



## به زراعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

صفحه‌های ۷۷۵-۷۶۱

DOI: 10.22059/jci.2021.322613.2542

مقاله پژوهشی:

### اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گلرنگ در استان البرز

فاطمه قبادی<sup>۱</sup>، ناصر مجنون حسینی<sup>۲\*</sup>، مصطفی اویسی<sup>۳</sup>، غلامعباس اکبری<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۱۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۱

#### چکیده

جهت بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گلرنگ در استان البرز، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده با سه فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. فاکتور اصلی سطوح آبیاری (معمول، تا نیمه گل‌دهی و آبیاری تا آغاز پر شدن دانه)، فاکتور فرعی کود نیتروژن (۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز گیاه) و فرعی ارقام پدیده، پرنیان، گلدشت و گلمهر بودند. اثر فاکتورهای آبیاری، نیتروژن و رقم در صفات تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و زیست توده معنی‌دار بود. قطع آبیاری در مرحله آغاز دانه‌بندی و ۵۰ درصد گل‌دهی به ترتیب منجر به کاهش ۱۶/۲ و ۶۸/۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به آبیاری معمول گردید. با کاهش ۵۰ درصدی نیتروژن نسبت به تأمین کامل آن، عملکرد دانه ۸/۵ درصد و زیست توده ۱۲ درصد کاهش یافت. برهمکنش سه‌گانه آبیاری، کود و رقم در صفات قطر ساقه و طبق معنی‌دار شد. رقم گلمهر بیشترین و رقم گلدشت کم‌ترین قطر ساقه را در سطوح مختلف آبیاری و کود نشان دادند. برهمکنش سطوح آبیاری و نیتروژن نشان داد که با کاهش سطوح آبیاری، جذب نیتروژن نیز کاهش یافته و باعث کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود با این وجود تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن در شرایط تنش خشکی مانع افت شدیدتر تعداد دانه در طبق می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** تأمین کود نیتروژن، تعداد طبق، زیست‌توده، قطع آبیاری، وزن هزاردانه.

### Effect of Different Levels of Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Yield and Yield Components of Some Safflower Cultivars in Alborz Province

Fatemeh Ghobadi<sup>1</sup>, Nasser Majnoun Hosseini<sup>2\*</sup>, Mostafa Oveisi<sup>3</sup>, Gholam.Abbas Akbari<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran.

4. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aburairhan Campus, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

Received: May 22, 2021

Accepted: July 4, 2021

#### Abstract

To investigate the effect of different levels of irrigation and nitrogen fertilizer on yield and yield components of some safflower cultivars, an experiment was conducted as a split-split plot in a randomized complete blocks design with three replications in the research farms of the University of Tehran, Karaj during 2018-2019. Main plots were irrigation (normal irrigation, irrigation until at middle of flowering stage and irrigation until the beginning of seed filling), sub plots were nitrogen (supply of 100 % and 50 % of nitrogen needs) and sub-sub plots were safflower cultivars (Goldasht, Golmehr, Padideh and Parnian). The effect of irrigation, nitrogen, and cultivar factors on number of heads per plant, number of seeds per head, 1000-seed weight, grain yield, and biomass were significant. According to the results, cut-off of irrigation at the beginning of seed filling and middle of flowering stages leads to a reduction of 16.2 % and 68.1 % of seed yield compared to normal irrigation, respectively. Reducing the amount of nitrogen by 50 % compared to 100 % supply decreases seed yield 8.5 % and biomass by 12 %. The triple interaction of irrigation, fertilizer and cultivar was significant in stem diameter and head diameter. The interaction of irrigation and nitrogen levels showed that with decreasing irrigation levels, nitrogen uptake also decreased and reduced the number of seed per head. However, providing 100 % of the nitrogen requirement under drought stress conditions prevents a more severe decline in the number of grains per head.

**Keywords:** Biomass, Cut-off of irrigation, Nitrogen fertilizer supply, Number of heads, 1000 seed weight.

## ۱. مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی است (Arvin et al., 2018). بخش کشاورزی از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان منابع آب در جهان است که در نتیجه از بحران کم‌آبی نیز بیش‌ترین آسیب را خواهد دید. بنابراین مهم‌ترین مشکل تهدید کننده امنیت غذایی ایران و جهان، کمبود منابع آب مناسب است به‌گونه‌ای که حل این مشکل و محدودیت منابع آب، موجب اعمال مدیریت کم‌آبایی در بخش کشاورزی شده است (Geerts & Raes, 2009).

تنش‌های زیستی و غیرزیستی رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این میان کمبود آب از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی محسوب می‌شود که بر رشد و عملکرد گیاه اثرات منفی فراوانی داشته و باعث محدود شدن تولید محصول در ۲۵ درصد از اراضی جهان شده است (Jaleel et al., 2009). اراضی ایران اغلب در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (Azarakhshi et al., 2013).

زمانی که تعرق از سطح برگ‌ها بیش‌تر از ظرفیت ریشه برای جذب آب از خاک شده و شرایط آب‌وهوایی باعث اتلاف مداوم آب به‌علت تعرق و تبخیر شود تنش کم‌آبی در گیاه رخ می‌دهد که نتیجه آن رقابت بین گیاهان برای جذب آب از خاک است (Jaleel et al., 2009). کم‌آبی یا خشکی یک تنش چندبعدی با آثار گوناگون بر گیاه است که اغلب ویژگی‌های مورفولوژیکی و فرایندهای فیزیولوژیکی مرتبط با رشد و تولید عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عکس‌العمل گیاه به تنش خشکی به شدت و مدت تنش، گونه گیاهی و مرحله رشد وابسته است (Wang et al., 2016). این تنش به‌وسیله افت پتانسیل آب سلول و آماس، باعث افزایش غلظت املاح در مایعات درون و برون‌سلولی می‌شود. در شرایط کم‌آبی، توسعه سلول محدود یا متوقف می‌شود و

در نتیجه رشد گیاه به تأخیر خواهد افتاد. تنش خشکی طولانی‌مدت نیز موجب از دست‌رفتن آب گیاهان و از بین رفتن آن‌ها می‌شود (Lisar et al., 2012). خشکی علاوه بر تأثیر روی روابط آبی گیاه از طریق کاهش محتوای آب و آماس، با محدود کردن تبادلات گازی، تعرق را کاهش داده و مانع از جذب و تثبیت کربن نیز می‌شود (Lisar et al., 2012). ایجاد تنش در مرحله زایشی گلرنگ تأثیری بر نسبت ریشه به اندام هوایی ندارد، اما باعث کاهش گل‌دهی و دانه‌بندی و تخصیص بیش‌تر منابع برای پرشدن دانه می‌شود (Prasad et al., 2008). رشد بوته‌های گلرنگ در مواجهه با تنش خشکی متوسط و شدید، کاهش معنی‌داری را نشان داده است (Salem et al., 2014). اگرچه گلرنگ به‌دلیل داشتن ریشه‌های طویل و توانایی جذب رطوبت از اعماق خاک، یک گیاه متحمل به کم‌آبی است (Fanaei et al., 2017)، اما ارتفاع و عملکرد این گیاه تحت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Tayebi et al., 2018). Farasat et al. (2012) بیان کردند تنش خشکی عملکرد دانه و درصد روغن دانه گلرنگ را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. در میان اجزای عملکرد گلرنگ تعداد طبق در بوته و وزن هزاردانه نقش به‌سزایی در تعیین عملکرد این گیاه دارند (Koutroubas et al., 2009). در مراحل گل‌دهی و رسیدگی دانه، تنش خشکی منجر به کاهش تعداد طبق‌های بارور، تعداد دانه در طبق، وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه و روغن دانه می‌شود (Nabipour et al., 2007). طبق گزارش Noroozi & Kazemeini (2013) هنگامی که میزان آب قابل‌دسترس برای بوته‌های گلرنگ به کم‌تر از ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک، کاهش می‌یابد باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد اجزای آن می‌شود.

