



## Effect of nitrogen splitting and supplemental irrigation on yield, yield components, and oil percentage of sunflower

Abdollah Safari<sup>1</sup> | Ali Nakhzari Moghaddam<sup>2✉</sup> | Ali Rahemi Karizaki<sup>3</sup> |  
Mohammad Salahi Farahi<sup>4</sup>

1. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: [absafar898@gonbad.ac.ir](mailto:absafar898@gonbad.ac.ir)
2. Corresponding Author, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: [nakhzari@gonbad.ac.ir](mailto:nakhzari@gonbad.ac.ir)
3. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: [rahemi@gonbad.ac.ir](mailto:rahemi@gonbad.ac.ir)
4. Agricultural Research Station of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: [mohammadsalahi@areeo.ac.ir](mailto:mohammadsalahi@areeo.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

Received 13 April 2021  
Received in revised form  
7 November 2021  
Accepted 23 November 2021  
Published online  
20 September 2023

### Keywords:

*Capitul*  
*Grain filling*  
*Harvest index*  
*Oil yield*  
*One thousand-seed weight*

### ABSTRACT

**Objective:** In order to study the effect of nitrogen splitting and supplemental irrigation on yield, yield components and oil percentage of sunflower a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design on farm research of Gonbad University with three replications during crop year of 2019.

**Methods:** Treatments in this experiment included nitrogen splitting (none consumption of nitrogen (as control), 25% of nitrogen at planting time and 75% before flowering, 50% of nitrogen at planting time and 50% before flowering and 75% of nitrogen at planting time and 25% before flowering and supplemental irrigation (none irrigation ((as control)), supplementary irrigation at flowering stage, supplemental irrigation at grain filling stage, supplemental irrigation at flowering stage and grain filling stages) in four levels.

**Results:** The results showed that consumption of 25% nitrogen at planting time and 75% before flowering led to the highest increase in number of grains per row, number of grains per head, one thousand-grain weight, grain yield (4318 kg.ha<sup>-1</sup>) and harvest index. Consumption of 75% nitrogen at planting time and 25% before flowering increased the number of rows per capita. None consumption of nitrogen increased oil percent though oil yield decreased. Irrigation at flowering and grain filling stages increased the number of grain per capita, grain weight, and grain yield (4427 kg.ha<sup>-1</sup>).

**Conclusion:** According to the results, irrigation at flowering and grain filling stages as well as application of 25% nitrogen at planting time and 75% before flowering is suitable to achieve optimum sunflower yield.

**Cite this article:** Safari, A., Nakhzari Moghaddam, A., Rahemi Karizaki, A., & Salahi Farahi, M. (2023). Effect of nitrogen splitting and supplemental irrigation on yield, yield components, and oil percentage of sunflower. *Journal of Crops Improvement*, 25 (3), 521-532. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.322002.2536>



## اثر تقسیط نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان

عبدالله صفری<sup>۱</sup> | علی نخزری مقدم<sup>۲</sup> | علی راحمی کاریزی<sup>۳</sup> | محمد صلاحی فراهی<sup>۴</sup>

۱. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: [absafar898@gonbad.ac.ir](mailto:absafar898@gonbad.ac.ir)
۲. نویسنده مسئول، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: [nakhzari@gonbad.ac.ir](mailto:nakhzari@gonbad.ac.ir)
۳. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: [rahemi@gonbad.ac.ir](mailto:rahemi@gonbad.ac.ir)
۴. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. رایانامه: [mohammadsalahi@areco.ac.ir](mailto:mohammadsalahi@areco.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی	<b>هدف:</b> به‌منظور بررسی تأثیر تقسیط نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان، آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۰/۰۱/۲۴	<b>روش پژوهش:</b> تیمارهای آزمایش شامل تقسیط نیتروژن (عدم مصرف نیتروژن، مصرف ۲۵ درصد به‌هنگام کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی، مصرف ۵۰ درصد به‌هنگام کاشت و ۵۰ درصد قبل از گل‌دهی و مصرف ۷۵ درصد به‌هنگام کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی) و آبیاری تکمیلی (عدم آبیاری، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی، آبیاری تکمیلی در مرحله پرشدن دانه و آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه) هر کدام در چهار سطح بود.
<b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۱/۰۸/۱۶	<b>یافته‌ها:</b> نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه (۴۳۱۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت در تیمار مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی مشاهده شد. مصرف ۷۵ درصد مقدار نیتروژن در زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی تعداد ردیف در طبق را افزایش داد. عدم کاربرد نیتروژن درصد روغن را افزایش اما عملکرد روغن را کاهش داد. آبیاری در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه، تعداد دانه در طبق، وزن دانه و عملکرد (۴۴۲۷ کیلوگرم در هکتار) را افزایش داد.
<b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۱/۰۹/۰۲	<b>نتیجه‌گیری:</b> با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، آبیاری در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه و همچنین مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی برای به‌دست‌آوردن عملکرد مطلوب آفتابگردان مناسب بود.
<b>تاریخ انتشار:</b> ۱۴۰۲/۰۶/۲۹	
<b>کلیدواژه‌ها:</b> پر شدن دانه شاخص برداشت طبق عملکرد روغن وزن هزاردانه	

**استناد:** صفری، عبدالله؛ نخزری مقدم، علی؛ راحمی کاریزی، علی؛ و صلاحی فراهی، محمد (۱۴۰۲). اثر تقسیط نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان. *به‌زرعی کشاورزی*، ۲۵ (۳)، ۵۲۱-۵۳۲. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.322002.2536>



