Eco-phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University
Gorgan Branch
Iranian Society
of Medical Plants

The effect of foliar application of zinc chelate and humic acid on growth factors and fatty acid composition of safflower medicinal plant *Carthamus tinctorius* cultivar Safeh

Fatemeh Nejadhabibvash[1*], Zeinab Rashidi[2], Ali Heidarzadeh[3]
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Iran, Email: f.nejadhabibvash@urmia.ac.ir
[2]Department of Medicinal Plants, Shahid Bakeri Higher Education Center of Miandoab, Urmia University, Iran.
[3]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University of Tehran, Iran

Article type:
Research article

Article history
Received: 2024.02.24
Revised: 2024.06.01
Accepted: 2024.06.17

Keywords
Carthamus tinctorius
Linoleic acid
Micronutrients
Oleic acid

Abstract

In order to evaluate the growth factors and fatty acid composition of safflower *Carthamus tinctorius* cultivar Saefe as affected by humic acid and zinc chelate**,** this experiment was performed during 2020 - 2021 cropping seasons as a factorial experiment with three replications based on a completely randomized block design, in Saqez, Iran. In this research, the first factor includes three levels of foliar application of zinc chelate (0, 1 and 2 ml l^{-1}) and three levels of humic acid in the form of powdered potassium humate (0, 2 and 4 mg l^{-1}). The foliar application of zinc was applied on two occasions, one in the pre-flowering stage and the other in the pollination stage. Humic acid solution spraying was done at 14 day intervals. The results showed that the effect of humic acid treatment was significant at the 5% probability level on plant height and the number of sub-branches. The effect of zinc chelate and the interaction of treatments on both traits were significant at the 1% probability level. The use of all three foliar treatments (humic acid, zinc chelate, and the interaction of treatments) had a significant effect on the number of seeds per plant. Comparison of averages showed that the highest numbers of seeds per plant were in the combined treatment of 1 mg l^{-1} of zinc chelate and 400 mg l^{-1} of humic acid (125. 33) and 2 ml l^{-1} of zinc chelate (123.25) and the lowest number was in the combined treatment of 100 mg l^{-1} humic acid and 2 ml l^{-1} zinc chelate. The results showed that zinc chelate treatment and the combined treatment of zinc chelate and humic acid had significant effects on the number of leaves in safflower plant, but humic acid treatment did not have a significant effect on this trait. The comparison of the averages showed that the highest number of leaves was observed in the treatment of 1 ml l^{-1} of zinc chelate and 400 mg l^{-1} of humic acid (6) and the lowest value was observed in the combined treatment of 200 mg l^{-1} of humic acid and 2 ml l^{-1} zinc chelate (2.75). The results of the present study showed that the amount of linoleic acid increased with the addition of humic acid and zinc chelate, but it decreased the amount of oleic acid.

Cite this article as: Nejadhabibvash, F., Rashidi, Z., Heidarzadeh, A. (2024). The effect of foliar application of zinc chelate and humic acid on growth factors and fatty acid composition of safflower medicinal plant *Carthamus tinctorius* cultivar Safeh. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.,* 12(1): 75-90.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi:
Dor:

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

اثر محلول‌پاشی کلات‌روی و هیومیک اسید بر شاخص‌های رشدی و ترکیب اسیدهای چرب روغن گیاه دارویی گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) رقم صفه

فاطمه نژاد حبیب وش[1*]، زینب رشیدی[2]، علی حیدرزاده[3]

[1*] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، رایانامه: f.nejadhabibvash@urmia.ac.ir

[2] دانش آموخته کارشناسی‌ارشد، رشته باغبانی گرایش گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب

[3] دانش آموخته دکتری، رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲
تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸

واژه‌های کلیدی:
اولئیک اسید
ریز مغذی
گلرنگ
لینولئیک اسید

چکیده

به منظور بررسی فاکتورهای رشدی و ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ *Carthamus tinctorius* رقم Safe تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک و کلات‌روی، این آزمایش در فصول زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به صورت فاکتوریل در سه تکرار در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی در شهرستان سقز، ایران انجام شد. در این تحقیق، فاکتور اول شامل سه سطح محلول‌پاشی روی از منبع کلات‌روی (۱،۰ و۲ میلی‌لیتر در لیتر) و سه سطح محلول‌پاشی هیومیک اسید به صورت هومات پتاسیم پودری (۲،۰ و ٤ میلی‌گرم در لیتر) بود. محلول‌پاشی عنصر روی در دو نوبت، یکی در مرحله قبل از گلدهی و دیگری در مرحله گرده افشانی اعمال شد. محلول‌پاشی هیومیک اسید در فواصل ١٤ روزه انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد اثر تیمار هیومیک اسید در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر کلات‌روی و برهم‌کنش تیمارها بر هر دو صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. کاربرد هر سه تیمار محلول‌پاشی (کلات‌روی، هیومیک اسید و برهم کنش تیمارها) توانست تاثیر معنی‌دار بر تعداد دانه در بوته بگذارد. بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار تلفیقی ۱ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۱۲۵/۳۳) و همچنین تیمار ۲ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (۱۲۳/۲۵) و کمترین تعداد آن در تیمار تلفیقی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ۲ میلی‌لیتردر لیتر کلات‌روی وجود داشت. تیمار کلات‌روی و تیمار تلفیقی کلات‌روی و هیومیک اسید تاثیر معنی‌دار بر تعداد طبق در بوته گلرنگ داشتند ولی تیمار هیومیک اسید تاثیر معنی‌دار بر این صفت نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین تعداد طبق در تیمار ۱ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٤۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد (٦) و کمترین مقدار آن در تیمار تلفیقی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ۲ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی مشاهده شد (۲/۷۵). نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان لینولئیک اسید با افزودن هیومیک اسید و کلات‌روی، افزایش پیدا کرد ولی میزان اولئیک اسید کاهش یافت.

استناد: نژاد حبیب وش، فاطمه؛ رشیدی، زینب؛ حیدرزاده، علی. (۱٤۰۳). اثر محلول‌پاشی کلات‌روی و هیومیک اسید بر شاخص‌های رشدی و ترکیب اسیدهای چرب روغن گیاه دارویی گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) رقم صفه. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۲(۱)، ۹۰-۷۵.

