



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹

صفحه‌های ۴۰۷-۴۱۷

تأثیر محلول‌پاشی برخی تنظیم‌کننده‌های رشد و نیتروژن بر شاخص‌های رشدی، عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ بهاره

سعید حضرتی^۱، امیررضا صادقی بختواری^{۱*}، داود کیانی^۲

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

۲. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۲۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴

چکیده

جهت ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی مواد تنظیم‌کننده رشد و نیتروژن بر شاخص‌های رشدی، تولید و کیفیت روغن دو رقم گلرنگ بهاره، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی خسروشاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل تنظیم‌کننده رشد اکسین، سیتوکینین و ترکیب تیماری اکسین + سیتوکینین هر کدام با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و عدم مصرف هورمون‌ها به عنوان تیمار شاهد، محلول‌پاشی نیتروژن دو سطح (سه و شش در هزار) و دو رقم گلرنگ بهاره (صفه و گلدشت) بودند. نتایج نشان داد که در رقم صفه شاخص‌های ارتفاع بوته (۳۷ درصد)، تعداد دانه در طبق (۳۹ درصد)، تعداد شاخه فرعی (۹ درصد) و تعداد طبق در بوته (۱۷ درصد) نسبت به رقم گلدشت افزایش نشان داد. در حالی که قطر طبق و وزن هزار دانه در رقم گلدشت به ترتیب ۱۵ و ۴۷ درصد بیش‌تر از رقم صفه بود. بیش‌ترین عملکرد دانه ۳۲۰۵ کیلوگرم در هکتار در ترکیب تیماری محلول‌پاشی اکسین و نیتروژن به صورت سه هزار به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با عدم مصرف هورمون و محلول‌پاشی نیتروژن به صورت شش در هزار در رقم صفه نداشت. بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک و لینولنیک با کاربرد ترکیبی اکسین و سیتوکینین و محلول‌پاشی سه و شش در هزار نیتروژن مشاهده شد. کاربرد جداگانه اکسین و سیتوکینین میزان لینولنیک و استئاریک را در گلرنگ بهاره در مقایسه با عدم مصرف هورمون افزایش داد که این افزایش در رقم صفه در مقایسه با گلدشت بیش‌تر بود. براساس نتیجه‌گیری نهایی رقم صفه در مقایسه با رقم گلدشت از میزان رشد و عملکرد بیش‌تری برخوردار بود و هم‌چنین تأثیرپذیری مثبت رقم صفه در مقایسه با گلدشت در محلول‌پاشی هورمون‌ها و نیتروژن بیش‌تر بود.

کلیدواژه‌ها: اسیدهای چرب، اکسین، تولید، سیتوکینین، کیفیت روغن.

Effects of Foliar Application of Some Growth Regulators and Nitrogen on Growth, Yield and Oil Quality of Spring Safflower

Saeid Hazrati¹, Amir Reza Sadeghi-Bakhtvari^{1*}, Davood Kiani²

1. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran.

Received: August 15, 2019

Accepted: October 19, 2019

Abstract

The present study aims at evaluating the effects of leaf foliar of growth regulators and nitrogen on growth parameters and yield of spring safflower. To do so it has carried out a research at East Azerbaijan Agricultural Research Center as a factorial experiment based on RCBD (Randomized Complete Block Design) with three replications. The factors include growth regulators in four levels, namely auxin, cytokinin, auxin + cytokinin (wherein the treatment's concentration has been 1000 mg/L), and control (no use of growth regulator, whatsoever), foliar application of nitrogen (3 and 6 per thousand), and two spring cultivars (Soffeh and Goldasht). Results show taller plants (17%) and greater number of heads per plant (39%), seeds per head (9%), and lateral stems (37%) for Soffeh cultivar, compared to Goldasht variety. On the other hand, Goldasht cultivar provides the maximum head diameter (15%) and 1000 seed weight (47%), in comparison to Soffeh cultivar. The maximum grain yield is observed for Soffeh cultivar with auxin growth regulator and a concentration of three per thousand foliar application of nitrogen (3205 kg ha⁻¹), displaying no significant difference from either the control or the application of three per thousand foliar of nitrogen (3120 kg ha⁻¹). The application of growth regulators has changed the fatty acid composition. The application of auxin + cytokinin as the growth regulator with a concentration of three and six per thousand foliar of nitrogen increase the oleic, palmitic, and linolenic acids. However, the use of auxin and cytokinin separately increase linoleic and stearic acids among the fatty acids, compared to the control, which is higher in Soffeh cultivar than Goldasht. In general, Soffeh cultivar shows higher growth and yield, compared to Goldasht cultivar, indicating the positive effect in foliar application of hormones and nitrogen for the latter.

Keywords: Auxin, cytokinin, fatty acid quality, nitrogen, production.

۱. مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند و نقش مهمی در حفظ سلامت جامعه دارند (Omid et al., 2010). با توجه به افزایش جمعیت و مصرف سرانه روغن، افزایش عملکرد و سطح زیر کشت دانه‌های روغنی یک امر ضروری است. گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از دانه‌های روغنی چند منظوره و سازگار به شرایط اقلیمی ایران می‌باشد. میوه گلرنگ به صورت فندقه است و ذخیره روغن در لپه‌ها انجام می‌شود (Ahmadi, & Omid, 2001). از جمله خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه مصارف طی، صنعتی و غذایی گلبرگ‌های آن، کیفیت بالای روغن دانه و وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع به‌ویژه اسیدچرب لینولیک و اولئیک، می‌باشد که گلرنگ را به‌عنوان یک گیاه روغنی با ارزش مطرح نموده است (Delshad et al., 2018). گلرنگ رتبه هشتم را در بین دانه‌های روغنی از لحاظ سطح زیر کشت دارا می‌باشد. در میان کشورهای تولیدکننده گلرنگ، قزاقستان با داشتن ۳۴/۴۳ درصد سطح زیر کشت جهانی بالاترین سطح زیر کشت را به‌خود اختصاص داده است (FAO, 2017).