## ۱. مقدمه

آفتابگردان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که هشت درصد از تولید دانه‌های روغنی را شامل می‌شود. اگرچه آفتابگردان یک گیاه نسبتاً متحمل به خشکی است، اما خشکی شدید باعث کاهش عملکرد دانه و روغن آن می‌شود (Hussain *et al.*, 2018). خسارت ناشی از بحران کم‌آبی در بخش کشاورزی از طریق استفاده از روش‌های مناسب آبیاری قابل مدیریت است و صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای را در بخش کشاورزی خواهد داشت (ابراهیمی و حسن‌پور درویشی، ۱۳۹۴). تنش خشکی در مرحله زایشی مخرب‌تر از مرحله رویشی است. دوره گل‌دهی حساس‌ترین دوره نسبت به کمبود آب است. عدم آبیاری در این مرحله باعث می‌شود گل‌های کم‌تری بارور شوند. این عمل کاهش محصول را در پی دارد (Ali & Shui, 2009). همچنین، تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی از طریق کاهش شدید عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک، منجر به کاهش شاخص برداشت آفتابگردان شد (امیدی اردلی و بحرانی، ۱۳۹۰). افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش عملکرد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن آفتابگردان شد اما نیتروژن دانه افزایش یافت (قلی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به کاهش بارندگی در دهه‌های اخیر، کمبود منابع آب قابل دسترس در بخش کشاورزی، کمبود مواد آلی و غذایی به‌ویژه نیتروژن در خاک‌های کشور که کمبود آن در گیاهان یکی از مهم‌ترین مشکلات تغذیه‌ای است که گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (با توجه به نقش و مقدار موجود در بافت‌ها که حدود ۳-۴ درصد است) و اهمیت مدیریت آب و مواد غذایی در چنین شرایطی، این پژوهش با هدف بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان تحت تأثیر تقسیط کود نیتروژن و آبیاری تکمیلی طراحی و اجرا شد.

## ۲. پیشینه پژوهش

### ۲.۱. پیشینه نظری

گیاهان زراعی به مقدار مصرف کود نیتروژن حساس هستند. مصرف بیش از اندازه کود نیتروژن منجر به کاهش عملکرد آفتابگردان می‌شود درحالی‌که مصرف مناسب آن باعث تولید مطلوب دانه می‌شود (Chantal *et al.*, 2018). بناری و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تأثیر مقادیر کود آلی گوگرد و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزای آن در آفتابگردان گزارش کردند که همه صفات موردبررسی به‌جز درصد روغن تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت. مصرف ۳۰ درصد نیتروژن در زمان کاشت، ۳۰ درصد در زمان چهار تا شش برگی، ۲۰ درصد در زمان ظهور غنچه و ۲۰ درصد در زمان گل‌دهی باعث شد بیش‌ترین تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه حاصل شود (بناری و همکاران، ۱۳۹۲). تقسیط سه مرحله‌ای ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (یک‌سوم کود پیش از کاشت، یک‌سوم در مرحله چهار برگی و یک‌سوم در مرحله رویت طبق) باعث تولید حداکثر عملکرد دانه آفتابگردان به‌مقدار ۳۰۸۹ کیلوگرم در هکتار شد. تقسیط مناسب و مطلوب در زمان تقاضای گیاه توانست بر اجزای عملکرد آفتابگردان به‌ویژه تعداد دانه و وزن هزاردانه تأثیر گذاشته و افزایش عملکرد دانه را به‌همراه داشته باشد (صدقت و همکاران، ۱۳۹۱). کاربرد نیتروژن کاهش درصد روغن دانه و افزایش عملکرد روغن آفتابگردان را باعث شد (Munir *et al.*, 2007). مدیریت کود نیتروژن از طریق اعمال تقسیط سه مرتبه‌ای به‌گونه‌ای که فراهمی نیتروژن خاک انطباق بیش‌تری با زمان‌های نیاز گل‌رنگ داشت باعث شد از نیتروژن در راستای رشد و عملکرد بیش‌تر گیاه گل‌رنگ به‌خوبی بهره‌برداری شود، به‌طوری‌که کاربرد ۲۵ درصد کود نیتروژن پیش از کاشت، ۲۵ درصد در مرحله طویل‌شدن ساقه و ۵۰ درصد در زمان گل‌دهی باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن شد (فولادوند و یدوی، ۱۳۹۴).

## ۲.۲. پیشینه تجربی

تقسیم مناسب نیتروژن در زمانی که گیاه با تنش مواجه نبود کارایی استفاده از نیتروژن را افزایش داد، اما قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی باعث شد وزن صددانه کاهش یابد. به‌نظر می‌رسد که گیاه آفتابگردان در هر دو مرحله رویشی و زایشی نسبت به قطع آبیاری حساس بوده و تقسیم مناسب کود در آبیاری مطلوب و تنش در مرحله هشت‌برگی نسبت به تنش در مرحله گل‌دهی جهت حصول عملکرد از اهمیت بیش‌تری برخوردار است (حقیقی و مدنی، ۱۳۹۴). افزایش مصرف نیتروژن در سطوح مختلف آبیاری، درصد نیتروژن دانه و عملکرد روغن را افزایش داد. به‌نظر می‌رسد که مقدار مناسب نیتروژن باید با توجه به مقدار آب، نترات موجود در آب آبیاری، نیتروژن موجود در خاک و رقم گیاه تعیین شود (Kiani et al., 2016). با افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل افزایش پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار، سهم بیش‌تری از مواد فتوسنتزی جهت تشکیل ترکیبات پروتئینی مصرف شده و بنابراین مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد که در نتیجه آن درصد روغن کاهش می‌یابد (Danesh Shahraki et al., 2009).

