطلوب و تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵(۴): ۹۳۱-۹۲۱.

اسکندری تربقان، م. و 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، ۷(۱): ۱۰-۱.

امام، ی.، سلیمی کوچی، س. و شکوفا، آ. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۱): ۳۳۲-۳۲۱.

اهدایی، ب. ۱۳۷۷. تغییرات ژنتیکی برای ذخیره ساقه و انتقال آن به دانه در گندم معمولی بهاره تحت شرایط خشکی انتهایی. مجموعه مقالات کلیدی پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. دانشکده کشاورزی کرج. ص. ۲۵-۱.

بحرانی، ع. و طهماسبی سروستانی، ز. ۱۳۸۶. اثر میزان و زمان مصرف کود نیتروژن بر تجمع و کارآیی انتقال مجدد نیتروژن در برگ پرچم دو رقم گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۱(۴۰): ۱۵۴-۱۴۷.

برادران فیروزآبادی، م.، عبدالهیان نوقابی، م.، رحیم زاده خویی، ف.، مقدم، م.، رنجی، ذ. و پارساییان، م.۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی مداوم بر کمیت و کیفیت سه رگه چغندرقند. مجله چغندرقند، ۱۹(۲): ۱۴۳-۱۳۳.

جامی معینی، م.، مدرس ثانوی، س.ع.م.،کشاورز، پ.، سروش زاده، ع. و گنجعلی، ع. ۱۳۸۸. تأثیر مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد غده و بعضی خصوصیات کمی ارقام مختلف سیب زمینی. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳ (۱): ۵۶-۴۶.

جوادی، ح.، راشد محصل، م. ح. و آذری نصرآباد، ع. ۱۳۸۶. تأثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلروفیل و درصد انتقال مجدد ساقه در چهار رقم سورگوم دانه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۵ (۲): ۲۷۹-۲۷۱.

حاتمی، ح.، آینه بند، ا.، عزیزی، م. و دادخواه، ع. ر. ۱۳۸۸. تأثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا در خراسان شمالی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ۴۲-۲۵.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

حسنی جبارلو، خ.، رشدی، م.، غفارلو، م. و ولی‌لو، ر. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم آفتابگردان روغنی در منطقه خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۱(۱): ۱۰۷-۹۹.

خالقی زاده، ا. و علیزاده، ا. ۱۳۸۷. بررسی مقاومت ارقام مختلف آفتاب‌گردان به خسارت پرندگان در کرج و خوی. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، ۷۶ (۲): ۱۳۴-۱۱۵.

دانشور، م.، طهماسبی سروستانی، ز.، مدرس ثانوی، س. ع. و شیرانی راد، ا.ح. ۱۳۸۷. اثرآبیاری و کود نیتروژن بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی دو رقم کانولا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۴): ۶۸-۵۶.

دانشیان، ج. ۱۳۸۲.بررسی تحمل هیبریدهای آفتاب‌گردان و والدین آفتاب‌گردان در شرایط خشکی.گزارش نهایی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، ۳۴ صفحه.

دهقان، ا. و جهانگیری، ب. ۱۳۸۸. بررسی برهم‌کنش روش آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا. اولین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۲۱-۲۲ مرداد ماه. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص. ۳۶.

زالی کاکشی، پ.، لرزاده، ش.، آریان‌نیا، ن. و بنی سعیدی، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر عملکرد اقتصادی آفتابگردان در شرایط محیطی خوزستان. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۳۰-۲۸ مردادماه ۱۳۸۷. ص. ۲۴۸.

طهماسبی سروستانی، ز.، امیدی، ح. و چوگان، ر. ۱۳۸۰. اثر تراکم و محدودیت منبع بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در ذرت. به‌نژادی نهال و بذر، ۱۷(۳): ۳۱۴- ۲۹۴.

عبیری، ر.، زبرجدی، ع.، قبادی، م.، کفاشی، ا.ک. و اتابکی، ن. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه روی فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای ساقه و سنبله در ژنوتیپ‌های پیشرفته جو. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص. ۲۲۷.

علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس. ۴۸۰ صفحه.

علیزاده، ا.، مجیدی هروان، ا.، نادیان، ح.ا.، نورمحمدی، ق. و عامریان، م. ر. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی و رشد و نمو ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۵): ۱۲۸-۱۱۶.

عنایت قلی زاده، م.ر. و فتحی، ق. ۱۳۸۸. بررسی اثر کود نیتروژن، تنش خشکی آخر فصل و ویژگی‌های رقم بر تولید، ذخیره و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی گندم در منطقه شوشتر. اولین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۲۲-۲۱ مرداد ماه. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص. ۷۴.

فاجریا، ا.ن.ک. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه: هاشمی درفولی، س. ا.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

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. ۱۵(۵): ۱۲۹-۱۱۹.

کریمیان کلیشادرخی، م.، کوچکی، ع. ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. تأثیر کود نیتروژن و تراکم گیاهی بر جذب و کارآیی مصرف نور در دو رقم کلزای بهاره. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۱): ۱۷۲-۱۶۳.

لک، ش.، نادری، ا.، سیادت، س. ع.، آیینه بند، ا. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۶. اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و کارآیی نیتروژن ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۲): ۷۶-۶۳.

مجد نصیری، ب. ۱۳۸۸. مطالعه میزان تحمل به شدت‌های مختلف تنش خشکی در ارقام آزاد گرده‌افشان آفتاب‌گردان. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن. ۳۰-۳۱ اردیبهشت ماه. اصفهان. ص. ۲۴۹.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

مجیری، ع. و ارزانی، ا. ۱۳۸۲. اثرات سطوح مختلف کود ازته و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزاء آن در آفتاب‌گردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۲): ۱۲۴-۱۱۵.

