

Effect of Organic and Nano fertilizers on Growth Characteristics and Yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

Fatemeh Mirsardoo¹, Gholamreza Afsharmanesh², Ahmad Aien^{2*}, Hossein Heidari Sharif Abad³, Soheila Korehpaz⁴

Received: 30 November 2022 Accepted: 24 May 2023

1-PhD Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Jiroft Branch, Jiroft, Iran.

2-South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran.

3-Dept. of Crop and Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

4-Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Jiroft Branch, Jiroft, Iran.

*Corresponding Author Email: ahmad.aein.1348@gmail.com

Abstract

Background and Objective: In recent years, nano-fertilizers have been considered as an efficient solution to reduce the loss of nutrients and increase the efficiency of fertilizer consumption.

Materials and Methods: In this regard, this research was conducted with the aim of investigating the effect of Organic-fertilizers and nano-fertilizers on the yield and morphological traits of cowpea as a factorial experiment based on a randomized complete block design during two consecutive crop years (2019-2020 and 2020-2021). The studied factors included four levels of organic-fertilizers (control, zinc aminochelate, aminoalexin, and bio20) and four levels of nanochelates (control, boron nanochelate, potassium nanochelate, and iron nanochelate).

Results: The results showed that the effect of year on the studied traits was not significant. This is despite the fact that the application of organic fertilizers, especially Bio20 and then Aminoalexin, led to the achievement of the greatest amount of growth characteristics and performance. Also, iron nanochelate, followed by potassium, had the most positive effect among fertilizers. Examining the interaction effect showed that the lowest rate of developmental characteristics and performance was related to the control. Meanwhile, the highest amount of plant height, number of flowers, number of pods per plant, length of pods, number of seeds per pod and plant, weight of 100 seeds and yield of seeds and straw were observed in the application of bio 20 along with iron and potassium nanochelate.

Conclusion: In general, the results of this experiment were found that the use of organic fertilizers, especially the bio20, along with iron and potassium nanochelate, significantly improved the growth characteristics, performance and components of cowpea performance.

Keywords: Aminochelate, Organic-fertilizers, Cowpea, Nanochelates, Iron Nanochelate.

اثر کودهای ارگانیک و نانو بر خصوصیات رشدی و عملکرد لوبیای چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در منطقه جیرفت

فاطمه میرساردو^۱، غلامرضا افشارمنش^۲، احمد آئین*^۳، حسین حیدری شریف آباد^۳، سهیلا کوره پز^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۳۱

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت، جیرفت، ایران
۲- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران
۳- گروه علوم زراعی و باغی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت، جیرفت، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: ahmad.aein.1348@gmail.com

چکیده

اهداف: در سال‌های اخیر نانو کودها به عنوان یک راهکار کارآمد به منظور کاهش تلفات عناصر غذایی و افزایش کارایی مصرف کودها مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: در همین راستا، این پژوهش با هدف بررسی اثر کودهای ارگانیک و کودهای نانو بر عملکرد و صفات مورفولوژیک لوبیای چشم‌بلبلی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی دو سال زراعی متوالی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل چهار سطح کودهای ارگانیک (شاهد، آمینوکلکات روی، آمینوالکسین و بیوبیست) و چهار سطح نانوکلات‌ها (شاهد، نانو کلکات بور، نانوکلات پتاسیم و نانو کلکات آهن) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر سال بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. این در حالی است که کاربرد کودهای ارگانیک بویژه بیوبیست و پس از آن آمینوالکسین سبب دستیابی به بیشترین میزان خصوصیات رشدی و عملکرد شد. همچنین در بین کودهای نانوکلات آهن و پس از آن پتاسیم بیشترین تاثیر مثبت را داشت. بررسی اثر متقابل نشان داد که کمترین میزان خصوصیات رشدی و عملکرد مربوط به شاهد بود. این در حالی است که بیشترین میزان ارتفاع بوته، تعداد گل، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه و گاه در کاربرد بیوبیست به همراه نانوکلات آهن و پتاسیم مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی: به طور کلی و با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش مشخص گردید که کاربرد توأم کودهای ارگانیک بویژه بیوبیست به همراه نانوکلات آهن و پتاسیم سبب بهبود معنی‌دار خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی به طور معنی‌داری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آمینوکلکات، کود ارگانیک، لوبیا چشم بلبلی، نانوکلات‌ها، نانوکلات آهن

مقدمه

حبوبات بعد از غلات دومین منبع مهم غذایی انسان به‌شمار می‌روند. در بین حبوبات، سویا، لوبیا و نخود از لحاظ سطح زیرکشت به‌ترتیب مقام اول تا سوم را دارا می‌باشند (فائو ۲۰۱۹). لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یکی از مهم‌ترین حبوبات می‌باشد که سهم عمده‌ای در رژیم غذایی انسان دارد و توانایی زیادی در تثبیت زیستی نیتروژن خاک دارد و شاخه و برگ آن به‌عنوان غذای دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (کریمیان و همکاران ۲۰۲۰).

تلاش برای افزایش تولید در واحد سطح و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و بازدهی کم، پیامدهای منفی زیست محیطی را به‌همراه داشته است. مطالعات بلندمدت نشان می‌دهند که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی با اثر منفی بر فعالیت‌های بیولوژیک و خصوصیات فیزیکی خاک و عدم تعادل عناصر غذایی، عملکرد محصولات زراعی را کاهش می‌دهد (لطفی و همکاران ۲۰۱۸). از طرفی، افزایش رو به‌رشد جمعیت و مشکلات اقتصادی ناشی از هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و مسایل زیست محیطی به‌دلیل مصرف بی‌رویه این کودها سبب شد که تفکر استفاده از شیوه‌های زیستی تثبیت عناصر برای بهبود رشد گیاهان را تقویت کند (کریمی چم و همکاران ۲۰۱۶). کودهای بیولوژیک از جمله نهاده‌های طبیعی هستند که می‌توانند به‌عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار استفاده شوند (فتحی و همکاران ۲۰۱۳).

استفاده طولانی مدت از کودهای بیولوژیک، مقرون به صرفه، سازگار با محیط زیست، کارآمدتر و پربارتر از کودهای شیمیایی است، از طرفی دسترسی به کودهای بیولوژیک برای کشاورزان خرده پا نسبت به کودهای شیمیایی بهتر است (آذرنیا و همکاران ۲۰۱۵).

کاربرد نانو کودها برای تغذیه گیاهان یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی در بخش آب و خاک است (سابکی و

همکاران ۲۰۱۷). نانو کودها مؤثرترین و در عین حال مستقل‌ترین شیوه به‌منظور کاهش تلفات عناصر غذایی و افزایش کارایی مصرف کودها هستند (چیناموتو و بوپتاهی ۲۰۰۹). کودهایی که به صورت محلول پاشی بر اندام هوایی به کار می‌روند، عموماً به‌منظور فراهم نمودن سریع عناصر غذایی برای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. به کارگیری نانو کودها در این شرایط به دلیل برخورداری از راندمان بالاتر جذب عناصر نسبت به کودهای مرسوم، مؤثرتر هستند (ورت ۲۰۰۷). یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی در بخش آب و خاک، کاربرد نانو کودها برای تغذیه گیاهان می‌باشد، مثلاً نانو ذرات آهن به‌عنوان کاتالیزور باعث تسریع فرآیند اکسیداسیون گردیده و آلاینده‌های آلی موجود در محیط مانند تری کلرواتان، تترا کلرید کربن، دی اکسید ها و را به ترکیبات کربنی ساده تر با سمیت کمتر تبدیل می‌نماید و یا نانو ذرات آهن با ترکیبات آرسنیک مخلوط شده و باعث حذف ترکیبات آرسنیک از آب‌های زیر زمینی می‌شوند (رضایی و همکاران ۲۰۰۹). نانو کودها در واقع پوششی از نانو مواد دارند و یا مواد مغذی در محفظه‌ای از نانو مواد قرار گرفته‌اند و در آنجا محافظت می‌شوند. این پوشش باعث می‌شود تا بتوان میزان آزاد سازی مواد مغذی را کنترل کرد و سبب افزایش کارآمدی مواد مغذی و رسیدن مؤثر آن‌ها به گیاهان شد در واقع با استفاده از مواد نانو ساختار یا نانومقیاس به‌عنوان حاملین کودی یا ناقلین کنترل‌کننده‌ی رهاسازی به‌منظور ایجاد کودهای هوشمند، نانوتکنولوژی منشأ امیدواری‌های بسیاری در جهت عبور از محدودیت‌های تکنیکی موجود بر سر راه آزادسازی آرام و کنترل شده‌ی عناصر کودها، گردیده است. در حقیقت با بهره‌گیری از فناوری نانو در طراحی و ساخت نانوکودها، فرصت‌های جدیدی به‌منظور افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی و به‌حداقل رساندن