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

آزمایش حاضر در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. رقم مورد استفاده هایسان ۲۵ (رقم قدیمی با مصرف روغنی - آجیلی) بود. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری و تقسیم کود نیتروژن بود. عامل آبیاری در چهار سطح شامل عدم آبیاری، آبیاری در مرحله گل‌دهی، آبیاری در مرحله پرشدن دانه، آبیاری در مرحله پرشدن دانه و عامل تقسیم نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف، مصرف ۲۵ درصد زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی، مصرف ۵۰ درصد زمان کاشت و ۵۰ درصد قبل از گل‌دهی و مصرف ۷۵ درصد زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی بود. مقدار آب برای همه کرت‌ها در هر بار آبیاری یکسان و برابر با ۳۰۰ مترمکعب در هکتار بود. برای این منظور از یک لوله یک اینچی استفاده شد. مقدار آب خروجی در ثانیه محاسبه و براساس آن زمان لازم برای آبیاری تعیین شد. قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک نمونه تهیه و به آزمایشگاه ارسال و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱). نیتروژن خالص مصرفی براساس آزمون خاک و توصیه آزمایشگاه آب و خاک به‌مقدار ۸۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل تعیین شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خشتی شونده (درصد)	درصد کربن آلی (درصد)	درصد نیتروژن کل (درصد)	گوگرد قابل جذب (پی‌پی‌ام)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	بافت خاک
۱/۰۶	۷/۹۳	۸/۳	۰/۸۷	۰/۰۸	۱۲/۸	۱۳/۴	۴۱۷	لومی‌رسی

عملیات کاشت به‌صورت خطی در تاریخ ۱۷ دی‌ماه ۱۳۹۶ انجام شد. هر کرت شامل چهار خط کشت به‌فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر، طول چهار متر، فاصله بوته در روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر و تراکم هشت بوته در مترمربع بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین تکرارها یک و نیم متر بود. قبل از کاشت، کود سوپرفسفات تریپل به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کود اوره براساس تیمارها اعمال شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم بوته موردنظر، در هر کپه

سه بذر کشت و بعد از استقرار بوته‌ها، عمل تنک کردن انجام و در هر کپه یک بوته باقی گذاشته شد. در طول اجرای آزمایش آفات پروانه دانه‌خوار و سوسک‌های گرده‌خوار با استفاده از سم مالاتیون به میزان یک لیتر سم در هکتار کنترل گردید. برای کنترل علف‌های هرز از فوکا استفاده شد. در تاریخ ۲۵ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ مرحله دوم کوددهی اوره در زمان تشکیل طبق و کمی قبل از بارندگی انجام شد. در تاریخ ۱۳ خردادماه ۹۷ آبیاری مرحله گل‌دهی انجام شد. در تاریخ ۲۱ خردادماه ۹۷ تعداد ۱۰ طبق از ردیف‌های وسط هر کرت برای جلوگیری از خورده شدن دانه‌های طبق توسط پرندگان با توری پوشانده شد. در تاریخ ۲۳ خردادماه ۹۷ آبیاری مرحله پرشدن دانه انجام شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، دو ردیف وسط و نیم متر از دو طرف ردیف‌های وسط حذف و از هر کرت تعداد پنج بوته به صورت تصادفی جهت تعیین تعداد ردیف در طبق، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه و وزن دانه در طبق انتخاب شد. برای تعیین عملکرد دانه، دانه‌های بقیه بوته‌ها برداشت، خشک و توزین گردید و سپس به هکتار تعمیم داده شد. درصد روغن با دستگاه سوکسله (مدل اتوماتیک چهار خانه شرکت صنایع آزمایشگاهی بخشی، ساخت کشور ایران) تعیین و عملکرد روغن دانه از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به دست آمد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)<sup>۱</sup> در سطح پنج درصد استفاده شد.

#### ۴. یافته‌های پژوهش

##### ۴.۱. تعداد ردیف در طبق

تعداد ردیف در طبق تحت تأثیر نیتروژن در سطح پنج درصد قرار گرفت، اما اثر آبیاری و اثر متقابل آبیاری × نیتروژن بر تعداد ردیف در طبق معنی‌دار نشد (جدول ۲). احتمالاً دلیل عدم تأثیر آبیاری، انجام آن در زمانی بود که ردیف‌ها تشکیل شده بودند.

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن آفتابگردان تحت تأثیر آبیاری و کاربرد نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف در طبق	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه	وزن خشک بوته	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۵/۹ <sup>NS</sup>	۳/۰ <sup>NS</sup>	۲۰۳۶ <sup>NS</sup>	۳۷/۲*	۲۲۵/۷ <sup>NS</sup>	۴۶/۱ <sup>NS</sup>	۴/۷ <sup>NS</sup>	۱۱۰۸۷۲۳ <sup>NS</sup>	۱۳۰۷۸۸ <sup>NS</sup>
آبیاری	۳	۲۲/۷ <sup>NS</sup>	۷/۰*	۹۵۸۴۹**	۱۶۱/۱**	۳۶۴/۹*	۳۰۵/۴**	۱۹/۶**	۴۴۲۲۴۷۹**	۹۶۲۵۵۴**
نیتروژن	۳	۸۶/۴*	۳۲/۰**	۱۴۹۶۰.**	۳۳/۲*	۴۲۰/۸*	۲۴۴**	۴۱/۸**	۳۱۶۸۳۴۰**	۲۰۴۵۳۶**
آبیاری × نیتروژن	۹	۰/۶ <sup>NS</sup>	۱/۱ <sup>NS</sup>	۵۳۴۹ <sup>NS</sup>	۲/۱ <sup>NS</sup>	۷۲/۱ <sup>NS</sup>	۱۷/۰ <sup>NS</sup>	۲/۰ <sup>NS</sup>	۹۶۵۵۱ <sup>NS</sup>	۱۵۰۸۶ <sup>NS</sup>
خطا	۳۰	۲۶/۰	۲/۰	۱۸۰۵۳	۸/۵	۱۰۷	۱۸/۸	۴/۱	۳۷۰۲۶۳	۶۹۴۸۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۷/۹	۹/۴	۱۳/۷	۶/۲	۹/۰۲	۱۰/۸	۵/۱	۱۶/۴	۱۸/۱

NS، \* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج، یک درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر این صفت نشان داد که مصرف ۷۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی با ۶۷/۵ ردیف، بیش‌ترین تعداد ردیف در طبق را تولید کرد. این تیمار با تیمارهای دیگر تقسیط نیتروژن تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در تیمار عدم مصرف نیتروژن ۶۱ ردیف تولید شد که کم‌ترین تعداد ردیف در طبق بود. این تیمار با تیمارهای مصرف ۲۵ درصد در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی و ۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد قبل از گل‌دهی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).