Doi:
Dor:

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

گیاه گلرنگ با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae)، گیاهی یک ساله، با گلبرگ‌های زرد، نارنجی و قرمز و دانه‌های روغنی است. از این گیاه به عنوان داروی مسهل، مسکن، معرق، ضداتهاب، تحلیل برنده تومور و قاعده آور استفاده می شود. شواهد نشان می‌دهد که این گیاه به عنوان عامل محرک جنسی و افزایش دهنده قدرت جنسی نیز استفاده می‌شود و برای درمان توانایی جنسی بسیار مفید است (Modaresi, 2005). روغن گلرنگ از اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک اسید (۱۶:۰۰)، استئاریک اسید (۱۸:۰۰) و اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک اسید (۱۸:۱)، لینولئیک اسید (۱۸:۲) و لینولئیک اسید (۱۸:۳) تشکیل شده است (Cames and Esandal, 2006). از دانه‌های گلرنگ، روغن خوراکی با کیفیتی مطلوب به دست می‌آید که ماده اصلی مارگارین، مایونز، روغن‌های سالاد و سرخ کردنی را تشکیل می‌دهد (Weiss, 2000). در کشورهای آسیایی از بذر و روغن این گیاه در طب سنتی برای درمان بیماری‌های تنفسی، روماتیسم و پوکی استخوان استفاده می‌شود (Khalid et al., 2017). پراکنش تیپ‌های وحشی آن در سراسر کشور بیانگر سازگاری بالای آن به شرایط آب و هوایی به ویژه تحمل خوب آن به تنش‌های شوری و خشکی می‌باشد (Movahhedy- Dehnavy et al., 2009). روغن دانه گلرنگ، غنی از اسید لینولئیک است که به کاهش کلسترول خون کمک می‌کند و به همین دلیل، در بسیاری از کشورها به عنوان یک گیاه دارویی استفاده می‌شود (Liu et al., 2016). در سال‌های اخیر، نتایج مطالعات تغذیه‌ای با لینولئیک اسید و اولئیک اسید بالا، امیدوارکننده است؛ به‌طوری‌که روغن گلرنگ با داشتن مقدار بالای اسید لینولئیک، می‌تواند با سایر روغن‌های گیاهی، ترکیب شده و ارزش غذایی آن‌ها را ارتقا دهد (Liu et al., 2016).

یکی از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کودهای آلی از قبیل هیومیک‌ها می‌باشد. هیومیک‌ها به طور مستقیم در تعیین پتانسیل خاک و افزایش توانایی تولید خاک نقش دارند. هیومیک اسید اصلی ترین بخش مواد هیومیکی و مهم‌ترین جزء ماده آلی خاک (هوموس) را تشکیل می‌دهد که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Ghorbani et al., 2012). اسیدهیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی می‌شود (Delfine et al., 2005). طی آزمایشی، ثابت شد که محلول‌پاشی اسید هیومیک باعث افزایش شاخص‌های رشد گیاه دارویی چای ترش شد (Ahmad et al., 2011). در مطالعه‌ای مشاهده شد که استفاده از اسید هیومیک به دلیل اثرات مختلف فیزیولوژیکی، علاوه بر افزایش خصوصیات مطلوب گلرنگ می‌تواند در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست نقش مثبتی ایفا کند و در جهت پایداری و افزایش عملکرد گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد (Mohsennia and Jalilian, 2012). در تحقیقات مختلف کاربرد هیومیک اسید افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان (Amerioum et al., 2013)، ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه شلغم روغنی (Rajpar et al., 2011) و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بادام زمینی (Morditochaee, 2012) را در پی داشت. روی (Zn) به عنوان یک عنصر مهم کم‌مصرف در فعالیت‌های مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارد، به‌طوری که هر عامل ثانویه‌ای که موجب غیر قابل دسترس شدن این عنصر برای گیاه شود، علایم ناشی از کمبود را به شکل‌های مختلف از قبیل کاهش رشد، عملکرد و

غلظت این عنصر در اندام‌های مختلف از جمله دانه نمایان می‌سازد (Heidarian et al., 2011).

امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف، استفاده از ریز مغذی به عنوان ایزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه می باشد (Mosavi et al., 2007). مصرف عناصر ریز مغذی در موارد کمبود به ویژه از طریق محلول پاشی می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را بهبود بخشد (Movahedy-Dehnavy et al., 2009). مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف در خاک‌هایی که دچار کمبود این عناصر هستند با بهبود عملکرد در گیاهانی از قبیل غلات، لوبیا، گیاهان علوفه‌ای و دانه‌های روغنی همراه بوده است (Malakouti, 2007).

Ayas و Gulser (٢٠٠٥) گزارش کردند که هیومیک اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک در گیاه اسفناج شد (Ayas and Gulser, 2005) مطالعات نشان می‌دهند که مواد هیومیکی از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی، عامل افزایش جذب ریز مغذی‌ها توسط گیاهان هستند (Dursun et al., 2002). محققین در مطالعات مختلف به اثرات مثبت عناصر ریزمغذی به خصوص آهن و روی به صورت محلول‌پاشی در گیاهان روغنی پی بردند. محققین مشاهده کردند که مصرف آهن و روی باعث افزایش قطر طبق و سایر شاخص‌های رشدی آفتابگردان نسبت به عدم مصرف این عناصر گردید (Rahimi and Mazaheri, 2004). کاربرد این عناصر افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن کلزا را در پی داشت (Bahrani, 2015). همچنین، محلول‌پاشی روی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه و عملکرد روغن آفتابگردان را افزایش داد (Ebrahimian and Bybordi, 2011). با توجه به گسترش و ترویج زراعت گلرنگ به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی، انجام مطالعات مرتبط با جنبه‌های مختلف زراعی به ویژه تغذیه مطلوب گیاه اجتناب ناپذیر است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی صفات ریخت شناسی گلرنگ و ترکیب اسیدهای چرب روغن این گیاه تحت تاثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید و کلات‌روی در شرایط مزرعه‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ١٣٩٩ در مزرعه‌ای در روستای گلتپه جهانگیرخان، شهرستان سقز، استان کردستان با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ٥٤ دقیقه و عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ٢٨ دقیقه شمالی و ارتفاع ١٦٠٦ متر از سطح دریا اجرا گردید. اقلیم منطقه نیمه خشک سرد و میزان متوسط بارندگی سالیانه ٥٥٠ میلی‌متر می‌باشد. به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، قبل از کشت و شروع آزمایش از سه قسمت از خاک مزرعه در عمق ٣٠-٠ سانتی متر به طور جداگانه نمونه برداری به عمل آمد و پس از خرد کردن، نمونه ها از الک سه میلی متری گذرانده شدند و نمونه‌ها در آزمایشگاه از لحاظ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ارزیابی شدند (جدول ١).

بذور گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) رقم صفه از شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی اصفهان در سال ١٣٩٩ تهیه شدند. بذرها از زمان تولید در جای کاملا خشک و در دمای ٢٥-١٥ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هر کرت دارای چهار ردیف کاشت به طول چهار متر به فاصله ردیف‌های ٤٠ سانتی‌متر و فاصله بوته بر روی ردیف‌ها ٥ سانتی‌متر بود. لازم به ذکر است که در هر کرت