هزینه‌های حفاظت از محیط زیست ایجاد شده است (بهبودی و همکاران ۲۰۱۲)

آمینوکلکات‌ها امروزه نقش زیادی در علم تغذیه دارند که باعث بهبود دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌شوند. پژوهش‌های علمی در مورد گیاهان ذرت، گوجه فرنگی، سیب، سیب زمینی و گندم نشان می‌دهد که کلکات‌های آمینواسید به خوبی جذب و باعث بهبود عملکرد محصولات می‌شوند (قاسمی و همکاران ۲۰۱۳). تحقیقات انجام شده بیانگر جذب بهتر عناصر غذایی و رشد و عملکرد بهتر گیاهان در اثر کاربرد آمینوکلکات‌ها در مقایسه با کاربرد خاکی کودهای ساده و یا در مقایسه با دیگر کلکات‌های مصنوعی می‌باشد (امین و همکاران ۲۰۱۱). علامی میلان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند با وجود این‌که جایگزینی کامل کودهای شیمیایی با کود بیولوژیک موجب کاهش عملکرد لوبیا شد، اما کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی ضمن بیش‌ترین عملکرد دانه، مصرف کودهای شیمیایی را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. فتحی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از کودهای بیولوژیک سبب افزایش معنی دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گردید، همچنین پاسخ مثبت گیاه نسبت به کودهای بیولوژیک به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی امکان تولید پایدار محصول زراعی باشد. آقاعلیپور و همکاران (۲۰۱۲) اظهار داشتند مصرف کودهای بیولوژیک و شیمیایی به-تنهایی موجب افزایش معنی دار عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی نسبت به شاهد شدند، اما مصرف توأم کودهای بیولوژیک با شیمیایی بیشترین تأثیر را در اجزای عملکرد داشت.

فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته ای و پیش‌تاز با رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی و صنعتی به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته‌بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد (داس و

همکاران ۲۰۰۴) ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آن‌ها در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره زمین می‌باشد. کاربرد کود آهن در مقایسه با عدم کاربرد، استفاده از کود آهن نانو در مقایسه با کود آهن معمولی و همچنین زمان کاربرد کود آهن اثرات معنی داری بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا داشت (بیاتی و همکاران ۲۰۱۴). محلول‌پاشی گیاه لوبیا چشم سیاه با نانوذرات آهن با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم سبب افزایش معنی دار تعداد غلاف، وزن هزار دانه، مقدار آهن و کلروفیل برگ نسبت به شاهد شد و سبب عملکرد بیشتر محصول نسبت به کاربرد آهن معمولی با غلظت-های مشابه شد. به‌علاوه، نانوذرات آهن اثر مؤثری مانند دیگر نانوکودها (نانوذرات منیزیم) بر لوبیا چشم سیاه به طور قابل توجهی داشت (دلفانی و همکاران ۲۰۱۴). نتایج مشابهی مبنی بر بهبود معنی دار وزن برگ، اندام‌های هوایی، غلاف و عملکرد دانه در سویا (*Glycine max L.*) با کاربرد کود نانو آهن گزارش شده است (شیخ باقلو و همکاران ۲۰۱۰). کاربرد نانو کود کلکات آهن اثر معنی داری بر محتوی آهن، رنگیزه‌ها و شاخص سطح برگ داشته و از این طریق سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (مقصودی و نجفی ۲۰۱۷). کاربرد پودر اکسید آهن نانو نسبت به اکسید آهن معمولی سبب افزایش معنی داری غلظت آهن گیاه، طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن دانه در سنبله، وزن خشک کاه و کلش و وزن هزار دانه در گندم شد (مظاهری نیا و همکاران ۲۰۱۰). ممکن است این افزایش به دلیل خاصیت نانو ذرات و حلالیت بیشتر آن‌ها و سبک و کوچک بودن آن‌ها و شانس برخورد بیشتر ریشه‌ها به ذرات نانو نسبت به ذرات اکسید آهن معمولی باشد. اثر محلول‌پاشی نانوکلات آهن بر وزن بوته، تعداد برگ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کنگد معنی دار گزارش گردید (بقوری و همکاران ۲۰۱۴). علاوه بر نانو ذرات آهن، اثر مثبت نانو ذرات سایر عناصر ضروری بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکردی گیاهان زراعی گزارش شده است

بور، پتاسیم و آهن بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور بررسی اثر کودهای ارگانیک و کودهای نانوکلات بر عملکرد و صفات مورفولوژیک لوبیای چشم‌بلبلی طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه ای واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان (جیرفت) با طول جغرافیائی ۵۷ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و عرض جغرافیائی ۲۸ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی، ۶۲۷ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. شهرستان جیرفت دارای آب و هوای گرم و خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان گرم و خشک با متوسط بارندگی سالانه ۱۴۰ میلی‌متر، ماکزیمم درجه حرارت ۴۸ درجه سانتی‌گراد و مینیمم درجه حرارت چهار درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی صفر تا ۶۵ درصد می‌باشد، انجام شد (جدول ۱).

(مقصودی و نجفی ۲۰۱۷). طی مطالعه‌ای واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گندم به مصرف خاکی و محلول پاشی نانوکود پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که نانو کود پتاسیم سبب بهبود معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم شد (جعفرزاده و همکاران ۲۰۱۳). محلول پاشی نانو ذرات روی و بور به صورت ترکیبی بر روی گیاه گندم موجب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نسبت به عدم محلول پاشی شد (علی و همکاران ۲۰۰۹). بور می‌تواند فعالیت آن‌تی اکسیدانت های گیاهی را افزایش دهد و در نتیجه آسیب ROS ناشی از تنش دما بر شاخص پایداری غشای سلول را کاهش دهد (وارایج و همکاران ۲۰۱۲).

با توجه به اثرات مثبت و معنی‌دار کودهای ارگانیک و نانوکلات‌های بر روی محصولات زراعی مختلف، این مطالعه با هدف بررسی اثر کودهای ارگانیک آمینوکلات روی، آمینوالکسین و بیوبیست و همچنین نانوکلات‌های

جدول ۱- میانگین، بیشترین و کمترین دما و بارندگی ماهیانه در سال‌های ۹۸-۱۳۹۹ جنوب کرمان

ماه	بارندگی ماهانه (mm)		دما			
	سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸	کمینه °C	بیشینه °C	میانگین °C	
	سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸	سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸	سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۸
فروردین	۲/۸	۳/۲	۱۴/۶	۱۴/۲	۴۰	۲۶/۹
اردیبهشت	۵/۹	۶/۳	۲۲	۲۰	۴۶/۶	۳۳/۱
خرداد	۰	۰	۲۷	۲۶/۶	۴۸/۴	۳۷/۲
تیر	۰/۸	۱/۱	۲۸/۸	۲۸/۴	۴۶/۴	۳۷/۱
مرداد	۱/۸	۲/۱	۲۸	۲۶	۴۴/۴	۳۴/۶
شهریور	۰	۰	۲۳	۲۱	۴۳/۲	۳۱/۹
مهر	۰	۰	۱۸	۱۷/۶	۳۹/۸	۲۸/۳
آبان	۶	۶	۹/۸	۹/۴	۳۴/۱	۲۱/۳
آذر	۰	۰	۴/۱	۳/۹	۳۳/۱	۱۷/۹
دی	۱۱/۲	۱۲/۱	۹/۱	۸/۹	۱۸/۲	۱۳/۵
بهمن	۲۲/۹	۲۴/۱	۱۶	۱۴	۲۴/۱	۱۸/۹
اسفند	۶۳/۸	۶۴/۵	۱۱	۱۰	۳۰/۹	۲۰/۳