علاوه بر مشکل کمبود آب، به‌دلیل مصرف بی‌رویه و رو به افزایش کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، ورود مقدار زیاد نیتروژن به خاک،

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱

عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام پدیده، گلدشت و گلهمر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (Haghshenas *et al.*, 2020). در مطالعه ۶۲ ژنوتیپ گلرنگ تحت شرایط کمبود آب در اقلیم اصفهان مشاهده شد که خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در تمام ژنوتیپ‌ها بوده اما میزان این کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت دارد و در تجزیه کلاستر آن‌ها به دو گروه حساس و متحمل به خشکی قرار گرفتند (Bahrami *et al.*, 2014). بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب تنوع معنی‌داری گزارش شده است که این موضوع امکان گزینش لاین‌های متحمل به کمبود آب را میسر می‌سازد (Bortolheiro & Silva, 2017).

ایران برای تأمین نیاز روغن‌های نباتی، یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان این نوع محصولات در سطح جهانی است (Faryaders *et al.*, 2016)، بنابراین گسترش کشت دانه‌های روغنی جهت تأمین نیاز کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در میان دانه‌های روغنی، گلرنگ به‌عنوان یک گیاه بومی، سازگار به طیف وسیعی از شرایط خاکی ایران و به‌دلیل مقاومت در برابر تنش‌های شوری و خشکی (Bassil & Kaffka, 2002; Omid *et al.*, 2014; Esendel *et al.*, 1993) و همچنین داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه می‌تواند گزینه مناسبی برای تولید روغن نباتی باشد (Pasban Eslam, 2004). گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* گیاهی است یک‌ساله از تیره Asteraceae و روزبلند که در گروه گیاهان سرمادوست قرار می‌گیرد (Zeynali, 1999). گلرنگ به‌علت دارابودن بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، به‌ویژه لینولئیک‌اسید و اولئیک‌اسید می‌تواند نقش مهمی در گسترش سطح زیر کشت گیاهان روغنی و تأمین دانه‌های روغنی در کشور داشته باشد (Ashrafi & Razmjoo, 2010). با توجه به این‌که در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند

اتمسفر و آب‌های زیرزمینی، سلامت انسان و پایداری بوم نظام‌ها در معرض تهدید واقع شده است (Nosengo, 2001; Kaiser, 2004; Erisman, 2003). هم‌چنین کشاورزان نیز از کود نیتروژن بیش از مقدار مناسب و توصیه‌شده جهت تولید محصولات زراعی استفاده می‌کنند (Zheng *et al.*, 2007). مصرف و مدیریت استفاده از کود شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژن‌دار که نقش مهمی در رشد مطلوب گیاه برعهده دارد، یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی جهت توسعه کشت یک محصول است. مطالعه در این زمینه به‌ویژه همراه با سایر عوامل زراعی دیگر مانند تراکم بوته و مدیریت آب می‌تواند در رسیدن به عملکرد مناسب نقش مؤثری داشته باشد (Ghajari *et al.*, 2017). نیتروژن مهم‌ترین عنصر در بین سایر عناصر موردنیاز گیاه می‌باشد که کمبود آن باعث کاهش عملکرد در واحد سطح شده و استفاده از مقدار لازم کود نیتروژن همواره نقش به‌سزایی در افزایش تولید محصولات زراعی ایفا کرده است. از سوی دیگر کمبود این عنصر منجر به توقف رشد و زردی در برگ‌ها به‌دلیل کاهش آسمیلایسیون می‌شود که در نهایت باعث گل‌دهی زودهنگام و کوتاه‌شدن چرخه رشد و تولید در گیاه می‌شود (Ghajari *et al.*, 2017). طبق نتایج Abbadi *et al.* (2008) با افزایش مصرف نیتروژن، زیست‌توده و عملکرد دانه در گلرنگ افزایش یافته است. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که افزایش در عملکرد نتیجه افزایش تعداد طبق در بوته و وزن توده طبق بود.

برخی ژنوتیپ‌های ایرانی گلرنگ در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی موردبررسی قرار گرفتند و نتایج نشان داد خشکی باعث کاهش عملکرد دانه در همه آن‌ها شد، اما از نظر تحمل به کمبود آب بین ژنوتیپ‌ها تنوع معنی‌داری مشاهده شد (Zareie *et al.*, 2013). در یک مطالعه نشان داده شد که بر اثر تنش خشکی و کمبود آب،

## اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گلرنگ در استان البرز

پیش از شروع آزمایش، از خاک مزرعه نمونه برداری مرکب انجام گرفت و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک محل کاشت تعیین شد. میزان عناصر موردنیاز براساس آزمون خاک به خاک مزرعه اضافه شد (جدول ۲). کشت گلرنگ به صورت پاییزه و در تاریخ سوم مهرماه ۱۳۹۷ انجام شد. فاصله بین خطوط و روی خطوط کشت به ترتیب ۳۰ و ۵ سانتی‌متر و تراکم کشت ۶۷ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد.

این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خردشده سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی آزمایش سطوح مختلف آبیاری (سه سطح آبیاری نرمال یا شاهد، آبیاری تا ۵۰ درصد گل‌دهی و تا آغاز دانه‌بندی) بود. سطوح نیتروژن (دو سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن (۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۱۶۵ کیلوگرم کود اوره) و تأمین ۵۰ درصد نیاز نیتروژن (۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۸۵ کیلوگرم کود اوره)) به عنوان فاکتور فرعی و ارقام گلرنگ (پدیده، پرنیان، گلدشت و گلمهر) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. آبیاری شاهد و هم‌چنین سایر سطوح آبیاری تا پیش از قطع آبیاری، براساس عملیات رایج در منطقه و شرایط مزرعه انجام شد.

ایران آب محدودیت اصلی است و میزان دسترسی به رطوبت خاک و نیتروژن از مهم‌ترین عوامل تعیین عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود، لذا برای یافتن پاسخ به سؤالات موردنظر، با مضمون اثرگذاری تأمین کامل و کاهش نیتروژن موردنیاز گلرنگ و هم‌چنین اثرگذاری قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد، بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گلرنگ در کشت پاییزه در کرج چگونه است؟ این آزمایش انجام شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در استان البرز، شهر کرج با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۸۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۹۲ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. برپایه طبقه‌بندی کوپن این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد<sup>۱</sup> با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۳ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین دماهای ماهانه و بارندگی در سال ۹۸-۱۳۹۷ در منطقه کرج در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین دما و میزان بارندگی ماهانه استان البرز در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

عوامل اقلیمی	سال ۱۳۹۷				سال ۱۳۹۸					
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
بارش (mm)	۱۷/۰	۴۹/۵	۶۲/۱	۵۴/۴	۲۸/۵	۴۱/۳	۸۴/۹	۱۲/۸	۳/۱	۰
دما (°C)	۱۹/۱	۱۰/۹	۸/۶	۴/۷	۵/۶	۷/۴	۱۱/۹	۱۶/۹	۲۴/۶	۲۹/۰

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه (cm)	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	پتاسیم (mg.kg <sup>-1</sup> )	فسفر (mg.kg <sup>-1</sup> )	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۰-۳۰	لوم رسی	۸/۳	۲/۷۷	۲۹۲	۲۱/۲	۰/۰۸	۱/۹	۲۸	۳۹	۳۳

I. Cold semi-arid climates (BSK)

فاکتورهای آبیاری، کود نیتروژن و رقم در صفات قطر ساقه و قطر طبق به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار بود. هم‌چنین برهم‌کنش دوگانه سطوح آبیاری و کود نیتروژن برای صفت تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. برهم‌کنش دوگانه سطوح آبیاری و رقم و دوگانه سطوح کود نیتروژن و رقم در تمام صفات مورد مطالعه غیر معنی دار بود. لذا مقایسات میانگین در تیمارهای مذکور براساس آثار سه‌گانه و دوگانه و در سایر صفات مورد مطالعه براساس اثر اصلی تیمارها صورت گرفت.

