تأثیر تنش خشکی، مقادیر و زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در مراحل مختلف رشد

غلامعلی امیدی اردلی* و محمد جعفر بحرانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۱۰)

چکیده

سطوح مطلوب رطوبت و نیتروژن جهت دست‌یابی به عملکرد بالای محصولات زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی، مقادیر و زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (هیبرید یوروفلور .*Helianthus annuus* L) در مراحل مختلف رشد، آزمایشی دو ساله (۸۶-۱۳۸۵) در قالب طرح کرت‌های خرد شده فاکتوریل با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) اجرا شد. تنش خشکی در سه سطح (بدون تنش، تنش در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی) به عنوان عامل اصلی و اثر فاکتوریل مقدار نیتروژن در سه سطح (۰، ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار) و زمان کاربرد نیتروژن در سه سطح (تقسیط مساوی نیتروژن در کاشت و به ساقه رفتن، کاشت و به طبق رفتن، و به ساقه و به طبق رفتن)، به عنوان عوامل فرعی بررسی شدند. تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و شاخص برداشت محاسبه شد. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار تنش خشکی و مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد بود؛ ولی تأثیر زمان کاربرد نیتروژن و نیز برهمکنش تنش خشکی، مقدار و زمان کاربرد نیتروژن بر هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود. به طور کلی گیاه در مرحله گل‌دهی نسبت به تنش خشکی حساس‌تر بوده و نیز، کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای منطقه توصیه شده است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: gha_omidi@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

مقدمه

آماس یاخته‌ای، فتوستز، انتقال مواد پرورده و دیگر فعالیت‌های گیاه تحت تأثیر تنش خشکی تغییرپذیرند (۳ و ۲۹). کاهش عملکرد در نتیجه تنش خشکی به چند عامل بستگی دارد که از جمله این عوامل می‌توان به مرحله توسعه گیاه، شدت تنش خشکی و حساسیت رقم اشاره کرد (۱۷).

نتایج تحقیقات روی چند گیاه زراعی حاکی از آن است که شروع مرحله زایشی (گل‌دهی و گرده افشانی)، حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی بوده و کمبود آب در این مرحله بیشترین کاهش عملکرد را به همراه داشته است (۹، ۱۴، ۱۶ و ۲۵). آفتابگردان به خشکی نسبتاً مقاوم بوده و در نواحی نیمه خشک رشد موفقیت‌آمیزی دارد (۲). یکی از حساس‌ترین مراحل رشد آفتابگردان نسبت به تنش خشکی مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی است. گزارش شده است که وجود تنش خشکی در این مرحله از رشد، نقصان زیاد عملکرد دانه را به همراه دارد (۱۲، ۲۱، ۲۶ و ۳۰). سیونیت (۲۶) نشان داد که وجود تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی، کاهش عملکرد دانه نسبت به عملکرد ماده خشک و در نتیجه نقصان معنی‌دار شاخص برداشت را موجب شده است. مطالعات نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش درصد و عملکرد روغن گردیده، ضمن این که محتوای روغن دانه کمتر از عملکرد روغن تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافته است (۱۲ و ۲۰).

نیتروژن نخستین عنصر غذایی است که کمبود آن در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک مطرح می‌شود؛ زیرا در این مناطق مقدار مواد آلی که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن به شمار می‌آیند به دلایلی پر شمار اندک است؛ از جمله این عوامل می‌توان به بارندگی اندک، دمای زیاد، رطوبت نسبی پایین، پوشش گیاهی ناچیز، مصرف کم کودهای حیوانی، نبود تناوب زراعی مناسب و کمبود کود سبز اشاره کرد (۱).

در آفتابگردان با افزایش مقادیر نیتروژن تعداد دانه در طبق، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۲۲ و ۲۸). صالحی و بحرانی (۲۲) گزارش کردند که کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای آفتابگردان (رقم مهر) در شرایط کشت باجگاه، عملکرد مطلوب دانه را به همراه دارد. پژوهش‌ها نشان داد که کاربرد ۵۰ تا ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای آفتابگردان کافی به نظر می‌رسد و نیز گزارش شد که با افزایش نیتروژن تا میزان معینی قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن دانه و عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۱۹، ۲۲ و ۳۳). صالحی و بحرانی (۲۲) گزارش کردند که افزایش نیتروژن، افزایش یک‌نواخت عملکردهای دانه و بیولوژیک را به همراه داشته و بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری ندارد. مطالعات حاکی از آن است که افزایش مقدار نیتروژن کاهش درصد روغن دانه و افزایش عملکرد روغن را به همراه داشته است (۲۴، ۲۸ و ۳۳).