۱. Least Significant Difference

جدول ۳. مقایسه میانگین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن آفتابگردان تحت تأثیر کاربرد نیتروژن

نیتروژن	تعداد ردیف در طبق	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (گرم)	وزن خشک بوته (کیلوگرم)	شاخص برداشت (درصد)	درصد روغن (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
N0	۶۱/۰b	۱۴/۰c	۸۷۸/۷c	۴۴/۳b	۱۰۵/۸b	۳۶/۸c	۴۱/۳a	۳۱۳۶c	۱۲۹۷b
N1	۶۵/۱ab	۱۷/۲a	۱۱۲۳a	۴۷/۸a	۱۱۷/۱a	۴۶/۰a	۳۷/۱b	۴۳۱۸a	۱۶۰۳a
N2	۶۴/۶ab	۱۵/۸b	۱۰۱۷ab	۴۷/۵a	۱۱۷/۵a	۴۱/۱b	۳۸/۶b	۲۸۹۴ab	۱۵۰۹ab
N3	۶۷/۵a	۱۳/۷c	۹۰۷bc	۴۷/۴a	۱۱۸/۳a	۳۶/۴c	۴۰/۵ab	۳۴۶۸bc	۱۴۱۶ab
LSD5%	۴/۳	۱/۱	۱۱۲	۲/۴	۸/۶	۳/۶	۱/۷	۵۰۷/۳	۲۱۹/۸

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

N0، N1، N2 و N3: به ترتیب عدم مصرف و مصرف ۲۵ درصد در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی، ۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد قبل از گل‌دهی و ۷۵ درصد در زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی.

#### ۲.۴. تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر نیتروژن در سطح یک درصد بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آبیاری × نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف نشان داد که مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی باعث تولید بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف (۱۷/۲) شد. در تیمار عدم مصرف نیتروژن و هم‌چنین تیمار مصرف ۷۵ درصد در زمان کاشت و ۲۵ درصد در زمان گل‌دهی کم‌ترین تعداد دانه در ردیف (به ترتیب ۱۴/۰ و ۱۳/۷) تولید شد (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار آبیاری در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه با میانگین ۱۶/۲ و کم‌ترین آن مربوط به تیمار عدم آبیاری با ۱۴/۴ بود (جدول ۴) که حاکی از افزایش ۱۲/۸ درصدی تعداد دانه در ردیف می‌باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن آفتابگردان تحت تأثیر آبیاری تکمیلی

آبیاری	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (گرم)	وزن خشک بوته (کیلوگرم)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
عدم آبیاری (I0)	۱۴/۴b	۸۷۵/۵c	۴۱/۸c	۱۰۶/۹b	۳۴/۲c	۲۹۳۸c	۳۷/۷b	۱۱۰۱c
گل‌دهی (I1)	۱۵/۲ab	۹۹۲/۸ab	۴۶/۶b	۱۱۸/۵a	۳۹/۰b	۳۷۲۷b	۴۰/۰a	۱۴۷۹b
پرشدن دانه (I2)	۱۴/۹b	۹۶۴/۸bc	۴۸/۲Ab	۱۱۴/۶ab	۴۰/۷b	۳۷۲۴b	۳۹/۱ab	۱۴۵۰b
I2 + I1	۱۶/۲a	۱۰۹۲a	۵۰/۴a	۱۱۸/۸a	۴۶/۴a	۴۴۲۷a	۴۰/۶a	۱۷۹۵a
LSD5%	۱/۲	۱۱۲	۲/۴	۸/۶	۳/۶	۵۰۷/۳	۱/۷	۲۱۹/۸

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

#### ۳.۴. تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق تحت تأثیر دو صفت تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف قرار گرفت. اثر آبیاری و نیتروژن بر تعداد دانه در طبق در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار مصرف ۲۵ درصد نیتروژن به‌هنگام کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی بیش‌ترین (۱۱۲۳) و تیمار عدم مصرف نیتروژن کم‌ترین (۸۷۸/۷) تعداد دانه در طبق را تولید کردند (جدول ۳) که بیانگر افزایش ۲۷/۸ درصدی تعداد دانه در طبق در تیمار مصرف ۲۵ درصد نیتروژن به‌هنگام کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی نسبت به عدم مصرف نیتروژن می‌باشد. آبیاری در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه باعث شد بیش‌ترین تعداد دانه در طبق (۱۰۹۲ عدد) حاصل شود. در تیمار عدم آبیاری کم‌ترین تعداد دانه در طبق (۸۷۵/۵ عدد) تولید شد (جدول ۴).

#### ۴.۴. وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری در سطح یک درصد و نیتروژن در سطح پنج درصد بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد اما اثر متقابل آبیاری × نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۲). تقسیط نیتروژن تأثیر زیادی بر وزن هزاردانه داشت، به طوری که در تیمار عدم مصرف نیتروژن کم‌ترین وزن هزاردانه با ۴۴/۳ گرم تولید شد. سه تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند با این وجود در تیمار مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی وزن هزاردانه هشت درصد افزایش یافت و به ۴۷/۸ گرم رسید (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار عدم آبیاری کم‌ترین وزن هزاردانه (۴۱/۸ گرم) تولید شد، در حالی که در تیمار آبیاری قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه بیش‌ترین وزن هزاردانه (۵۰/۴ گرم) تولید شد (جدول ۴) که حاکی از افزایش ۲۰/۷ درصد می‌باشد.