بود که جمعاً ۱۶ تیمار و ۴۸ پلات آزمایشی را شامل شد. هر پلات در ۶ خط کاشت به طول ۴ متر و به فواصل ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف و فاصله ۷ سانتی‌متر روی خط کشت و تاریخ کاشت نیز ۲۰ تیرماه (برای هر سال آزمایش) بود. برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ علف‌کش بنتازون به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در مرحله ۴ تا ۶ برگ‌گی علف‌های هرز استفاده شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن فاکتور کودهای ارگانیک به‌عنوان فاکتور اول در چهار سطح شامل (شاهد، آمینوکلکات روی، آمینوالکسین و بیوبیست (جدول ۲)) و فاکتور دوم به‌عنوان کودهای نانوکلات در چهار سطح شامل (شاهد، نانو کلکات بور ۱۲٪، نانوکلات پتاسیم و نانو کلکات آهن ۹٪ (دو در هزار) (جدول ۳))

جدول ۲- مشخصات عمومی کودهای ارگانیک

نام شرکت سازنده	مقدار مصرف	زمان مصرف	روش مصرف	مواد	نام کود
بازرگان کالا تهران	۱ تا ۲ لیتر در هزارلیتر آب	اوایل فصل رشد و تکرار در صورت نیاز	- محلول پاشی	حاوی ۷٪ روی - ۱۰٪ اسید آمینه آزاد - ۲۰٪ ماده آلی	آمینوکلکات روی
دانیار کالا تهران	۳ تا ۴ لیتر در هکتار.	هنگامی که شرایط رطوبت و دما به نفع رشد عوامل بیماری‌زا یا پاتوژن‌ها باشد، انجام شود. تعداد دفعات استفاده بین ۲ تا ۴ بار می‌باشد و فاصله زمانی هر بار استفاده از ۷ تا ۱۴ روز	- محلول پاشی	حاوی ۳۰٪ فسفر - ۲۰٪ پتاسیم - ۴٪ اسید آمینه آزاد	آمینوالکسین
گلد امکس تهران	۱ تا ۲ لیتر در هکتار	ابتدای فصل رشد	- محلول پاشی	حاوی ۲۰٪ فسفر - مفید - ۲۰٪ پتاسیم - ۲۰٪ نیتروژن کل - ۱۱,۴۰٪ نیتروژن نیتراتی - ۸,۶٪ نیتروژن آمونیاکی - ۱,۷۵٪ هیومیک اسید - ۱,۵٪ منیزیم - ۰,۱۴۶٪ آهن کلکات - ۰,۰۷۳٪ مس کلکات - ۰,۰۲۹٪ منگنز کلکات - ۰,۰۱۲٪ مولبیدن محلول - ۰,۰۲۹٪ بور محلول - ۲۸٪ جلبک دریایی - ۰,۷۵٪ اسید آمینه آزاد	بیوبیست

جدول ۳- مشخصات عمومی کودهای نانو

نام کود	مواد	روش مصرف	زمان مصرف	مقدار مصرف	نام شرکت سازنده
نانوکلکات بور	حاوی ۹٪ بور - پودری و کاملاً قابل حل در آب و قابل جذب توسط گیاهان	- محلول پاشی	مرحله اول: قبل از گلدهی مرحله دوم: قبل از رسیدن دانه	۲- گرم در لیتر یا ۲ در ۱۰۰۰	خضراء تهران
نانوکلکات پتاسیم	حاوی ۲۷٪ پتاسیم - پودری و کاملاً قابل حل در آب و قابل جذب توسط گیاهان	- محلول پاشی	مرحله اول: اوایل رشد گیاه مرحله دوم: به هنگام پر شدن دانه	۲- گرم در لیتر یا ۲ در ۱۰۰۰	خضراء تهران
نانوکلکات آهن	حاوی ۹٪ آهن - پودری و کاملاً قابل حل در آب و قابل جذب توسط گیاهان	- محلول پاشی	در مراحل ساقه دهی و خوشه دهی	۲- گرم در لیتر یا ۲ در ۱۰۰۰	خضراء تهران

آب و خاک مزرعه قبل از اجرای طرح توسط آزمایشگاه خاکشناسی آنالیز گردید (جدول ۴ و ۵). کودها شامل کودهای فسفر، پتاس و نیتروژن به میزان ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۴۵ کیلوگرم فسفر (P2O5) و ۳۵ کیلوگرم پتاس (K2O) از منبع سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک به خاک افزوده شد و کود نیتروژنه با منبع سولفات آمونیوم در سه مرحله برای کل کرت‌ها به صورت یکسان تغذیه شد. تمامی کود فسفر و پتاسیم به همراه نیمی از کود نیتروژن که به عنوان کود پایه در نظر گرفته شده بود قبل از کاشت و باقیمانده کود نیتروژن در دو مرحله ۲۰ و ۳۰ روز پس

از کاشت به مصرف رسید. آبیاری نیز به صورت قطره‌ای انجام شد. تیمارهای آزمایش براساس نقشه کاشت در دو مرحله محلول پاشی گردید. محلول پاشی مرحله اول یک هفته قبل از گلدهی (BBCH65) و مرحله دوم دو هفته بعد از آن (BBCH75) انجام شد. غلظت کود بیوبیست ۱/۵ در هزار، غلظت کود آمینو کلکات روی سه در هزار، غلظت کود آمینوالکسین دو در هزار، غلظت کود نانو کلکات آهن ۹٪ (دو در هزار)، غلظت کود نانو کلکات بور ۹٪ (دو در هزار) و غلظت کود نانو کلکات پتاسیم ۲۷٪ (دو در هزار) بود.

جدول ۴- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد مطالعه در سال اول

عمق خاک (cm)	pH	EC (dS/m)	مواد آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت
۰-۲۵	۸/۱	۲/۲۸	۰/۲۲	۰/۰۰۳	۸	۲۱۰	لوم شنی
۲۵-۵۰	۸	۱/۹۵	۰/۱۹	۰/۰۰۲	۶	۱۷۰	لوم شنی

جدول ۵- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد مطالعه در سال دوم

عمق خاک (cm)	pH	EC (dS/m)	مواد آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت
۰-۲۵	۸/۱	۲/۲۸	۰/۲۲	۰/۰۰۳	۵	۱۸۰	لوم شنی
۲۵-۵۰	۸	۱/۹۵	۰/۱۹	۰/۰۰۳	۴	۱۴۰	لوم شنی

صفات مورد ارزیابی شامل صفات مورفولوژیک و رشدی گیاه (شامل ارتفاع بوته، وزن تر بوته، تعداد گل) و صفات مرتبط با عملکرد (عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد کاه و شاخص برداشت) بود.

به منظور اندازه‌گیری خصوصیات رشدی در هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی اندازه‌گیری و در نهایت از آن‌ها میانگین‌گیری شد. ارتفاع بوته پس از رسیدگی کامل با استفاده از خط کش مدرج از قسمت طوقه (سطح خاک) تا انتهای‌ترین قسمت ساقه (انتهای غلاف)، اندازه‌گیری شد. وزن تر بوته پس از برداشت ۱۰ بوته در هر چهارخط کاشت، وزن تر هر بوته به صورت جداگانه با استفاده از ترازوی دیجیتال و برحسب گرم اندازه‌گیری شد. تعداد گل در بوته نیز از شمارش تعداد گل در هر بوته و میانگین‌گیری از تعداد گل در ۳۰ بوته بدست آمد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه ای از ۲ خط وسط تعداد ۱۰ بوته انتخاب و اجزای عملکرد شمارش و اندازه‌گیری شد. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در هر غلاف برای ۱۰ بوته شمارش و میانگین ۱۰ بوته در نظر گرفته شد. تعداد دانه در بوته از حاصل ضرب میانگین تعداد دانه در غلاف در میانگین تعداد غلاف در بوته بدست آمد. همچنین طول غلاف با استفاده از خط‌کش و وزن صد دانه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم بدست آمد. جهت تعیین عملکرد دانه و کاه نیز با در نظر گرفتن خطوط حاشیه ای، برداشت در سطح ۶ مترمربع انجام و پس از جداسازی دانه از غلاف عملکرد دانه و کاه محاسبه و به هکتار تبدیل شد. با بدست آوردن

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در هر کرت، عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) بر عملکرد بیولوژیک تقسیم و در ۱۰۰ ضرب و شاخص برداشت بدست آمد. برای یکنواختی داده‌ها ابتدا آزمون بارتلت انجام شد و تجزیه مرکب برای بررسی اثر سال صورت گرفت. بدین منظور، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی و داده‌های نرمال با استفاده از نرم افزار SAS (ver. 9.2) تجزیه و توسط همین نرم افزار و با آزمون چند دامنه-ای دانکن، مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel و در قالب جدول با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک و رشدی

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کود ارگانیک و کود نانوکلات هر یک به تنهایی و نیز اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند (جدول ۶). بر اساس نتایج بدست آمده، آمینوکلات روی به همراه نانو کلات آهن (۹۵/۴۴ سانتی‌متر) و نیز بیوبیست به همراه نانوکلات آهن (۹۷/۰۷ سانتی-متر) سبب به حداکثر رسیدن ارتفاع بوته گردید (جدول ۷). احتمالاً به دلیل درصد بالای نیتروژن فرم نیتراتی (۱۱/۴ درصد) موجود در کود بیوبیست می-بایست. از آنجا که شکل‌گیری کلروفیل بدون حضور آهن میسر نیست، کمبود یا غیرفعال شدن آهن در گیاهان سبب کاهش کلروفیل و در نتیجه کاهش رشد می‌شود (باقری و همکاران ۲۰۱۳).