آزمایشی دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. تراکم زیاد بوته موجب می‌گردد که ساقه‌ها نازکتر، تعداد ساقه‌های جانبی کمتر و طبق‌ها در سطح فوقانی گیاه تمرکز پیدا کند و روی هم رفته برداشت مکانیزه تسهیل گردد (خواجه‌پور، ١٣٨٦). عملیات تهیه بستر بذر، شامل شخم، تسطیح و نرم کردن خاک و تهیه جوی و پشته بود. پس از تصادفی کردن تیمارها مرحله کاشت در ١١ اردیبهشت انجام گرفت، کاشت بذور به صورت دستی و ردیفی انجام گرفت، بعد از انجام اولین آبیاری، آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز آبی گلرنگ و دوره‌های آبیاری مربوطه صورت گرفت. همچنین مبارزه با علف‌های هرز در صورت نیاز توسط وجین دستی انجام گرفت. برای ارزیابی صفات مورد نظر از دو ردیف کاشت وسط با حذف اثر حاشیه استفاده گردید. در این تحقیق ، فاکتور اول شامل سه سطح محلول‌پاشی روی از منبع کلات روی (٠، ١ و ٢ میلی لیتر در لیتر) و سه سطح محلول‌پاشی هیومیک اسید به صورت هومات پتاسیم پودری (٢،٠ و ٤ میلی‌گرم در لیتر) بود. محلول‌پاشی عنصر کم مصرف روی در دو نوبت، یکی در مرحله قبل از گلدهی و دیگری در مرحله گرده افشانی اعمال شد. محلول‌پاشی هیومیک اسید در فواصل ١٤ روزه انجام گرفت.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده از جمله اندازه گیری بافت خاک، بر پایه قانون استوکی و به روش هیدرومتری انجام شد (Gee & Bauder, 1986). pH خاک، در عصاره پنج به یک، خاک به آب، به کمک دستگاه pH متر (مدل ٨٢٧) (Thomas, 1996) و هدایت الکتریکی در عصاره پنج به یک، خاک به آب ، به کمک دستگاه هدایت سنج در دمای ٢٥ درجه سانتی گراد، اندازه‌گیری شد (Rhoades, 1996). نیتروژن کل، به روش کجلدال و پتاسیم فراهم به روش استات آمونیوم اندازه‌گیری شد (Klut , 1986). فسفر، به روش کمک عصاره گیری بی‌کربنات سدیم نیم مولار و pH هشت و نیم، به روش (Olsen et al., 1954) جداسازی و به روش اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون‌تر انجام شد (Nelson & Somers,1996). اندازه‌گیری مقدار روی و آهن موجود در خاک به روش AL-lahham و همکاران (AL-lahham et al., 2007) انجام گرفت.

برداشت پس از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، هنگامی که برگ‌های پایینی و ساقه، قهوه‌ای شده و طبق‌ها رسیدند، با حذف حاشیه‌ها انجام شد. از هر کرت ١٠ بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، صفات شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته، طول و عرض برگ اندازه گیری شدند. مقدار روغن دانه پس از آسیاب کردن بذرها به روش سوکسله و ترکیب اسیدهای چرب و مقدار آن‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی (GC) تعیین شد. برای شناسایی اسیدهای چرب، زمان بازداری هر یک از نمونه‌ها با زمان بازداری استانداردهای مربوطه تحت شرایط آزمایشی یکسان مقایسه شده و درصد هر یک تعیین شدند (Assadi et al., 2013). این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها پس از انجام آزمون همگن بودن واریانس‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ٢٤ انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد، صورت گرفت.

جدول ١: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Soil Texture	(%) Sand	Silt (%)	(%) Clay	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	(%) N	O.M	P(ppm)	K (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Clay-Loamy	٢٤	٤٢	٣٤	٧/٤٤	١/٢	٠/١١	١/٩	١٠/٧	٣١٠	١/.٦	٠/٤٣

O.M: Organic Matter; EC: Electrical Conductivity

نتایج

ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی: نتایج مطالعه حاضر نشان داد اثر تیمار هیومیک اسید در سطح احتمال ٥ درصد بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار شد. اثر کلات روی و برهمکنش تیمارها بر هر دو صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٢). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار ارتفاع بوته مربط به تیمار ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی بود (٩١/٦٨ سانتی متر) و کمترین میزان این صفت در کاربرد توام ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی مشاهده شد (٦٩/٦٨ سانتی متر). کاربرد توام ١ در هزار کلات روی و ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، بالاترین تعداد شاخه فرعی را تولید کرد (٩) و کمترین میزان این صفت در کاربرد توام ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ٢ در هزار کلات‌روی مشاهده شد (١/٥).

قطر طبق: اعمال محلول‌پاشی کلات‌روی بر صفت قطر طبق بزرگ در بوته تاثیر معنی‌دار داشت ولی بقیه تیمارها تاثیر معنی‌دار بر آن صفت نداشتند (جدول ٣). مقایسه میانگین این صفت، نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد مطالعه بود (جدول ٣).

تیمار کلات‌روی و محلول‌پاشی همزمان کلات روی و هیومیک اسید در سطح احتمال ١ درصد بر قطر طبق کوچک تاثیر معنی‌دار داشت ولی تیمار هیومیک اسید بر روی این صفت تاثیر معنی‌دار نداشت (جدول ٢). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار قطر طبق کوچک در تیمار توام ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی مشاهده شد (١/٦٠ سانتی‌متر) و کمترین میزان این صفت در کاربرد توام ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی مشاهده شد (٠/٩٣ سانتی‌متر) (جدول ٣).

تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در بوته: نتایج مطالعه حاضرنشان داد، محلول‌پاشی کلات‌روی و کاربرد همزمان کلات‌روی و هیومیک اسید تاثیر معنی‌دار بر تعداد طبق در بوته گلرنگ داشتند ولی کاربرد هیومیک اسید تاثیر معنی‌دار بر این صفت نداشت (جدول ٢). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین تعداد طبق در تیمار ١ میلی‌لیتر کلات‌روی و ٤٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد (٦) و کمترین مقدار آن در کاربرد توام٢٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ٢ میلی‌گرم در لیتر کلات‌روی مشاهده شد (٢/٧٥) (جدول ٣).

کاربرد هر سه تیمار محلول پاشی (کلات‌روی، هیومیک اسید و برهم کنش تیمارها) توانست تاثیر معنی‌دار بر تعداد دانه در بوته بگذارد. بیشترین تعداد دانه در بوته در کاربرد توام ١ در هزار کلات‌روی و ٤٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (١٢٥/٣٣) و همچنین تیمار ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (١٢٣/٢٥) و کمترین تعداد آن در کاربرد توام ١٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی وجود داشت (٤٦) (جدول ٣).

طول و عرض برگ: نتایج مطالعه حاضر نشان داد تیمار کلات‌روی در سطح احتمال ٥ درصد تاثیر معنی‌دار روی طول برگ گلرنگ داشت و تاثیر هیومیک اسید و کاربرد توام هیومیک اسید و

کلات‌روی در سطح احتمال ٥ درصد معنی‌دار شد (جدول ٢). همچنین نتایج نشان داد که تاثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر اندازه عرض برگ معنی‌دار نشد اما تاثیر کلات‌روی در سطح احتمال ٥ درصد و کاربرد توام کلات‌روی و هیومیک اسید در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار شد (جدول ٢). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین اندازه طول برگ در کاربرد توام ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢٠٠ گرم در لیتر هیومیک اسید (٨/٢٥ سانتی‌متر) و کمترین میزان آن در تیمار ٤٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٤/٤٥ سانتی‌متر) مشاهده شد. همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین اندازه عرض برگ در تیمار تلفیقی ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٤/٠٥ سانتی‌متر) و کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد (٢/٠٨٨ سانتی‌متر) و کاربرد توام ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢٠٠ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٢/٢٥ سانتی‌متر) مشاهده شد.