سطح زیر کشت گلرنگ در ایران حدود ۱۵۰۳۸ هکتار با متوسط عملکرد ۱۴۸۲/۹ کیلوگرم در هکتار است (MAJ, 2017). از دلایل پایین‌بودن سطح زیر کشت گلرنگ، طولانی‌بودن دوره رشد و پایین‌بودن نسبی عملکرد آن است (Noormohammadi & Ehdai, 1984). تعیین مناسب‌ترین رقم و تغذیه بهینه گیاه در برنامه‌های به‌زرایی به‌منظور دستیابی عملکرد بالا بسیار مهم می‌باشد (Nejad-Shamlo, 1996). انتخاب ارقام مناسب که دارای ویژگی‌هایی همچون عملکرد مطلوب، تحمل شرایط نامساعد محیطی و کارایی بالا در پاسخ به تغذیه دارند، امکان استفاده بهتر از منابع را میسر نموده و موجب توسعه سطح زیر کشت گیاهان و افزایش بازده تولید می‌شود.

نیترژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی می‌باشد که به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم بیش‌ترین تأثیر را بر رشد، عملکرد و فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان دارد. با توجه به فصل رشد کوتاه‌تر گلرنگ بهاره و آبیاری با فواصل زمانی کم‌تر و همچنین وجود بارندگی‌های بهاره، شست‌وشوی کودهای نیترژن در ابتدای رشد گیاه زیاد بوده، بنابراین مصرف کود نیترژن می‌تواند بر رشد، عملکرد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیک و کیفیت روغن در گیاه گلرنگ تأثیر بگذارد (Bohra, 1995; Soleimani, 2008; Abbadi et al., 2008). با این وجود رفتارهای فیزیولوژیک گیاهان نسبت به منابع نیترژن به‌طور کامل متفاوت بوده و به توانایی آن‌ها در جذب و تثبیت آن بستگی دارد (Botella et al., 1994). واکنش گلرنگ به نیترژن در مقایسه با سایر عناصر غذایی بیش‌تر بوده و این ماده غذایی نه تنها بر عملکرد دانه بلکه بر ترکیب آن نیز تأثیرگذار است (Rastgo et al., 2014). در برخی مطالعات مشخص شده است که گلرنگ به مصرف نیترژن با غلظت بالاتر از (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) واکنش مثبتی نشان نداده است (Abdel-Hafiz et al., 2011; Strašil and Vorlíček, 2019). در پژوهشی روی گلرنگ رقم زرقان ۲۷۹ مشاهده شد که نیترژن روی تمامی صفات‌های فیزیولوژیک و شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشته است. به‌طوری‌که افزایش مصرف نیترژن، صفات عملکرد دانه، تعداد طبق در بوته، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و تعداد انشعاب فرعی را به‌میزان چشم‌گیری افزایش داد، ولی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه نداشت (Heidari & Asad, 1998). در پژوهش‌های دیگری نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گلرنگ با مصرف نیترژن مشاهده شده است (Soleimani, 2008; Gubbles & Dedio, 2004; Sharma & Verma 1975; Abdel-Hafiz et al.,

تأثیر محلول پاشی برگی برخی تنظیم کننده های رشد و نیتروژن بر شاخص های رشدی، عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ بهاره

(Ahmadi *et al.*, 2008). این هورمون سبب توسعه برگ ها و اندام های تولید مثلی شده و پیری را به تأخیر می اندازد (Osugi & Sakakibara, 2015). براساس یک پژوهش Faizan & Bano (2011) گزارش کردند که سیتوکینین در گیاه گلرنگ به طور معنی داری تعداد دانه در طبق، بوته و نیز وزن صددانه را افزایش داد. افزایش در عملکرد دانه و روغن با کاربرد سیتوکینین در کتان (Faizanullah *et al.*, 2010)، سوپا (Fatima & Bano, 1998) و گلرنگ (Mohammadi *et al.*, 2014) نیز گزارش شده است. از این رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی رشد، عملکرد و کیفیت روغن دو رقم گلرنگ بهاره (صفه و گلدشت) در اثر محلول پاشی مواد تنظیم کننده رشد و نیتروژن می باشد.

۲. مواد و روش ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی خسروشاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و دو دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۳ در فصل بهار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل مواد تنظیم کننده رشد (A) در چهار سطح شاهد (A1=0)، اکسین (A2=1000 میلی گرم در لیتر)، سیتوکینین (A3=1000 میلی گرم در لیتر) و اکسین + سیتوکینین (A4=1000 + 1000 میلی گرم در لیتر) بودند. محلول پاشی نیتروژن (B) در دو سطح سه در هزار (B1) و شش در هزار (B2) صورت گرفت. ارقام مورد بررسی (C) نیز در رقم صفه (C1) و گلدشت (C2) بودند. ترکیب شیمیایی اکسین به کاررفته 8-Hydroxyquinoline و سیتوکینین N-Benzyladenine بودند. محلول پاشی هورمون و

(2019). در بررسی های Shariatinia (2008) و Soleimani (2008) افزایش مصرف نیتروژن تعداد طبق در گلرنگ را افزایش، ولی تعداد دانه در طبق و وزن صددانه را کاهش داد. در پژوهشی افزایش عملکرد روغن دانه گلرنگ با مصرف نیتروژن مشاهده گردیده است (Gubbles & Dedio, 2004). علاوه بر تغذیه گیاه، هورمون های گیاهی نیز از عوامل بسیار مهم برای رشد گیاهان می باشند. تمام فرایندهای درون سلولی گیاهان به طور مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تأثیر هورمون های گیاهی قرار می گیرند (Zand *et al.*, 2014; Mahrokh *et al.*, 2015).