کاربرد کودهای ارگانیک و کودهای نانو سبب به حداقل رسیدن وزن تر بوته (۱۸/۵۶ گرم) و در مقابل، کاربرد بیویست به همراه نانو کلات آهن (۲۸/۶۳ گرم) و همچنین آمینوکلات روی به همراه نانوکلات آهن (۲۸/۹۸ گرم) و نیز آمینوالکسین به همراه نانوکلات آهن (۲۸/۲۹ گرم) سبب افزایش معنی‌دار و به حداکثر رسیدن وزن تر بوته گردید (جدول ۷). چنین استنباط می‌گردد که وزن تر بوته حاصل، رشد رویشی بالا، تعداد برگ و ماندگاری برگ‌ها بر روی گیاه باشد که حضور نانو آهن با ترکیبات موجود در بیویست این موارد را باعث می‌گردد. در آمینوکلاتها، آمینواسیدها از طریق گروه‌های عامل کربوکسیل و آمین با روی تشکیل کمپلکس‌های پایدار داده و در این حالت از تبدیل شدن آن به رسوب‌های نامحلول جلوگیری می‌شود (زید و عامر ۲۰۱۱) و در نتیجه سبب بهبود رشد گیاه می‌گردند. افزایش وزن تر گیاه در تیمار با کودهای آهن به علت افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل و نیز افزایش فعالیت فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز دی فسفات کربوکسیلاز و نیز افزایش مقدار آهن و منگنز و تاثیر این عناصر در فتوسیستم I و II و در مجموع افزایش فتوسنتز است. افزایش فتوسنتز گیاه سبب افزایش صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی و در نتیجه افزایش وزن تر گیاه می‌گردد (لادان مقدم و همکاران ۲۰۱۲). این نتایج تایید کننده گزارش سایر محققین در این زمینه می‌باشد. چتساز و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند محلولپاشی روی، باعث افزایش وزن تر بوته نعنای فلفلی شد. گزارش شده است که محلولپاشی نانو کلات آهن موجب افزایش معنی‌دار خصوصیات رشدی گیاه عدس (نادری ۲۰۱۲) و کاهو (روستا و همکاران ۲۰۱۵) گردید.

عنصر آهن یک عنصر ضروری برای گیاه است و نقش اساسی در تعداد لاملای گرانا کلروپلاست دارد، لذا کمبود آهن اندازه کلروپلاست را کاهش می‌دهد و در نهایت در اثر کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (سولر ۱۹۹۵)، از طرفی نیک پور و محمد جانلو گزارش کردند که نیتروژن پتاسیم و آهن تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه سیب زمینی دارد. بطور کلی، افزایش ارتفاع بوته به واسطه کود آهن مربوط به تأثیر این عنصر در فتوسنتز است که سبب افزایش ساخت کلروفیل در برگها می‌شود و در نتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه از جمله ساقه‌ها وارد می‌شود و در نتیجه ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (باقری و همکاران ۲۰۱۳). گزارش‌های متعدد پیشین نیز حاکی از اثر مثبت نانوکودها و همچنین آمینواسیدها بر خصوصیات رشدی گیاهان می‌باشد (امین و همکاران ۲۰۱۱؛ جعفرزاده و همکاران ۲۰۱۳؛ مقصودی و نجفی ۲۰۱۷). بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش رشد و نمو و تولید کمی و کیفی محصولات مختلف در کاربرد آمینوکلات‌ها و یا ترکیبات مشابه در مقایسه با کاربرد ساده کودها و یا حتی کلات‌های مصنوعی مانند EDTA توسط دیگر محققین روی گیاه همیشه بهار (یاراحمدی ۲۰۱۳)، گوجه فرنگی (قاسمی و همکاران ۲۰۱۲) و گندم (قاسمی و همکاران ۲۰۱۳) گزارش شده است. محلول پاشی نانو کلات آهن موجب افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته گیاه عدس گردید (نادری ۲۰۱۲).

وزن تر بوته

اثر کود ارگانیک و کود نانوکلات هر یک به تنهایی و نیز اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر بوته معنی‌دار بود (جدول ۶). براساس نتایج مقایسه میانگین، عدم

تعداد گل -

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کود ارگانیک و کود نانوکلات هر یک به تنهایی و نیز اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو بر تعداد گل در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۶). عدم کاربرد کودهای ارگانیک و کودهای نانو سبب به حداقل رسیدن تعداد گل (۱۰/۶۳ عدد) گردید. کاربرد بیویست به همراه نانو کلات آهن (۱۷/۱۹ عدد) و نیز کاربرد آمینوآکسین به همراه نانوکلات آهن (۱۷/۵۵ عدد) سبب افزایش معنی دار و به حداکثر رسیدن تعداد گل گردید (جدول ۷). بطور کلی فراهمی عناصر به طور مؤثر باعث افزایش تعداد گل میشود. درصد بالای فسفر موجود در کود زیستی آمینوآکسین (۳۰٪) و نقش غیرقابل انکار فسفر در گل انگیزی و افزایش تعداد گل مؤید این موضوع است. تحقیقات انجام شده بیانگر جذب بهتر عناصر

غذایی و رشد بهتر گیاهان در اثر کاربرد آمینوکلاتها در مقایسه با کاربرد خاکی کودهای ساده و یا در مقایسه با دیگر کلاتهای مصنوعی می باشد (امین و همکاران ۲۰۱۱). مطالعات صورت گرفته بر روی آمینوکلاتها نشان می دهد که در آمینوکلاتها، آمینواسیدها از طریق گروه های عامل کربوکسیل و آمین با عنصر ریزمغذی تشکیل کمپلکس های پایدار داده و در این حالت از تبدیل شدن آن به رسوب های نامحلول جلوگیری می شود و بدین طریق بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکردی اثرگذار هستند (زید و عامر ۲۰۱۱). سوری و یاراحمدی (۲۰۱۶) گزارش کردند که در گیاه همیشه بهار کاربرد آمینوکلاتها سبب افزایش معنی دار تعداد گل گردید.