در آفتابگردان کاربرد نیتروژن قبل از تشکیل گلچه‌ها و مریستم مولد اندام زایشی، در افزایش تعداد گلچه و در نهایت، تولید دانه و عملکردهای بالا مؤثر بوده است. کاربرد نیتروژن در مرحله زایشی و در زمان گل‌دهی و گرده‌افشانی تأثیری بر تولید تعداد گلچه ندارد. به‌طور کلی، کاربرد نیتروژن برای به دست آمدن عملکردهای مطلوب و افزایش تعداد دانه، در مرحله رویشی گیاه توصیه می‌شود؛ زیرا کاربرد نیتروژن در مرحله رویشی سبب افزایش سطح برگ، کمک به چیرگی انتهایی و در نهایت تشکیل تعداد گلچه‌های بیشتر می‌شود (۲۷).

همواره در نظر گرفتن سطوح مطلوب نیتروژن و آب و برهمکنش این دو عامل در حداقل آلودگی محیط، حداقل هزینه‌ها و در دست‌یابی به حداکثر عملکرد و کیفیت محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این مهم به عواملی از جمله میزان تعرق گیاه، شرایط آب و هوایی منطقه، نوع خاک، میزان کودپذیری محصول و غیره بستگی دارد (۸ و ۱۰).

تومار (۳۲) برهمکنش نیتروژن و آبیاری را روی آفتابگردان و نیز کلی و همکاران (۸) برهمکنش نیتروژن و تنش خشکی را روی گندم (*Triticum aestivum* L.) ارزیابی کرده و بیان کردند که در مقادیر کافی آب، افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه را به صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد؛ ولی هنگامی که تنش

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

خشکی شدیدتر می‌شود افزایش سطوح نیتروژن در حصول عملکردهای بالا و معنی‌دار از کارآیی چندانی برخوردار نیست؛ به عبارتی کارآیی استفاده از نیتروژن با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد.

هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان، تعیین مقدار و زمان بهینه کاربرد نیتروژن و شناسایی حساس‌ترین مرحله (مرحله بحرانی) نسبت به کمبود آب و تنش خشکی بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت دو سال (۸۶- ۱۳۸۵) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (۴۶′ ۵۲° شرقی و ۷′ ۲۹° شمالی) انجام گرفت. برخی مشخصه‌های خاک مزرعه شامل: فسفر و پتاسیم به ترتیب ۲۳/۷ و ۲۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم، نیتروژن کل ۱۱/. درصد، پی اچ ۷/۴، قابلیت هدایت الکتریکی ۴۳/. دسی‌زیمنس بر متر، ماده آلی ۱/۴ درصد و بافت خاک لومی رسی بوده است. مقادیر نیتروژن و فسفر خاک به ترتیب توسط روش‌های کلدال (۶) و اولسن (۱۸) اندازه‌گیری شد. گروه خاکی باجگاه Fine, carbonatic, mesic, Typic Calcixerepts است.

آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده فاکتوریل با چهار تکرار اجرا شد. تنش خشکی به عنوان عامل اصلی و اثر فاکتوریل مقدار و زمان کاربرد نیتروژن به عنوان عوامل فرعی بررسی شدند. عوامل تنش خشکی، مقدار و زمان کاربرد نیتروژن هر کدام در سه سطح اعمال گردید. سطح اول تنش خشکی معادل وجود رطوبت کافی در تمام مراحل رشد (شاهد)، سطح دوم و سوم به ترتیب شامل اعمال تنش خشکی تنها در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی بوده است. مقادیر نیتروژن ۰، ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. سطح اول تا سوم زمان کاربرد نیتروژن به ترتیب شامل تقسیط مساوی نیتروژن در مراحل کاشت و به ساقه رفتن، کاشت و به طبق رفتن، و به ساقه و به طبق رفتن گیاه بود.

