

تأثیر روش، میزان و زمان کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ پاییزه در منطقه اراک

محمد میرزاکhani

استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، فراهان، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۰)

چکیده

مدیریت بهینه کاربرد کودها در زراعت‌های گوناگون، جهت تولید کمی و کیفی فرآورده‌های کشاورزی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. لذا به منظور بررسی تأثیر زمان، میزان و روش مصرف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) (I. پاییزه آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی-تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور اراک به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل زمان مصرف کود اوره در سه حالت (مصرف نیمی در زمان کشت و مصرف نیمی دیگر در مرحله روزت)، (مصرف نیمی از کود در مرحله روزت و نیمی دیگر در زمان ساقه‌دهی)، (مصرف نیمی از کود در زمان ساقه‌دهی و نیمی دیگر در زمان غوزه‌دهی)، میزان‌های مصرف کود اوره (کاربرد ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در روش‌های خاک‌مصرف و محلول در آب آبیاری، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره در روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها) و روش‌های کاربرد کود اوره (خاک‌مصرف، محلول در آب آبیاری و روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها) بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش تیمار روش، میزان و زمان مصرف کود اوره بر صفات زراعی مهم گلرنگ معنی‌دار بود، به نحوی که تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره در موقع کشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله روزت + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف و تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله کشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله روزت + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری به ترتیب بالاترین (۱۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. با توجه به حلالیت و آبشویی زیاد نیتروژن نسبت به سایر کودهای شیمیایی و نتایج حاصل از این پژوهش، توصیه می‌شود که مصرف کود اوره به صورت (نیمی از اوره در مرحله روزت و نیمی دیگر در مرحله ساقه‌دهی به روش خاک‌مصرف) انجام شود.

واژه‌های کلیدی: اوره، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، غوزه، محلول‌پاشی.

Effect of method, rate and time of nitrogen application on yield and yield components of winter safflower in Arak region

M. Mirzakhani

Assistant Professor, Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran.

(Received: February 17, 2018- Accepted: July 1, 2018)

ABSTRACT

In order to determine the effect of method, rate and time of nitrogen (N) application on yield and yield components of winter safflower, this study was carried out in growing season of 2011 at Research Field of Payaam Nour Arak University, Markazi province, Arak, Iran. A factorial arrangement design was carried out in a randomized complete blocks design with three replications. Treatments were time of N application [(half at planting date and half at rosette growing stage), (half at rosette growing stage and half at stem elongation growing stage) and (half at stem elongation and half at capitalum stage), N rates (150 and 300 kg ha⁻¹ as urea) and method of application (mixing with soil, applied in irrigation water and foliar application) were assigned in plots. Results indicated that the interaction between time, rate and method of urea application on characteristics such as: capitalums per plant, seeds per capitalums, 1000-grain weight, seed yield, biological yield and harvest index was significant. The highest (1590 kg ha⁻¹) and lowest (1037 kg ha⁻¹) of seed yield were obtained with application of half of urea at sowing time and the other half at rosette growing stage with 300 kg ha⁻¹ urea mixing with soil, and 50% of urea at sowing time and half at rosette growing stage with 150 kg ha⁻¹ of urea mixing with irrigation water, respectively.

Key words: Biological yield, Boll, foliar, Harvest index, Urea.

مقدمه

امنیت غذایی در کنار حفظ محیط زیست به موضوع جهانی مهمی در دهه‌های اخیر تبدیل شده است، در جهان امروز که با رشد روز افزون جمعیت مواجه هستیم، اهمیت مدیریت کاربرد کودهای شیمیایی و عناصر غذایی بیشتر مشخص می‌شود (Ghafari *et al.*, 2010). کودهای شیمیایی یکی از منابع مهم انتشار اکسید نیتروژن اتمسفری می‌باشد. در دهه‌های آینده نقش گاز اکسید نیتروژن در گرم‌شدن زمین به‌عنوان گاز گلخانه‌ای از کلروفلوروکربن‌ها که سومین منبع مهم در گرمایش زمین توسط انسان‌هاست بیشتر است (Forster *et al.*, 2007) در عین حال نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پرمصرف می‌باشد که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد (Hassegawa *et al.*, 2008). نیتروژن به‌دلیل وظایف بی-شمار و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. نیتروژن از طریق افزایش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه سبب افزایش عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌شود. به‌طور کلی اجزاء عملکرد در گندم تحت تأثیر مستقیم نیتروژن می‌باشند (Hatfield & prueger, 2004). (Rajput & Gautam, 1992) گزارش کردند که با مصرف نیتروژن، میزان روغن دانه گلرنگ و رشد گیاهی افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در پژوهش دیگری مشخص شد که مصرف تقسیطی نیتروژن موجب کاهش نترات‌زدایی، کاهش آبشویی و افزایش کارایی مصرف نیتروژن می‌شود (Studdert & Echeverria, 2000). افزایش محتوی نیتروژن موجب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود. نیتروژن علاوه بر افزایش توسعه برگ‌ها، سطح دریافت‌کننده نور خورشید را افزایش داده و در ساختمان آنزیم‌های احیا کننده دی اکسیدکربن به‌کار رفته است (Dreecer *et al.*, 2000). پژوهشگران در تأیید لزوم مصرف تقسیطی کود، گزارش کردند که مصرف نیتروژن در مراحل طولیل شدن ساقه و گل‌دهی با تولید ۳۱۷۷ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به عدم مصرف آن با ۱۹۹۸ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گلرنگ شد (Burhan, *et al.*, 2001). گزارش شد که با افزایش مصرف نیتروژن، ارتفاع گلرنگ نیز افزایش یافت؛ به نحوی که تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ۱۶۵/۶۶ سانتی متر و تیمار عدم مصرف نیتروژن ۱۳۶/۶۶ سانتی متر، به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را داشتند (Siddiqui & Oad,