جدول ۶- تجزیه واریانس برخی صفات ارزیابی شده در لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر سال، کود ارگانیک و کود نانو

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن تر بوته	تعداد گل
سال	۱	۱۴/۳۸ ^{ns}	۴۶۸/۷۹ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۵۹/۵۷	۴۷۴/۴۰	۰/۱۷
کود ارگانیک	۳	۳۵۶۸/۳۰ ^{**}	۵۴۰۴۶/۹۹ ^{**}	۶۲/۷۴ ^{**}
سال × کود ارگانیک	۳	۶/۰۷۴ ^{ns}	۲۹/۱۵ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}
کود نانو	۳	۳۵۴۴/۲۵ ^{**}	۱۳۱۲۷/۱۴ ^{**}	۵۴/۶۷ ^{**}
سال × کود نانو	۳	۱۲/۳۰ ^{ns}	۱۴۳/۱۵ [*]	۰/۷۲ ^{ns}
کود ارگانیک × کود نانو	۹	۷۷/۲۲ ^{**}	۵۱۸/۷۵ ^{**}	۲/۰۶ ^{**}
سال × کود ارگانیک × کود نانو	۹	۱۴/۹۷ ^{ns}	۴۲/۱۳ ^{ns}	۰/۳۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۹/۹۹	۱۳۲/۲۴	۰/۶۳
ضریب تغییرات (%)		۴/۱۹	۵/۲۶	۵/۵۲

** و * به ترتیب وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی دار میباشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک ارزیابی شده در لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر ترکیبات تیماری کود ارگانیک و نانوکلات

کود ارگانیک	نانوکلات	ارتفاع بوته (cm)	تعداد گل	وزن تر بوته (g)
	شاهد	۳۹/۲۴ i	۱۰/۶۳ f	۱۸۶/۵۹ k
شاهد	نانو کلات بور	۵۲/۸۸ h	۱۰/۸۱ f	۱۹۴/۰۵ jk
	نانوکلات پتاسیم	۶۵/۶۵ f	۱۲/۹۰ e	۲۰۸/۰۶ h
	نانو کلات آهن	۷۴/۰۹ e	۱۳/۷۱ de	۲۴۰/۱۵ g
آمینوکلات روی	شاهد	۷۵/۷۸ de	۱۲/۹۸ e	۲۱۴/۱۶ h
	نانو کلات بور	۷۸/۲۸ d	۱۴/۵۲ cd	۲۵۴/۰۰ f
	نانوکلات پتاسیم	۸۸/۰۸ b	۱۵/۸۱ b	۲۷۷/۰۸ bc
	نانو کلات آهن	۹۵/۴۴ a	۱۶/۲۵ b	۲۸۹/۸۰ a
آمینوالکسین	شاهد	۶۱/۵۵ g	۱۵/۲۵ bc	۲۰۵/۵۱ hi
	نانو کلات بور	۷۳/۵۲ e	۱۳/۶۶ de	۲۵۹/۵۰ ef
	نانوکلات پتاسیم	۷۸/۷۰ d	۱۶/۲۰ b	۲۷۶/۳۱ cd
	نانو کلات آهن	۸۹/۵۱ b	۱۷/۵۵ a	۲۸۲/۰۹ abc
بیوبیست	شاهد	۶۵/۰۷ fg	۱۳/۶۳ de	۱۹۷/۱۶ ij
	نانو کلات بور	۸۳/۷۲ c	۱۳/۵۶ de	۲۳۵/۶۰ g
	نانوکلات پتاسیم	۸۷/۱۹ bc	۱۵/۴۵ bc	۲۶۷/۸۱ de
	نانو کلات آهن	۹۷/۰۷ a	۱۷/۱۹ a	۲۸۶/۳۹ ab

- در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک اند، اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند.

صفات مرتبط با عملکرد

طول غلاف

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس- ها، اثر کودهای ارگانیک و نانوک هریک به تنهایی و اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو نیز بر طول غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند (جدول ۸). براساس نتایج حاصل از اثر متقابل کودهای ارگانیک و نانوکلات، کاربرد بیوبیست به همراه نانوکلات آهن نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی سبب بهبود و افزایش معنی دار طول غلاف (۱۶/۹۵ سانتی متر) گردید. در مقابل در شرایط عدم کاربرد کودهای ارگانیک و نانوکلات کاهش معنی داری در طول غلاف (۱۰/۶۳ سانتی متر) شد (جدول ۹). با توجه به اینکه تعداد غلاف یکی از اجزای عملکرد محسوب میگردد، افزایش طول غلاف امکان حضور تعداد بذر بیشتری که خود نیز یکی دیگر از اجزای عملکرد است را فراهم مینماید. به دلیل تأثیر

مثبت آهن بر سنتز کلروفیل و همچنین وجود فرم نیتراتی نیتروژن موجود در بیوبیست سبب هم افزایش فعالیت سیستم فتوسنتزی و افزایش طول غلاف می گردد به طوری که استفاده از کودهای زیستی موجب بهبود رشد گیاه در ارقام مختلف گنجد شد. به نظر میرسد حضور عنصر آهن بر این صفت از اهمیت بالایی برخوردار است. در آزمایشی که روی گندم استفاده از عناصر ریزمغذی (مس+منگنز+آهن+روی) سبب بیشترین طول سنبلك در گندم به عنوان اجزای عملکرد شد (علی و همکاران ۲۰۰۹).

تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس ها، اثر کودهای ارگانیک و نانوکلات ها هریک به تنهایی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو نیز بر صفت تعداد غلاف در

بیوبیست سبب حصول حداکثر میزان صفت مذکور گردید (شکل ۱). به نظر می‌رسد وجود یک منبع قوی در نزدیکی غلاف پر شدن آن را حمایت می‌کند لذا به دلیل وجود و نقش نانو کلات آهن و کود بیوبیست و برهمکنش این دو کود سبب به تأخیر افتادن فرآیند پیری و دوام برگ (آهن) و رشد و افزایش سطح برگ (بیوبیست) شده، بنابراین رشد غلاف و بلوغ آن‌ها طولانی‌تر شد و تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد. سید و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد آهن سبب افزایش طول سنبل در گندم و در نتیجه افزایش تعداد دانه در بوته می‌گردد.

وزن صد دانه و عملکرد دانه

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس-ها، اثر کودهای ارگانیک و نانوکلات‌ها هریک به تنهایی بر وزن صد دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو نیز بر صفت وزن صد دانه در سطح احتمال ۵ درصد و بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). براساس نتایج حاصل از آزمایشات، کاربرد بیوبیست به همراه نانوکلات آهن نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی سبب بهبود و افزایش معنی‌دار صفات وزن صد دانه (۱۴/۰۸ گرم) و عملکرد دانه (۴/۸۴ تن) گردید. در مقابل در شرایط عدم کاربرد کودهای ارگانیک و نانوکلات تمامی صفات مرتبط با عملکرد بطور معنی‌دار کاهش یافتند (عملکرد دانه ۱/۶۵ تن در هکتار و وزن صد دانه ۸/۱۲ گرم) (جدول ۹). احتمالاً افزایش غلظت آهن یا فراهمی این عنصر سبب افزایش درصد جذب نیتروژن موجود در بیوبیست می‌گردد که این وضعیت در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. محلول‌پاشی آهن و منیزیم روی شاخ و برگ گیاهان از طریق تأثیر بر کلروفیل و فتوسنتز گیاه

بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در مقابل، هیچ یک از کودهای مصرفی، اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف نداشتند (جدول ۸). براساس نتایج حاصل از اثر متقابل کودهای ارگانیک و نانوکلات، کاربرد بیوبیست به همراه نانوکلات آهن نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی سبب بهبود و افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته (۱۳/۶۴ عدد) گردید. چنین به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی نانوکلات آهن در مرحله گل‌دهی به دلیل افزایش ماندگاری گل و تبدیل آن به غلاف از طریق افزایش آسیموپلاست‌ها بواسطه نقش این عنصر در فتوسنتز و همچنین کاربرد کودهای ارگانیک به ویژه بیوبیست خصوصاً عناصری مانند فسفر و پتاس موجود در آن مانع ریزش گل و تبدیل آن‌ها به غلاف می‌گردد که در نهایت تعداد غلاف در بوته افزایش یابد. در مقابل در شرایط عدم کاربرد کودهای ارگانیک و نانوکلات تمامی صفات مذکور بطور معنی‌دار کاهش یافت (۹/۴۹ عدد) (جدول ۹). در گیاهانی مانند لوبیا اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه تشکیل می‌دهند (سانتوس و همکاران ۲۰۰۶). گزارش شده است که بالاترین تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته در نخود دیم در سطح ۳ هزار محلول‌پاشی نانو کود کلات آهن حاصل شد (میر و همکاران ۲۰۱۴). با کاربرد نانو کود کلات آهن در لوبیا چیتی مشاهده شد که تأثیر کود بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، کارایی مصرف کود و سطح برگ معنی‌دار بود (مجید و همکاران ۲۰۱۲).