هیبرید یوروفلور آفتابگردان به عنوان دانه روغنی مناسب جهت کشت در منطقه انتخاب شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم و سپس تسطیح و کرت‌بندی زمین زراعی بود. هر کرت فرعی ۶ ردیف کاشت با فاصله ردیفی ۶۰ سانتی‌متر، فاصله گیاهان روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و طول ۸ متر را شامل می‌شد. در هر دو سال آفتابگردان به صورت تابستانه (۶ تیرماه) و دستی کشت گردید. مزرعه آزمایشی سابق تحت کشت ذرت (*Zea Mays* L.) بود. دو هفته بعد از کاشت، عملیات تنک کردن به منظور تعیین تراکم مطلوب انجام گرفت. در مرحله پر شدن دانه‌ها به منظور جلوگیری از حملات پرندگان، طبق‌ها با استفاده از روزنامه پوشیده شدند. کود اوره در مقادیر و زمان‌های مورد نظر به صورت سرک به کرت‌ها اضافه شد. مراحل رشد و نمو گیاه از ابتدا به صورت جوانه‌زنی، به ساقه رفتن، به طبق رفتن، گل‌دهی، دانه‌بندی و رسیدگی فیزیولوژیک، همگی برحسب ۵۰ درصد مزرعه در نظر گرفته شدند (۲۳).

برای اعمال تیمارهای آبیاری، در مراحل مختلف با استفاده از مته مارپیچ از سطح مزرعه نمونه‌برداری صورت گرفت و درصد وزنی رطوبت خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری (عمق ریشه آفتابگردان) اندازه‌گیری شد. از منحنی مشخصه آب خاک مزرعه جهت اعمال زمان‌های آبیاری استفاده شد. در مراحلی که نیازی به اعمال تنش خشکی نبود، با تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده گیاه (رسیدن پتانسیل آب خاک به حدود ۰/۷- بار)، آبیاری مجدد تا رسیدن خاک به حد ظرفیت مزرعه صورت پذیرفت. حجم آب آبیاری ارزیابی و مقدار آب داده شده به هر کرت در هر نوبت آبیاری با استفاده از فرمول سیفون محاسبه شد (۱۳). برای برخی کرت‌ها در مرحله گل‌دهی و برای برخی دیگر در مرحله دانه‌بندی، تنش خشکی شدید اعمال گردید. در این مراحل اجازه داده شد تا پتانسیل آب خاک به حدود ۱۳- بار (نزدیکی نقطه پژمردگی) کاهش یابد. بعد از آن بلافاصله آبیاری‌ها تا رسیدن به حد ظرفیت مزرعه صورت گرفت.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

در هر دو سال برداشت نهایی محصول با جدا کردن حدود ۱۶ بوته از وسط ردیف‌های میانی (با رعایت حاشیه)، در تاریخ ۲۸ مهر ماه (۵ روز پس از رسیدگی فیزیولوژیک) و به صورت دستی انجام پذیرفت. تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و شاخص برداشت محاسبه گردید. پس از برداشت و خشک شدن نمونه‌ها، ابتدا عملکرد ماده خشک و سپس با جدا کردن دانه‌ها از طبق، سایر صفات اندازه‌گیری شد. وزن هزار دانه با تهیه ۵ نمونه ۱۰۰ تایی و در ۴ تکرار محاسبه شد. با محاسبه عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت تعیین گردید. پس از اندازه‌گیری درصد روغن دانه، عملکرد روغن دانه محاسبه شد. از روش سوکسله (۴) برای تعیین درصد روغن استفاده شد. داده‌های حاصل از صفات و ویژگی‌های اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بوده است (جدول ۱). با اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی تعداد دانه در طبق نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) کاهش یافت (جدول ۲). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بیشترین کاهش تعداد دانه در طبق را باعث شد که با نتایج تالها و عثمان (۳۰) و گوکسو و همکاران (۱۲) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد تنش خشکی توانست از طریق کاهش توسعه مریستم زاینده گلچه‌ها و کاهش قطر طبق منجر به کاهش تعداد دانه در طبق شود.

تأثیر تنش خشکی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی وزن هزار دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). گوکسو و همکاران (۱۲) کاهش وزن هزار دانه آفتابگردان را در اثر اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی گزارش نمودند. وزن هزار دانه کمتر از تعداد دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. با توجه به نقش مهم آب در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه، فتوسنتز، و ساخته شدن مواد مورد نیاز (۳) و هم‌چنین انتقال قندها، مواد محلول، مواد پرورده و انتقال مجدد مواد به سمت دانه‌ها (۱۵) می‌توان نتیجه گرفت که کاهش میزان آب و اعمال تنش در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی بر ساخته شدن و انتقال مجدد مواد به سمت دانه‌ها بی‌تأثیر نبوده است. بنابراین، تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی توانست از طریق کاهش وزن هر دانه و افزایش درصد پوکی دانه، سبب کاهش وزن هزار دانه شود.