هورمون ها از مهم ترین عوامل داخلی تنظیم کننده رشد گیاهان زراعی در پاسخ به عوامل محیطی و ژنتیکی هستند. در میان تنظیم کننده های رشد، اکسین ها و سیتوکینین ها نقش مهمی در فعالیت هورمونی در جهت گل انگیزی و کنترل رشد گیاه دارد و کاربرد خارجی آنها در طول دوره رشد گیاه می تواند گلدهی را افزایش داده بر کمیت و کیفیت محصول تولیدی تأثیر بگذارد (Keshavarzi *et al.*, 2014). اکسین در برگ های جوان و مریستم ساقه تولید می شود که به روش قطبی به قسمت های پایین ساقه منتقل و باعث القای غالبیت انتهایی می گردد (Ljung *et al.*, 2001). Baydar & Ulger (1998) بیشترین میزان اکسین را در گیاه گلرنگ در طی مرحله آغاز غنچه دهی مشاهده کردند و بیان نمودند که اکسین نقش مؤثری در تشکیل غنچه در گیاه ایفا می کند. افزایش عملکرد گیاه کتان با کاربرد اکسین در غلظت ۰/۵ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید (Rastogi *et al.*, 2013). سیتوکینین ها گروه دیگری از تنظیم کننده های رشد هستند که به نوعی تقسیم سلولی را تحریک می کنند و بر خلاف اکسین موجب از بین رفتن غالبیت انتهایی و تحریک ساقه های جانبی می شوند. سیتوکینین در ریشه ساخته شده و به وسیله آوند چوبی به قسمت های هوایی منتقل می شود

شد. دمای اولیه ۱۵۸ درجه سانتی‌گراد بود و با افزایش دو درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۲۰ دقیقه نگهداری شد. دمای درجه تزیق ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارساز ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان گاز حامل (هلیوم) ۱/۲ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. هم‌چنین روش تزیق به GC به صورت Split انجام شد (Azadmard-Damirchi & Dutta, 2008).

۳.۲. آنالیز آماری

تجزیه واریانس داده‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری پنج درصد توسط نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت. برای رسم نمودارهای مربوطه نیز از نرم‌افزار اکسل (Excel) استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی

براساس نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱)، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفتند. نتایج مقایسه نشان داد که ارتفاع گیاه رقم صغه نسبت به گلدشت، ۳۷ درصد بیش‌تر بود، هم‌چنین رقم صغه نسبت به رقم گلدشت تعداد شاخه فرعی بیش‌تری در بوته ایجاد کرد (جدول ۲). در مطالعه‌ای که بین ارقام مختلف گلرنگ بهاره انجام گرفت نشان داده شد که رقم صغه در مقایسه با گلدشت و سینا ارتفاع بیش‌تری داشت (Pasban Eslam, 2018). در برخی پژوهش‌ها وجود تنوع در صفت تعداد شاخه فرعی برای ارقام گلرنگ را بیان کرده‌اند، از این‌رو، تعداد شاخه فرعی از ویژگی‌های ژنتیکی هر ژنوتیپ می‌باشد (Ghorbanzadeh & Afzal, 2015). در مطالعه‌ای توسط Tahmasebizadeh *et al.* (2010) روی گیاه

نیترژن به‌صورت هم‌زمان و با شروع ساقه‌روی و در اواخر مرحله گلدهی (۸۰ درصد گلدهی) انجام گرفت. عملیات شخم، تسطیح و کرت‌بندی در اوایل اردیبهشت‌ماه صورت گرفت. طول و عرض کرت‌ها به‌ترتیب پنج و دو و نیم‌متر در نظر گرفته شد. در هر کرت پنج ردیف بذر با عمق سه سانتی‌متر کاشته شد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری به‌عمل آمد که برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن شامل بافت لوم سیلتی، pH برابر ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۲/۱۸ بود و مقدار نیترژن ۰/۰۱ درصد بود.

۲.۱. اندازه‌گیری صفات رشدی و عملکرد

بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و متغیرهایی چون ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه مورد ارزیابی واقع شدند. ابزارهای مورد استفاده خط‌کش (برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته)، کولیس (برای اندازه‌گیری قطر طبق) و ترازوی دیجیتال (برای وزن هزاردانه و عملکرد) بودند.

برای اندازه‌گیری درصد روغن نیز از دستگاه سوکسله با حلال آلی هگزان در آزمایشگاه استفاده شد (Horwitz & Latimer, 2005). برای تعیین عملکرد روغن، عملکرد دانه در درصد روغن ضرب گردید.

۲.۲. آنالیز اسیدهای چرب با کروماتوگرافی گازی (GC)

به‌منظور آنالیز متیل‌استر اسیدهای چرب (لینولئیک، اولئیک، لینولئیک استئاریک و پالمیتیک)، از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به ستون موئینی سیلیکایی (BPX70 (USA, Austin, SGE) با طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۲ میلی‌متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده

تأثیر محلول پاشی برگی برخی تنظیم کننده های رشد و نیتروژن بر شاخص های رشدی، عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ بهاره

شده است که این صفت از ویژگی های ریخت شناسی این رقم است.

۳.۳. وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد بین ارقام مورد مطالعه در وزن هزار دانه در طبق اختلاف معنی دار آماری وجود داشت. مقایسه مقایسه میانگین وزن هزار دانه نشان دهنده برتری رقم گلدشت با ۴۵/۴۵ گرم (۴۷ درصد) نسبت به رقم صفا با ۳۰/۷۴ گرم بود (جدول ۲). با توجه به این که اثر عامل رقم بر صفات رشدی گیاه گلرنگ در این مطالعه تفاوت معنی داری را نشان داد، می توان بیان کرد این ارقام انتخاب مناسبی از نظر تنوع صفات جهت مطالعه تأثیر گذاری محلول پاشی نیتروژن و تنظیم کننده های رشد بر عملکرد و ترکیبات اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن بوده است.