تعداد دانه در بوته

اثر کودهای ارگانیک و نانوکلات‌ها هریک به تنهایی بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). مقایسه میانگین صفت تعداد دانه در بوته نشان داد که کاربرد

بود (جدول ۸). براساس نتایج پژوهش حاضر، کاربرد بیویبیست به همراه نانوکلات آهن نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی سبب بهبود و افزایش معنی دار عملکرد کاه (۲/۲۸ تن در هکتار) نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای ارگانیک و نانوکلات (۱/۳۷ تن در هکتار) گردید (جدول ۹). چنین استنباط می‌گردد که با مدیریت صحیح و اصولی و با استفاده از کودهای زیستی می‌توان شرایط تغذیه‌ای بهتری را برای گیاه فراهم کرد از طرفی محلول‌پاشی نانوکلات آهن از طریق افزایش رشد، تعداد شاخساره در بوته می‌گردد، لذا این برهمکنش (کود ارگانیک و نانوکلات آهن) موجب افزایش فعالیت متابولیکی در گیاه می‌گردد که در نهایت عملکرد بیولوژیکی افزایش می‌یابد. حمزه ای و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند، عملکرد بیولوژیک نخود با کاربرد نانوکلات آهن در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. کاسب و همکاران (۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی با غلظت ۲ درصد از هر کدام از عناصر آهن، منگنز، روی و منیزیم سبب افزایش معنی داری در اجزای عملکرد، عملکرد دانه و کاه و کلش گندم و همچنین افزایش عملکرد کربوهیدرات می‌گردد. عبدلی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که محلول پاشی عنصر غذایی روی در مراحل فنولوژیک سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم نسبت به عدم محلول پاشی شد. این مواد همچنین باعث کاهش مقدار فیتین موجود در دانه گندم گردیدند و از این نظر به عنوان یکی از مؤثرترین کودها جهت رفع کمبود روی و غنی سازی محصولات به صورت محلول‌پاشی می‌باشند (قاسمی و همکاران ۲۰۱۳).

شاخص برداشت

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس-ها، اثر کودنانو بر شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو نیز بر شاخص برداشت در

منجر به افزایش عملکرد میشود (ملیک و همکاران ۲۰۱۰). این نتایج تایید کننده سایر گزارشات در این زمینه می‌باشد (علی و همکاران ۲۰۰۹؛ جعفرزاده و همکاران ۲۰۱۳؛ بوقوری و همکاران ۲۰۱۴؛ دلفانی و همکاران ۲۰۱۴). فتحی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از کودهای بیولوژیک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد. آقاعلیپور و همکاران (۲۰۱۲) طی مطالعات خود بیان کردند مصرف کودهای بیولوژیک و شیمیایی به تنهایی موجب افزایش معنی دار عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به شاهد شدند، اما مصرف توام کودهای بیولوژیک با شیمیایی بیشترین تاثیر را در اجزای عملکرد داشت. محلول پاشی با نانو کود کلات آلی آهن موجب افزایش عملکرد و میزان آهن دانه گیاهان زراعی شده است (خلج و همکاران ۲۰۰۹). بویزیس و کروز (۲۰۰۰) بیان کردند محلول پاشی بور در زمان رشد و نمو فعال گیاه کلزا در خاک‌هایی که کمبود این عنصر وجود داشت سبب افزایش عملکرد دانه گردید. بور از طریق نگهداری غلاف‌ها و انتقال قند به دانه‌های در حال رشد می‌تواند کاربرد نیتروژن را برای پر کردن دانه افزایش دهد که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد (فاطمی نقده و سروش زاده ۲۰۰۲). محققان بیان کردند، کاربرد نانو کود کلات آهن در لوبیا چیتی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کود بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، کارایی مصرف کود و سطح برگ دارد (مجید و همکاران ۲۰۱۲).

عملکرد کاه

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس-ها، اثر کودهای ارگانیک و نانوکلات‌ها هریک به تنهایی بر عملکرد کاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل کود ارگانیک × کود نانو نیز بر عملکرد کاه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار

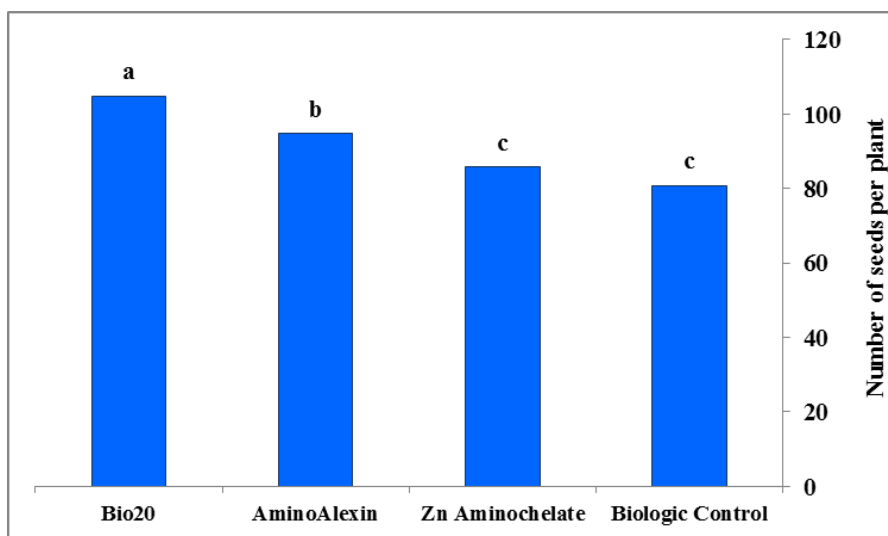
سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). براساس نتایج پژوهش حاضر، بیشترین شاخص برداشت مربوط به کاربرد آمینوالکسین بود که پس از آن، کاربرد نانوکلات پتاسیم و یا بور به همراه آمینوالکسین یا بیوبیست بیشترین شاخص برداشت دارا بودند. کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود ارگانیک و نانوکلات) و همچنین عدم کاربرد کود ارگانیک + کاربرد نانوکلات آهن مشاهده شد (شکل ۲ و جدول ۹). از آنجا که شاخص برداشت از کسر عملکرد اقتصادی دانه بر عملکرد بیولوژیک حاصل می‌شود و می‌توان گفت که کودهای زیستی با جلوگیری از هدر رفتن عناصر غذایی آن‌ها به موقع در اختیار گیاه قرار دهند و باعث رشد و ایجاد تاج پوشی برگ

می‌گردد و همچنین جذب مقادیر بالای فسفر در آمینوالکسین توسط گیاه علاوه بر عملکرد اقتصادی بر عملکرد زیستی نیز تأثیر مثبت دارد و از آنجا که تیپ رشدی لوبیا نامحدود است بنابراین رشد رویشی تا مرحله رشد غلاف ادامه دارد، لذا رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی برای دریافت مواد غذایی بوجود می‌آید که این خود عملکرد دانه را محدود می‌کند و در نتیجه عملکرد بیولوژیک را به نسبت عملکرد دانه افزایش می‌دهد. این نتایج مؤید گزارشات سایر محققین در این زمینه می‌باشد. محلول‌پاشی روی و بور و اثر متقابل آن بر روی گیاه گندم موجب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نسبت به عدم کاربرد محلول‌پاشی شد (علی و همکاران ۲۰۰۹).

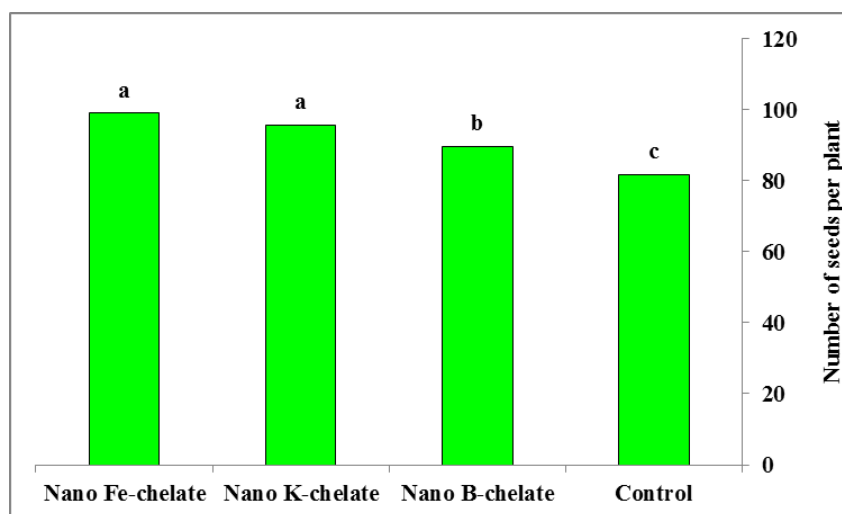
جدول ۸- تجزیه واریانس برخی صفات ارزیابی شده در لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر سال، کود ارگانیک و کود نانو