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی عملکرد دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). اختلاف عملکرد دانه بین تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و دانه‌بندی نیز معنی‌دار بود؛ به نحوی که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تنش خشکی در مرحله دانه بندی شد. به طور کلی وقوع تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد که از این بین مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله دانه‌بندی در برابر تنش خشکی حساس‌تر بوده است. تنش خشکی از طریق کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد؛ ضمن این که کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بیشتر به علت کاهش تعداد دانه در طبق بوده است. این یافته‌ها با گزارش‌های سیونیت (۲۶) و راوسن و تارنر (۲۱) مطابقت داشته و تأییدی دوباره بر حساس بودن مرحله گل‌دهی آفتابگردان نسبت به تنش خشکی است.

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد روغن دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی عملکرد روغن دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). تنش در مرحله گل‌دهی بیشترین کاهش عملکرد روغن دانه را به همراه داشت که با گزارش‌های پرانتی (۲۶) و گوکسو و همکاران (۱۲) مطابقت دارد.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در سال‌های ۸۶-۱۳۸۵

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد روغن دانه	شاخص برداشت
سال	۱	۳۷۶۵۶/۹	۲/۵	۶۷۹۰۵۷	۱۴۱۸۳۱۰/۲	۱۴۸
سال * تکرار	۶	۱۱۸۸۹/۹	۸/۳	۱۱۸۵۹۹/۷	۲۰۸۲۶۴/۷	۲۰/۹
تنش خشکی	۲	۲۴۴۳۰۹۴**	۱۲۷۹**	۶۳۹۷۶۴۶۱/۷**	۱۸۷۹۹۴۶۰**	۱۷۸۲**
سال * تنش خشکی	۲	۶۳۲۶۱۸	۱۲/۱	۷۵۹۳۲/۶	۲۳۹۶۱۸	۳۹/۴
خطا	۱۲	۲۱۰۲۸/۴	۷/۹	۵۱۱۹۵۰/۱	۳۲۱۷۵۸/۲	۲۲/۴
مقدار نیتروژن	۲	۹۹۴۲۶۸**	۲۷۰/۳*	۲۴۸۱۲۶۶۱/۱**	۳۱۳۲۰۶۳/۳**	۸۶
سال * مقدار نیتروژن	۲	۷۰۰۳/۱	۱/۸	۱۹۰۸۰۶	۲۴۵۹۴۰/۴	۵/۴
زمان کاربرد نیتروژن	۲	۶۳۴۸/۵	۱۶/۹	۳۳۹۵۳۷/۷	۱۱۲۱۹۶/۶	۲۸/۱
سال * زمان کاربرد نیتروژن	۲	۲۳۵۰	/۵	۱۸۷۹۸/۸	۲۵۳۰۰۲/۵	۲/۹
تنش خشکی * مقدار نیتروژن * زمان کاربرد نیتروژن	۸	۶۵۶۴/۶	۳/۹	۲۶۴۶۶۴	۲۲۷۱۸۴/۸	۵/۴
سال * تنش خشکی * مقدار نیتروژن * زمان کاربرد نیتروژن	۸	۲۴۹۱/۶	۱/۵	۴۶۸۷۳	۲۱۳۴۲۳/۷	۳/۲
خطا	۱۴۴	۱۸۸۶۴	۷/۴	۳۰۴۳۸۳/۵	۲۹۳۲۷/۲	۹/۵
ضریب تغییرات		۱۶/۵	۵/۹	۱۷/۲	۲۶/۷	۱۲/۲

* و **: به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است.