۳.۴. عملکرد دانه

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر متقابل سه جانبه تنظیم کننده های رشد در محلول پاشی نیتروژن در رقم بر صفت عملکرد دانه تفاوت معنی دار نشان داد. محلول پاشی نیتروژن به میزان سه در هزار در شرایط محلول پاشی هورمون اکسین در رقم صفا بیشترین میزان عملکرد (۳۲۰۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که تفاوت معنی داری با محلول پاشی نیتروژن به میزان شش در هزار (۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عدم مصرف هورمون (۳۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) نداشت و برای رقم گلدشت اختلافی بین ترکیب تیماری برای عملکرد را مشاهده نگردید (شکل ۱). نتایج نشان داد که در شرایط استفاده از محلول پاشی نیتروژن به صورت شش در هزار مصرف و یا عدم مصرف از تنظیم کننده های رشد (شاهد) عامل ایجاد کننده اختلاف برای عملکرد دانه

گلرنگ ارتفاع بوته تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت، به طوری که تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۸۸/۹ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته را به دست آورد. اگرچه در این پژوهش اهمیت اثر نیتروژن بر ارتفاع بوته گزارش گردیده است، اما در مطالعه حاضر اثر محلول پاشی نیتروژن بر این صفات معنی دار نشد و این رخداد می تواند به دلیل میزان و شیوه مصرف نیتروژن و مرحله نمود گیاه در زمان کاربرد نیتروژن باشد. به نظر می رسد ارقام بهاره گلرنگ با ارتفاع بوته بیش تر، از پتانسیل عملکرد بالاتری برخوردار باشند و هم چنین تغذیه گیاه با نیتروژن در دوره ساقه روی بتواند با افزایش ارتفاع بوته، به بهبود عملکرد دانه و روغن منجر شود.

۳.۲. تعداد طبق، قطر طبق و تعداد دانه در طبق

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد بین ارقام مورد مطالعه در صفات تعداد طبق، قطر طبق و تعداد دانه در طبق اختلاف معنی دار آماری وجود داشت. مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد طبق و تعداد دانه در طبق نشان داد که رقم صفا تعداد طبق و دانه در طبق بیشتری تولید کرد که نسبت به رقم گلدشت به ترتیب ۳۹ و ۱۷ درصد افزایش داشت (جدول ۲). پژوهشی توسط *Ashri et al.* (2014) روی ۹۳ لاین گلرنگ جمع آوری شده از نقاط مختلف جهان انجام شد، بر اساس نتایج این پژوهش متوسط تعداد طبق در این لاین های جمع آوری شده ۲۲/۷ عدد گزارش شد. هم چنین در مطالعه تعداد طبق بیش تر در رقم صفا در مقایسه با رقم گلدشت بیان شده است (Pasban Eslam, 2018). بر اساس نتایج مقایسه میانگین رقم گلدشت در مقایسه با رقم صفا قطر طبق (۱۵ درصد) بیشتری را در بررسی حاضر نشان داد (جدول ۲). در مطالعه ای توسط Pasban Eslam (2018) قطر طبق های بیش تر در رقم گلدشت در مقایسه با رقم صفا را آشکار

هزار و مصرف هورمون اکسین در رقم صنفه عملکردی بیش تری در مقایسه با عدم کاربرد هورمون و نیتروژن به میزان سه در هزار در رقم صنفه (۱۵۱۰ کیلوگرم در هکتار) نشان داد که این رخداد نشان دهنده نقش مثبت هورمون اکسین در افزایش عملکرد دانه می باشد. با توجه به تفاوت فنولوژی دو رقم مورد مطالعه، کندتر و عقب تر بودن مراحل رشد گلدشت نسبت به صنفه (Ahmadi & Omid, 2001)، اثرات تیمارهای مورد مطالعه روی ارقام متفاوت بود. به نظر می رسد محلول پاشی توأم هورمون اکسین همراه با نیتروژن در مزارع کم بازده گلرنگ، بتواند در حصول عملکرد دانه قابل قبول، نقش مؤثری داشته باشد. در گزارشی توسط Beech & Norman (2002) مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را با عملکرد ۲۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (نسبت به عملکرد ۱۴۱۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم مصرف نیتروژن) به عنوان اقتصادی ترین مقدار پیشنهاد کردند.

نیست. نتایج بیانگر نقش مثبت محلول پاشی اکسین در افزایش عملکرد رقم صنفه در حالت محلول پاشی نیتروژن به- میزان سه در هزار بود. در شرایط استفاده ترکیبی هورمون اکسین و سیتوکینین اختلافی برای عملکرد دانه نسبت به شرایط شاهد مشاهده نشد (شکل ۱). با توجه به کم بازده بودن خاک محل آزمایش (۰/۰۱ درصد نیتروژن) کاربرد نیتروژن به میزان سه در هزار و هورمون اکسین به صورت محلول پاشی، ضمن تحریک تقسیم سلولی توسط هورمون، نیتروژن لازم نیز به طور مستقیم از طریق اندام هوایی در دسترس جوانه ها و گل آذین در حال رشد صنفه قرار گرفت. نتایج نشان داد توان عملکرد دانه رقم صنفه در مقایسه با رقم گلدشت در شرایط محلول پاشی نیتروژن به میزان شش در هزار بالاتر است. با کاربرد محلول پاشی اکسین به همراه محلول پاشی نیتروژن به میزان سه در هزار در رقم صنفه، عملکردی برابر با رقم صنفه محلول پاشی اکسین و محلول پاشی شش در هزار نشان داد و همچنین در شرایط کاربرد نیتروژن به میزان سه در

جدول ۱. میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده روی گلرنگ بهاره

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع	تعداد طبق	قطر	تعداد دانه	وزن	تعداد شاخه
		بوته	در بوته	طبق	در طبق	هزاردانه	فرعی
تکرار	۲	۲۹۶/۶۶**	۳۱/۴۸**	۴/۶۰	۴۹۵/۳۶**	۳/۷۱ ns	۳/۸۹**
تنظیم کننده رشد	۳	۷۲/۹۶ ns	۰/۶۵ ns	۰/۵۹ ns	۵/۸۱ ns	۲/۴۴ ns	۰/۵۳ ns
محلول پاشی نیتروژن	۱	۷۸/۸۹ ns	۱/۵۹ ns	۲/۳۴ ns	۰/۹۰ ns	۰/۲۳ ns	۰/۱۱ ns
رقم	۱	۴۱۷۱/۲۵*	۱۷۰/۰۶**	۲۱۸/۲۸**	۸۰۰/۳۳**	۲۵۹۸/۵۲**	۵/۴۰**
تنظیم کننده رشد × محلول پاشی نیتروژن	۳	۲۶/۴۳ ns	۹/۱۱ ns	۰/۱۸ ns	۱۱۶/۳۰ ns	۳/۱۹ ns	۰/۴۰ ns
تنظیم کننده رشد × رقم	۳	۶۰/۶۳ ns	۰/۰۳ ns	۳/۸۹ ns	۸۵/۷۷ ns	۱/۲۹ ns	۰/۰۷ ns
محلول پاشی نیتروژن × رقم	۱	۰/۸۶ ns	۲/۸۷ ns	۰/۴۵ ns	۹/۱۸ ns	۰/۱۷ ns	۰/۰۳ ns
تنظیم کننده رشد × محلول پاشی نیتروژن × رقم	۳	۶۱/۵۸ ns	۳/۷۵ ns	۴/۰۲ ns	۲۳/۶۹ ns	۰/۷۴ ns	۰/۰۸ ns
اشتباه آزمایش	۳۰	۳۱/۱۹	۴/۸۱	۲/۰۹	۶۶/۵۸	۲/۲۵	۰/۴۷
ضریب تغییرات (%)		۱۸/۳۴	۹/۴۳	۳/۹۴	۱۴/۵۸	۵	۱۹/۰۹