### ۱.۳. شاخه فرعی

اثر تیمار کود و رقم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه فرعی معنی دار بود و تیمار آبیاری اثر معنی داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). با اعمال ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن تعداد شاخه فرعی ۱۶/۷۵ درصد بیش‌تر از شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز نیتروژن تولید شد و این تفاوت معنی دار بود (جدول ۴). عنصر نیتروژن بیش‌ترین تأثیر را بر رشد اندام‌های هوایی دارد و با افزایش میزان جذب خالص مواد فتوسنتزی، می‌تواند بر مقدار تولید زیست‌توده بیافزاید. در گلرنگ افزایش زیست‌توده به‌صورت افزایش شاخه‌زایی و ارتفاع بوته خواهد بود (Farooghi & Ebadi, 2012).

بیش‌ترین شاخه فرعی به‌ترتیب در گلمهر، پرنیان، گلدشت و پدیده مشاهده شد. میانگین تعداد شاخه فرعی در رقم گلمهر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از ارقام پدیده و گلدشت بود. تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه فرعی بین سایر ارقام دیده نشد (جدول ۴). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش به‌نظر می‌رسد تفاوت در پتانسیل ژنتیکی ارقام و هم‌چنین بهره‌برداری بیش‌تر از پتانسیل‌های محیطی موجب افزایش ساخت و تحریک

جهت اندازه‌گیری میزان آب ورودی به کرت‌ها از کنتور استفاده شد. تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شاهد، آبیاری تا آغاز دانه‌بندی و آبیاری تا نیمه مرحله گل‌دهی به‌ترتیب ۷، ۶ و ۵ نوبت و میزان آب مصرفی نیز در سطوح آبیاری ذکر شده به‌ترتیب ۳۱۵۰، ۲۵۴۷، ۲۱۴۴ مترمکعب در هکتار بود. سطوح تیمار آبیاری با توجه به مراحل رشد فنولوژی گلرنگ، براساس مقیاس کدگذاری BBCH<sup>۱</sup>، در ۵۰ درصد مرحله گل‌دهی (مرحله نمو زایشی تا پایان رسیدگی) و در مرحله شروع دانه‌بندی تا پایان رسیدگی، اعمال شد. تیمار نیتروژن از منبع کود اوره در سه زمان (موقع کشت، ساقه‌دهی و تکمه‌دهی) به‌صورت تقسیط اعمال شد. با مشاهده علایم رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، پنج بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی برداشت و صفات تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه، تعداد طبق در بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه اندازه‌گیری شدند. در پایان فصل نیز با حذف اثرات حاشیه‌ای شامل دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط کشت، یک مترمربع از هر کرت آزمایشی برداشت و پس از جداکردن دانه و کاه و کلش، عملکرد دانه و زیست‌توده هر کرت توزین و محاسبه شد. پیش از توزین، کاه و کلش برای خشک‌شدن به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

تست نرمالیتبه داده‌ها و سپس تجزیه واریانس با SAS (نسخه ۹/۴) و مقایسات میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت. برای مقایسه میانگین اثرات متقابل معنی‌دار از برش‌دهی استفاده شد.

### ۳. نتایج و بحث

به‌طورکلی نتایج نشان داد که برهم‌کنش سه‌گانه سطوح

1. Biologische Bundesanstalt, bundessortenamt and Chemical industry

اثر سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گلرنگ در استان البرز

آغازنده‌های ایجادکننده شاخه و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به آغازه‌های جانبی ژنوتیپ گلمهر در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های این پژوهش شده است. Bakhtouri et al. (2016) نیز گزارش کردند که در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ اثر ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی موجب تفاوت معنی‌دار در تعداد شاخه فرعی خواهد شد.

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس مقادیر صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ تحت سطوح مختلف قطع آبیاری و کود نیتروژن در استان البرز-شهر کرج

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	قطر طبق	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	زیست‌توده
تکرار (R)	۲	۲/۶۷ ns	۶/۱۵ ns	۱/۱۷ ns	۲۲/۸۲ ns	۲۲۰/۷۰ ns	۱۵/۵۳ ns	۴۱۹۶۱۰۹/۵۴ **	۶۳۸۸۱۶۳۲۰/۲۰ **
آبیاری (I)	۲	۶/۸۶ ns	۲/۰۲ ns	۰/۳۰ ns	۴۰۱/۷۶ **	۴۷۲/۵۱ *	۱۷۶/۴۵ **	۲۴۹۵۵۵۰۹/۹۰ **	۲۰۴۲۵۷۷۲۸۳/۳۰ **
خطای اصلی	۴	۱/۵۴	۱/۲۲	۱/۷۲	۳/۱۲	۲۹/۷۱	۴/۷۷	۱۹۳۴۲۶/۶۹	۸۳۴۹۷۳/۴۰
نیتروژن (N)	۱	۵۷/۱۷ **	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۷ ns	۶۴/۴۳ **	۸۸/۱۱ **	۴۰/۴۲ **	۶۱۰۵۵۸۲/۴۸ ns	۱۹۲۳۸۲۳۱/۸۶ **
I × N	۲	۰/۵۷ ns	۱/۳۰ ns	۰/۵۲ ns	۰/۳۳ ns	۱۷/۰۵ **	۱/۹۷ ns	۱۵۲۴۷۶/۸۸ ns	۹۶۴۲۰۲/۴۱ ns
خطای فرعی	۶	۰/۳۳	۰/۷۵	۱/۷۰	۱/۳۵	۱/۱۳	۰/۷۲	۱۱۲۲۴۹/۸۳	۱۰۷۵۶۹/۴۰
رقم (C)	۳	۱۳/۴۶ **	۱۸/۶۹ **	۵۰/۲۵ **	۷۱/۲۰ **	۱۵۹/۳۱ **	۱۵۷۲/۲۰ **	۴۰۳۵۸۳۵/۱۱ **	۲۷۵۹۷۸۵۷/۹۰ **
C × I	۶	۰/۸۲ ns	۱/۸۷ ns	۲/۰۳ ns	۲/۹۸ ns	۱۰/۵۶ ns	۲/۲۳ ns	۲۴۵۹۱۱/۳۶ ns	۱۹۲۰۳۹۱/۳۰ ns
C × N	۳	۲/۳۸ ns	۳/۱۵ ns	۱/۴۹ ns	۱/۵۰ ns	۱/۱۲ ns	۰/۱۱ ns	۴۱۰۸۷۷ ns	۱۵۰۵۵۵/۴۰ ns
C × N × I	۶	۰/۶۳ ns	۴/۵۶ *	۳/۷۹ **	۰/۵۶ ns	۰/۵۴ ns	۲/۶۱ ns	۱۱۵۹۴/۰۵ ns	۲۸۷۳۰۹/۹۰ ns
خطای فرعی	۳۰	۱/۳۵	۱/۲۲	۱/۰۰	۲/۰۹	۸/۰۵	۳/۱۳	۹۳۳۲۷/۷۴	۱۶۹۷۳۳۹/۲۰
ضریب تغییرات (%)	-	۱۱/۹۵	۹/۶۲	۳/۶۸	۷/۱۹	۸/۳۰	۵/۰۲	۱۴/۸۱	۱۶/۰۹

ns, \* و \*\*: به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴. مقایسه میانگین سطوح مختلف فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ در استان البرز-شهر کرج