تأثیر تنش خشکی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). با اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی شاخص برداشت نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بیشترین کاهش شاخص برداشت را به همراه داشت. به طور کلی تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی از طریق کاهش شدیدتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک منجر به کاهش شاخص برداشت شد. فلنت و همکاران (۱۱) بیان کردند که اعمال تنش خشکی در سرتاسر دوره رشد آفتابگردان تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت این گیاه نداشته است؛ در صورتی که سیونیت (۲۶) نشان داد که اعمال تنش در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت شده است. با توجه به مطالب بالا، می‌توان چنین استنباط کرد که اعمال تنش خشکی از ابتدای مرحله رویشی تا رسیدگی دانه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر شاخص برداشت ندارد؛ زیرا کاهش پتانسیل آب خاک در سرتاسر دوره رشد باعث کاهش یک‌نواخت عملکرد دانه و کل ماده خشک تولیدی (عملکرد بیولوژیک) می‌شود؛ ولی کاهش پتانسیل آب خاک در دوره زایشی باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک شده که از این طریق شاخص برداشت نقصان خواهد یافت.

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر مقدار نیتروژن بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بوده است (جدول ۱). با افزایش مقادیر نیتروژن، تعداد دانه در طبق نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) افزایش یافت (جدول ۲) که با نتایج سینق و کادری (۲۴) و استر و همکاران (۲۸)

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

جدول ۲. تأثیر تنش خشکی، مقادیر و زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در سال‌های ۸۶-۱۳۸۵

		تنش خشکی			مقادیر نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			زمان کاربرد نیتروژن		
	سال	بدون تنش	در مرحله گل‌دهی	در مرحله دانه‌بندی	۰	۷۰	۱۴۰	کاشت و به ساقه رفتن	کاشت و به طبق رفتن	به ساقه و به طبق رفتن
تعداد دانه در طبق	۱۳۸۵	۹۷۸^{a}	۶۰۴^{c}	۸۶۵^{b}	۶۸۸^{b}	۸۶۸^{a}	۸۸۶^{a}	۸۲۴^{a}	۷۹۵^{a}	۸۰۶^{a}
	۱۳۸۶	۹۸۲^{a}	۶۴۲^{c}	۹۰۱^{b}	۶۹۸^{b}	۹۰۲^{a}	۹۲۸^{a}	۸۵۴^{a}	۸۱۹^{a}	۸۴۲^{a}
	میانگین	۹۸۰^{A}	۶۲۳^{C}	۸۸۳^{B}	۶۹۳^{B}	۸۸۵^{A}	۹۰۷^{A}	۸۳۹^{A}	۸۰۷^{A}	۸۲۴^{A}
وزن هزار دانه (گرم)	۱۳۸۵	۵۰/۳^{a}	۴۳/۲^{b}	۴۲/۴^{b}	۴۳/۷^{b}	۴۶/۳^{a}	۴۷/۱^{a}	۴۶/۲^{a}	۴۵/۴^{a}	۴۵/۳^{a}
	۱۳۸۶	۵۰/۸^{a}	۴۴^{b}	۴۱/۴^{c}	۴۳/۵^{b}	۴۶/۵^{a}	۴۷/۶^{a}	۴۶/۴^{a}	۴۵/۸^{a}	۴۵/۴^{a}
	میانگین	۵۰/۶^{A}	۴۳/۶^{B}	۴۱/۹^{B}	۴۳/۶^{B}	۴۶/۴^{A}	۴۷/۴^{A}	۴۶/۳^{A}	۴۵/۶^{A}	۴۵/۴^{A}
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۱۳۸۵	۴۱۲۰^{a}	۲۴۷۸^{b}	۳۱۳۸^{b}	۲۴۸۲^{b}	۳۳۷۹^{a}	۳۵۲۵^{a}	۳۲۸۸^{a}	۳۱۳۰^{a}	۳۰۸۷^{a}
	۱۳۸۶	۴۱۹۲^{a}	۲۳۶۵^{c}	۳۳۱۵^{b}	۲۶۳۰^{b}	۳۴۹۷^{a}	۳۷۲۴^{a}	۳۳۴۲^{a}	۳۲۰۶^{a}	۳۲۲۴^{a}
	میانگین	۴۱۵۶^{A}	۲۴۲۲^{C}	۳۲۲۷^{B}	۲۵۵۶^{B}	۳۴۳۸^{A}	۳۶۲۵^{A}	۳۳۱۵^{A}	۳۱۶۸^{A}	۳۱۵۶^{A}
عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)	۱۳۸۵	۱۸۲۳^{a}	۷۶۷^{c}	۱۳۰۰^{b}	۱۰۹۷^{b}	۱۳۵۷^{a}	۱۴۸۶^{a}	۱۳۲۹^{a}	۱۲۷۷^{a}	۱۳۳۳^{a}
	۱۳۸۶	۱۹۶۴^{a}	۱۰۶۲^{b}	۱۲۹۹^{b}	۱۱۵۹^{b}	۱۴۹۱^{a}	۱۶۷۹^{a}	۱۴۴۲^{a}	۱۳۵۳^{a}	۱۵۳۱^{a}
	میانگین	۱۸۹۴^{A}	۹۱۵^{C}	۱۳۰۰^{B}	۱۱۲۸^{B}	۱۴۲۴^{A}	۱۵۸۳^{A}	۱۳۸۶^{A}	۱۳۱۵^{A}	۱۴۳۲^{A}
شاخص برداشت	۱۳۸۵	۳۰/۶^{a}	۱۹/۴^{b}	۲۴/۲^{b}	۲۵/۵^{a}	۲۴/۵^{a}	۲۵/۲^{a}	۲۵/۱^{a}	۲۴/۱^{a}	۲۴/۶^{a}
	۱۳۸۶	۳۰/۷^{a}	۲۲/۳^{c}	۲۵/۲^{b}	۲۴/۶^{b}	۲۶/۲^{a}	۲۷/۴^{a}	۲۶/۸^{a}	۲۶/۱^{a}	۲۵/۷^{a}
	میانگین	۳۰/۷^{A}	۲۰/۹^{C}	۲۴/۲^{B}	۲۵/۱^{A}	۲۵/۴^{A}	۲۶/۳^{A}	۲۵/۹^{A}	۲۵/۱^{A}	۲۵/۲^{A}