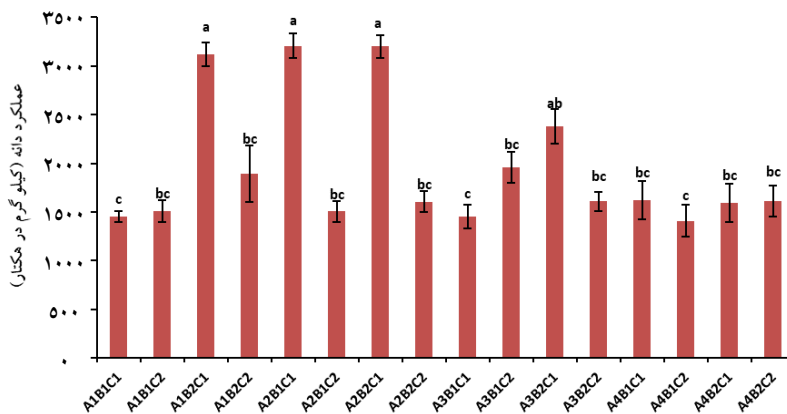
ns, ** و *** به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی دار.

تأثیر محلول پاشی برگ‌ی برخی تنظیم‌کننده‌های رشد و نیتروژن بر شاخص‌های رشدی، عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ بهاره

جدول ۲. اثر رقم بر صفات مورد مطالعه دو رقم گلرنگ بهاره

رقم	ارتفاع بوته (cm)	تعداد طبق در بوته	قطر طبق (mm)	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (gr)	تعداد شاخه فرعی
صفت	۶۸/۹۶ a	۱۳/۳۷ a	۲۶/۷۹ b	۶۰/۸۸ a	۳۰/۷۴ b	۷/۶۷ a
گلدشت	۵۰/۳۱ b	۹/۶۰ b	۳۱/۰۵ a	۵۱/۸۸ b	۴۵/۴۵ a	۷/۰۰ b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل تنظیم‌کننده‌های رشد در محلول پاشی نیتروژن در رقم بر عملکرد دانه.

حروف مشابه نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

A: تنظیم‌کننده‌های رشد (A1: شاهد، A2: اکسین، A3: سیتوکینین، A4: سیتوکینین + اکسین) B: محلول پاشی نیتروژن (B1: سه در هزار، B2: ۶ در هزار) C: رقم (C1: صفت، C2: گلدشت).

(Camas & Esendal, 2006). نتایج نشان داد که محلول پاشی

نیتروژن و تنظیم‌کننده‌های رشد بر میزان لینولئیک اسید در هر دو رقم تأثیر معنی‌داری داشت، به طوری که بیش‌ترین میزان این اسید چرب در رقم صفت مربوط به تیمار محلول پاشی نیتروژن شش در هزار با کاربرد سیتوکینین و اکسین بود، اما در رقم گلدشت با استفاده از محلول پاشی شش در هزار نیتروژن و اکسین حاصل شد. از طرف دیگر کاربرد همزمان سیتوکینین و اکسین میزان این اسید چرب را کاهش داد. بیش‌ترین میزان اولئیک اسید در رقم گلدشت و صفت با کاربرد ترکیبی سیتوکینین و اکسین در محلول پاشی نیتروژن سه در هزار حاصل شد و کم‌ترین میزان در رقم صفت و گلدشت با محلول پاشی اکسین حاصل شد (جدول ۴).

۳.۵. میزان اسیدهای چرب روغن دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل دو جنبه محلول پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد در رقم و اثر محلول پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد در نیتروژن و هم‌چنین اثر متقابل سه جنبه رقم در محلول پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد و نیتروژن بر میزان ترکیبات اسیدهای چرب گلرنگ بهاره اختلاف معنی‌دار آماری نشان دادند (جدول ۳). روغن گلرنگ شامل اسیدهای چرب غیراشباع (لینولئیک و اولئیک) و اشباع (استئاریک و پالمیتیک) می‌باشد. مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده ترکیب اسیدهای چرب ژنوتیپ می‌باشد، اما فاکتورهای محیطی نیز در طول پرشدن دانه می‌تواند به‌طور وسیع درصد روغن و اسیدهای چرب روغن را تحت تأثیر قرار دهند