منابع تغییر	درجه آزادی	طول غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد شاخص برداشت
سال	۱	۲/۴۸۶ ^{ns}	۰/۰۶۷ ^{ns}	۱/۴۵۰ ^{ns}	۲۵۹/۶۹ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۲/۷۲۴	۰/۳۶۸	۰/۱۰۰	۱۱/۹۹	۰/۱۵۴	۰/۰۰۷
کود ارگانیک	۳	۳۷/۲۹۹ ^{**}	۲۶/۲۹۹ ^{**}	۱/۲۴۲ ^{ns}	۲۶۷۳/۳۶۰ ^{**}	۵۲/۳۲۲ ^{**}	۰/۶۱۷ ^{**}
سال × کود ارگانیک	۳	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۱۷۶ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۱۳/۴۸۶ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
کود نانو	۳	۵۱/۶۸۷ ^{**}	۹/۴۶۰ ^{**}	۱/۳۷۱ ^{ns}	۱۳۷۴/۸۱ ^{**}	۲۶/۰۱۹ ^{**}	۰/۳۷۸ [*]
سال × کود نانو	۳	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۴/۷۷ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
کود ارگانیک × کود نانو	۹	۱/۱۶۰ ^{**}	۰/۶۴۴ [*]	۰/۴۲۲ ^{ns}	۱۲۳/۰۹ ^{ns}	۰/۹۳۶ [*]	۰/۰۲۰ [*]
سال × کود ارگانیک × کود نانو	۹	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۳/۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۰/۷۱۵	۰/۳۰۲	۰/۶۸۵	۹۶/۷۵	۰/۱۱۱	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (%)	—	۱/۸۹	۱۰/۳۳	۹/۵۹	۱۵/۶۲	۱۴/۴۴	۸/۴۴

** و * به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار میباشد.



شکل ۱- اثر کود ارگانیک بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی



شکل ۲- اثر کودهای نانو بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی

جدول ۹- ترکیبات تیماری کود ارگانیک و نانو برای عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی

کود ارگانیک	نانوکلات	طول غلاف (cm)	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (g)	عملکرد دانه (t/ha)	عملکرد کاه (t/ha)	شاخص برداشت (%)
شاهد	شاهد	۱۰/۶۳ z	۹/۴۹ i	۸/۱۲ z	۱/۶۵ h	۱/۳۷ j	۴۱/۷ ef
	نانو کلات بور	۱۱/۹۳ i	۱۰/۴۸ h	۸/۹۳ i	۲/۰۱ j	۱/۴۷ i	۴۳/۱۰ d
	نانوکلات پتاسیم	۱۲/۷۲ h	۱۰/۸۹ fgh	۹/۹۸ g	۲/۴۲ i	۱/۶۱ gh	۴۲/۲۱ e
	نانو کلات آهن	۱۴/۲۴ e	۱۱/۲۷ def	۱۰/۱۶ g	۲/۵۴ i	۱/۷۲ ef	۳۹/۷۲ f
آمینوکلات روی	شاهد	۱۳/۹۴ f	۱۰/۵۴ gh	۹/۴۲ h	۲/۱۴ i	۱/۶۵ fg	۲۲/۰۷ cd
	نانو کلات بور	۱۴/۶۴ de	۱۰/۶۴ fgh	۱۱/۰۲ f	۲/۷۷ fg	۱/۷۷ e	۴۴/۵۴ cd
	نانوکلات پتاسیم	۱۴/۷۹ d	۱۰/۶۲ gh	۱۱/۶۷ de	۲/۹ de	۱/۸۷ d	۴۵/۴۸ c
	نانو کلات آهن	۱۶/۳۴ b	۱۱/۳۳ de	۱۲/۱۹ bc	۳/۰۵ cd	۲/۰۵ bc	۴۳/۴۰ d
آمینوالکسین	شاهد	۱۱/۸۲ i	۱۱/۱۷ defg	۱۱/۱۸ f	۲/۶۷ gh	۱/۰۷ h	۵۴/۰۰ a
	نانو کلات بور	۱۳/۰۴ g	۱۲/۲۵ bc	۱۱/۳۶ ef	۳/۰۴ ef	۱/۶۲ gh	۴۷/۸۸ b
	نانوکلات پتاسیم	۱۴/۷۴ d	۱۲/۳۹ b	۱۲/۴۸ b	۳/۵۹ b	۱/۷۶ e	۴۹/۲۶ b
	نانو کلات آهن	۱۵/۶۵ c	۱۲/۵۹ b	۱۲/۳۶ b	۳/۵۳ b	۲/۰۳ bc	۴۴/۹۹ cd
بیویست	شاهد	۱۲/۸۴ h	۱۱/۶۹ cd	۱۱/۲۰ f	۲/۹۵ def	۱/۷۸ e	۴۵/۶۵ c
	نانو کلات بور	۱۴/۹۴ d	۱۲/۳۶ b	۱۱/۹۸ cd	۳/۳۳ bc	۱/۹۸ c	۴۶/۳۰ bc
	نانوکلات پتاسیم	۱۵/۸۴ c	۱۳/۲۸ a	۱۳/۸۵ a	۴/۳۱ a	۲/۰۸ b	۴۷/۵۰ b
	نانو کلات آهن	۱۶/۹۵ a	۱۳/۶۴ a	۱۴/۰۸ a	۴/۸۴ a	۲/۲۸ a	۴۵/۷۸ c

- در هر ستون، تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

نتیجه گیری کلی

به‌طور کلی و با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش مشخص گردید که کاربرد کودهای ارگانیک بویژه بیویست و آمینوالکسین ضمن کاهش آلودگی محیط زیست سبب بهبود معنی‌دار خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی شد. اثر مثبت بیویست و آمینوالکسین در بهبود خصوصیات رشدی در صورت کاربرد توام با نانوکلات‌ها بویژه نانوکلات آهن و پتاسیم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود که احتمالاً علت این امر، به دلیل اثر مثبت پتاسیم و آهن در فرآیندهای مختلف متابولیسم گیاهی، از جمله تنظیم اسمزی، افزایش کلروفیل و فتوسنتز و در نهایت موجب

افزایش قدرت مخزن و منبع می‌شوند که باعث افزایش عملکرد دانه می‌باشد. از این رو به‌نظر می‌رسد با به‌کارگیری نانوکودها به‌عنوان مکمل کودهای مرسوم و استفاده از فناوری های نوین به‌ویژه نانوفناوری می‌تواند افق تازه‌ای پیش روی کشاورزان ایرانی قرار دهد.

سپاسگزاری

باکمال احترام بدینوسیله از تمام کسانی که به‌نوعی در انجام این پژوهش یاری‌گر بنده بودند، به‌ویژه واحد مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منبع طبیعی جنوب کرمان، نهایت قدردانی و سپاسگزاری را دارم.