در هر تیمار، میانگین‌های هر ردیف با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵ درصد).

مطابقت دارد. نیتروژن از طریق توسعه مریستم زاینده گلچه‌ها سبب افزایش قطر طبق و در نهایت باعث افزایش تعداد دانه در طبق می‌شود (۲۷).

تأثیر مقدار نیتروژن بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش مقادیر نیتروژن، وزن هزار دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲) که با نتایج استر و همکاران (۲۸)، صالحی و بحرانی (۲۲) و اوزر و همکاران (۱۹) مشابهت دارد. جذب کافی نیتروژن افزایش وزن دانه‌ها و کاهش درصد پوکی آنها را سبب گردید (۲۲ و ۲۴). بنابراین، نیتروژن توانست از طریق افزایش وزن هر دانه و کاهش درصد پوکی دانه منجر به افزایش وزن هزار دانه شود.

تأثیر مقدار نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش مقادیر نیتروژن، عملکرد دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). اختلاف عملکرد دانه بین سطوح ۷۰ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای حصول عملکرد مطلوب دانه کافی باشد. به طور کلی، کاربرد نیتروژن از طریق افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. این نتایج تأییدی بر گزارش‌های زابریسکی و زیمرمن (۳۳)، استر و همکاران (۲۸) و صالحی و بحرانی (۲۲) است.

تأثیر مقدار نیتروژن بر عملکرد روغن دانه معنی‌دار بود

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

جدول ۳. ضرایب هم‌بستگی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد آفتابگردان (میانگین دو سال)

	عملکرد دانه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد روغن دانه	شاخص برداشت
عملکرد دانه	۱				
تعداد دانه در طبق	۰/۵۵۸**	۱			
وزن هزار دانه	۰/۴۷۷**	۰/۱۲۳	۱		
عملکرد روغن دانه	۰/۶۶۵**	۰/۱۹۵	۰/۱۴۹	۱	
شاخص برداشت	۰/۲۹۳*	۰/۲۴۳*	۰/۱۶۶	۰/۲۲۶*	۱

* و **: به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است.

(جدول ۱). با افزایش مقادیر نیتروژن، عملکرد روغن دانه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲) که با نتایج بلامی و چاپمن (۵) و استر و همکاران (۲۸) مطابقت دارد. تأثیر مقدار نیتروژن بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). افزایش نیتروژن سبب افزایش یک‌نواخت عملکردهای دانه و بیولوژیک شده است. بنابراین بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲) که با نتایج استر و همکاران (۲۸) و چیما و همکاران (۷) مطابقت دارد.