فاکتورهای آزمایش	سطوح فاکتورهای آزمایش	شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	قطر طبق (mm)	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)
نرمال (شاهد)	۱۰/۶۳ a	ns	ns	ns	۲۴/۴۶ a	۳۸/۰۵ a	۳۷/۷۵ a	۲۸۶۷/۳۱ a	۱۰۳۶۵ a
آبیاری	تا دانه بندی	ns	ns	ns	۱۹/۶۲ b	۳۵/۱۹ ab	۳۵/۶۲ a	۲۴۰۳/۸۱ a	۹۱۱۴/۹۲ b
تا گل دهی	ns	ns	ns	۱۶/۳۳ c	۲۹/۳۴ b	۲۹/۳۴ b	۳۲/۳۶ b	۹۱۵/۵۸ b	۴۸۰۴/۵۹ c
نیاز گیاه به کود نیتروژن	۱۰۰ درصد	۱۰/۶۳ a	ns	ns	۲۱/۰۸ a	۳۵/۳۰ a	۳۵/۹۹ a	ns	۸۶۱۱/۸۶ a
۵۰ درصد	۸/۸۵ b	ns	ns	۱۹/۱۹ b	۳۳/۰۹ b	۳۳/۰۹ b	۳۴/۴۹ b	ns	۷۵۷۸/۰۴ b
رقم	پدیده	۸/۸۶ b	۱۳/۷۷ a	۲۷/۱۰ b	۱۸/۲۷ c	۳۰/۹۸ b	۲۷/۴۴ c	۱۷۳۶/۵۵ b	۷۲۶۵/۷۰ b
پرنیان	۹/۸۵ ab	۱۲/۳۱ b	۲۶/۴۴ bc	۲۰/۵۹ b	۳۵/۳۰ a	۳۵/۳۰ a	۴۱/۲۵ b	۲۴۷۳/۸۲ a	۹۰۹۶/۱۹ a
گلدشت	۹/۳۴ b	۱۲/۲۴ b	۲۹/۶۸ a	۲۲/۷۴ a	۳۷/۷۷ a	۳۷/۷۷ a	۴۵/۲۵ a	۲۴۶۲/۸۴ a	۹۲۱۲/۰۲ a
گلمهر	۱۰/۸۸ a	۱۴/۲۵ a	۲۵/۹۲ c	۱۸/۹۵ c	۳۲/۷۲ b	۳۲/۷۲ b	۲۷/۱۰ c	۱۵۷۵/۷۳ b	۶۸۰۵/۸۹ b

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

### ۳.۲. قطر ساقه

اثر برهم کنش سه گانه سطوح آبیاری×کودنیتروزن×رقم در سطح احتمال پنج درصد بر صفت قطر ساقه معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین قطر ساقه ارقام مختلف نشان داد به ترتیب رقم گلمهر، پدیده، پرنیان بیشترین قطر ساقه و گلدشت کمترین قطر ساقه را داشت. با توجه به مقایسات میانگین اثر سه گانه تیمارهای آبیاری×کود×رقم بر قطر ساقه، مشخص شد که در رقم پدیده در آبیاری شاهد و آبیاری تا دانه بندی، با کاهش ۵۰ درصدی میزان نیتروزن نسبت به تامین ۱۰۰ درصد نیتروزن، قطر ساقه به ترتیب به میزان ۱۰/۸ و ۵ درصد کاهش می یابد (جدول ۴ و شکل ۱). به نظر می رسد تیمار آبیاری شاهد جذب نیتروزن بیش تری در تیمار نیتروزن کامل داشته و قطر ساقه در رقم پدیده افزایش یافته و در مقابل کاهش بیش تری نیز در کمبود میزان نیتروزن نشان داده است (در مقایسه با سایر تیمارهای آبیاری).

در پژوهش های مرتبط مشخص شد اعمال تنش خشکی می تواند کاهش معنی دار ارتفاع بوته و قطر ساقه گلرنگ را به دنبال داشته باشد؛ اما در این طرح به دلیل اعمال تنش خشکی به صورت قطع آبیاری پس از طی مراحل رویشی گیاه، این تیمار اثری معنی داری بر قطر ساقه نداشت (Baghkhan & Farahbakhsh, 2009).

Hosseini (2016) در مطالعه صفت عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان داد در ژنوتیپ های گلرنگ تحت شرایط بدون تنش رطوبتی اثر مستقیم وزن هزاردانه بر عملکرد دانه مثبت اما اثر مستقیم قطر ساقه منفی بود. بنابراین، انتخاب براساس قطر ساقه باعث کاهش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش می شود. اما در شرایط تنش خشکی هرچه قطر ساقه بیش تر باشد ساقه گلرنگ از استحکام بیش تری برخوردار بوده و محصول بیش تری تولید می نماید، زیرا شرایط رشد مطلوب گلرنگ تنها در

شکل ایستاده فراهم می شود؛ بنابراین ساقه های محکم که در اثر کم آبی ضعیف نشود یکی از اصول تولید و پایداری عملکرد در گلرنگ می باشد. این نتایج با یافته های طرح حاضر مطابقت داشت.

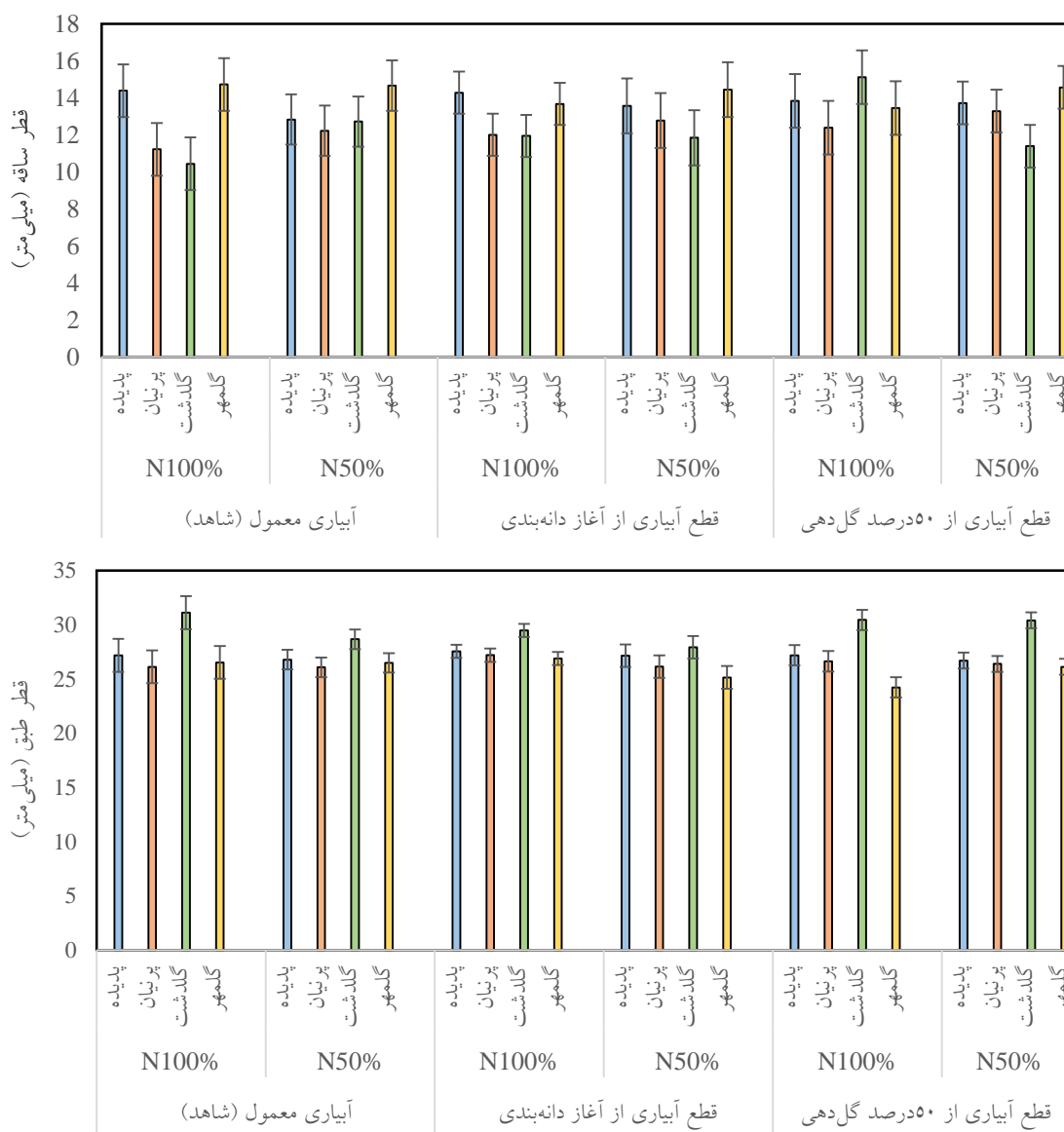
### ۳.۳. قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمار رقم و اثر سه گانه آبیاری×کود×رقم بر صفت قطر طبق در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). در مقایسات میانگین رقم گلدشت بیش ترین و رقم گلمهر کمترین قطر طبق را داشتند (جدول ۴ و شکل ۱).