منابع مورد استفاده

- Abdoli M, Esfandiari E, Mousavi B and Sadeghzadeh B. 2014. Effects of foliar application of zinc sulfate at different phenological stages on yield formation and grain zinc content of bread wheat (cv. *Kohdasht*). *Azarian Journal of Agriculture*, 1 (1): 11-17.
- Aghaalipur E, Farahvash F, Mirshekari B and Eivazi A. 2012. The effect of urea, Yashil and Nitragin fertilizers on yield and components of cowpea. *Journal of Crop Ecophysiology*, 6 (23): 235-248.
- Alami Milan M, Amini R and Bandeh Hagh A. 2015. The effects of bio-fertilizers in combination with chemical fertilizers on yield and yield components of pinto beans. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(4): 15-29.
- Ali S, Shah A, Arif M, Miraj G, Ali I, Sajjad M, Farhatollah M, Khan Y and Khan M. 2009. Enhancement of wheat grain yield components through foliar application of zinc and boron. *Sarhad Journal of Agriculture*, 25 (1): 15-19
- Amin A. A, Gharib F.A.E, El-Awadia M. and Rashad E.S.M. 2011. Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. *Scientia Horticulturae*, 129: 353-360.
- Bagheri A, Rahmani A and Abbaszadeh B. 2013. The effect of iron chelate foliar application on damask rose. *Biological Research*, 4(4): 53-55
- Bayati F, Ayneband A and Fateh E. 2014. Effect of different rates and application times of nano-iron on yield and yield components of canola (*Brassica napus* L). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4): 805-812 (In Persian).
- Behbodhi F., Dadi A.A. and Mohammadi Goltepe A. 2012. The effect of vermicompost containing nanoparticles of copper oxide and zinc oxide on some agricultural characteristics of pinto beans. *Journal of Crop Production*, 6 (3): 33-39 (In Persian).
- Boghoori M, Shamsi H and Morovati A. 2014. Effect of nano iron chelates on yield and amount iron and rate oil of sesame cultivar Darab-14. *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(18): 69-79 (In Persian).
- Bowyzys T and Krauz A. 2000. Effect of boron fertilizers yield content and uptake of boron by spring oil seed rape variety star. *Rosliny Oleiste* 21: 813-817.
- Chinnamuthu C.R and Boopathi M. 2009. Nanotechnology and agroeco system. *The Madras Agricultural Journal*, 96: 17-31.
- Delfani M, Firouzabadi M.B, Farrokhi N, Makarian H. 2014. Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45: 530-540.
- FAO. 2019. The FAO statistical yearbook, Food and Agriculture Organization of the United Nations. available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fatemi Naghdeh H and Soroosh Zadeh A. 2002. Effects of planting date and Sprayed nitrogen and boron Reproductive stage on soybean yield and yield components. In: *Proceedings of the 7th Crop Science Congress of Iran*. Karaj, 233 (In Persian).
- Fathi A, Farnia A and Maleki A. 2013. Effects of nitrogen and phosphate biofertilizers on yield and yield components of corn AS71 in Dareh-shahr climate. *Journal of Crop Ecophysiology*, 7-1 (25): 105-114.
- Ghasemi S, Khoshgoftarmanesh A.H, Afyuni M and Hadadzadeh H. 2013. The effectiveness of foliar applications of synthesized zinc-amino acid chelates in comparison with zinc sulfate to increase yield and grain nutritional quality of wheat. *Eur. J. Agron*, 45: 68-74.
- Ghasemi S, Khoshgoftarmanesh A.H, Hadadzadeh H and Jafari M. 2012. Synthesis of iron-amino acid chelates and evaluation of their efficacy as iron source and growth stimulator for tomato in nutrient solution culture. *J. of Plant Growth Reg.* 31(4): 498-508.

- Hamzeei J., Tejarrii, S., Sadeghi, F., and Seyedi, M. 2014. Effect of foliar application of nano-iron chelate and inoculation with mesorhizobium bacteria on root nodulation, growth and yield of chickpea under rainfed conditions. *Journal of Iranian Bean Studies* 5(2): 18-29.
- Jafarzade R, Jami Moeini M and Hokmabadi M. 2013. Response of yield and yield components in wheat to soil and foliar application of nano potassium fertilizer. *Journal of Crop Production Research*, 5 (2): 189-197.
- Karami Chame S, Khalil-Tahmasbi B, ShahMahmoodi P, Abdollahi A, Fathi A, Seyed Mousavi S.J and Bahamin B. 2016. Effects of salinity stress, salicylic acid and pseudomonas on the physiological characteristics and yield of seed beans (*Phaseolus vulgaris*). *Scientia Agriculturae*, 14(2): 234-238.
- Karimian M, Mir B, Bidranameni F and Keshtehgar A. 2020. Effects of Manure and Different Intercropping Patterns on Quantitative and Qualitative Yield of Roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) and Cowpea (*Phaseolous vulgaris*). *Crop Science Research in Arid Regions*, 2(1), 113-125 (In Persian).
- Kassab OM, Mehanna HM and Aboelill A. 2012. Drought impact on growth and yield of some Sesame varieties. *Journal of Applied Sciences Research*. 8(8): 4544-4551.
- Khalaj H, Razazi A, Nazaran M.H, Labbafi M.R and Beheshti B. 2009. Efficiency of a nanoorganic fertilizer with chelated iron in an external fertilizer on survival and quality characteristics of greenhouse cucumber. In *Proceedings 2th National Conference on Application of Nanotechnology in Agriculture*, 23th-25th September, Karaj, Iran. p. 2.
- Ladan Moghadam A, Vattani H, Baghaei N and Keshavarz N. 2012. Effect of different levels of fertilizer nano iron chelates on growth and yield characteristics of two varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.): varamin 88 and viroflay. *Research Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(12): 4813-4818.
- Lotfi B, Fotohi F, Siadat S and Sadeghi M. 2018. The Effect of Using Chemical Nitrogen Fertilizer and Biological Fertilizer on Seed Yield and Protein Percent of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 12(45(1)): 123-138 (In Persian).
- Maghsoudi M and Najafi N. 2017. Effects of nano-micronutrient fertilizers on plant nutrition. *Land Management Journal*, 4.2(2): 115-132 (In Persian).
- Mallick S., Sinam, G., Mishra, R. K. and Sinha, S. (2010) Interactive effects of Cr and Fe treatments on plants growth, nutrition and oxidative status in *Zea mays* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 73: 987-995.
- Mazaherinia S, Astaraei A.R, Fotovat A and Monshi A .2010. Nano iron oxide particles efficiency on Fe, Mn, Zn and Cu concentrations in wheat plant. *World Applied Science Journal*, 7(1): 36- 40.
- Mir Y. 2014. Effect of solubility of various amounts of iron nano-chelate fertilizer (Khazra) on quantitative and qualitative yield of chickpea cultivars. Master's Degree of Lorestan University. 88 p.
- Mojid MA, Wyseure GCL and Biswas SK .2012 .Requirement of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers for wheat cultivation under irrigation by municipal wastewater. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 12(4): 655-665.
- Naderi Y. 2012. Effect of nano Fe-chelate fertilizer on agronomic traits of lentil genotypes under Khorramabad environmental conditions. MSc. Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran (In Persian).
- Rezaei R, Hosseini S.M, Shabanali Fami H and Safa L. 2009. Identify and analyze the barriers to development of nanotechnology in the agricultural sector. *Journal of Policy in Science and Technology*. 2(1), 20-17. (In Persian).
- Roosta H.R, Jalali M and Vakili Shahrabaki A.S.M. 2015. Effect of nano Fe-chelate, Fe-EDDHA and FeSO₄ on vegetative growth, physiological parameters and some nutrient elements concentrations of

- four varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in NFT system. *Journal of Plant Nutrition*, 38(14): 2176-2184.
- Sabeki M, Asgharipour MR and Miri K. 2017. The effect of nano-iron chelate fertilizer on ecomorphological characteristics of pearl millet- cowpea intercropping. *Journal of Agroecology*, 7(1): 96-108 (In Persian).
- Santos M.G, Ribeiro R.V, Oliverira R.F, Machado E.C. and Pimetel C. 2006. The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit. *Plant Science*, 170: 659-664
- Seadh, S.E., EL-Abady, M.I., EI-Ghamry, A.M. and Farouk, S. 2009. Influence of micronutrients foliar application and nitrogen fertilization on wheat yield and quality of grain and seed. *Journal of Biological Sciences*, 9(8): 851-858.
- Sheykhbaglou R, Sedghi M, Tajbaksh Shishevan M and Seyed Sharifi R. 2012. Effect on foliar nano oxide iron mineral elements in soybean. *Proceeding of the 1th National Congress on Modern Agricultural Science and Technology*. Zanjan, Iran.
- Sommer, A.L.L. 1995. Further evidence of the essential nature of zinc for the growth higher green plant. *Plant Physiol*, 3: 217-221.
- Souri Mk, Yarahmadi B. 2016. Effect of Amino Chelates Foliar Application on Growth and Development of Marigold (*Calendula officinalis*) plant. *Plant Production Technology*. 15 (2): 109-119.
- Waraich E. A, Ahmad R, Halim A and Aziz T. 2012. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (2): 221-244
- Wurth, B. 2007. Emissions of engineered and unintentionally produced nanoparticles to the soil. Diploma thesis. ETH Zurich Department of Environmental Sciences. Switzerland.
- Yarahmadi B. 2013. Effect of foliar application of amino chelates on the growth and development of marigold flowers. MSc Thesis, Department of Horticulture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran (In Persian).
- Zayed M. E and Ammar R. A. 2011. Some transition metal ions complexes of tricine (Tn) and amino acids: pH titration, synthesis and antimicrobial activity. *Journal of Saudi Chemical Society*. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18: 774-782.