پروفیل اسیدهای چرب روغن بذر گلرنگ: در بین اسیدهای چرب مورد مطالعه، مقدار اسیدهای چرب آراشیدیک اسید، ایکوزانوئیک اسید و بهنیک اسید به مقدار ناچیز مشاهده شد.

مریستیک اسید: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تاثیر کلات‌روی، هیومیک اسید و تیمار تلفیقی در سطح احتمال ٥ درصد روی مقدار اسیدچرب مریستیک اسید معنی‌دار بود. همچنین، گیاهانی که با غلظت ٢ میلی‌لیتر در لیترکلات‌روی محلول‌پاشی شدند، بالاترین مقدار اسیدچرب مریستیک اسید در بذر گلرنگ داشتند (٠/١٢ درصد) و کمترین میزان آن مربوط به تیمارهای شاهد (٠/٠درصد)، ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٠/٠ درصد) و ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (٠/٠ درصد) بود.

پالمیتیک اسید: نتایج مطالعه حاضرنشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و تیمار همزمان هیومیک اسید و کلات‌روی تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد بر مقدار پالمیتیک اسید داشت. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار این اسیدچرب در تیمارهای ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/١٦ درصد)، ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (٦/٠٨ درصد)، تیمار همزمان ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/٢٦ درصد)، تیمار همزمان ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/٠٨ درصد)، ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (٦/٢٨ درصد)، ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/١٤ درصد)، ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/١٤ درصد)، ٢ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٦/٠٨ درصد) با تفاوت معنی‌دار مشاهده شد و بدون تفاوت معنی‌دار با بقیه در تیمار ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی بود. کمترین میزان این اسیدچرب در تیمارهای شاهد (٠/٠ درصد) و ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٠/٠ درصد) بدون تفاوت معنی‌دار یافت شد.

استئاریک اسید: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و تیمار همزمان هیومیک اسید و کلات‌روی تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد بر مقدار استئاریک اسید داشت. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تیمار محلول‌پاشی ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی، ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید و شاهد، بالاترین میزان این اسیدچرب را به خود اختصاص دادند که مقدار آن به ترتیب، ١٢/٨١ درصد، ١٢/٦٧ درصد و ١٢/٣٣ درصد بود که بین تیمارهای ١ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ٢ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

اولئیک اسید: نتایج نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و تیمار همزمان هیومیک اسید و کلات‌روی تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار استئاریک اسید داشت. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تیمارهای شاهد (٨١/٤١ درصد)، ۲ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٨٠/٤٥ درصد) و ۱ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی (٨٠/١٤ درصد) بالاترین میزان اولئیک اسید را به خود اختصاص دادند که بین تیمارهای ۱ میلی‌لیتر در لیتر کلات‌روی و ۲ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. کمترین میزان این اسیدچرب در تیمار ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید مشاهده شد (١٢/٠١ درصد).

لینولئیک اسید: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که محلول‌پاشی هیومیک اسید و تیمار همزمان هیومیک اسید و کلات‌روی تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار لینولئیک اسید داشت. همچنین، نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بالاترین میزان اسیدچرب لینولئیک اسید مربوط به تیمار ٤ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (٧٨/٤٢ درصد) و کمترین آن در تیمارهای شاهد (۰/۰ درصد) و ۲ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۰/۰ درصد) مشاهده شد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گلرنگ تحت تأثیر محلول‌پاشی کلات‌روی و هیومیک اسید

منبع تغییرات	df	میانگین مربعات									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	**J**
بلوک	۳	٨/٧٧^{n}	۰/۰٥^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۲٤^{ns}	١٣/٢٣^{ns}	١/٥٥*	٥٧/٣٠^{ns}	۰/۰۹^{ns}	**٣٦/٤٢****
روی	۲	٢٥٠**	٣٣/٩٩**	۰/۲۷*	۰/۲٤**	٤/٢٣**	١٦٦٤**	١٨٥**	٤٨٠٤**	١٣/١٥*	**١/٤٨***
هیومیک اسید	۲	٢٨٧**	١/١٢*	۰/۰٤^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۱۱^{ns}	١٠٥٥**	٥٩/٧٧**	٢٣٩١**	١/٠١**	**۰/۰۷^{ns}**
اثر متقابل روی و هیومیک اسید	٤	١٧٦**	٢٥/٨٧**	۰/۰٤^{ns}	۰/۲۳**	٦/٥٠**	٥٢١**	٥٠/٦٣**	٢٥٤٧**	۹/۱۰**	**١/٧٦****
خطا	٢٥	۹/٤٧	۰/۲۲	۰/۰٥	۰/۰۳	۰/۲۱	۹/۷۰	۰/٥۰	٤٤/٤١	۰/۰۹	**۰/۳۹**
ضریب تغییرات (٪)		۳/٦۹	۱۰/۹۲	۱۰/۱۰	١٣/٤٨	١٠/٤١	۷/۹۳	۸/۲۹	۷/۳۲	٤/٧٢	**١٩/٥٩**

ns ، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و یک درصد.

ادامه جدول ۲

منبع تغییرات	df	میانگین مربعات							
		K	L	M	N	O	P	Q	R
بلوک	۳	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰٤^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰٥^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰٥^{ns}
روی	۲	۰/۰۲**	٦٧/١٧**	١٣٩**	٥٨٦٩**	٧٤٦٣**	۰/۱۸**	۰/۰۳**	۰/۰۸**
هیومیک اسید	۲	۰/۰۰۹**	١٥/٦٨**	١٤٦**	٦٠٢٢**	٧٧٤٤**	۰/۱۲**	۰/۰۲**	۰/۰٦**
اثر متقابل روی و هیومیک اسید	٤	۰/۰۰۸**	١٧/٥٠**	٧٦/٢٩**	٣٠٥٣**	٣٩٤١**	۰/۰۷**	۰/۰۱**	۰/۰۲**
خطا	٢٥	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰٦^{ns}	۰/۰۲	۰/۲٦	۰/۰٥	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		٤/٦٧	۰/۱۷	۲/٤٦	۱/٤۳	۰/٤٦	٤/٨۳	۳/۱٤	۳/٦٧

حروف A، B .....و R به ترتیب، نشان دهنده ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق بزرگ در بوته، قطر طبق کوچک در بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته، طول برگ، عرض برگ، مریستیک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید، آراشیدیک اسید، ایکوزانوئیک اسید و بهنیک اسید بودند.