مقایسه میانگین اثر سه گانه آبیاری×کود×رقم بر صفت مذکور نشان داد که در قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه، در تیمار کودی ۵۰ درصد تامین نیتروزن، قطر طبق در رقم پرنیان ۴ درصد کاهش و در رقم گلمهر ۶/۵ درصد کاهش نشان داد (نسبت به تامین ۱۰۰ درصد نیتروزن).

مقایسه میانگین ها نشان داد مصرف ۵۰ درصد نیتروزن مورد نیاز، کاهش ۱۳/۲۲ درصدی قطر طبق را نسبت به تامین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروزن در پی داشته است. ممکن است در شرایط تامین کامل نیاز نیتروزن به دلیل تخصیص میزان مناسب نیتروزن برای رشد زایشی، قطر طبق بیش تر شده باشد.

Nabipour et al. (2007) نیز عنوان کردند که قطر طبق در بوته گلرنگ تحت تأثیر رژیم های کم آبیاری به طور معنی داری کاهش می یابد. تامین آب کافی برای گلرنگ در مرحله پرشدن دانه اهمیت ویژه ای در افزایش قطر طبق و تولید عملکرد نهایی گیاه دارد و بروز تنش خشکی در این مرحله و یا قبل از آن (گل دهی) می تواند در کاهش اندازه طبق ها و تولید دانه مؤثر باشد (Farokhinia et al., 2011).



شکل ۱. پاسخ قطر ساقه و قطر طبق به برهم کنش سه گانه آبیاری، نیتروژن و رقم.

میله‌های نمایش داده شده روی ستون‌ها، بیانگر حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

به ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین تعداد طبق در آبیاری کامل، آبیاری تا دانه‌بندی و آبیاری تا ۵۰ درصد گل‌دهی (۲۴/۴۶، ۱۹/۶۲ و ۱۶/۳۳) مشاهده شد (جدول ۴). نتایج بیانگر این بود که قطع آبیاری در زمان دانه‌بندی و قطع

### ۳.۴. تعداد طبق در بوته

اثر تیمارهای آبیاری، کود و رقم بر تعداد طبق در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

## به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۱



کاهش تعداد طبق در بوته می‌شود، هم‌چنین کمبود آبیاری مانع رشد جوانه‌های جانبی شده و تعداد شاخه فرعی و در نتیجه تعداد طبق در بوته را کاهش می‌دهد (Farshidifar et al., 2002; Sarmadnia & Kocheiki, 1999). تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم طریق افزایش میزان فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهی مؤثر است. مصرف نیتروژن با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌ها باعث بهبود فتوسنتز می‌شود (Rastgoo et al., 2014).

### ۵.۳. تعداد دانه در طبق

اثر ساده تیمارهای آبیاری در سطح احتمال پنج درصد، اثر تیمارهای کود و رقم و برهم‌کنش دوگانه آبیاری×نیتروژن بر صفت تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه در طبق در شرایط آبیاری کامل (۳۸/۰۵) و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن (۳۵/۳۰) تولید شد؛ تعداد دانه در طبق در شرایط آبیاری معمول تفاوت معنی‌دار نسبت قطع آبیاری در نیمه گل‌دهی (۲۹/۳۴) و تأمین ۵۰ درصد نیاز نیتروژن (۳۳/۰۹) داشت (جدول ۴). ارقام گل‌دشت و پرینان بیش‌ترین تعداد دانه در طبق (۳۷/۷۷ و ۳۵/۳۰) و ارقام گلمهر و پدیده کم‌ترین تعداد دانه در طبق (۳۲/۷۲ و ۳۰/۹۸) را با تفاوت معنی‌دار تولید کردند (جدول ۴). تعداد دانه در طبق به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم‌کنش فاکتورهای آبیاری و کود قرار گرفت، به‌طوری‌که که با کاهش سطوح آبیاری (قطع از دانه‌بندی و قطع از ۵۰ درصد گل‌دهی) در هر دو سطح تیمار نیتروژن تعداد دانه در طبق نیز کاهش یافت. تعداد دانه در طبق در تیمار قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل‌دهی و در سطح تأمین ۵۰ درصد نیتروژن آن ۱۳/۱ درصد کم‌تر از تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن بود و معنی‌دار شد. می‌توان کاهش میزان آب برای جذب نیتروژن مؤثر را باعث

آب در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی، به ترتیب سبب ۱۹/۸ و ۳۳/۲ درصد کاهش در تعداد طبق در بوته در مقایسه با آبیاری شاهد می‌شوند. هم‌چنین تعداد طبق در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن (۲۱/۰۸) به‌طور معنی‌داری از تعداد طبق در شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز نیتروژن (۱۹/۱۹) بیش‌تر بود (جدول ۴)؛ به عبارتی تعداد طبق در بوته با کاهش ۵۰ درصدی نیتروژن مورد نیاز گیاه در مقایسه با تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن، با ۹ درصد کاهش تفاوت معنی‌دار نشان داد. در بین ارقام کشت‌شده بیش‌ترین تعداد طبق در بوته متعلق به گل‌دشت (۲۲/۷۴) و سپس پرینان (۲۰/۵۹) بود. ارقام گلمهر و پدیده کم‌ترین تعداد طبق در بوته (۱۸/۹۵ و ۱۸/۲۷) را داشتند (جدول ۴). Behdani & Jamialahmadi (2008) نیز اعلام کردند در برخی ارقام گلرنگ با وجود آن‌که تعداد طبق‌های فرعی بیش‌تر از طبق‌های اصلی بود، اما طبق‌های اصلی سهم بیش‌تری در کل دانه‌های تولیدی نسبت به طبق‌های فرعی داشتند. سایر پژوهش‌گران نیز با مطالعه تنش خشکی بر روی گلرنگ، کاهش تعداد طبق در بوته را مشاهده کردند (Beyyavas et al., 2011). از طرفی برخی دیگر براساس نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای بیان کردند که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط عدم تنش خشکی، گزینش غیرمستقیم بایستی ابتدا روی تعداد طبق در بوته و سپس تعداد دانه در طبق صورت پذیرد، اما در شرایط تنش خشکی باید ابتدا تعداد دانه در طبق اصلاح شود (Maleki Nejad & Majidi, 2015).

به‌نظر می‌رسد به‌دلیل تنش خشکی سطح برگ‌ها کاهش یافته، سرعت پیری برگ‌ها تشدید شده و میزان فتوسنتز خالص و در نتیجه ماده خشک تولیدی گیاه کاهش می‌یابد، در نتیجه گیاه به‌دلیل کاهش منابع و مواد فتوسنتزی تعداد طبق کم‌تری تولید می‌کند. تنش خشکی با کاهش طول دوره رشد گیاه و هم‌چنین تسریع در ورود به فاز زایشی منجر به

سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسات میانگین وزن هزار دانه در تیمار آبیاری کامل با بیشترین (۳۷/۷۵ گرم) و آبیاری تا ۵۰ درصد گل‌دهی با کمترین (۳۲/۳۶ گرم) وزن هزار دانه مشاهده شد. وزن هزاردانه تولید شده در تیمار آبیاری تا دانه‌بندی نیز نسبت به آبیاری کامل کاهش داشت (۳۵/۶۲ گرم) اما این تفاوت معنی دار نبود.