جدول ۳. میانگین مربعات اجزای تشکیل دهنده روغن دو رقم گلرنگ بهاره

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییر
اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید لینولئیک	درصد روغن		
۰/۰۵۴ ns	۰/۰۲۳ ns	۰/۱۴۲ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۹۴۵ ns	۵/۸۹ ns	۲	تکرار
۵۱/۹۴**	۰/۹۰۵**	۱۶/۰۸ ns	۶/۴۷۶**	۴۱/۸۸**	۹/۸۵ ns	۳	تنظیم کننده رشد
۰/۳۳۱ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۱۵۵ ns	۱/۰۴۱**	۰/۰۳ ns	۴/۶۸ ns	۱	محلول پاشی نیتروژن
۰/۱۰۷ ns	۰/۲۵۲**	۰/۰۴۷**	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۸ ns	۱۷/۵۲ ns	۱	رقم
۵/۵۴۶**	۰/۲۲۸**	۲/۱۲**	۱/۴۴۵**	۶/۵۶**	۵/۷۹ ns	۳	تنظیم کننده رشد × نیتروژن
۵/۷۰۸**	۰/۱۳۱**	۲/۹۹**	۰/۷۷۵**	۳/۵۱۹**	۱۲/۹۶ ns	۳	تنظیم کننده رشد × رقم
۱/۵۳**	۰/۰۵ ns	۱/۱۸**	۰/۰۳**	۰/۹۲۴**	۲۰/۰۲ ns	۱	نیتروژن × رقم
۲/۶۲**	۰/۱۸۶**	۱/۰۰۱**	۰/۳۶۴**	۱/۶۰۹**	۶/۲۴ ns	۳	تنظیم کننده رشد × نیتروژن × رقم
۰/۱۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۸۴	۰/۰۲۵	۰/۱۰۴	۸/۲۳	۳۰	اشتباه آزمایش
۲/۷۹	۱۹/۳۹	۳/۷۱	۳/۳۶	۰/۴۴	۷/۸	-	ضریب تغییرات (%)

ns و **: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی دار.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن × تنظیم کننده رشد × رقم برای اجزای تشکیل دهنده روغن دو رقم گلرنگ بهاره

رقم	محلول پاشی نیتروژن	تنظیم کننده رشد	اسید لینولئیک (%)	اسید استئاریک (%)	اسید پالمیتیک (%)	اسید لینولئیک (%)	اسید اولئیک (%)
۳ در هزار	شاهد	شاهد	۷۰/۷۸ f	۴/۳۸ e	۸/۷۸ b	۱/۲۲ abc	۱۳/۶۰ c
۶ در هزار	شاهد	شاهد	۷۳/۰۶ d	۴/۳۷ e	۶/۹۹ de	۰/۴۸ ghi	۱۱/۴۰ f
۳ در هزار	اکسین	اکسین	۷۲/۹۷ d	۵/۲۰ cd	۷/۵۲ c	۰/۴۳ i	۱۰/۸۸ f
۶ در هزار	اکسین	اکسین	۷۴/۸۴ a	۵/۴۰ abc	۶/۷۵ de	۰/۸۳ def	۹/۱۲ h
۳ در هزار	سیتوکینین	سیتوکینین	۷۳/۸۲ b	۵/۵۶ ab	۷/۵۶ c	۱/۰۴ bcd	۱۱/۰۵ f
۶ در هزار	سیتوکینین	سیتوکینین	۷۴/۹۴ a	۵/۵۷ ab	۶/۶۰ e	۰/۷۳ efgh	۹/۸۷ g
۳ در هزار	اکسین + سایتوکینین	اکسین + سایتوکینین	۶۹/۲۷ g	۳/۱۸ f	۹/۵۹ a	۱/۳۲ ab	۱۵/۴۴ a
۶ در هزار	اکسین + سایتوکینین	اکسین + سایتوکینین	۷۱/۳۹ e	۴/۳۷ e	۸/۶۹ b	۱/۴۴ a	۱۳/۱۵ cd
۳ در هزار	شاهد	شاهد	۷۳/۱۱ d	۴/۴۸ e	۶/۸۹ de	۰/۵۷ fgghi	۱۰/۹۷ f
۶ در هزار	شاهد	شاهد	۷۳/۲۳ d	۵/۱۵ d	۶/۹۴ de	۰/۴۶ hi	۱۱/۲۱ ef
۳ در هزار	اکسین	اکسین	۷۴/۰۶ b	۵/۴۹ ab	۶/۵۶ e	۰/۸۲ def	۹/۲۵ h
۶ در هزار	اکسین	اکسین	۷۴/۷۱ a	۵/۶۳ a	۶/۷۴ de	۰/۷۵ efg	۹/۲۳ h
۳ در هزار	سیتوکینین	سیتوکینین	۷۲/۶۸ d	۴/۳۳ e	۸/۷۵ b	۰/۸۱ def	۱۲/۷۰ d
۶ در هزار	سیتوکینین	سیتوکینین	۷۳/۷۲ bc	۵/۴۹ ab	۷/۵۶ c	۰/۵۹ fgghi	۱۱/۷۴ e
۳ در هزار	اکسین + سایتوکینین	اکسین + سایتوکینین	۶۹/۲۰ g	۳/۲۴ f	۹/۸۸ a	۱/۳۳ a	۱۵/۴۰ a
۶ در هزار	اکسین + سایتوکینین	اکسین + سایتوکینین	۷۰/۲۰ f	۴/۳۹ e	۹/۵۹ a	۰/۹۹ cde	۱۴/۵۲ b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

تأثیر محلول پاشی برگی برخی تنظیم کننده های رشد و نیتروژن بر شاخص های رشدی، عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ بهاره

۴. نتیجه گیری

ارقام انتخابی در این آزمایش دارای تنوع صفات جهت مطالعه تأثیرگذاری محلول پاشی نیتروژن و تنظیم کننده های رشد بر عملکرد و ترکیبات اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن بود. نتایج به دست آمده نشان داد که رقم صفة بیشترین ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و بیشترین عملکرد دانه را اظهار کرد و رقم گلدشت قطر طبق و وزن هزاردانه بیشتری را نشان داد. کاربرد تنظیم کننده رشد اکسین در رقم صفة و محلول پاشی نیتروژن به میزان سه در هزار سبب افزایش عملکرد این رقم شد و با عملکرد رقم صفة در شرایط محلول پاشی نیتروژن به میزان سه در هزار و بدون استفاده از تنظیم کننده رشد اختلاف معنی داری نشان داد، این رخداد بیانگر نقش محلول پاشی تنظیم کننده رشد اکسین در افزایش عملکرد ارقام گلرنگ بهاره بود. کاربرد تنظیم کننده های رشد و محلول پاشی نیتروژن ترکیب اسیدهای چرب گلرنگ بهاره را تغییر داد، به صورتی که کاربرد همزمان اکسین و سیتوکینین با محلول پاشی سه و شش در هزار نیتروژن میزان اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک و لینولنیک را افزایش داد و از طرف دیگر کاربرد جداگانه اکسین و سیتوکینین منجر به افزایش بیشترین میزان لینولنیک و استئاریک را در ارقام صفة و گلدشت از گلرنگ بهاره شد. این نتایج اظهارکننده تغییرات ترکیبات اسیدهای چرب روغن دانه با مدیریت های زراعی می باشد و می توان جهت رسیدن به کیفیت مدنظر از این ترکیبات تیماری بهره برد.