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه گلرنگ تحت تأثیر محلول‌پاشی کلات‌روی و هیومیک اسید

تیمارها		A	B	C	D	E	F	G	H	I
روی (۰)	هیومیک اسید (۰)	۸۵/۰۰^{cd}	٤/۷۵^{c}	۱/٤۳$^{a-c}$	٤/۰۰^{de}	۳۷/۵۰^{cd}	۱۵/۵۰^{a}	۸۱/۰۰^{c}	۵/۰۵^{d}	**۲/۸۸^{d}**
	هیومیک اسید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	۸۹/۳۳$^{a-c}$	۳/۲۵^{de}	۱/۳۰$^{b-d}$	۵/۳۳^{ab}	۲۸/۵۰^{f}	۱۶/۲۵^{a}	۶۱/۶۸^{d}	٦/٤۸^{bc}	**۳/٤۵$^{a-c}$**
	هیومیک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر)	۸۷/۰۰$^{c-d}$	۳/۵۰^{d}	۱/۵۳^{ab}	۳/۵۰^{e}	۳۰/۰۰^{ef}	۷/۰۰^{c}	۷۵/۰۰^{c}	٤/٤۵^{d}	**۲/٦۳^{cd}**
روی (۱ میلی لیتر در لیتر)	هیومیک اسید (۰)	۹۱/٦۸^{a}	۲/٦۸^{ef}	۱/٤۳$^{a-c}$	٤/۳۳^{cd}	٤٦/۲۵^{b}	٤/۰۰^{e}	۹۵/۰۰^{b}	٦/۲۳^{c}	**۳/۰۰$^{b-d}$**
	هیومیک اسید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	۸۲/۷۵^{de}	۹/۰۰^{a}	۱/۰۸^{de}	۵/۰۰^{bc}	۳۵/۷۵^{cd}	۹/٦۸^{b}	۱۱٦/۵۰^{a}	۸/۲۵^{a}	**٤/۰۵^{a}**
	هیومیک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر	۸۰/۰۰^{e}	٦/٦۸^{b}	۰/۹۳^{e}	٦/۰۰^{a}	۷٦/٦۸^{a}	۸/۰۰^{c}	۱۲۵/۳۳^{a}	۷/۸۸^{a}	**۳/۷۵^{ab}**
روی (۲ میلی لیتر در لیتر)	هیومیک اسید (۰)	۹۰/۵۰^{ab}	٤/۵۰^{c}	۱/۲۳^{cd}	۵/۳۳^{ab}	۳٤/۲۵^{de}	۷/۷۵^{c}	۱۲۳/۲۵^{a}	٦/۸۵^{b}	**۳/٤۵$^{a-c}$**
	هیومیک اسیید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	٦۹/٦۸^{g}	۱/۵۰^{g}	۱/٦۰^{a}	۲/۷۵^{f}	۲۵/۵۰^{f}	۵/۲۵^{d}	٤٦/۰۰^{e}	٦/٦۰^{e}	**۲/۲۵^{d}**
	هیومییک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر)	۷٤/۷۵^{f}	۲/۵۰^{f}	۱/۱۸$^{c-e}$	۳/۸۰^{de}	۳۹/۳۳^{c}	۳/۱۳^{e}	۹۵/۳۳^{b}	٦/٤۰^{c}	**۳/۳۰$^{a-c}$**

ادامه جدول ۳-

تیمارها		J	K	L	M	N	O	P	Q
روی (۰)	هیومیک اسید (۰)	۰/۰۰^{e}	۰/۰۰^{f}	۱۲/۳۳^{b}	۸۱/٤۱^{a}	۰/۰۰^{f}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{f}
	هیومیک اسید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۰^{e}	۰/۰۰^{f}	۱۲/٦۷^{a}	۸۰/٤۵^{b}	۰/۰۰^{f}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{f}
	هیومیک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۸^{d}	٦/۱٦^{c}	۱/۹٤^{d}	۱۲/۰۱^{e}	۷۸/٤۲^{a}	۰/۲۸^{c}	۰/۱۳^{c}	۰/۱٤^{e}
روی (۱ میلی لیتر در لیتر)	هیومیک اسید (۰)	۰/۰۰^{e}	٦/۰۸^{e}	۱۲/۸۱^{a}	۸۰/۱٤^{b}	۰/۸۵^{e}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{d}	۰/۰۰^{f}
	هیومیک اسیید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۱۱^{b}	٦/۲٦^{b}	۲/۲۰^{c}	۱٤/۰۳^{c}	۷۵/۵۸^{cd}	۰/۳٦^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۲۲^{b}
	هیومییک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۰^{c}	٦/۰۸^{d}	۲/۲۳^{c}	۱٤/٤۳^{c}	۷۵/۳۵^{d}	۰/۳۳^{b}	۰/۱٤^{b}	۰/۲۳^{a}
روی (۲ میلی لیتر در لیتر)	هیومیک اسید (۰)	۰/۱۲^{a}	٦/۲۸^{a}	۲/۱۷^{c}	۱۳/۷۳^{d}	۷۵/۸۵^{c}	۰/۳۵^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۹^{d}
	هیومیک اسیید (۲ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۱۰^{c}	٦/۱٤^{d}	۲/۱٦^{c}	۱۳/۰۲^{d}	۷٦/۸۵^{b}	۰/۳۲^{b}	۰/۱۵^{a}	۰/۲۱^{c}
	هیومیک اسید (٤ میلی‌گرم در لیتر)	۰/۱۰^{c}	٦/۰۸^{e}	۲/۲۳^{c}	۱٤/٤۳^{c}	۷۵/۳۵^{d}	۰/۳۳^{b}	۰/۱٤^{b}	۰/۲۳^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

حروف A، B .....و Q به ترتیب، نشان دهنده ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق بزرگ در بوته، قطر طبق کوچک در بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته، طول برگ، عرض برگ، مریستیک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید، آراشیدیک اسید، ایکوزانوئیک اسید و بهنیک اسید بودند.

نتایج همبستگی بین صفات مورد مطالعه گلرنگ در جدول شماره ٤ آورده شده است. ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که مقدار اسیدچرب مریستیک اسید با صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه طبق کوچک در بوته همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ٤).

مقدار اسیدچرب پالمیتیک اسید با قطر طبق بزرگ در بوته، تعداد دانه در بوته و مقدار اسیدچرب

پالمیتیک اسید همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. همچنین مقدار پالمیتیک اسید با تعداد دانه طبق کوچک در بوته همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ٤).

ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که مقدار اسیدچرب استئاریک اسید با صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه طبق کوچک در بوته همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. همچنین، مقدار استئاریک اسید با مقدار اسیدچرب مریستیک اسید و پالمیتیک اسید همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ٤).

ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که مقدار اولئیک اسید با صفت ارتفاع بوته و تعداد دانه طبق کوچک در بوته در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. همچنین، مقدار اولئیک اسید با مقدار مریستیک اسید و پالمیتیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی منفی معنی‌دار داشت (جدول ٤). مقدار لینولئیک اسید با ارتفاع بوته و تعداد دانه طبق بزرگ در بوته همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. مقدار اسیدچرب لینولئیک اسید با مریستیک اسید و پالمیتیک اسید همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ٤).

مقدار آراشیدیک اسید با ارتفاع بوته، تعداد دانه طبق کوچک در بوته، لینولئیک اسید و اولئیک اسید همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ٤). همچنین، مقدار آراشیدیک اسید با مریستیک اسید و پالمیتیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار داشت (جدول ٤).

مقدار ایکوزانوئیک اسید با صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه طبق کوچک در بوته، اولئیک اسید و لینولئیک اسید همبستگی منفی‌معنی دار در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ٤). همچنین، مقدار ایکوزانوئیک اسید با مرستیک اسید، پالمیتیک اسید و آراشیدیک اسید همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ٤).