هم‌چنین با کاهش ۵۰ درصد نیتروژن نیز وزن هزاردانه ۴/۹ درصد کاهش می‌یابد که معنی دار است. در ارقام گلرنگ نیز گلدشت بیشترین وزن هزاردانه (۴۵/۲۵ گرم) را تولید کرد و پس از آن به ترتیب ارقام پرنیان، پدیده و گلمهر با ۸/۸، ۳۹/۴ و ۴۰/۱ درصد وزن هزاردانه کم‌تری نسبت به گلدشت تولید کردند. بین ارقام مورد مطالعه، رقم گلدشت بیشترین و رقم گلمهر کم‌ترین وزن هزار دانه را داشتند (۴۵/۲۵ و ۲۷/۱۰ گرم) که این تفاوت معنی دار بود. رقم پرنیان بعد از گلدشت بیشترین وزن هزار دانه را تولید کرد (۴۱/۲۵ گرم) و با سایر ارقام تفاوت معنی دار داشت. رقم پدیده وزن هزار دانه بیش‌تری نسبت به گلمهر داشت اما این تفاوت معنی دار نبود (جدول ۴).

به نظر می‌رسد داشتن ثبات در تولید وزن هزاردانه در شرایط کمبود آب می‌تواند نشان دهنده مقاومت بیش‌تر گیاه نسبت به خشکی باشد. با کاهش رطوبت ناشی از تنش خشکی، سطح و دوام برگ‌ها به‌عنوان سطح فتوسنتزکننده کاهش یافته که در نتیجه مواد فتوسنتزی کم‌تری تولید خواهد شد و بنابراین طول دوره پرشدن دانه نیز کاهش می‌یابد و این روند باعث کاهش وزن هزاردانه خواهد شد (Fathian & Ehsanzadeh, 2013). به‌طورکلی واکنش گیاه گلرنگ به نیتروژن بیش‌تر از سایر عناصر غذایی است، به‌گونه‌ای که استفاده از کود نیتروژن‌دار در طول فصل رشد گلرنگ می‌تواند به‌دلیل تأثیر بر اجزای عملکرد (تعداد بوته در

کاهش تعداد دانه در طبق دانست (جدول‌های ۴ و ۵). Noroozi & Kazemeini (2013) در مطالعه‌ای نشان دادند که با اعمال تنش کمبود آب روی بوته‌های گلرنگ در طول فصل رشد، عملکرد دانه و اجزای آن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. به‌طورکلی تعداد دانه در طبق تحت تأثیر شرایط محیطی دوران رشد سریع طبق و رشد سریع مغز دانه قرار می‌گیرد و تعداد دانه در طبق می‌تواند از قبل از شروع گرده‌افشانی تا مدتی پس از آن تغییر کند. ماده خشک ذخیره‌شده در بذر به‌طورعمده نتیجه فتوسنتز انجام‌شده می‌باشد. بنابراین در اثر تنش خشکی تعداد سلول‌های بنیادی کاهش می‌یابد و تعداد دانه در طبق کم‌تری تولید می‌شود. از طرفی می‌توان گفت تنش خشکی باعث کاهش سطح ویژه برگ و دوام سطح برگ در گیاه شده که این وضعیت نیز با کاهش سطح فتوسنتزکننده در طول دوره رشد گیاه باعث کاهش تولید آسیمیالت‌ها شده و در نتیجه تعداد دانه کاهش می‌یابد (Sarmadnia & Kocheiki, 1999; Lotfi et al., 2012).

با تأمین کامل نیاز نیتروژن در گلرنگ تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه افزایش معنی‌داری نسبت به کاهش میزان کود نیتروژن نشان داد، نتایج مشابهی در این ارتباط توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Bonfim-Silva et al., 2015; Eryigit et al., 2015). هم‌چنین نیتروژن با فراهم‌نمودن شرایط تلقیح بهتر باعث افزایش تعداد دانه در طبق می‌شود. از سوی دیگر نیتروژن دوره رشد گیاه را افزایش داده و در اواخر فصل باعث طولانی شدن مدت پیرشدن دانه و افزایش وزن هزاردانه می‌شود (Galavi et al., 2012).

### ۳.۶. وزن هزاردانه

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات ساده رژیم آبیاری، کود و رقم بر صفت وزن هزار دانه در

رقابت بین گیاهان برای آب و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد طبق و وزن هزاردانه گیاه بیان کردند. تنش کم‌آبی در رژیم آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی کم‌ترین عملکرد دانه را تولید کرد که به نظر می‌رسد این تنش کم‌آبی منجر به ایجاد تنش اکسیداتیو شده است. تنش اکسیداتیو نیز اختلال در ساختار کلروپلاست و کاهش محتوای کلروفیل را در پی داشته و در نهایت باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی و عملکرد دانه گیاه شده است (Amini et al., 2013).

در شرایط مناسب محیطی (آبیاری مناسب و ...) و متناسب با مراحل حساس رشدی، نیتروژن می‌تواند با اثر بر رشد رویشی به تداوم فتوسنتز برگ‌ها و در نتیجه به توسعه گل‌ها و تلقیح بهتر کمک کند و از این راه اجزای عملکرد را بهبود داده و در نهایت مقدار عملکرد دانه را افزایش دهد (Anicesio et al., 2015; Zong et al., 2014). بنابراین برهم‌کنش آبیاری کامل و تأمین کامل نیاز نیتروژن نیز منجر به افزایش بیش‌تر عملکرد و نزدیک شدن به شرایط پتانسیل تولید را ایجاد خواهد کرد. در مقابل با کاهش هم‌زمان این دو تیمار و برهم‌کنش آبیاری و مقدار نیتروژن قابل دسترس، اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه، کاهش قابل توجهی نشان خواهند داد.

جدول ۵. میانگین اثرات برهم‌کنش سطوح آبیاری و نیتروژن

بر تعداد دانه در طبق

عملکرد دانه	سطوح نیتروژن (%)	سطوح آبیاری
۳۸/۹۴ a	N1	معمول
۳۷/۶۱ a	N2	
۳۶/۰۱ a	N1	تا ۵۰ درصد گل‌دهی
۳۴/۳۷ a	N2	
۳۱/۳۹ a	N1	تا آغاز دانه‌بندی
۲۷/۲۸ b	N2	

مترمربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه) باعث افزایش عملکرد دانه شود (Mündel et al., 2004).

### ۳.۷. عملکرد دانه

صفت عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری و رقم قرار گرفت. مطابق جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثرات ساده آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳).

مقایسات میانگین نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل (۲۸۶۷/۳۱ کیلوگرم در هکتار) و سپس در تیمار آبیاری تا دانه‌بندی (۲۴۰۳/۸۱ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که این تفاوت معنی‌دار نبود. کم‌ترین عملکرد مربوط به قطع آبیاری در ۵۰ درصد گل‌دهی (۹۱۵/۵۸ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد، به طوری که در این تیمار عملکرد دانه ۶۸/۱ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داشت. هم‌چنین میانگین به دست آمده از عملکرد دانه در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن گیاه (۲۱۵۴/۳۲ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تأمین ۵۰ درصد نیاز نیتروژن گیاه (۱۹۷۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار) داشت که معادل ۸/۵ درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژن است (جدول ۴). در میان ارقام کشت شده، به ترتیب پرنیان و گلدشت بیش‌ترین عملکرد را داشتند (۲۴۷۳/۸۲ و ۲۴۶۲/۸۴ کیلوگرم در هکتار) که تفاوت معنی‌داری بین میانگین آن‌ها وجود نداشت و بعد از آن ارقام پدیده و گلمهر قرار گرفتند که اختلاف معنی‌داری در تولید دانه با ارقام گلدشت و پرنیان داشتند (جدول ۴). Khalili et al. (2013) اظهار داشتند تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی باعث افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تأمین ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی می‌شود و دلیل این نتیجه را کاهش

شده می‌افزاید. Forooghi & Ebadi (2012) نیز نتیجه گرفتند که نیتروژن با افزایش مخزن، می‌تواند علاوه بر افزایش زیست‌توده، تخصیص مواد فتوسنتزی در بخش اقتصادی گیاه (دانه) را بهبود بخشیده و منجر به افزایش شاخص برداشت شود. در میان ارقام کشت‌شده گلدشت و پرنیان بیش‌ترین و ارقام گلمهر و پدیده نیز کم‌ترین عملکرد زیست‌توده را داشتند (جدول ۴).