#### ۴.۵. وزن خشک بوته

افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش وزن خشک آفتابگردان شد. در تیمار عدم مصرف نیتروژن وزن بوته ۱۰۵/۸ گرم بود در حالی که مصرف نیتروژن به میزان ۷۵ درصد در زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی وزن بوته را به ۱۱۸/۳ گرم رساند (جدول ۳). وزن خشک بوته آفتابگردان در سطح پنج درصد تحت تأثیر آبیاری تکمیلی و تقسیط نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). وزن خشک بوته در تیمار آبیاری در مراحل قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه و قبل از گل‌دهی به ترتیب ۱۱۸/۸ و ۱۱۸/۵ گرم بود در حالی که در تیمار عدم آبیاری ۱۰۶/۹ گرم بود (جدول ۴).

#### ۴.۶. شاخص برداشت

اثر آبیاری و تقسیط نیتروژن بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین، تیمارهایی که عملکرد بوته آن‌ها زیاد بود شاخص برداشت بالایی هم داشتند. مصرف نیتروژن، شاخص برداشت را افزایش داد. مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی بیش‌ترین درصد شاخص برداشت به میزان ۴۶/۰ درصد را داشت، در حالی که شاخص برداشت در دو تیمار مصرف ۷۵ درصد در زمان کاشت و ۲۵ درصد قبل از گل‌دهی و عدم مصرف نیتروژن به ترتیب ۳۶/۴ و ۳۶/۸ درصد بود (جدول ۳). در تیمار آبیاری قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه بیش‌ترین شاخص برداشت به دست آمد. در این تیمار شاخص برداشت ۴۶/۴ درصد بود که افزایش ۳۵/۷ درصدی را نسبت به تیمار عدم آبیاری (با حداقل شاخص برداشت) نشان داد (جدول ۴).

#### ۴.۷. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه آفتابگردان تحت تأثیر آبیاری و تقسیط نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). بررسی تقسیط نیتروژن نشان داد که در تیمار عدم مصرف نیتروژن عملکرد دانه ۳۱۳۶ کیلوگرم بود، در حالی که مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی عملکرد دانه را به ۴۳۱۸ کیلوگرم رساند (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشان داد که آبیاری در مرحله قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه سبب تولید بیش‌ترین عملکرد دانه شد (جدول ۴).

#### ۴.۸. درصد روغن

درصد روغن دانه تحت تأثیر آبیاری و تقسیط نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مصرف نیتروژن درصد

روغن را کاهش داد. درصد روغن در تیمار عدم مصرف نیتروژن  $41/3$  درصد بود، درحالی‌که در تیمار مصرف  $25$  درصد نیتروژن در زمان کاشت و  $75$  درصد قبل از گل‌دهی درصد روغن  $37/1$  بود که کم‌تر از سایر تیمارهای مصرف نیتروژن بود (جدول ۳). آبیاری قبل از مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه باعث شد درصد روغن به  $40/6$  درصد برسد. در تیمار عدم آبیاری درصد روغن  $37/7$  درصد (کم‌ترین مقدار) بود (جدول ۴).

#### ۹.۴. عملکرد روغن

عملکرد روغن تحت تأثیر آبیاری در سطح یک درصد و نیتروژن در سطح پنج درصد قرار گرفت، اما اثر متقابل آبیاری  $\times$  نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به‌دست می‌آید. عملکرد روغن در تیمار عدم مصرف نیتروژن  $1297$  کیلوگرم در هکتار بود. مصرف نیتروژن عملکرد روغن را افزایش داد. در تیمار مصرف  $25$  درصد نیتروژن در زمان کاشت و  $75$  درصد قبل از گل‌دهی عملکرد روغن  $1603$  کیلوگرم در هکتار بود که بیش از تیمارهای دیگر بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشان داد که بیش‌ترین عملکرد روغن با  $1795$  کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری در مرحله قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه و کم‌ترین عملکرد روغن با  $1102$  کیلوگرم مربوط به تیمار عدم آبیاری بود (جدول ۴).

#### ۵. بحث

به‌نظر می‌رسد بخشی از نیتروژن مصرف‌شده در زمان کاشت صرف رشد قسمت‌هایی غیر از طبق با توجه به ایجاد طبق در مرحله انتهایی رشد رویشی شد زیرا درصد افزایش تعداد ردیف در طبق در نتیجه مصرف نیتروژن به میزان  $75$  درصد در زمان کاشت و  $25$  درصد قبل از گل‌دهی نسبت به عدم مصرف نیتروژن  $10/7$  بود.

مصرف  $25$  درصد نیتروژن در زمان کاشت و  $75$  درصد قبل از گل‌دهی نسبت به عدم مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در ردیف به میزان  $23/0$  درصد شد. تأمین نیتروژن در زمان گل‌دهی و پرشدن دانه تأثیر زیادی بر باروری گل‌ها و پرشدن دانه دارد و به‌این‌ترتیب در افزایش تعداد دانه در ردیف مؤثر است. آبیاری در زمان تشکیل گل و همچنین پرشدن دانه باعث شد گل‌های بیش‌تری در هر ردیف بارور و دانه‌های تشکیل شده به‌خوبی پر شوند و به‌این‌ترتیب تعداد دانه در ردیف افزایش یابد.