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر زمان کاربرد نیتروژن بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار نیست (جدول ۱). استر و هوکینگ (۲۷) بیان کردند که کاربرد نیتروژن قبل از آغازش و تشکیل گلچه‌ها در ایجاد چیرگی انتهایی، افزایش تعداد دانه در طبق و در نهایت افزایش عملکرد دانه مؤثر است. بنابراین احتمال می‌رود عدم اختلاف معنی‌دار تعداد دانه در طبق در زمان‌های مختلف کاربرد، در نتیجه کاربرد تمام مقادیر نیتروژن قبل از تشکیل مریستم زایشی مولد گلچه‌ها باشد.

زمان کاربرد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه نداشت (جدول ۱) که با گزارشات سینق و کادری (۲۴) در مورد آفتابگردان، تیلور و همکاران (۳۱) و چیما و همکاران (۷) در مورد کلزا (*Brassica napus* L.) مطابقت داشته و بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه طی مراحل رویشی آفتابگردان است؛ با این حال بیشترین عملکرد دانه مربوط به کاربرد نیتروژن در مراحل کاشت و به ساقه رفتن بوده است (جدول ۲). هم‌چنین تأثیر زمان کاربرد نیتروژن بر عملکرد روغن دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش تنش خشکی، مقدار و زمان کاربرد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی نداشته است (جدول ۱). عدم معنی‌داری برهمکنش تنش خشکی، مقدار و زمان کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه با گزارش‌های تومار (۳۲) روی آفتابگردان، کلی و همکاران (۸) روی گندم و گزارش‌های دربی و همکاران (۱۰) روی ذرت مطابقت ندارد. آنها بیان داشتند که آثار برهمکنش نیتروژن و تنش خشکی در تعیین عملکرد از نقش حائز اهمیتی برخوردار است و نیز عنوان کردند که کارآیی استفاده از نیتروژن با اعمال و افزایش تنش خشکی (کاهش میزان آب) کاهش یافت و در نتیجه، عملکرد دانه به صورت معنی‌داری نقصان پیدا کرد. به طور کلی زمانی نیتروژن باعث افزایش عملکرد می‌شود که مقادیر کافی از آب جهت مصرف نیتروژن در دسترس گیاه قرار گیرد. با توجه به مطالب بالا احتمال می‌رود که کاربرد تمامی مقادیر نیتروژن قبل از اعمال تنش خشکی بر عدم کاهش معنی‌دار عملکرد دانه بی‌تأثیر نبوده است. بنابراین قبل از اعمال تنش خشکی، گیاه توانست در مقادیر کافی آب، از نیتروژن موجود استفاده بهینه‌ای را به عمل آورد. بین عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت نوعی هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از آن است که تأثیر تنش خشکی بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. اعمال تنش در مراحل گل‌دهی و دانه بندی کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت را نسبت به شاهد به همراه داشت. تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه بندی از طریق کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه منجر به کاهش شاخص برداشت و عملکردهای دانه و روغن شد. نتایج بیانگر حساس‌تر بودن گیاه در مرحله گل‌دهی نسبت به تنش خشکی می‌باشد؛ به نحوی که کمبود آب در این مرحله از رشد نقصان زیاد عملکردهای دانه و روغن را سبب گردید. تأثیر مقدار نیتروژن بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. افزایش مقادیر نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکردهای دانه و روغن نسبت به شاهد شد. کاربرد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت. افزایش مقادیر نیتروژن از طریق افزایش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه منجر به افزایش عملکردهای دانه و روغن شد و نیز کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سطح بهینه‌ای از عملکردهای دانه و روغن را به همراه داشت. تأثیر زمان کاربرد نیتروژن و نیز برهمکنش تنش خشکی، مقدار و زمان کاربرد نیتروژن بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود.

منابع مورد استفاده

۱. ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. *حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک «مشکلات و راه‌حل‌ها»*. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۲. وایز، ای. ای. ۱۳۷۵. *دانه‌های روغن* (ترجمه ف. ناصری). چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