2006). بررسی دیگری نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن، تعداد غوزه گلرنگ نیز افزایش یافت. به‌نحوی که به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غوزه در متر مربع ۲۴۸/۶ و ۱۷۵/۲ عدد مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار عدم مصرف آن (شاهد) بود (Forooghi & Ebadi, 2012). سایر پژوهشگران در بررسی سطوح گوناگون مصرف کودهای نیتروژن و فسفر بر گلرنگ بهاره گزارش کردند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر و عدم مصرف نیتروژن و فسفر به‌ترتیب بیشترین (۲۳) و کمترین (۱۹/۶) دانه در هر غوزه را داشتند (Mirzakhani, 2012 a). نتایج بررسی دیگری نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن، وزن هزار دانه در گلرنگ نیز افزایش یافت؛ به‌نحوی که به‌ترتیب بیشترین (۴۲/۴) و کمترین (۳۴/۴) وزن هزار دانه مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف آن (شاهد) بود (Forooghi & Ebadi, 2012). در بررسی تأثیر منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ گزارش شد که تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + هیومیکس + بیوسولفور + نیتروکسین با ۲۸۳۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف کود با ۱۸۴۵ کیلوگرم در هکتار به-ترتیب بالاترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Mohsen-nia & Jalilian, 2012). هدف از انجام این آزمایش بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ پاییزه در منطقه اراک، تحت تأثیر تیمارهای روش، میزان و زمان مصرف کود نیتروژن بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی دانشگاه پیام نور اراک (۳۴ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۷ متر) و خاک آن از گروه خاک‌های شنی لومی می‌باشد، اجرا شد. از ویژگی‌های آب و هوایی این منطقه، تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل زمان مصرف کود اوره در سه حالت (مصرف نیمی در زمان کشت و نیمی دیگر در مرحله روزت، مصرف نیمی از کود در مرحله روزت و نیمی دیگر در زمان ساقه‌دهی، مصرف نیمی از کود در زمان ساقه‌دهی و نیمی دیگر در زمان غوزه‌دهی، میزان‌های مصرف کود اوره (۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در روش‌های خاک‌مصرف و محلول در آب آبیاری، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در

انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی بوته، تعداد غوزه‌ها در بوته، تعداد دانه‌ها در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی بوته و شاخص برداشت بوته اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، از دوخط میانی مساحت ۴ متر مربع برداشت و پس از کوبیدن، توزین و با در نظر گرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد، عملکرد دانه هر کرت محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و معنی‌دار بودن آنها به وسیله نرم‌افزار M Stat-C تعیین گردید.

هکتار اوره در روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها) و روش‌های کاربرد کود اوره (خاک‌مصرف، محلول در آب آبیاری و روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها) بودند. در روش محلول‌پاشی، اوره روی برگ‌ها به ترتیب به میزان ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مورد استفاده قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کشت ۵ متری، فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم بوته ۴۰۰۰۰ بوته در هکتار) و گلرنگ مورد استفاده رقم پاییزه پدیده بود که از شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی استان مرکزی تهیه شد. زمین مورد نظر در سال پیش از آزمایش، تحت کشت گندم بود. عمق کشت بذرها ۳ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های هرز در مرحله روزت گلرنگ و به‌روش دستی

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1- Results of soil analysis.

Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	pH	Soil depth (cm)
Loam	25	39	36	235	10	0.04	7/5	0-30

نیترژن بر ارقام گلرنگ نشان داده شد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته (۹۴/۱ و ۹۰/۹ سانتی‌متر) به ترتیب متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیترژن + تراکم ۷۰ بوته در متر مربع و تیمار عدم مصرف کود نیترژن + تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بود (Strasil & Vorlicek, 2002). در بررسی مصرف سطوح کودهای گوناگون شیمیایی گزارش شد که بیشترین ارتفاع بوته (۷۴/۵ سانتی‌متر) با مصرف ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار نیترژن و کمترین آن (۶۶/۴ سانتی‌متر) با مصرف ۳۵ کیلوگرم در هکتار نیترژن به دست آمد (Naik et al., 2007).

تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

روش خاک‌مصرف نیترژن باعث افزایش ۱۱/۰۷ و ۲۰/۵۴ درصدی تعداد شاخه‌های فرعی در بوته نسبت به روش‌های مصرف به‌همراه آب آبیاری و محلول‌پاشی نیترژن شد. پایین بودن راندمان آبیاری در روش غرقابی و پایین بودن میزان مصرف نیترژن نسبت به سایر روش‌های مصرف در روش محلول‌پاشی، از مهمترین دلایل کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته گلرنگ به ترتیب در روش‌های آب مصرف و محلول‌پاشی نیترژن بود. همچنین افزایش مصرف نیترژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته از ۵/۱۳ به ۶/۱۹ عدد شد؛ که نشان‌دهنده تأثیر مثبت مصرف نیترژن بر فعال شدن تعداد بیشتری از آغازنده‌های تولید شاخه

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تأثیر تیمارهای زمان، میزان و روش مصرف نیترژن بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شدند (جدول ۲). زمان مصرف نیترژن در رشد و نمو گلرنگ می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد، به نحوی که مصرف نیترژن در دو نوبت در مراحل (ساقه‌دهی + غوزه‌دهی) نسبت به مصرف آن در مراحل (زمان کشت + مرحله روزت) ۱۱/۷۱ درصد برتری را از نظر ارتفاع بوته نشان داد. به نظر می‌رسد که مصرف نیترژن در مراحل ابتدایی کشت و رشد گلرنگ از طریق افزایش آشفویی و هدرروی آن باعث کاهش میزان نیترژن قابل دسترس گیاه می‌شود و در نتیجه کاهش رشد و نمو گلرنگ را شاهد خواهیم بود (جدول ۳).

نتایج یک بررسی نشان داد که با افزایش میزان نیترژن، ارتفاع گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته (۷۲/۱۶ و ۶۲۷/۷۷ سانتی‌متر) مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن و عدم مصرف آن (شاهد) بود (Forooghi & Ebadi, 2012). گزارش شده است که با افزایش مصرف نیترژن، ارتفاع بوته گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن و عدم مصرف نیترژن به ترتیب بیشترین (۱۶۵/۶۶ سانتی‌متر) و کمترین (۱۳۶/۶۶ سانتی‌متر) ارتفاع بوته را داشتند (Siddiqui & Oad, 2006). در بررسی اثرات مصرف مقادیر گوناگون

به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه‌های فرعی (۱۱ و ۷/۴۲ در بوته) مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف آن (شاهد) بود.

فرعی در گیاه از طریق افزایش میزان تولید کربوهیدرات در گلرنگ می‌باشد (جدول-۳). نتایج آزمایش Forooghi & Ebadi, 2012 نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن تعداد شاخه‌های فرعی در بوته گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تأثیر روش، میزان و زمان مصرف کود نیتروژن.
Table 1- ANOVA of yield and yield components of safflower as affected by method, rate and time of nitrogen application.

s.o.v	d.f	Plant height	Number of branches per plant	Capitallums per plant	Seeds per capitallum	1000 grain weight	Seed yield	Biological yield	Harvest index
Replication	2	177.70 ^{ns}	0.92 ^{ns}	5.12 [*]	0.42 ^{ns}	10.16 ^{ns}	8797 ^{ns}	543965 ^{ns}	6.44 ^{ns}
Time of consumption	2	447.83 ^{**}	3.80 ^{**}	17.07 ^{**}	24.36 ^{**}	61.55 ^{**}	157903 [*]	**	18.22 ^{**}
Rate of consumption	1	**	15.04 ^{**}	51.82 ^{**}	14.02 ^{**}	0.29 ^{ns}	**	**	80.56 ^{**}
(Time × Rate)	2	1218.37					596190	15186625	
Method of consumption	2	67.98 ^{ns}	0.28 ^{ns}	9.64 ^{**}	9.45 ^{**}	42.29 ^{**}	51286 [*]	1280424	65.60 ^{**}
(Time × Method)	4	2039.14	5.16 ^{**}	38.09 ^{**}	46.82 ^{**}	18.50 ^{ns}	65131 ^{**}	246043 ^{ns}	68.89 ^{**}
(Rate × Method)	2	23.10 ^{ns}	1.05 [*]	8.70 ^{**}	36.70 ^{**}	25.22 ^{**}	57068 ^{**}	**	**
(Time × Rate × Method)	4	7.77 ^{ns}	3.52 ^{**}	4.84 ^{ns}	39.67 ^{**}	3.13 ^{ns}	39390 [*]	2182494	516.96
Error	34	93.19 ^{ns}	0.38 ^{ns}	29.00 ^{**}	73.73 ^{**}	16.63 [*]	39698 [*]	767228 [*]	20.34 ^{**}
Cv (%)	-	37.33	0.28	1.51	1.25	5.83	11331	216675	2.70
		7.27	9.43	13.16	8.15	8.30	7.74	9.39	10.80

ns, *, ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و معنی‌دار نیست.