بالا بودن تعداد ردیف در طبق در این تیمار باعث شد تعداد دانه در طبق بیش از تیمارهای دیگر باشد هرچند که تعداد ردیف در طبق از تیمار مصرف  $75$  درصد نیتروژن به‌هنگام کاشت و  $25$  درصد قبل از گل‌دهی کمی کم‌تر بود. نتایج یک بررسی نشان داد که تقسیم مناسب و مطلوب در زمان نیاز گیاه می‌تواند با تأثیرگذاری بر اجزای عملکرد آفتابگردان از قبیل تعداد دانه در طبق، افزایش عملکرد دانه را به‌همراه داشته باشد (صداقت و همکاران، ۱۳۹۱). تنش آبی باعث کاهش باروری گل‌های آفتابگردان، کاهش توانایی گیاه در تشکیل دانه و کاهش تولید و انتقال مواد پرورده از برگ به دانه شد، لذا تولید دانه در طبق کاهش یافت. این موضوع در مورد تیمار عدم آبیاری صدق می‌کند درحالی‌که در تیمارهای دیگر افزایش تعداد دانه در ردیف باعث افزایش تعداد دانه در طبق شد. با نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که زراعت بهاره آفتابگردان در منطقه در مرحله زایشی به آبیاری تکمیلی به‌موقع و کود نیتروژن نیاز دارد و این دو باعث افزایش تعداد دانه در طبق می‌شوند. به‌نظر می‌رسد بروز تنش از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آن‌ها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی گیاه و افت فعالیت آنزیم‌های مؤثر بر این فرایند می‌شود. همچنین، طی مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی کمبود آب باعث خشک‌شدن دانه گرده و کلاله مادگی شده و این مسأله سبب اختلال در گرده‌افشانی می‌گردد. این عوامل



در نهایت منجر به کاهش تعداد گلچه‌های بارور در طبق می‌شود (حیدری و کرمی، ۱۳۹۲). که نتیجه آن کاهش تعداد دانه در طبق می‌باشد.

مصرف نیتروژن شرایط را برای تولید بیش‌تر مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها به دانه فراهم می‌کند. افزایش وزن هزاردانه در اثر مصرف نیتروژن توسط Nasim *et al.* (2012) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد در مناطق کمبود آب نقش مهم‌تری نسبت به نیتروژن در پرشدن دانه دارد. تنش آب در مرحله رشد رویشی باعث کم‌شدن کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای قبل از گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی (قابل انتقال به دانه) و هم‌چنین دوام سطح برگ می‌شود. همراه با کاهش جذب آب و املاح و در نتیجه کاهش فتوسنتز، دوره پرشدن دانه و انتقال مواد غذایی به دانه در مرحله زایشی کاهش و وزن دانه کم می‌شود. نقش مثبت آبیاری منظم بر وزن هزاردانه آفتابگردان در بررسی بنی‌عباس‌شهری و همکاران (۱۳۹۱) نیز به اثبات رسیده است. در بررسی آنان در تیمار آبیاری منظم وزن هزاردانه ۱۳۷۷ گرم و در تیمار یک بار قطع آبیاری در مرحله رویشی و یک بار در مرحله زایشی ۱۰۶۴ گرم بود که حاکی از افزایش ۲۹/۴ درصدی کاهش وزن هزاردانه فقط با دو مرتبه آبیاری است.

آبیاری در انتهای مرحله رشد رویشی گیاه باعث افزایش کم وزن کل بوته آفتابگردان شد. در واقع آبیاری نقشی در افزایش صفات رویشی از جمله ارتفاع گیاه و تعداد برگ نداشت و فقط موجب افزایش تعداد و وزن دانه شد. به عبارت دیگر، آبیاری در مرحله زایشی نقش بیش‌تری در افزایش اجزای زایشی نسبت به اندام‌های رویشی داشت. تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده آفتابگردان را کاهش داده است (امیدی اردلی و بحرانی، ۱۳۹۰). با مصرف بیش‌تر نیتروژن در زمان کاشت، سطح برگ افزایش می‌یابد که این امر سبب افزایش دریافت نور و کارایی بیش‌تر نور در برگ می‌شود، فتوسنتز گیاه را افزایش می‌دهد و به تبع آن، وزن خشک بوته نیز افزایش می‌یابد. افزایش وزن خشک آفتابگردان در اثر مصرف نیتروژن توسط Ozer *et al.* (2004) نیز گزارش شده است.

به نظر می‌رسد مصرف بیش‌تر نیتروژن قبل از گل‌دهی که بر تعداد دانه در بوته و وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه بیش‌تر تأثیرگذار است، شاخص برداشت را هم افزایش می‌دهد. افزایش شاخص برداشت آفتابگردان در اثر مصرف نیتروژن توسط Nasim Jatoi *et al.* (2012) نیز گزارش شده است. در بررسی آنان مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر شاخص برداشت را با ۲۵/۵ درصد تولید کرد. با توجه به محدودالرشد بودن آفتابگردان، به نظر می‌رسد مواد غذایی بیش‌تری در این تیمار به بذر منتقل شده است درحالی‌که در تیمار عدم آبیاری، اختلال در تلقیح و هم‌چنین پرشدن دانه باعث شد شاخص برداشت حداقل باشد. تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی از طریق کاهش شدیدتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک منجر به کاهش شاخص برداشت آفتابگردان شده است (امیدی اردلی و بحرانی، ۱۳۹۰).

مصرف بیش‌تر نیتروژن در زمان پر شدن دانه باعث افزایش بیش‌تر اجزای عملکرد دانه مانند تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه شد که این امر باعث تفاوت تیمارها از نظر عملکرد دانه شد. در بررسی صداقت و همکاران (۱۳۹۱) بیش‌ترین میزان عملکرد دانه آفتابگردان (۳۰۸۹ کیلوگرم در هکتار) از بیش‌ترین مقدار کاربرد نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت تقسیط سه مرحله‌ای (یک‌سوم کود پیش از کاشت، یک‌سوم در مرحله چهارم برگی و یک‌سوم در مرحله رویت طبق) به دست آمد. آن‌ها بیان کردند که سطح تقسیط مناسب و مطلوب در زمان تقاضای گیاه می‌تواند با تأثیرگذاری بر اجزای عملکرد آفتابگردان از قبیل تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه و قطر طبق، افزایش عملکرد دانه را به همراه داشته باشد. افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف نیتروژن توسط Ozer *et al.* (2004) نیز گزارش شده است. در بررسی Nasim Jatoi *et al.* (2012) مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به تیمارهای عدم مصرف و مصرف ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. آبیاری در این مراحل باعث افزایش