Miladi Lari & Ehsanzadeh (2011) نیز گزارش کردند تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ کاهش زیست‌توده و عملکرد دانه را در پی داشته است. در مطالعات دیگری نیز تفاوت معنی‌دار زیست‌توده تولیدشده در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ گزارش شده است (Baghkhan & Farahbakhsh, 2009; Mohtashami et al., 2018).

#### ۴. نتیجه‌گیری

با ارزیابی سطوح مختلف آبیاری به‌صورت معمول (شاهد)، تا ۵۰ درصد گل‌دهی و تا آغاز دانه‌بندی و سطوح کود نیتروژن به‌صورت تأمین ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نیاز گیاه در این آزمایش، باوجود مقاوم‌بودن گلرنگ نسبت به کم‌آبی، قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی باعث بیش‌ترین کاهش عملکرد شد. هم‌چنین استفاده از میزان مناسب کود نیتروژن موردنیاز (۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۱۶۵ کیلوگرم کود اوره) در طول دوره رشد باعث افزایش مطلوب عملکرد شد. با توجه به نتایج حاصل از اثرات برهم‌کنش آبیاری در رقم و هم‌چنین برهم‌کنش آبیاری در نیتروژن، کشت ارقام گلدشت و سپس پرنیان جهت تولید دانه در استان البرز-شهر کرج در شرایط آبیاری معمول و تأمین کامل نیاز کود نیتروژن، مناسب دیده شد. در شرایط کاهش آبیاری و کود نیتروژن نیز ارقام گلدشت و پرنیان

در هر سطح آبیاری، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس برش‌دهی اثر متقابل، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک می‌باشند. N1 و N2 سطوح نیتروژن به‌ترتیب تأمین ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد نیاز نیتروژن.

#### ۸.۳. زیست‌توده

اثرات ساده تیمارهای آبیاری، کود و رقم بر زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در تیمارهای آبیاری کامل، آبیاری تا دانه‌بندی و آبیاری تا گل‌دهی بیش‌ترین تا کم‌ترین زیست‌توده (۱۰۳۶۵، ۹۱۱۴/۹۲ و ۴۸۰۴/۵۹ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۴). به‌طوری‌که میزان زیست‌توده در تیمار آبیاری تا گل‌دهی ۵۳/۶ درصد و در تیمار آبیاری تا دانه‌بندی ۱۲/۱ درصد در مقایسه با آبیاری کامل کاهش یافت (جدول ۳). Mohtashami et al. (2018) نیز در پژوهشی کاهش زیست‌توده ناشی از تنش خشکی را گزارش کردند. کاهش در سطح ویژه برگ، کاهش در سطح اجزای رویشی و به‌دنبال آن کاهش قدرت سطوح فتوسنتزکننده به‌عنوان منبع و نیز کاهش در اجزای زایشی گیاه می‌تواند دلایل این کاهش در عملکرد زیست‌توده باشند (Baghkhan & Farahbakhsh, 2009).

کاهش ۵۰ درصدی نیتروژن نیز باعث کاهش ۱۲ درصد عملکرد بیولوژیک شد. در بین ارقام گلرنگ، گلدشت و پرنیان بیش‌ترین و ارقام گلمهر و پدیده کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۴). نیتروژن با افزایش سطح برگ و تأثیر بر اجزای عملکرد، می‌تواند بر مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده بیافزاید. از آنجا که میزان زیست‌توده کل به میزان رشد اندام‌های هوایی وابسته است، بنابراین مقدار نیتروژن تأمین شده بر میزان رشد اندام‌های هوایی مؤثر بوده و از طریق افزایش جذب خالص مواد فتوسنتزی بر مقدار زیست‌توده تولید

## ۵. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های استادان این طرح، گروه زراعت و اصلاح نباتات و مسئولین مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران که برای انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

- Abbadi, J., Gerendás, J., & Sattelmacher, B. (2008). Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant and Soil*, 306, 167-180.
- Amini H., Arzani, A., & Bahrami, F. (2013) Seed yield and some physiological traits of safflower as affected by water deficit stress. *International Journal of Plant Production*, 7(3), 598-614.
- Anicesio, E. E. A., Bonfim- Silva, E. M, Silva, T. J. A., & Koetz, M. (2015). Dry mass, nutrient concentration and accumulation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) influenced by nitrogen and potassium fertilizations. *Australian Journal of Crop Science*, 9, 552-560.
- Arvin, P. Vafa bakhsh, J., & Mazaheri, D. (2018). Study of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and drought on physiological traits and ultimate yield of cultivars of oilseed rape (*Brassica* spp. L.). *Journal of Agroecology*, 9(4), 1208-1226. (In Persian).
- Ashrafi, E., & Razmjoo, Kh. (2010). Effect of Irrigation Regimes on Oil Content and interspecific variation and environmental control. *New Phytologist*, 193, 30-50.
- Azarakhshi, M., Farzadmehr, L., Eslah, M., & Sahabi, H. (2013). An investigation on trends of annual and seasonal rainfall and temperature in different climatologically regions of Iran. *Journal of Range Water Management*, 66, 1-16. (In Persian).
- Azeez, M.A., & Morakinyo, J.A. (2011) Path Analysis of the relationships between Single plant seed yield and some morphological traits in sesame (*Sesamum ceratotheca*). *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5, 358-368.
- Baghkhani, F., & Farahbakhsh, H. (2009). Effects of drought stress on yield and some

عملکرد مطلوب‌تری نشان دادند. از سوی دیگر اگرچه ارقام گل‌مهر و پدیده عملکرد کم‌تر در شرایط نرمال نسبت به ارقام گلدشت و پرنیان داشتند، اما در شرایط نامطلوب (کاهش آبیاری کود نیتروژن) کاهش کم‌تری در عملکرد و اجزای عملکرد نشان دادند. با توجه به پدیده تغییر اقلیم و تغییرات دما و رطوبت در آینده نه چندان دور، نیاز به بررسی ارقام دارای ثبات در تولید بیش از پیش احساس می‌شود. لذا بررسی و انجام پژوهش‌های پیش‌تر در این زمینه جهت اثبات برتری برخی ارقام پیشنهاد می‌شود.

- physiological traits of three spring safflower cultivars. *Agricultural Research*, 8(2), 45-57.
- Bahrami, F., Arzani, A., & Karimi, V. (2014). Evaluation of yield-based drought tolerance indices for screening safflower genotypes. *Agronomy Journal*, 106, 1219-1224.
- Bakhtouri, P. B., Pasban Islam, B., Qarbi Chelki, S., & Mohammadi, H. (2016). Effect of priming and water deficit stress on growth, yield and yield components of safflower. *Iranian Journal of Oilseed Plants*, 4(2), 59-74.
- Bassil, B. S., & Kaffka, S. R. (2002). Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. II Crop response to salinity. *Agricultural Water Management*, 54, 81-92.
- Behdani, M., & Jamialahmadi, M. (2008) Evaluation of Growth and yield of safflower cultivars in different planting date. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 6(2), 245-254.
- Beyyavas, V., Haliloglus, H., Copur, O., & Yilmaz, A. (2011). Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the semi-arid conditions. *South African Journal of Biotechnology*, 10, 527-534.
- Bonfim-Silva, E. M., Sasso Paludo, J. T., Rodrigues Sousa, J. N., & Araujo da Silva, T. J. (2015). Development of safflower subjected to nitrogen rate in Cerrado soil. *American Journal of Plant Science*, 6(3), 2136-2143.
- Bortolheiro, F., & Silva, MA. (2017). Physiological response and productivity of safflower lines under