ns * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

تعداد غوزه در بوته

تأثیر تیمارهای زمان، میزان و روش مصرف نیتروژن بر صفت تعداد غوزه در بوته معنی‌دار شدند (جدول-۲). همچنین تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان ساقه-دهی + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان غوزه‌دهی + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف و تیمار مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله روزت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان ساقه‌دهی + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری به ترتیب بیشترین (۱۳/۶۷) و کمترین (۶/۱۳) غوزه در بوته را داشتند (جدول-۴). بنابراین می‌توان گفت که دو عامل اصلی در افزایش تعداد غوزه در بوته موثر بوده‌اند: یکی نحوه مصرف کود اوره و دیگری هم میزان مصرف بهینه کود مصرفی، به نحوی که با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به روش خاک-مصرف توانسته است نسبت به سایر تیمارها برتری داشته باشد؛ زیرا دسترسی میزان کافی نیتروژن در محیط ریشه موجب جذب مقادیر کافی از آن و توسعه اندام‌های هوایی گیاه می‌شود و با افزایش تولید مواد فتوسنتزی، گیاه می‌تواند اجزای عملکرد بیشتری را ایجاد کند. پژوهشگران در بررسی اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن گزارش کردند که

تعداد غوزه گلرنگ در متر مربع با تقسیم سه مرحله‌ای مقادیر ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به تقسیم دو مرحله‌ای همین مقادیر، بیشتر بود؛ در حالی که تقسیم سه مرحله‌ای (۵۰ و ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به مقادیر ۵۰ تقسیم دو مرحله‌ای (پایه و پیش از گلدهی) دارای تفاوت‌های معنی‌داری نبود. کمترین تعداد غوزه در متر مربع با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تقسیم دو مرحله‌ای (پایه و پیش از گلدهی) به دست آمد (Soleimani, 2008). گزارش شد که با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد غوزه در بوته گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن به ترتیب بیشترین (۴۵/۳۳) و کمترین (۱۷) تعداد غوزه در بوته را داشتند (Siddiqui & Oad, 2006). نتایج بررسی Forooghi & Ebadi, 2012 نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن تعداد غوزه در گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف آن به ترتیب بیشترین (۲۴۸/۶) و کمترین (۱۷۵/۲) تعداد غوزه در متر مربع را داشتند. با بررسی اثرات مقادیر گوناگون نیتروژن بر رقم‌های گلرنگ گزارش شد که بیشترین و کمترین تعداد غوزه در بوته

مصرف نیتروژن و تقسیط بر تعداد دانه در غوزه معنی‌دار بود. بیشترین تعداد دانه در غوزه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تقسیط سه مرحله‌ای (۳۶/۳) دانه در غوزه) و کمترین آن (۳۲) دانه در غوزه) با مصرف ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن با تقسیط دو مرحله‌ای (پایه و خروج از روزت) به- دست آمد. در بررسی اثر منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ گزارش شد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۳۹/۲۱) و عدم مصرف کود (۲۶/۴۹) به- ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غوزه در بوته را به خود اختصاص دادند (Mohsen-nia & Jalilian, 2012).

سایر پژوهشگران در بررسی سطوح گوناگون مصرف کودهای نیتروژن و فسفر بر گلرنگ بهاره گزارش کردند که (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر) و عدم مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب بیشترین (۲۳) و کمترین (۱۹/۶) تعداد دانه در هر غوزه را داشتند (Mirzakhani, 2012 a). در بررسی مصرف سطوح کودهای شیمیایی گزارش شد که بیشترین میزان وزن دانه در غوزه‌های گیاه (۵۵ گرم) با مصرف ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین آن (۳۲/۷ گرم) با مصرف ۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (Naik et al., 2007). در بررسی سطوح مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه ارقام گلرنگ گزارش شد که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن به ترتیب بیشترین (۴۹۴/۷) و کمترین (۳۴۵/۷) تعداد دانه در هر بوته را به خود اختصاص دادند (Dordas & Sioulas, 2008).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمار زمان مصرف نیتروژن قرار گرفت و معنی‌دار شد (جدول-۲). بیشترین وزن هزار دانه (۳۵/۶ گرم) مربوط به (مصرف نیمی از کود اوره در مرحله روزت + نیمی دیگر از کود اوره در زمان ساقه‌دهی + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف) بود (جدول-۴). به نظر می‌رسد که وزن هزار دانه یکی از اجزای عملکرد گیاهان است که کمتر تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار می‌گیرد و معمولاً دامنه نوسانات آن محدود است. زیرا هرگاه گیاهان در شرایط نامساعد محیطی قرار گیرند عمدتاً از طریق کاهش تعداد واحدهای زایشی در گیاه و یا تعداد دانه در هر واحد زایشی نسبت به شدت تنش وارده واکنش نشان می‌دهند و وزن هزار دانه، کمتر دستخوش تغییر می-

(۱۴/۹ و ۱۲/۹) به ترتیب متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن + تراکم ۷۰ بوته در متر مربع و عدم مصرف کود نیتروژن + تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بود (Strasil & Vorlicek, 2002). نتایج پژوهش تلقیح گلرنگ با میکوریزا و استفاده از کودهای شیمیایی P و N مشخص شد که تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۲۱ عدد و تیمار شاهد ۱۸ عدد، بیشترین و کمترین تعداد غوزه در بوته را به خود اختصاص دادند (Diaz et al., 2006). در بررسی میزان‌های گوناگون مصرف کودهای نیتروژن و فسفر بر گلرنگ بهاره گزارش شد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر و عدم مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب بیشترین (۵/۶۷) و کمترین (۴/۶) تعداد غوزه در بوته را داشتند (Mirzakhani, 2012 a).