قطر طبق، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه شد که تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه داشت. تنش آب باعث می‌شود که گل‌های کم‌تری به مرحله رشد کامل برسند، لذا تعداد دانه در طبق و سپس وزن دانه کاهش می‌یابد و این امر منجر کاهش عملکرد دانه می‌گردد. تفاوت کم سطوح نیتروژن نسبت به آبیاری نشان داد که آبیاری تأثیر بیش‌تری بر عملکرد دانه گذاشت. این امر ممکن است به دلیل تأمین کم‌تر آب در مراحل زایشی گیاه باشد که باعث شد تفاوت وزن هزاردانه در تیمارهای آبیاری بیش از تیمارهای نیتروژن باشد. در بررسی قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، با کاهش فواصل آبیاری، عملکرد دانه در گیاه آفتابگردان افزایش معنی‌دار پیدا کرد.

مصرف نیتروژن باعث افزایش وزن و اندازه دانه و افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود اما درصد روغن دانه کاهش می‌یابد. علت این امر رابطه معکوس درصد پروتئین با درصد روغن است. نوریانی (۱۳۹۹) معتقد است که افزایش فراهمی کود نیتروژن سنتز مواد پروتئینی را تحریک می‌کند و باعث کاهش درصد روغن می‌شود. Munir *et al.* (2007) نیز کاهش درصد روغن دانه در اثر کاربرد نیتروژن را در گیاه آفتابگردان گزارش کردند. به نظر می‌رسد تأثیر تنش خشکی بر این صفت کم‌تر بود. قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که با افزایش شدت تنش خشکی به دلیل کوتاه‌بودن طول دوره پرشدن دانه و افزایش ضخامت پوست دانه، درصد روغن دانه کاهش یافت.

در تیمار مصرف ۲۵ درصد نیتروژن در زمان کاشت و ۷۵ درصد قبل از گل‌دهی عملکرد روغن ۱۶۰۳ کیلوگرم در هکتار بود که بیش از تیمارهای دیگر بود. علت این امر بالاتر بودن عملکرد دانه در این تیمار بود هرچند درصد روغن کم‌تر از سایر تیمارها بود. مصرف نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دلیل افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن آفتابگردان را هم افزایش داد (Hamzei *et al.*, 2017). از آنجایی که عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به دست می‌آید لذا، به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و درصد روغن در تیمار آبیاری قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه، عملکرد روغن هم بیش از تیمارهای دیگر بود. تولید بیش‌تر روغن در تیمار آبیاری کامل به دلیل بالا بودن عملکرد دانه توسط Hamzei *et al.* (2017) نیز گزارش شده است. به گزارش قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) با کاهش فواصل آبیاری عملکرد روغن در گیاه آفتابگردان افزایش معنی‌دار پیدا کرد. این امر به دلیل افزایش درصد روغن دانه و عملکرد دانه در اثر عدم وجود تنش خشکی بود.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان داد که کمبود آب تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان داشت. آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه را افزایش داد. با توجه به تأثیرپذیری عملکرد دانه از این دو صفت، عملکرد دانه هم در این تیمار بیش از تیمارهای دیگر بود. در این تیمار وزن خشک بوته، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن نیز بیش از تیمارهای دیگر بود. مصرف مقدار بیش‌تری از نیتروژن در زمان کاشت شرایط را برای افزایش تعداد ردیف در طبق و وزن خشک بوته فراهم کرد، اما مصرف بیش‌تر نیتروژن قبل از گل‌دهی تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه را افزایش داد. در مجموع، برای به‌دست‌آوردن عملکرد بیش‌تر آفتابگردان لازم است آبیاری در دو مرحله یعنی قبل از گل‌دهی و پرشدن دانه انجام شود تا با افزایش عوامل مؤثر بر عملکرد یعنی تعداد دانه در طبق و وزن دانه، محصول بیش‌تری حاصل شود. لازم است نیتروژن کم‌تری در زمان کاشت و میزان بیش‌تری از این عنصر پرمصرف در مرحله قبل از گل‌دهی مصرف شود تا حداکثر عملکرد به‌دست آید.

## ۷. تشکر و قدردانی

هزینه اجرای این آزمایش از محل اعتبار پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس تأمین شده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۹. منابع