۵. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

این نتایج بیان کننده یک رابطه معکوس در استفاده از ترکیبات تنظیم کننده رشد اکسین و سیتوکینین به صورت همراه با هم در مقایسه با کاربرد جداگانه هر کدام از آنها در میزان اسید لینولنیک و اسید اولئیک در گیاه گلرنگ بود، به طوری که کاربرد جداگانه هورمون ها میزان اسید لینولنیک در رقم صفة را در مقایسه با شاهد (عدم مصرف هورمون) افزایش داد و کاربرد ترکیبی آنها افزایش دهنده میزان اسید اولئیک بود. رابط معکوس بین میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک در آفتابگردان (Flagella et al., 2002) و کلزا (Abdul & Fayyazul, 2006) گزارش شده است. استفاده از محلول پاشی اکسین و سیتوکینین به صورت جداگانه در ترکیب با محلول پاشی نیتروژن میزان استئاریک اسید را در هر دو رقم صفة و گلدشت افزایش داد، اما کاربرد همزمان این دو هورمون برای میزان اختلاف معنی داری را باعث نشد، به طوری که کمترین میزان این اسید چرب با کاربرد همزمان سیتوکینین و اکسین و هم چنین محلول پاشی نیتروژن سه در هزار به دست آمد. بیشترین میزان پالمیتیک اسید و لینولنیک با کاربرد همزمان سیتوکینین و اکسین و هم چنین محلول پاشی نیتروژن سه در هزار مشاهده گردید (جدول ۴). در یک مطالعه کاربرد اکسین روی جلبک کلرلا^۱ باعث کاهش میزان اسید چرب اولئیک و لینولنیک شد اما میزان پالمیتیک اسید و استئاریک افزایش پیدا نمود (Jusoh et al., 2015). مدیریت های زراعی مانند تغذیه، تاریخ کشت و آبیاری می توانند بر میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک تأثیرگذار باشند (Flagella et al., 2002; Sharifi et al., 2017). پژوهشگران بیان کرده اند که مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در گلرنگ به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و تغذیه گیاه در دوره تجمع روغن و نمو دانه قرار می گیرند (Hamrouni et al., 2001).

1. *Chlorella vulgaris*

۶. 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(1-2), 167-180. doi: 10.1007/s11104-008-9569-5
- Abdel-Hafiz, M., Abdel-Hafiz, E., & Hassan, A. (2019). Morph physiological traits of safflower as affected by plant densities and nitrogen fertilization. *Journal of Productivity and Development*, 24(1), 1-14. doi:10.21608/jpd.2019.41319.
- Abdul, M., & Fayyazul, H. (2006). Effects of sulphur on fatty acid accumulation in Brassica cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5, 588-592. doi: 1560-8530/2006/08-5-588-592.
- Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P., & Jabbari, F. (2008). Introduction to plant physiology. Tehran University Press. Tehran, Iran, 498 pp.
- Ahmadi, M., & Omid, H. (2001). *Recognition of safflower and preliminary study of its structure in Iran*. Ministry of Agriculture. Tehran, Iran. 280pp.
- Ashri, A., Zimmer, D. E., Urie, A. L., Cahaner, A., & Marni, A. (1974). Evaluate of the world collection of safflower IV. yield and yield components and their relationships. *Crop Science*, 14(6), 799-802. doi: 10.2135/cropsci1974.0011183x0014000600006x.
- Azadmard-Damirchi, S., & Dutta, P.C. (2008). Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical inter esterification of a blend of refined Olive oil and Palm Stearin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(1), 13-21. doi:10.1007/s11746-007-1170-1.
- Baydar, H., & Ülger, S. (1998). Correlations between changes in the amount of endogenous phytohormones and flowering in the Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Biology*, 22(4), 421-425.
- Beech, D. F., & Norman, M. J. T. (2002). The effect of wet-season land treatment and nitrogen fertilizer on safflower, linseed, and wheat in the Ord River Valley. *Australian Journal of Experiment. Agriculture*, 8(30), 72-80. <http://dx.doi.org/10.1071/ea9680072>.
- Bohra, J.S. (1995). Effect of nitrogen, plating pattern and population on productivity of safflower+ Indiarape intercropping. *Agronomy*, 51, 371-373.
- Botella, M. A., Cerda, A., Martinez, V., & Lips, S. H. (1994). Nitrate and ammonium uptake by wheat seeding as affected by salinity and light. *Journal of Plant Nutrition*, 17(5), 839-850. doi:10.1080/01904169409364770.
- Camas, N., & Esendal, E. (2006) Estimation of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Hereditas*. 143(2006), 55-57. doi:10.1111/j.2006.0018-0661.01914.
- Delshad, E., Yousefi, M., Sasannezhad, P., Rakhshandeh, H., & Ayati, Z. (2018). Medical uses of *Carthamus tinctorius* L. (Safflower): a comprehensive review from traditional medicine to modern medicine. *Electronic physician*, 10(4), 6672-6681. doi:10.19082/6672.
- Faizan, U., & Bano, A. (2011). Effect of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23(1), 27-31. doi: 10.1590/s1677-04202011000100005.
- Faizanullah, A., Bano, A., & Nosheen, A. (2010). Role of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of linseed (*linum usitatissimum* L.). *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 32(5), 568-671.
- FAO. (2017). FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, Italy.
- Fatima, Z., & Bano, A. (1998). Effect of seed treatment with growth hormones and Rhizobium on the oil contents, nitrogen fixation and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 30(1), 83-86.
- Flagella, Z., Rotunnon, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., & Decaro, A. (2002). Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to sowing date and water regime. *European Journal of Agronomy*, 17(3), 221-230. doi:10.1016/s1161-0301(02)00012-6.
- Ghorbanzadeh, M., & Afzal, R. (2015). Evaluation of genetic diversity of Iranian populations and foreign cultivars of safflower (*Carthamus tinctorios* L.) using morphological traits and RAPD molecular markers. *Journal of Molecular and Cellular Research*. 28 (1), 94-106 (In Persian)
- Gubbles, G. H., & Dedio, W. (2004). Effect of plant density and soil fertility and oil seed safflower genotypes. *Canadian Journal Plant Science*, 66(3), 521-527. doi:10.4141/cjps86-071.
- Hamrouni, I., Salah, H. B., & Marzouk, B. (2001). Effects of water-deficit on lipids of safflower aerial parts. *Phytochemistry*, 58(2), 277-280. doi: 10.1016/s0031-9422(01)00210-2.
- Heidari, S., & Asad, M. T. (1998). Effect of irrigation regimes, levels of nitrogen and plant density on yield of Zarghan 279 cultivar of Safflower in Arsanjan region. *Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Seed and Plant Improvement Institute of Karaj*, Iran, 485pp.