- water deficit and rehydration. *Annals of the Brazilian Academy of Science*, 89, 3051-3066.
- Burhan, A. (2007). The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Biological Sciences*, 7, 668-672.
- Erisman, J.W. (2004). The Nanjing declaration on management of reactive nitrogen. *Bioscience*, 54, 4286-4287.
- Eryigit, T., Yildirim, B., Kumlay, A.M., & Sancaktaroglu, S. (2015). The effects of different row distances and nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under microclimate conditions of Iğdir Plain- Turkey. 3<sup>rd</sup> International Conference on Biological, Chemical and Environment Sciences. September, 21-22, Kuala Lumpur, Malaysia. p.17-22.
- Esendel, E., Kevesoglu, K.E., Ulsa, N., & Aytac, S. (1993). Performance of late autumn and spring planted safflower under limited environment. Proceeding of the Third International Safflower Conference. Beijing, China. 14-18 Jun. 221-280.
- Fanaei, HR. Azma, A., & Piri, I. (2017). Effect of biological and chemical fertilizers on oil, seed yield and some agronomic traits of safflower under different irrigation regimes. *Journal of Agroecology*, 8(4), 551-566. (In Persian).
- Farasat, M. Sajedi, N., & Mirzakhani, M. (2012). Evaluation of effect of drought stress on yield and yield components of safflower genotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2), 346-353. (In Persian).
- Farokhinia, M., Roshdi, M., Pasban Eslam, B., & Sasan Dost, R. (2011). Evaluation of some physiological characteristics and yield of spring safflower under water stress condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43(3), 545-553. (In Persian).
- Farshidfar, E., Mohammadi, R., & Sutca, J. (2002). Association between field and laboratory predictors of drought tolerance in wheat disomic addition lines. *Acta Agronomica Hungarica*, 50, 377-381.
- Faryaders, V., Shabanzadeh, M., & Esfanjari Kanari, R. (2016). Evaluation and analysis of sensitivity of factors affecting the import demand of Iranian agricultural products with the approach of artificial neural network. *Agricultural Economics and Development*, 24(93), 1-26.
- Fathian, S., & Ehsan Zade, P. (2013). Association between some physiological characteristics and yield in spring safflower under two irrigation regimes. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43(4), 649-659.
- Forooghi, L., & Ebadi, A. (2012). Effect of nitrogen and sulfur fertilizer application on yield, yield components, and some physiological traits of spring safflower. *Journal of Crop Production*, 5(2), 37-56.
- Galavi, M., Ramroudi, M., & Tavassoli, A. (2012). Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(3), 482-486.
- Geerts, S., & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9), 1275-1284.
- Ghajari, A., Gharanjiki, A., & Dieji, A. (2017). Optimizing the nitrogen fertilizer use and row spacing for yield increasing of Cotton cv. Golestan in double cropping. *Iranian Cotton Research Journal*, 4(1), 47-60. (In Persian).
- Haghshenas, R., Sharafi, S., & Gholi Nejad, I. (2020). The effect of different levels of drought stress and mycorrhiza on the yield of safflower cultivars. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 30(2), 91-109.
- Hosseini, S. Z. (2016). Correlation and path analysis of yield and yield components of safflower genotypes under late season drought stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10(3), 697-716.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 100-105.
- Kaiser, J. (2001). The other global pollutant: nitrogen proves tough to curb. *Science*, 294, 1268-1269.
- Khalili, M., Taqwa, M., & Poor Abu Qadara, A. (2013). Evaluation of grain yield and some agronomic and morphological traits in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under irrigated and rainfed conditions. *Crop breeding*, 16, 139-148.
- Koutroubas, S.D. Papakost, D.K., & Doitsinis, A. (2009). Cultivar and seasonal effects on the contribution of photosynthesis assimilation to safflower yield. *Field Crops Research*, 90, 263-299.
- Lisar, S. Y. S., Motafakkerzad, R., Hossain, M. M., & Rahman, I. M. M. (2012). Water stress in plants: causes, effects and responses. In I. M. M. Rahman (Ed.), In Tech Publications. *Water Stress*, 12, 1-14.
- Lotfi, P., Mohammadi-Nejad, G., & Golkar, P.

- (2012). Evaluation of drought tolerance in different genotypes of the Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Agriculture Knowledge*, 5(7), 1-14. (In Persian).
- Maleki Nejad, R., & Majidi, M. M. (2015). Association of seed yield, oil and related traits in Safflower genotypes under normal and drought stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(1), 109-119. (In Persian).
- Miladi Lari, A., & Ehsanzadeh, P. (2011). The Negative Effect of Drought on Safflower Grain Yield through Impact on Photosynthetic Surfaces and on Efficiency. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(2), 375-384. (In Persian).
- Mohtashami, F., Tadayon, M. R., & Roshandel, P. (2018). Evaluation of the effect of deficit irrigation regimes on grain yield and yield components of safflower genotypes. *Journal of Agricultural Crops Production*, 20(2), 547-561.
- Mündel, H. H., Morrison, R. J., Blackshaw, R. E., & Roth, B. (2004). Safflower Production on the Canadian Prairies: Revisited in 2004. *Agricultural Canadian Research Station*. Lethbridge/Alberta.
- Nabipour, M., Meskarabasheh, M., & Yousefpour, H. (2007). The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(3), 421-426.
- Noroozi, M., & Kazemeini, S. A. (2013). Effect of irrigation deficit and plant density on growth and seed yield of safflower. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10, 781-788. (In Persian).
- Nosengo, N. (2003). Fertilized to death. *Nature*, 425, 894-895.
- Omidi, H., Mirzazadeh, T., & Roudpayma, M. (2014). Investigate of Rates and Time of Applying Micronutrients Fertilizer on Traits Quality and Quantity of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12 (2), 305-3015.
- Pasban Eslam, B. (2004). Evaluation yield and yield components in new spineless safflower genotypes. *Iranian Agriculture Science Journal*, 35, 869-874. (In Persian).
- Prasad, P.V.V., Staggenborg, S.A., & Ristic, Z. (2008). Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth and yield processes of crop plants. In: Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant growth processes. Eds. Ahuja, L.R., et al. *Advances in Agricultural Systems Modeling Series 1*. ASA, CSSA, SSSA. USA.
- Rastgoo, B., Ebadi, A., & Permon, G. (2014). Evaluation of the effect of nitrogen consumption on yield and storage composition of safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Physiology Journal*, 6(21), 85-102.
- Salem, N., Msaada, K., Dhifi, W., Sriti, J., Mejri, H., Liman, F., & Marzouk, B. (2014). Effect of drought on safflower natural dyes and their biological activity. *Excli Journal*, 13, 1-8.
- Sarmadnia, A., & Kocheiki A. (1999). *Crop physiology*. Publications University of Mashhad.
- Tayebi, S., Earahvash, F., Mirshekari, B., Tarinejad, A., & Yarnia, M. (2018). Effect of shoot application of Salicylic acid on some growth parameres and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress. *Journal of Plant Ecophysiology*, 32, 78-93. (In Persian).
- Tunçturk, M., & Yildirim, B. (2004). Effects of different forms and doses of nitrogen fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 1385- 1389.
- Wang, X., Cai, X., Xu, C., Wang, Q., & Dai, S. (2016). Drought-responsive mechanisms in plant leaves revealed by proteomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 17, 1-30.
- Zareie, S., Mohamadi-Nejad, G., & Sardouie-Nasab, S. (2013). Screening of Iranian safflower genotypes under water deficit and normal conditions using tolerance indices. *Australian Journal of Crop Science*, 7, 1032-1037.
- Zeinali, E. (1999). Safflower: Cognition-Production-Consumption. 144 P. First Edition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications.
- Zheng, Y. M., Ding, Y. F., Wang, Q-S., Li, G. H., Wu, H., Yuan, Q., Wang, H. Z., & Wang, S. H. (2007). Effect of nitrogen applied before transplanting on NUE in rice. *Agricultural Sciences in China*, 6(7), 842-848.
- Zong, N., Song, M., Shi, P., Jiang, X., Zhang, X., & Shen, Z. (2014). Timing patterns of nitrogen application alter plant production and CO<sub>2</sub> efflux in an alpine meadow on the Tibetan Plateau. *China Pedobiologia*, 57, 263-169.