- ابراهیمی، حسین و حسن‌پور درویشی، حسین (۱۳۹۴). رابطه بین عملکرد ذرت با مصرف آب (نیاز آبی محاسباتی و کمبود رطوبت خاک). *مجله آبیاری و زهکشی ایران*. ۹ (۴)، ۶۱۳-۶۰۵.
- امیدی اردلی، غلامعلی و بحرانی، محمدجعفر (۱۳۹۰). تأثیر تنش خشکی، مقادیر و زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در مراحل مختلف رشد. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۱۵ (۵۵)، ۱۹۹-۲۰۷.
- بناری، عباس؛ موسوی نیک، محسن؛ بهدانی، محمدعلی و بشارتی، حسین (۱۳۹۲). تأثیر مقادیر کود آلی گوگرد و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزاء آن در آفتابگردان. *نشریه تولید گیاهان زراعی*. ۶ (۳)، ۱-۱۵.
- بنی‌عباس‌شهری، زهره؛ زمانی، غلامرضا و سیاری زهان، محمد حسن (۱۳۹۱). اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*). *نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۴ (۲)، ۱۷۲-۱۶۵.
- حقیقی، زهره و مدنی، احد (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سطوح آبیاری و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم ایروفلور آفتابگردان. *فصلنامه پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر*. ۱۲ (۳)، ۱۷۵-۱۸۲.
- حیدری، مصطفی و کرمی، وحید (۱۳۹۲). بررسی تنش آبی و گونه‌های مختلف میکوریزا بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، محتوای کلروفیل و اجزای بیوشیمیایی آفتابگردان. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۶ (۱)، ۱۷-۲۶.
- صداقت، مژده؛ رزمجو، جمشید و امام، یحیی (۱۳۹۱). اثر میزان و زمان تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد جزای و عملکرد آفتابگردان. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۲ (۳)، ۲۱-۳۰.
- فولادوند، موسی و یدوی، علیرضا (۱۳۹۴). اثر تراکم کاشت، مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی و کارایی استفاده از نیتروژن گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) در رقابت با علف‌های هرز. *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۳ (۲)، ۳۶۸-۳۵۸.
- نوریانی، حسن (۱۳۹۹). واکنش عملکرد کمی و کیفی و ترکیب اسیدهای چرب سه رقم آفتابگردان به مقادیر مختلف کود نیتروژن. *مجله به‌زراعی کشاورزی*. ۲۲ (۲)، ۲۶۸-۲۵۷.
- قلی‌نژاد، اسماعیل؛ آیین‌بند، امیر؛ حسن‌زاده قورت‌تپه، عبدالله؛ نورمحمدی، قربان و برنوسی، ایرج (۱۳۹۱). بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه در آفتابگردان رقم ایروفلور در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته در ارومیه، *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۲۲ (۲)، ۱۲۹.

## References

- Ali, M. D. H., & Shui, L. T. (2009). Potential evapotranspiration model for muda irrigation project, Malaysia. *Water Resources Management*, 23(1), 57-69.
- Baniabbass Shahri, Z., Zamani, G. R., & Sayyari Zahan, M. H. (2012). Effect of drought stress and zinc sulfate foliar application on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 4(2), 165-172. (In Persian).
- Bonari, A., Mousavi Nic, M., Behdani, M. A., & Besharati, H. (2013). Effect of sulphur fertilizer and nitrogen split application on yield and its components of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Crop Production*, 6(3), 1-15. (In Persian).
- Chantal, K., Ongor, B. T., Bandushubwenge, D., Ndiokubwayo Soter, N., & Shabani Felix, S.

- (2018). Effects of different nitrogen fertilizer levels on sunflower growth and yield attributes. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(11), 557 - 562.
- Danesh Shahraki, A., Kashani, A., Mesgarbashi, M., Nabipour, M., & Koohi-Dehkordi, M. (2009). The effect of plant densities and time of nitrogen application on some agronomic characteristic of rapeseed. *Pajouhesh & Sazandegi*, 21(2), 10-17. (In Persian).
- Ebrahimi, H., & Hasanpour darvishi, H. (2015). The relationship between corn yield and water consumption (computational water demand and lack of soil moisture). *Iranian Journal of Irrigation and drainage*, 4(9), 605-613. (In Persian).
- Fuladvand, M., & Yadavi, A. (2015). Effect of plant density, rate and split application of nitrogen fertilizer on quality characteristics and nitrogen use efficiency of safflower under weed competition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(2), 358-368. (In Persian).
- Gholinezhad, E., Aynaband, A., Hassanzade Ghorthapeh, A., Noormohamadi, G., & Bernousi, I. (2012). Effects of drought stress, nitrogen amounts and plant densities on grain yield, rapidity and period of grain filing in sunflower. *Journal of Agricultural science and Sustainable Production*, 22(1), 129-143. (In Persian).
- Haghighi, Z., & Madani, A. (2015). The effect of irrigation regimes and pattern of nitrogen topdressing on yield and yield components of sunflower. *Agronomic Research in Semi Desert Regions*, 12(3), 175-182. (In Persian).
- Hamzei, J., Nejafi, H., & Babaei, M. (2017). Effect of irrigation and nitrogen on agronomic parameters, yield, grain quality and agronomic nitrogen use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(4), 686-698. (In Persian).
- Heidari, M., & Karami, V. (2013). Effects of water stress and different mycorrhiza species on grain yield, yield components, chlorophyll content and biochemical components of sunflower. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 6(1), 17-26. (In Persian).
- Hussain, M., Farooq, S., Hasan, W., Ul-Allah, S., Tanveer, M., Farooq, M., & Nawaz, A. (2018). Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. *Agricultural Water Management*, 201, 152-166.
- Kiani, M., Gheysari, M., Mostafazadeh-Fard, B., Majidi, M., Karchani, K., & Hoogenboom, G. (2016). Effect of the interaction of water and nitrogen on sunflower under drip irrigation in an arid region. *Agricultural Water management*, 171, 162-172.
- Munir, M.A., Malik, M.A., & Yaseen, M. (2007). Performance of sunflower in response to nitrogen management at different stages. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 44(1), 123-129.
- Nasim Jatoi, W., Ahmad, A., Hammad, M. H., Chaudhary, H. J., & Hussain Munis, M. F. (2012). Effect of nirtogen on growth and yield of sunflower under semi-arid conditions of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 44(2), 639-648.
- Nouriyani, H. (2020). The reaction of quantitative and qualitative yield and fatty acids composition of three sunflower cultivars to different nitrogen fertilizer levels. *Journal of Crop Improvement*, 22(1), 1-12. (In Persian).
- Omid Ardali, Gh., & Bahrani, M. J. (2011). Effects of water stress, nitrogen levels and application times on yield and yield components of sunflower at different growth stages. *Journal of Water and Soil Science*, 15(55), 199-207. (In Persian).
- Ozer, H., Polat, T., & Ozturk, E. (2004). Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. *Plant, Soil & Environment*, 50(5), 205-211.
- Sedaghat, M., Razmjo, J., & Emam, Y. (2013). Effect of N-fertilizer rates and timing on grain yield and components of sunflower. *Journal of Crop production and processing*, 2(6), 21-31. (In Persian).