- Horwitz, W., & Latimer, G.W. (2005) *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemistry International, Maryland, USA.
- Jusoh, M., Loh, S.H., Chuah, T.S., Aziz, A., & Cha, T.S. (2015) Indole-3-acetic acid (IAA) induced changes in oil content, fatty acid profiles and expression of four fatty acid biosynthetic genes in *Chlorella vulgaris* at early stationary growth phase. *Phytochemistry*, 111 (1), 65-71. doi: 10.1016/j.phytochem.2014.12.022.
- Keshavarzi, M., Jafari, B., & Bagheri, A. (2014). The evaluation of auxin and gibberellin hormone on quantitative and qualitative characteristics of forage corn. *Journal of Plant Ecophysiology*, 5(15), 26-35. (In Persian)
- Ljung, K., Bhalerao, R. P., Sandberg, G. (2001). Sites and homeostatic control of auxin biosynthesis in Arabidopsis during vegetative growth. *Plant Journal*, 28(4), 465-474. doi:10.1046/j.1365-313x.2001.01173.x.
- Mahrokh, A., Nabi Pour, M., Roshanfekr Dezfuli, & H., Choukan., R. (2015). The effect of spraying auxine and cytokinin hormones on photosynthetic pigments and leaf proline amino acid in maize hybrid 704 under drought stress condition. *Journal of Plant Process and Function*. 5(16), 165-179. (In Persian)
- MAJ. (2017). *Ministry of Agriculture Jihad, Communications and information technology center*. Available at Web site <http://amar.maj.ir/Portal/Home/Default.aspx>?
- Mohammadi, M., Tavakoli, A., & Saba, J. (2014). Effects of foliar application of 6-benzylaminopurine on yield and oil content in two spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Plant Growth Regulation*, 73(3), 219-226. doi:10.1007/s10725-013-9882-8.
- Nejad-Shamlo, R. A. (1996). *Survey of properties of morphological, physiological and performance of spring safflower at Isfahan*. M. Sc thesis. Islamic Azad University of Isfahan. 120 pp. (In Persian)
- Noormohammadi, Gh., & Ehdai. B. (1984). Effects of sowing date on grain yield and other agronomic traits of safflower. *Journal of Agricultural University of Chamran*, 9, 28-42. (In Persian)
- Omidi, H., Tahmasebi, Z., Naghdi H., Badi, A., Torabi, H., & Miransari. M. (2010). Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. *Comptes Rendus Biologies*, 333(3), 248-254. doi: 10.1016/j.crv.2009.10.001.
- Osugi, A., & Sakakibara, H. (2015). Q&A: How do plants respond to cytokinins and what is their importance? *BMC Biology*, 13(1). doi:10.1186/s12915-015-0214-5.
- Pasban Eslam, B. (2018). Effect of planting date on reducing growth period of spring Safflower cultivars in Tabriz cold and semi-arid climate. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(4), 851-860. (In Persian)
- Rastgo, B., Ebadie, A., & Parmoon, G. (2014). Investigation the effect of using nitrogen on yield and storage compositions of safflower grain (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Physiology Journal*, 6(21), 102-85. (In Persian)
- Rastogi, A., Siddiqui, A., Mishra, B., Srivastava, M., Pandey, R., Misra, P., Singh, M., & Shukla, S. (2013). Effect of auxin and gibberellic acid on growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 13(2), 136-143. doi:10.1590/s1984-70332013000200006.
- Shariatinia, F. (2008). *Effects of nitrogen, boron and sulfur on yield and yield components, seed protein and oil content of safflower, Isfahan native cultivar*. M.Sc. thesis. Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman. 123 pp. (In Persian)
- Sharifi, R. S., Namvar, A., & Sharifi, R. S. (2017). Grain filling and fatty acid composition of safflower fertilized with integrated nitrogen fertilizer and biofertilizers. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(4), 236-243. doi:10.1590/s0100-204x2017000400003.
- Sharma, K., & Verma, A. (1975). Effect of plant population and row spacing on sunflower agronomy. *Canadian Journal of Plant Science*, 75, 491-499. doi:10.4141/cjps75-075.
- Soleimani, R. (2008). Effects of the amount and timing of nitrogen application on yield and its components in spring safflower. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 10(1), 47-59. (In Persian)
- Strašil, Z., & Vorlíček, Z. (2011). The effect of nitrogen fertilization, sowing rates and site on yields and yield components of selected varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant, Soil and Environment*, 48(7), 307-311. doi:10.17221/4368-pse.
- Tahmasebizadeh, H., Madani, H., & Naderi-Brojerdi, G. H. (2010). Effect of planting date, plant density and nitrogen levels on growth and essence amount of safflower. *New Findings in Agriculture*. 2(4), 375-390. (In Persian)
- Zand, B., Sorooshzadeh, A., Ghanati, F., & Moradi, F. (2014). Effect of zinc (Zn) and auxin (IBA) foliar application on phytohormonal variation and growth of corn (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Plant Biology*, 6 (22). (In Persian)