میزان بهنیک اسید با ارتفاع بوته، تعداد دانه طبق کوچک در بوته، اولئیک اسید و لینولئیک اسید در سطح احتمال یک درصد همبستگی منفی معنی‌دار داشت. همچنین، مقدار بهنیک اسید با صفت قطر طبق کوچک در بوته همبستگی منفی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت. مقدار بهنیک اسید با صفت تعداد دانه در بوته، همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت و با مریستیک اسید، آراشیدیک اسید و ایکوزانوئیک اسید در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت معنی‌دار داشت (جدول ٤).

با افزایش غلظت روی، میزان اولئیک اسید نسبت به گیاهان شاهد، ۱/۵۵ درصد کاهش پیدا کرد. با افزایش غلظت هیومیک اسید، میزان اولئیک اسید، ۱/۲٤ درصد، کاهش پیدا کرد (جدول ۳). تیمار تلفیقی هیومیک اسید و کلات‌روی باعث کاهش میزان اولئیک اسید شد (جدول ۳). محلول‌پاشی گیاهان با کلات روی با سطح ۱ میلی‌لیتر در لیتر باعث افزایش میزان لینولئیک اسید شد (۸۵ درصد) و با افزایش غلظت روی به ۲ میلی‌لیتر در لیتر، میزان لینولئیک اسید، ۷۵/۸۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).

جدول ٤: همبستگی صفات مورد مطالعه گلرنگ تحت تیمار هیومیک اسید و کلات‌روی

Traits	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	S	T
A	۱/۰۰																	
B	۰/۱٤	۱/۰۰																
C	-۰/۱۲	۰/۱۱	۱/۰۰															
D	-۰/۰۱	-۰/۵۷**	-۰/۳۳*	۱/۰۰														
E	۰/٤۵**	۰/۵۸**	۰/۱۵	-۰/۵۷**	۱/۰۰													
F	-۰/۰۱	۰/۳۹*	۰/۳۸*	-۰/۵۱**	۰/۵۱**	۱/۰۰												
G	۰/۳٤*	۰/۲۹	-۰/٤۰*	-۰/۰۲	۰/۳۲	-۰/۱۵	۱/۰۰											
I	۰/۲۵	۰/٦۷**	۰/۲٤	-۰/٦۳**	۰/٦۵**	۰/٦۱**	-۰/۱٦	۱/۰۰										
J	۰/۳۰	۰/۷٤**	۰/۲۰	-۰/۷۳**	۰/۷۵**	۰/٥٤**	۰/۰۷	۰/۸۱**	۱/۰۰									
K	-۰/۰۱	۰/۲۱	-۰/۰۷	-۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲٦	۱/۰۰								
L	-۰/٤۷**	۰/۲۹	۰/۱۷	-۰/۳۱	۰/۰٤	۰/۱۱	-۰/٥۱**	۰/٤۱*	۰/۲٦	۰/۰۹	۱/۰۰							
M	-۰/۲٦	۰/۰۷	۰/۳٦*	-۰/۱٤	-۰/۱۰	۰/۲۲	-۰/۸۸**	۰/٤*	۰/۱۹	۰/۰۱۰	۰/۷۵**	۱/۰۰						
N	۰/۵۰**	-۰/۲۲	-۰/۱٦	۰/۲۳	۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۵۳**	-۰/۳	-۰/۱٦	-۰/۰۲۰	-۰/۹۷**	-۰/۷۵**	۱/۰۰					
O	۰/٤۹**	-۰/۲۱	-۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۵۵**	-۰/۳	-۰/۱٦	-۰/۰۳	-۰/۹۷**	-۰/۷۷**	۰/۹۹**	۱/۰۰				
P	-۰/٤۹**	۰/۲۱	۰/۱۷	-۰/۲۲	-۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۵۵**	۰/۳	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۹۷**	۰/۷۷**	-۰/۹۹**	-۰/۹۹**	۱/۰۰			
Q	-۰/٤۸**	۰/۲۹	۰/۲۰	-۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۱	-۰/۵۲**	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۹۹**	۰/۷٦**	-۰/۹۹**	-۰/۹۹*	۰/۹۹**	۱/۰۰		
S	-۰/۵۱**	۰/۲٤	۰/۱۸	-۰/۲۵	-۰/۰٦	۰/۰۹	-۰/٥٤**	۰/۳۲	۰/۱۸	۰/۰٤۰	۰/۹۸**	۰/۷٦**	-۰/۹۹**	-۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹٦**	۱/۰۰	
T	-۰/۵۹**	۰/۲۸	۰/۲۵	-۰/۳۵*	۰/۰۱	۰/۲	-۰/۵۳**	۰/۳۷*	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۹۷**	۰/۷۳**	-۰/۹٦**	-۰/۹٦**	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۱/۰۰

حروف A، B .....و T به ترتیب، نشان دهنده ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق بزرگ در بوته، قطر طبق کوچک در بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته، طول برگ، عرض برگ، مریستیک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید، آراشیدیک اسید، ایکوزانوئیک اسید و بهنیک اسید بودند.

بحث

Rajpar و همکاران (Rajpar et al., 2011) افزایش ارتفاع بوته شلغم روغنی با محلول‌پاشی اسید هیومیک را گزارش کردند. اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاهان می‌شود (Nardi et al., 2002). محققین گزارش کردند که مصرف هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد شد (Khan et al., 2012). احتمالا هیومیک اسید با تأثیر بر رشد سلول و افزایش طویل شدن سلول با تأثیر بر غشای ممبران و سلول، بر افزایش ارتفاع گیاه مؤثر بوده است. به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف روی به دلیل تاثیر این عنصر در سنتز اکسین باشد که محلول‌پاشی سبب افزایش اکسین شده و این امر افزایش ارتفاع گیاه را به همراه داشته است (Estiri et al., 2014). افزایش ارتفاع بوته گلرنگ با محلول‌پاشی آهن و روی در مطالعه (Ravi et al., 2008) مشاهده شد. محققین افزایش ارتفاع آفتابگردان را با محلول‌پاشی روی گزارش کردند (Ebrahimian and Bybordi, 2011; Estiri et al., 2008). بالا بودن ارتفاع بوته‌ها در گلرنگ، راندمان برداشت با کمباین را بالا برده و تعداد طبق‌هایی که زیر چرخ فلک کمباین برداشت نشده می‌مانند را کاهش می‌دهد. همچنین با بالاتر بودن طول ساقه به عنوان مخزن موقت ذخیره مواد کربوهیدراتی غیر ساختاری، امکان انتقال مقدار بیشتری از کربوهیدرات‌ها به دانه‌ها در طول دوره پر شدن دانه، فراهم می‌گردد (Pasban Eslam, 2013).

Rajpar و همکاران (Rajpar et al., 2011) افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته شلغم روغنی با محلول‌پاشی اسیدهیومیک گزارش کردند. اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی می‌شود (Ayas and Gulser, 2005). افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته گلرنگ با محلول‌پاشی آهن و روی در تحقیق راوی و همکاران (Ravi et al., 2008) مشاهده شد. در مطالعه‌ای کاربرد هیومیک اسید بر قطر بلال در گیاه ذرت تأثیر معنی‌داری نداشت (Gorbani et al., 2012) که با نتایج تحقیق ما مغایرت داشت. تعداد طبق در بوته یکی از اجزای مهم عملکرد در گلرنگ می‌باشد (Naseri et al., 2017). بنابراین با اعمال تیمار مناسب که تعداد طبق در بوته بیشتری را فراهم کند، می‌توان در جهت بهبود عملکرد گلرنگ اقدام کرد. قربانی و همکاران (Gorbani et al., 2010) گزارش کردند که هیومیک اسید سبب افزایش تعداد دانه در ردیف در گیاه ذرت می‌شود.