تعداد دانه در غوزه

تعداد دانه در غوزه یکی از مهمترین اجزاء عملکرد گلرنگ محسوب می‌شود که در این آزمایش تحت تأثیر سطوح گوناگون تیمارهای زمان، میزان و روش مصرف نیتروژن قرار گرفت و معنی‌دار شد (جدول-۲). بیشترین تعداد دانه در غوزه (۲۱/۲۷) مربوط به مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله روزت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در زمان ساقه-دهی + مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره به صورت محلول با آب آبیاری و کمترین تعداد آن (۸/۸۱) مربوط به مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله کشت + مصرف ۵۰ درصد کود اوره در مرحله روزت + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری بود (جدول-۴). بنابراین مصرف نیتروژن در دو نوبت (مرحله روزت + مرحله ساقه‌دهی) در گلرنگ نسبت به مصرف آن در دو نوبت (زمان کشت + مرحله روزت) ۲/۴ برابر افزایش تعداد دانه در هر غوزه را به همراه داشته است. به نظر می‌رسد که هرگاه عرضه نیتروژن با مرحله نیاز گیاه بیشترین مطابقت را داشته باشد، گیاه نیز می‌تواند بیشترین کارایی جذب و مصرف آن عنصر غذایی را داشته باشد و اجزای عملکرد بیشتری را به وجود آورد. از طرفی مصرف زود هنگام کود اوره با توجه به آبتشویی زیاد آن، ممکن است موجب هدرروی آن شده و از دسترس ریشه‌ها خارج گردد.

Soleimani, 2008 در ضمن بررسی اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن در گلرنگ گزارش کرد که برهمکنش

بود (Forooghi & Ebadi, 2012). با بررسی اثرات مقادیر نیتروژن بر ارقام گلرنگ گزارش شد که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه (۲۹/۹۴ و ۲۹/۷۷ گرم) به ترتیب متعلق به مصرف ۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تراکم ۷۰ بوته در متر مربع و عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بود (Strasil & Vorliceck, 2002). در بررسی سطوح مصرف کودهای نیتروژن و فسفر بر گلرنگ بهاره گزارش شد که (مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر) و (مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم در هکتار فسفر) به ترتیب بیشترین (۴۱/۱۲ گرم) و کمترین (۳۹/۶۷ گرم) وزن هزار دانه را داشتند (Mirzakhani, 2012 b). در بررسی سطوح مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه ارقام گلرنگ گزارش شد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن، به ترتیب بیشترین (۴۱/۹ گرم) و کمترین (۴۰/۹ گرم) مقدار وزن هزار دانه را داشتند (Dordas & Sioulas, 2008).

گردد. پژوهشگران در بررسی تأثیر میزان و زمان مصرف نیتروژن گزارش کردند که تأثیر مصرف و تقسیم نیتروژن بر وزن هزار دانه معنی دار بودند. بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب با مصرف ۱۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. بین مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار با ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری از نظر وزن هزار دانه ملاحظه نشد. همچنین تقسیم سه مرحله‌ای نیتروژن در بالاترین گروه و تقسیم دو مرحله‌ای آن در (مراحل پایه و خروج از روزت) کمترین میزان بود؛ به نحوی که در حالت کلی، وزن هزار دانه با ۴/۲ درصد افزایش از ۳۲/۲ گرم در تقسیم دو مرحله‌ای (در مراحل پایه و خروج از روزت) ۳۳/۶ گرم در تقسیم سه مرحله‌ای نیتروژن رسید (Soleimani, 2008). نتایج بررسی دیگری نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن، وزن هزار دانه در گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که به ترتیب بیش-ترین (۲۴/۴ گرم) و کم-ترین (۳۴/۴ گرم) وزن هزار دانه مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف آن

جدول ۳- اثرات روش‌ها، میزان‌ها و زمان‌های مصرف نیتروژن روی ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته گلرنگ.

Table 3- Effects of methods, rates and times of nitrogen application for plant height and number of branches per plant of safflower.

Factors	Levels	Number of branches per plant	Plant height (cm)
Time of urea fertilizer application	50% at sowing time + 50% in tillering stage	12.26 ^a	78.38 ^b
	50% at tillering stage + 50% in Jointing stage	12.11 ^b	86.37 ^a
	50% at Jointing stage + 50% heading stage	12.31 ^a	87.56 ^a
Rate of urea fertilizer application	150 (kg ha ⁻¹)	5.13 ^b	79.35 ^b
	300 (kg ha ⁻¹)	6.19 ^a	88.85 ^a
Method of urea fertilizer application	Mix with soil	6.22 ^a	95.93 ^a
	By irrigation water	5.60 ^b	81.07 ^b
	Foliar	5.16 ^c	75.31 ^c

میانگین‌های با حرف مشترک تفاوت‌های معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

Means with common letters are not significantly different (Duncan 5%).