Alizadeh, A. 2005. A review of national drought preparedness strategies and action plans in forein countries. Paper on drought management strategy. FAO and Ministry of Jehad Agriculture, Islamic Republic Of Iran.

Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., and Kolsarıcı, Ö. 2006. Seed Treatments to Overcome Salt andDrought Stress during Germination in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24(4): 291-295.

Dordas, C.A., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rained conditions. Industrial Crops and Products, 27(1): 75- 85.

Dordas, C.A. 2012. Variation in dry matter and nitrogen accumulation and remobilization barely as affected by fertilization, cultivar and source-sink relations. European Journal of Agronomy, 37(1): 31-42.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A., and Waines, J.G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Post anthesis changes in internode dry matter. Crop Science, 46: 735- 746.

Fang, Y., Xu, B.C., Turner, N.C., and Li, F. M.2010. Grain yield, dry matter accumulation and remobilization and root respiration in winter wheat as affected by seeding rate and root pruning. European Journal of Agronomy, 33(4): 257-266.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D.,and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In Sustainable Agriculture Springer Netherlands, 153-188

Fu, G.F., Song, J., Xiong, J., Li, Y.R., Chen, H.Z., Le, M.K., and Tao, L.X. 2011. Changes of Oxidative Stress andSoluble Sugar Anthers Involve in Rice PollenAbortion Under Drought Stress. Agricultural Sciences in China, 10(7): 1016-1025.

Hasanzade, A. 2002. The effect of different amounts of Nitrogen fertilizer on yield and yield component and grain oil of sunflower in Uremia.Agriculture Science Research, 2(1):25-33.

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

Kiani, S.P., Grieu, P., Maury, P., Hewezi, T., Gentzbittel, L., and Sarrafi, A. 2007.Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theoretical Applied Genetics, 114(2): 193-207.

Papakosta, D.K., and Gayianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation remobilization and losses for Mediterranean with during grain filling. Agronomy Journal, 83(5): 864-870.

Put, E.D. 1978. History and present world status. In: J.F. Carter (ed.) sunflower Science and Technology, A.S.A: 1-29.

Robinson, R.G., Ford, J.H., Lueschen, W.E., Rabas, D.L., Smith, L.J.,Warnes, D.D. and Wiersma, J.V. 2004. Sunflower Plant Population and Its Arrangement. pp: 1-12.

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. Journal of Agriculture Science, 12(1): 109-121.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

Shokri, S., Siadat, S.A., Fathi, Gh. Maadi, B., Gilani, A., and Abdali Mashhadi, A.R. 2009. Effect of nitrogen rates on dry matter remobilization of tree rice cultivars. International Journal of Agricultural Research, 4(6): 213-217.

Sinaki, J.M., Heravan, E.M., Rad, A.H.S., Noormohammadi, Gh., and Zarei, Gh. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian. Journal of Agricultural and Environmental Science, 2(4): 417-422.

Skoric, D. 2009. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. Helia, 32(50): 1-16.

Taghdiri, B., Ahmadvand, G., and Mazaheri Laghab, QH.A. 2006. The effect of plant spacing on yield and yield components of four sunflower cultivars. Agriculture Researh, 6(1): 26-35.

Vollmann, J., and Rajcan, I. 2009. Handbook of Plant Breeding. Springer Dordrecht Heidelberg Condon New York.

Vukovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A., and Saiko, K. 2008. Nitrogen Use Efficiency in winter wheat. VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Stara Lesna, Slovakia. pp. 1199-1202.

Zubaer, M.A., Chowdhury, A.K.M.M.B., Islam, M.Z., Ahmed, T., and Hasan, M.A. 2007. Effects of water stress on growth and yield attributes of Aman rice genotypes. International Journal of Sustainable Crop Production, 2(6): 25-30.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]

Effect of water deficit stress, different rates of nitrogen and plant density on remobilization, current photosynthesis and grain yield in sunflower

Esmaeil Gholinezhad
Assistant Professor, Department of agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran.
Corresponding author E-mail: Gholinezhad1358@yahoo.com)
(Received: 2014/07/7 - Accepted: 2014/09/22)

Abstract

In order to investigate the effects of water deficit stress effects, different rates of nitrogen and plant density on remobilization, current photosynthesis and grain yield in oily sunflower var. Iroflor, an experiment was carried out in field Agriculture and Research center of West-Azerbaijan during 2011 and 2012 cropping seasons. The experimental was conducted as split-split-plot base on Randomized Complete Block Design (RCB) with 3 replications. The main factor was consisted irrigation treatment including optimum irrigation, moderate stress and sever stress which irrigation was done after depletion of 50%, 70% and 90% of available water, respectively. Three nitrogen levels of 100, 160 and 220 kg N haG1 were considered as sub plots and sub-sub plots consisted of three plant populations of 5.55, 6.66 and 8.33 plants m^2. The results of combined analyzes showed that severe drought stress reduced the grain yield by 60% compared to the optimum irrigation condition. Comparison of two-year-mean revealed that severe drought stress in compared with optimum irrigation dry matter remobilization rate decreased about 30 percent. Also, severe drought stress led to 35% reduction of current photosynthesis efficiency in compared with optimum irrigation. In each level of nitrogen fertilizer, increasing plant population led to increase contribution of remobilization but current photosynthesis contribution decreased. Therefore, due to reduction of current photosynthesis rate in severe drought stress condition, contribution of current photosynthesis decreased so that increasing of (contribution of, deleted) remobilization contribution prevented reduction of seed yield.

Key words: Drought stress, photosynthesis Efficiency, Fertilizer, Remobilization Efficiency

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-07-01]