با توجه به این که تعداد طبق و تعداد دانه در طبق، تعیین کننده ظرفیت مخزن می‌باشند، هرچه تعداد دانه در طبق بیشتر باشد گیاه دارای مخازن بزرگتری برای ذخیره ی مواد فتوسنتزی می‌باشد و افزایش این صفات، سبب افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (Kadkhodaei and Ehsanzade, 2011). Seyed Ahmadi و Karimi (Seyed Ahmadi and Aziz Karimi, 2003) اعلام کردند که محلول‌پاشی نیتروژن و محرک‌های رشد، باعث افزایش تعداد طبق در بوته شد. Rahimi و همکاران (Rahimi et al., 2016) با بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک با مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تاکید کردند که کاربرد بیشترین مقدار اسید هیومیک از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و فراهمی نیتروژن، سبب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد گردیده است.

روی (Zn) برای تریپتوفان، که پیش نیاز تولید IAA است، مهم است، هر دو هورمون برای رشد بهتر برگ ضروری هستند (Marschener, 1995). افزایش رشد محصول به دلیل استفاده از روی است

که آنزیم کربنیک انیدراز را فعال می‌کند. آنزیم کربنیک انیدراز از اتم روی تشکیل شده است و در نتیجه جذب و کم آبی CO2 را ارتقا می‌دهد و فرآیند فتوسنتز و تولید زیست توده را افزایش می‌دهد (Hassan et al., 2019).

تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب روغن دانه کدو تنبل استخراج شده نشان داد که اسیدهای چرب اولئیک اسید (٤٥/٧٠ درصد)، لینولئیک اسید (٣٠/٩٨ درصد) و پالمیتیک اسید (١٤/٠٢ درصد) اسیدهای چرب غالب بودند. در حالی که محتوای اسید پالمیتیک کاهش یافت، دو اسید چرب غیراشباع شامل اسیدهای اولئیک و لینولئیک با تیمار HA افزایش یافت. در نتیجه، این افزایش منجر به درجه غیراشباع روغن بالاتری شد. به طور مشابه، اسیدهای چرب اصلی در روغن خار مریم به ترتیب لینولئیک (٤١/٨٢٪)، اولئیک (٣٦/٥٧٪) و پالمیتیک (١١/٠١٪) اسیدها بودند. در هر دو گونه، کاربرد HA منجر به افزایش درجه غیراشباع روغن شد. ممکن است گفته شود که HA احتمالاً بر چرخه سنتز اسیدهای چرب در گیاه مؤثر بوده و می‌تواند محتوای اسیدهای چرب غیراشباع را بهبود بخشد (Nikbakht et al., 2011). در مقایسه با نتایج مطالعه حاضر با نتایج این محققین، در مطالعه حاضر میزان لینولئیک اسید با افزایش HA افزایش پیدا کرد ولی میزان اولئیک اسید کاهش یافت که افزایش میزان لینولئیک اسید در تطابق با یافته‌های این محققین بود.

با افزایش غلظت روی میزان مریستیک اسید و لینولئیک اسید افزایش یافتند ولی میزان استئاریک اسید و اولئیک اسید کاهش یافتند. کاربرد عنصر روی بر ترکیب اسیدهای چرب در پنبه مؤثر بود و سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع (کاپریک، میرسیتیک، پالمیتیک و استئاریک) و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک و لینولئیک) شد (Zakaria et al., 2006). تأثیر تیمارهای کودی بر مقدار اسید استئاریک روندی کاهشی داشت. اثر دو عنصر روی و منگنز سبب افزایش اسید اولئیک و لینولئیک و کاهش اسید استئاریک در گلرنگ شد (Movahhedy-dehnavy. et al., 2009). کاربرد عنصر روی بر ترکیب اسیدهای چرب در پنبه مؤثر بود و سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع (کاپریک، میرسیتیک، پالمیتیک و استئاریک) و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک و لینولئیک) شد (Zakaria et al., 2006). اثر عنصر روی سبب افزایش اسید اولئیک و لینولئیک و کاهش اسید استئاریک در گلرنگ شد (Movahhedy- Dehnavy et al., 2009).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، کاربرد هیومیک اسید و کلات‌روی و همچنین محلول‌پاشی توام این دو باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد شاخه های فرعی و تعداد دانه در بوته گردید. محلول‌پاشی کلات‌روی و تیمار تلفیقی کلات‌روی و هیومیک اسید به میزان توصیه شده در این مطالعه، باعث افزایش معنی‌دار تعداد طبق در بوته گلرنگ شد. همبستگی داده‌ها نشان داد که صفات رشدی و اسیدهای چرب همبستگی مثبت دارند. مقدار اولئیک اسید با صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه طبق کوچک در بوته در سطح احتمال ١ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. جهت افزایش میزان اسیدچرب لینولئیک اسید توصیه می‌شود محلول‌پاشی هیومیک اسید و کلات‌روی انجام بگیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان از پژوهشکده آرتمیای دانشگاه ارومیه به خاطر آنالیز اسیدهای چرب بذر گلرنگ و آنالیز اجزای خاک، تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A. and Shnan, N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology. 10(11): 1988-1996.

AL-lahham, O., El Assi, N.M. and Fayyad, M. 2007. Translocation of heavy metals to tomato (*Solanum lycopersicom* L.) fruit irrigated with treated wastewater. Journal of Scientia Horticulturae. 113:250-254.

Amerioun, F., Amerian, M., Asghari, H. and Rahimi, M. 2013. Effect of humic acid and urea on two varieties of sunflower (*Helianthus annus*) yield. First National Conference Planning, Environmental Protection and Sustainable Development. February, Hamedan, Community Environmental Assessment Hegmataneh. (In Persian).

Ayas, H. and Gulser, F. 2005. "The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach", Journal of Biological Sciences. 5 (6): 801- 804.

Bahrani, A. 2015. Effect of some micro and macro nutrients on seed yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). International Journal of Chemical Environmental and Biological Sciences. 3(1): 71-74.

Basalma, D. 2015. Effects of humic acid on the emergence and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. 2(1): 402-1406.

Camas, N. and Esendal. E. 2006. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Hereditas 143, Pp 55-57.

Delfine, S., Togenetti, R., Desiderio, E. and Alivino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development. 25: 183-191.

Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M. 2002. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. ACTA Agrobotanica. 56: 81-88.

Ebrahimian, E. and A. Bybordi. 2001. Effect of iron foliar fertilization on growth, seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes. Middle-East Journal of Scientific Research. 9(5): 621-627.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In A. Klute (ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy Monograph. 9:383–411.