مصرف میزان کافی از کود اوره در مرحله مورد نیاز گیاه و آن هم به صورت خاک مصرف باعث کاهش میزان هدرروی اوره و همچنین جذب حداکثری آن توسط ریشه‌ها شده است. در حالی که مصرف کود اوره همراه با آب آبیاری، به دلیل افزایش میزان هدرروی نیتروژن و همچنین پایین بودن راندمان مصرف آب در روش آبیاری جوی و پشته‌ای سبب کاهش تولید اجزای عملکرد و نهایتاً کاهش عملکرد دانه شده است. پژوهشگران در بررسی تأثیر میزان و زمان مصرف نیتروژن گزارش کردند که برهمکنش مقادیر و تقسیم کود نیتروژن بر عملکرد دانه معنی دار بود. بیشترین

عملکرد دانه

تیمار زمان مصرف نیتروژن، میزان و روش‌های مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه گلرنگ معنی دار بودند (جدول ۲-). مصرف نیمی از اوره در زمان کشت و نیمی در مرحله روزت و ۳۰۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف و تیمار مصرف نیمی از اوره در مرحله کشت + مصرف نیمی دیگر در مرحله روزت، همراه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری) به ترتیب بیشترین (۱۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴-). به نظر می‌رسد که

کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن به- ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (Siddiqui & Oad, 2006). در بررسی دیگری مشخص شد که بالاترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تراکم ۷۰ بوته در متر مربع و عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بود (Strasil & Vorlicek, 2002). نتایج پژوهشی نشان داد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + هیومیکس + بیوسولفور + نیتروکسین و عدم مصرف کود، به ترتیب بالاترین و کمترین عملکرد دانه به خود اختصاص دادند (Mohsen-nia & Jalilian, 2012). در بررسی دیگری گزارش شد که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن به ترتیب بالاترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Dordas & Sioulas, 2008).

عملکرد دانه (۲۷۵۲ کیلوگرم در هکتار) از تقسیط سه مرحله‌ای میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. تیمارهای تقسیط سه مرحله‌ای مقادیر ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با تقسیط سه مرحله‌ای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت‌های معنی‌داری نداشتند. کمترین عملکرد دانه (۱۹۸۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تقسیط سه مرحله‌ای ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (Soleimani, 2008). در گلرنگ ترکیب کودی تلقیح با فسفات‌های بارور به میزان ۵۰ گرم در هکتار + کود مرغی به میزان ۵ تن در هکتار + کودهای حاوی نیتروژن و فسفر ۷۵ و پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه (۴۴۴۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد کمترین (۱۸۲۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را داشت (Ojaghloo *et al.*, 2007). گزارش شده است که با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد دانه گلرنگ نیز افزایش یافت، به نحوی که مصرف ۱۲۰

جدول ۴- تأثیر روش‌ها، میزان‌ها و زمان‌های مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ.

Table 4- Effect of methods, rates and times of nitrogen application on safflowers yield and yield components.

	Urea (kg ha ⁻¹)		Capitalums per plant	Seeds per capitalum	1000-grain weight (g)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Harvest index
50% at sowing time + 50% at rosette stage	150	Mix with soil	11.27 ^{bc}	9.73 ^{jk}	27.33 ^{c-e}	1193 ^{de}	4020 ^{ef}	30.00 ^{bc}
		By irrigation water	6.86 ^{fg}	14.93 ^{de}	26.67 ^{c-e}	1037 ^e	3455 ^{fg}	30.07 ^{bc}
		Foliar application	6.26 ^g	16.60 ^{cd}	27.33 ^{c-e}	1130 ^e	4521 ^{de}	25.00 ^{ef}
	300	Mix with soil	10.63 ^{b-d}	12.50 ^{fh}	30.00 ^{b-d}	1590 ^a	5199 ^{b-d}	30.62 ^{bc}
		By irrigation water	12.47 ^{ab}	8.81 ^k	30.67 ^{b-d}	1350 ^{b-d}	5381 ^{a-d}	25.08 ^{ef}
		Foliar application	12.07 ^{ab}	11.90 ^{g-i}	24.67 ^e	1420 ^{ab}	5174 ^{b-d}	27.67 ^{c-e}
50% at Stem elongation + 50% at Jointing stage	150	Mix with soil	9.30 ^{c-e}	9.13 ^{jk}	35.67 ^a	1143 ^c	2810 ^g	40.72 ^a
		By irrigation water	6.13 ^g	21.27 ^a	29.67 ^{b-d}	1519 ^{ab}	4687 ^{c-e}	32.70 ^b
		Foliar application	6.90 ^{fg}	13.43 ^{c-g}	33.33 ^{ab}	1210 ^{c-e}	4797 ^{c-e}	25.23 ^{d-f}
	300	Mix with soil	11.80 ^{ab}	10.97 ^{h-j}	29.67 ^{b-d}	1523 ^{ab}	5412 ^{a-d}	28.28 ^{cd}
		By irrigation water	9.00 ^{d-f}	14.07 ^{ef}	28.00 ^{c-e}	1417 ^{ab}	5585 ^{a-c}	25.48 ^{d-f}
		Foliar application	6.13 ^g	18.70 ^b	31.00 ^{bc}	1390 ^{a-c}	5712 ^{ab}	24.38 ^f
50% at Stem elongation + 50% at heading stage	150	Mix with soil	7.23 ^{c-g}	19.23 ^b	27.33 ^{c-e}	1513 ^{ab}	5474 ^{a-c}	27.73 ^{c-e}
		By irrigation water	12.27 ^{ab}	11.87 ^{g-i}	26.00 ^{de}	1490 ^{ab}	6101 ^a	24.41 ^f
		Foliar application	8.96 ^{d-f}	12.03 ^{f-i}	28.00 ^{c-e}	1200 ^{c-e}	3969 ^{ef}	30.29 ^{bc}
	300	Mix with soil	13.67 ^a	10.18 ^{h-k}	28.67 ^{c-e}	1557 ^{ab}	6134 ^a	25.39 ^{d-f}
		By irrigation water	10.77 ^{b-d}	14.00 ^{ef}	26.67 ^{c-e}	1587 ^a	5243 ^{a-d}	30.29 ^{bc}
		Foliar application	6.30 ^g	17.93 ^{bc}	33.33 ^{ab}	1493 ^{ab}	5540 ^{a-c}	26.96 ^{d-f}

میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت‌های معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

Means with common letters are not significantly different (Duncan 5%).

مربوط به (نیمی از اوره در مرحله ساقه‌دهی و نیمی دیگر در زمان غوزه‌دهی و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره بصورت خاک مصرف) و کمترین میزان آن (۲۸۱۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار (نیمی از اوره در مرحله روزت و

عملکرد بیولوژیکی

تیمارهای زمان و میزان مصرف نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی گلرنگ معنی‌دار شدند (جدول ۲-). بالاترین عملکرد بیولوژیکی گلرنگ (۶۱۳۴ کیلوگرم در هکتار)

2007 گزارش کردند که شاخص برداشت در تیمارهای تلقیح با فسفاتهای بارور به میزان ۵۰ گرم در هکتار + کودهای حاوی نیتروژن و فسفر ۷۵ و پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همچنین تلقیح با فسفاتهای بارور به-میزان ۵۰ گرم در هکتار + ازتوباکتر به میزان یک کیلوگرم در هکتار همراه با کودهای حاوی نیتروژن و فسفر ۷۵ و پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با ۳۷/۲ و ۳۷/۱ درصد برتر از سایر تیمارها بودند. در بررسی اثر منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ گزارش شد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و عدم مصرف کود به ترتیب بالاترین (۴۱) و کمترین (۳۳/۱) شاخص برداشت دانه به خود اختصاص دادند (Mohsen-nia & Jalilian, 2012). در بررسی سطوح گوناگون مصرف نیتروژن بر تجمع ماده خشک ارقام گلرنگ گزارش شد که بین سطوح گوناگون مصرف نیتروژن تفاوت معنی داری یافت نشد و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب بالاترین (۲۰) و کمترین (۱۹) شاخص برداشت گیاه را داشتند (Dordas & Sioulas, 2009).

نتیجه گیری کلی

دلایلی از قبیل حلالیت و آبشویی کود نیتروژن نسبت به سایر کودهای شیمیایی، مشکلات زیست محیطی و هزینه تأمین آن، اهمیت مدیریت صحیح مصرف آن را بیش از پیش مشخص می نمایند. نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف کود اوره به صورت نیمی در مرحله روزت و نیمی دیگر در مرحله ساقه دهی همراه با روش خاک مصرف تأثیر مثبتی بر اکثر اجزای عملکرد دانه گلرنگ داشت، به نحوی که مصرف نیمی از اوره در زمان کشت و مصرف نیمی دیگر در مرحله روزت و ۳۰۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف و تیمار مصرف نیمی دیگر در مرحله کشت + مصرف نیمی دیگر مرحله روزت همراه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره همراه با آب آبیاری، به ترتیب بیشترین (۱۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بنابراین مصرف کود اوره به صورت نیمی در مرحله روزت و نیمی دیگر در مرحله ساقه دهی، به روش خاک مصرف، در شرایط منطقه مناسب به نظر می رسد. البته در صورت تکرار آزمایش، می توان نتایج را با قطعیت بیشتری توصیه کرد.

نیمی دیگر از اوره در مرحله ساقه دهی و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره به صورت خاک مصرف بود (جدول-۴). به نظر می رسد که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت خاک مصرف در مراحل پایانی رشد رویشی گیاه (مرحله-های ساقه و غوزه دهی) موجب افزایش و دوام بیشتر سطح سبز اندام های هوایی شده و گیاه توانسته است حجم سایه انداز بیشتری را برای مدت طولانی تری حفظ کند و در نتیجه عملکرد بیولوژیکی گیاه افزایش یافته است؛ ولی لزوماً این حالت نمی تواند متضمن تولید اجزای عملکرد دانه بیشتری شود. نتایج بررسی Forooghi & Ebadi, 2012 نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن عملکرد بیولوژیکی گلرنگ نیز افزایش یافت. به نحوی که به ترتیب بالاترین (۱۲۴۲۵/۳) کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۸۳۰۷/۸) کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیکی مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف آن (شاهد) بود. در بررسی مصرف کودهای نیتروژنی گزارش شد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی گلرنگ (۱۱۱/۸ گرم در گیاه) با مصرف ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین آن (۹۹/۲ گرم در گیاه) با مصرف ۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (Naik et al., 2007).