3. Ashraf, M. and J. W. O'leary. 1996. Effect of drought stress on growth, water relations, and gas exchange of two sunflower lines differing in degree of salt tolerance. Intl. J. Plant Sci. 157: 729-732.
4. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1985. Official Methods of Analysis. 4th (Eds)., Arlington, VA., USA.
5. Blamy, F. P. C. and J. Chapman. 1981. Protein, oil and energy yield of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J. 73: 583-587.
6. Bremner, J. M. and C. S. Mulvani. 1982. Total nitrogen. PP: 595-623. *In*: Miller, R.H. and D.R. Keeny (Eds.), Methods of Soil Analysis. Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
7. Cheema, M. A., M. A. Malik, A. Hussain, S. H. Shah and S. M. A. Barsa. 2001. Effect of time and rate of nitrogen and phosphorus application on growth and oil yield of canola (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 186: 103-110.
8. Clay, D. E., R. E. Engel, D. S. Long and Z. Liu. 2001. Nitrogen and water stress interact carbon-13 discrimination in wheat. Soil Sci. Soc. Amer. J. 65: 1823-1828.
9. Denmead, O. T. and R. H. Shaw. 1960. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 52: 272-274.
10. Derby, N. E., D. D. Steele, J. Terpstra, R. E. Knighton and F. X. M. Casey. 2005. Interaction of nitrogen, weather, soil and irrigation on corn yield. Agron. J. 97: 1342-1351.
11. Flenet, F., A. Bouniols and C. Saraiva. 1996. Sunflower response to a range of soil water contents. Eur. J. Agron. 5: 161-167.
12. Goksoy, A. T., A. O. Demir, Z. M. Turan and N. Dagusta. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res. 87: 167-178.
13. Hansen, V. E., O. W. Israelen and G. E. Stringham. 1980. Irrigation Principles and Practices. 4th ed., Wiley & Sons Pub., USA.
14. Hiler, E. A., C. H. M. Van Bavel, M. M. Hossain, and W. R. Jordan. 1972. Sensitivity of southern peas to plant water deficit at three growth stages. Agron. J. 64: 60-64.
15. Kramer, P. J. 1963. Water stress and plant growth. Agron. J. 55: 31-35.
16. Lewis, R. B., E. A. Hiller and W. R. Jordan. 1974. Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. Agron. J. 66: 589-591.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]

17. Nissanka, S. P., M. A. Dixon and M. Tollenaar. 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Sci. 37: 172-181.
18. Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estamination of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. US Govern. Pring. Office, Washington, DC.
19. Ozer, H., T. Polat and E. Ozturk. 2004. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. Plant Soil Environ. 50: 205-211.
20. Prunty, L. 1983. Soil water and population influence on hybrid sunflower yield and uniformity of stand. Agron. J. 75: 745-749.
21. Rawson, H. M. and N. C. Turner. 1982. Recovery from water stress in five sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. I. Effect of the timing of water application on leaf area and seed production. Aust. J. Plant Physiol. 9: 434-448.
22. Salehi, F. and M. J. Bahrani. 2000. Sunflower summer-planting yield as affected by plant population and nitrogen application rates. Iran Agric. Res. 18: 63-72.
23. Schneiter, A. A. and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stage. Crop Sci. 21: 901-903.
24. Singh, C. M. and S. J. S. Quadri. 1984. Response of sunflower to rate and time of N fertilizer application. J. Agric. Res. 2: 76-78.
25. Singh, O. M. and P. C. Gupta. 2003. Effect of sowing date and irrigation levels on physiological parameters in relation to grown of spring sunflower (*Helianthus annuus*). Ind. J. Agric. Sci. 73: 169-171.
26. Sionit, N. 1977. Water status and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) subjected to water stress during four stages of development. J. Agric. Sci. (Camb.). 89: 663-666.
27. Steer, B. T. and P. J. Hocking. 1983. Leaf and floret production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by nitrogen supply. Ann. Bot. 52: 267-277.
28. Steer, B. T., P. D. Coaldrake, C. J. Pearason and C. P. Canty. 1986. Effect of nitrogen supply and population density on plant development and yield components of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.). Field Crops Res. 13: 99-115.
29. Stoyanov, Z. Z. 2005. Effects of water stress on leaf water relations of young bean plants. J. Cent. Eur. Agric. 6: 5-14.
30. Talha, M. and F. Osman. 1975. Effect of soil water stress on water economy and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Agric. Sci. (Camb.). 84: 49-56.
31. Taylor, A. J., C. J. Smith and I. B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). Fert. Res. 29: 249-260.
32. Tomar, H. P. S. 1999. Effect of irrigation, N and P on yield and yield attributes of spring sunflower (*Helianthus annuus* L.). Trop. Agric. 76:228-231.
33. Zubriski, J. C. and D. C. Zimmerman. 1974. Effect of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. Agron. J. 66: 798-801.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-07]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.55.15.3]