Ghorbani, S., Khazaie, H.R., Kafi, M. and Bannayan Aval, M. 2010. Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agroecology. 2: 123-131. (in Persian with English Abstract)

Gee, G.W., and J.W. Bauder. 1986. Particle-size Analysis. p. 383–411. In: Klute, A.(ed.). Meth ods of soil analysis. Physical and mineralogical methods.Agronomy Monograph 9 (2ed).American Society of Agronomy, Madison, WI.

Hassan, N., Irshad, S, Saddiq, M.S., Bashir., S, Khan, S., Wahid, M.A., Khan, R.R. and Yousra, M. 2019. Potential of zinc treatment in improving stand establishment, phenology, yield and grain biofortification of wheat. Journal of Plant Nutrition. 42(14): 1676-1692.

Heidarian, A.R., Kord, H., Mostafavi, K. and Amin-Mashhadi, F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L. Merr.) at different growth stages. Sustainable Agriculture. 28:41-54.

Karimi, F. and Tadayyon, A. 2018. Effect of humic acid spraying on yield and some morphological characteristic of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress conditions. Applied Research in Field Crops 31(1): 19-38. (In Persian).

Moradi, P., Pasari, B. and Fayyaz, F. 2017. The effects of fulvic acid application on seed and oil yield of safflower cultivars. Journal of Central European Agriculture. 18(3): 584-597.

Kadkhodaei, A. and Ehsanzade, P. 2011. Grain yield, leaf chlorophyll, proline and soluble carbohydrates content of linseed under different irrigation regimes. Iranian Journal of Field Crop Science. 42(1): 125-131.

Khalid, N., Khan, R.S., Hussain, M.I., Farooq, M., Ahmad, A. and Ahmed, I. 2017. A comprehensive characterization of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient -A review. Trends in Food Science and Technology. 2017; 66: 176 - 86.

Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtaencer, M.E. and Khan, S. 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). Journal of the Chemical Society of Pakistan. 6: 56-63.

Klut, A. 1986. Method of Soil Analysis: Physical, Chemical and Mineralogical Methods. Journal of Soil Science Society of America pp: 432-449.

Kownles, P.F. and Ashri, A. 2012. Safflower *Carthamus tinctorius* (Compositae). Evolution of Crop Plants. 23(2): 47–50.

Liu, L., Guan, L. L., Wu, W. and Wang, L. 2016 . A review of fatty acids and genetic characterization of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. Organic Chemistry: Current Research. 5: 1-4.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA, Circ. 939.

Malakouti, M. J. 2007**.** Zinc is a neglected element in the life cycle of plants: A review. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology. 1: 1-12.

MacCarthy, P, Clapp, C.E, Malcom, R.L. and Bloom, P.R. 2001. Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. American Society of Agronomy Madison.

Marschener, H. 1995. Boron. In Mineral nutrition of higher plants, ed. Horst Marschner, 2nd ed., 379– 396. San Diego: Academic Press.

Modaresi, M. 2005. The effect of alcohol extract of safflower (*Carthamus tinctorius*) on pituitary-testis axis in mice. Journal of Zanjan University of Medical Science and Health Service. 53:1-7.

Mohsennia, O. and Jalilian J. 2012. Response of safflower seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3(5): 968-976.

Moradi, P, Pasari, B. and Fayyaz, F. 2017. The effects of fulvic acid application on seed and oil yield of safflower cultivars. Journal of Central European Agriculture. 18(3): 584-597.

Moraditochaee, M. 2012. Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 7(4): 289-293.

Mosavi, S. R., Galavi, M. and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato *(Solanum tuberosum* L.*)*. Asian Journal of Plant Science. 6: 1256-1260.

Moradi, R., Afshari, H., Masoud Sinaki, J. and Zadeh Bagheri, M. 2014. Investigation effect of cultivar, planting date and humic acid on protein content, oil seed and chlorophyll content in (*Ricinus communis* L.). Journal of Plant Ecophysiology. 6: 80-90.

Moradi-Telavat, M.R., Roshan, F. and Siadat, S.A. 2015. Effect of foliar application of zinc sulfate on minerals content, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian Journal of Crop Sciences. 17(2): 153-164.

Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S. A. M. and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products. 30: 82-92.

Naseri, A., Masoudi, T., Khorshidi, M.B. and Abdi, Ghazi Jahani, A. 2017. The effect of water quality on the yield and yield components of four genotypes of safflower. Journal of Water Research in Agriculture. 31(3): 301-313.

Nelson, D.W. and Somers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Madision, Wisconsin. USA, pp: 961-1010.

Nikbakht, A., Goli, S.A.H., Kargar, M. and Ahmadzsdeh, S. 2011. Effect of humic acid on yield and oil characteristics of *Silybum marianum* and *Cucurbita pepo* convar. Pepo var. Striaca seeds. Herba Polonica. 57:25-83.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, C.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agricultur Circular. Government . Printing Office, Washington D.C., 939, 1 -19.

Pasandi,, M., Janmohammadi, M., Abasi, A. and Sabaghnia, N. 2018. Oil characteristics of safflower seeds under different nutrient and moisture management, Nova Biotechnologica et Chimica. 17, 86-94.

Pasban Eslam, B. 2013. Effect of planting arrangement on seed yield and its components of fall safflower. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 23: 169-177.

Rajpar, I., Bhatti, M.B., Ul-hassan, Z., Shah, A.N. and Tunio. S.D. 2011. Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica compestris* L. Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Science. 27(2): 125-133.

Rahimi, M.M. and Mazaheri. D. 2004. Effects of micronutrient of iron and zinc on the yield and components yield second cultivation at two different varieties of sunflower in Arsanjan region. Journal of Pajouhesh and Sazandegi in Agronomy and Horticulture. 64: 16-21. (In Persian).

Rahimi, Z., Mozafari, H. and Hassanpour Darvishi, H. 2016. Investigation the effect of humic acid in irrigation water on yield and yield components of rapeseed. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 12(1): 95- 106.

Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electerical conductivity and total dissolved soils. In: Sparks, D.L. (Eds), Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical methods. Journal of Soil Science Society of America. 417-435.

Seyed Ahmadi, A. and Aziz Karimi, F. 2003. Instruction planting and harvesting canola. Agriculture Organization of Khuzestan. Farm Management, 14 Pp.

Singh, N. and Mike, Ch. 2006. Multivariate statistical approach to socialization and consumer activities of young adults. The Marketing Management Journal. 46(5): 57-64.

Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil activity, In D. L. Sparks (Eds), Methods of soil analysis, Part 3- Chemical Methods. Agronomy Monograph (vol. 9), ASA and SSSA, Madison, WI, 475-490.

Yari, P., Keshtkar, A.H. and Sepehri, A. 2015. Evaluation of water stress effect on growth and yield of spring safflower. Plant Production Technology. 14(2): 101-117.

Verlinden, G., Pycke, B., Mrtens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., Bries, J. and Haesaert, G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition. 32: 1407-1426.

Weiss, E. 2000. Oilseed Crops. *Blackwell Publishing Limited*, London, UK.

Zakaria, M.S., Hafez, S.A., Basyony, A.E. and Alkassas, A.E.R. 2006. Cottonseed, protein, oil yields and oil properties as affected by nitrogen fertilization and foliar application of potassium and a plant growth retardant. Agricultural Sciences. 2(1): 56-65.