شاخص برداشت

تیمارهای زمان، میزان و روش های مصرف نیتروژن بر شاخص برداشت گلرنگ معنی دار شدند (جدول-۲). در جدول برهمکنش، (مصرف نیمی از اوره در مرحله روزت و نیمی دیگر در مرحله ساقه دهی و ۱۵۰ کیلوگرم اوره به-صورت خاک مصرف) و (مصرف نیمی از اوره در مرحله روزت و نیمی دیگر در مرحله ساقه دهی و ۳۰ کیلوگرم اوره به صورت محلول پاشی) به ترتیب بالاترین (۴۰/۷۲) درصد) و کمترین (۲۴/۳۸ درصد) شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول-۴). به نظر می رسد مصرف به موقع اوره (مرحله اوج نیاز گیاه) سبب توسعه مطلوب اندام های زیرزمینی و هوایی گلرنگ شده است و گیاه با تولید سطح برگ بیشتر، مواد پرورده بیشتری را تولید و ذخیره سازی کرده است و توانسته است با تخصیص و انتقال مقدار بیشتری از مواد ذخیره ای و تولید جاری خود به اندام های زایشی، توازن بهتری از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست توده را فراهم سازد. Ojaghloo et al.,

REFERENCES

1. Burhan, A., Esendal, E. & Ekin, Z. (2001). The effects of N application times on morphology, yield and quality characters of safflower. In: *Proceedings of 5th International Safflower Conference*, 23-27 July, Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA, pp. 341.
2. Diaz, F.A., Garza, I. & Ortegón, A.S. (2006). Biofertilization of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under limited humidity conditions. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2), 175-180.
3. Dordas, C.A., & Sioulas, C. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*, 27, 75-85.
4. Dordas, C.A. & Sioulas, C. (2009). Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 110, 35-43.
5. Dreecer, M.F., Schapendonk, H.C.M., Oijen, M.V., Sanderpot, C. & Rabbinge, R. (2000). Radiation and nitrogen use at the leaf and canopy level by wheat and oilseed rape during the critical period for grain number definition. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27, 899-910.
6. Forooghi, L. & Ebadi, A. (2012). Effect of nitrogen and sulfur fertilizer application on yield, yield components, and some physiological traits of spring safflower. *Electronic Journal of Crop Production*, 5 (2), 37-56. (In Farsi with English abstract)
7. Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. & Van Dorland, R. (2007). *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing*. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (Eds), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (pp. 129-234.) Cambridge University Press, Cambridge.
8. Ghafari, S., Poor Yusuf, M. & Hasanzadeh, A. (2010). Biological fertilizers and their impact in reducing consumption chemical fertilizers and environmental protection. In: *Proceedings of National Conference on Biological Diversity and its Effect on the Agriculture and Environment*, 8 August, Urmia, Iran, p. 1241. (In Farsi with English abstract)
9. Hasegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., da Silva, V.N., Schammas, E.A., Reis, T.A. & Correia, B. (2008). Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*, 19, 36-43.
10. Hatfield, J.L. & Prueger, J.H. (2004). Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. *Crop Science*, 26, 156-168.
11. Mirzakhani, M. (2012 a). Effects of integrated use of different combinations of fertilizers and biofertilizers on spring safflower. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences*, 12 (8), 1035-1041.
12. Mirzakhani, M. (2012 b). Reaction of safflower yield components to inoculation with Mycorrhiza, Azotobacter and chemical fertilizers. *Journal on Plant Science Researches*, 26(2), 37- 51. (In Farsi with English abstract).
13. Mohsen-nia, O. & Jalilian, J. (2012). Effect of drought stress and different sources of manure on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agroecology*, 4(3), 235-245. (In Farsi with English abstract).
14. Naik, R., Halepyati, A.S., Pujari, B.T. (2007). Effect of Organic Manures and Fertilizer Levels on Growth, Yield Components and Yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20(4), 835-836.
15. Ojaghloo, F., Farahvash, F., Hassan-zadeh, A. & Pouryusef, M. (2007). Effect of inoculation with Azotobacter and Barvar Phosphate Biofertilizers on Yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agricultural Science (Crop Ecophysiology and Weed)*, 1(3), 39-51. (In Farsi with English abstract).
16. Rajput, R. L. & Gautam, D.S. (1992). Relative performance of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) varieties with different levels of nitrogen under rainfed condition. *Indian Journal of Agronomy*, 37, 290-292.
17. Siddiqui, M.H. & Oad, F.C. (2006). Nitrogen requirement of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) for growth and yield traits. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(3), 563-565.
18. Soleimani, R. (2008). Effect of rate and time of nitrogen application on grain yield and its components in spring safflower (*Carthamus tinctorious* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(1), 47-59. (In Farsi with English abstract).
19. Strasil, Z. & Vorlicek, Z. (2002). The effect of nitrogen fertilization, sowing rate and site on yield and yield components of selected varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Rostlinna Vyroba*, 48(7), 307-311.
20. Studdert, G. A. & Echeverria, H.E. (2000). Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. *Soil Science*, 64, 1496-1503.