Vol 26, No. 1, Spring 2024

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

# Effect of Foliar Application of Ca and Zn Fertilizer Sources on Seed Yield and Fatty Acids Composition of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Oil

**Faezeh Chehreh Norani[1] | Parvaneh Rahdari[2]✉ | Marefat Mostafavi Rad[3] | Mahmoud Asadi[4] | Shadi Kiabi[5]**

1. Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran. E-mail: chehreh.noorani@iau.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran. E-mail: parvaneh.rahdari@iau.ac.ir
3. Crop and Horticultural Science Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. E-mail: m.mostafavirad@areeo.ac.ir
4. Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran. E-mail: mohamad.asadi@iau.ac.ir
5. Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran. E-mail: shadi.kiabi@iau.ac.ir

**Article Info**

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
Received 05 January 2023
Received in revised form
02 September 2023
Accepted 03 September 2023
Published online 13 March 2024

**Keywords:**
*Foliar spraying*
*Nano-fertilizer*
*Oil quality*
*Protein*
*Seed production*

**ABSTRACT**

**Objective:** In order to evaluate the foliar application of Ca and Zn fertilizers on seed and fatty acids composition of peanut oil (cv. $NC_2$), an experiment was conducted at the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Rasht, Iran, during 2018 and 2019 cropping seasons.

**Methods:** This experiment was carried out as a split plot based on randomized complete block design with three replications. Four levels of Zn fertilizer sources, including without Zn application (as control), nano-chelated Zn fertilizer, Zn-EDTA, and Zn sulfate were considered as the main plot and four levels of Ca fertilizer sources, including nano-chelated Ca fertilizer, Ca-EDTA, Ca-chloride and, Ca-nitrate were considered as the sub plot.

**Results:** Foliar application of fertilizers was done before the flowering stage and then repeated with 30-days intervals. The highest seed yield (2790 kg/ha), biological yield (9303 kg/ha), seed oil content (52.3 percent), oil yield (1625 kg/ha), protein yield (673 kg/ha), and oleic unsaturated fatty acid (57.3 percent) was obtained under simultaneous foliar application of Ca and Zn nano-fertilizers and increased the parameters by 29.8, 17.5, 13.4, 38.3, 24.4 and 19.2 percent in comparison to control treatment, respectively.

**Conclusion:** Application of Zn and Ca nano-chelated fertilizers as foliar sprays improved seed and oil yield of peanut under the local conditions. Hence, the Zn and Ca nano-chelated fertilizers could be recommended to enhance the quantitative and qualitative yield of peanut.

**Cite this article:** Chehreh Norani, F., Rahdari, P., Mostafavi Rad, M., Asadi, M., & Kiabi, Sh. (2024). Effect of Foliar Application of Ca and Zn Fertilizer Sources on Seed Yield and Fatty Acids Composition of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Oil. *Journal of Crops Improvement*, 26 (1), 91-108.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.353009.2777


DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.353009.2777

دوره بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۴۵-۶۹۵۷

انتشارات دانشگاه تهران

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

# اثر کاربرد برگی منابع کودی روی و کلسیم بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی

**فائزه چهره نورانی[1] | پروانه راهداری[2]✉ | معرفت مصطفوی‌راد[3] | محمود اسدی[4] | شادی کیابی[5]**

۱. گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. رایانامه: chehreh.noorani@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. رایانامه: parvaneh.rahdari@iau.ac.ir

۳. بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: m.mostafavirad@areeo.ac.ir

۴. گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. رایانامه: mohamad.asadi@iau.ac.ir

۵. گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. رایانامه: shadi.kiabi@iau.ac.ir

## اطلاعات مقاله

**نوع مقاله:** مقالهٔ پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۱۰/۱۵

**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

**کلیدواژه‌ها:**

*پروتئین*

*تولید دانه*

*کیفیت روغن*

*محلول‌پاشی برگی*

*نانوکود*

## چکیده

**هدف:** به‌منظور ارزیابی کاربرد برگی کودهای مختلف روی و کلسیم بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی (رقم $NC_2$)، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، رشت اجرا شد.

**روش پژوهش:** این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. چهار سطح تیمار منبع کودی عنصر روی شامل عدم کاربرد کود روی (شاهد)، نانوکلات روی، Zn-EDTA و سولفات‌روی به‌عنوان کرت اصلی و چهار منبع عنصر کلسیم شامل نانوکلات‌کلسیم، Ca-EDTA، کلرید کلسیم و نیترات کلسیم به‌عنوان کرت فرعی بودند.

**یافته‌ها:** محلول‌پاشی کودها قبل از مرحله گل‌دهی انجام شد و سپس با فاصله ۳۰ روز تکرار گردید. بیش‌ترین عملکرد دانه (۲۷۹۰کیلوگرم در هکتار)، عملکرد زیست‌توده (۹۳۰۳ کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن دانه (۵۲/۳ درصد)، عملکرد روغن (۱۶۲۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۶۷۳ کیلوگرم در هکتار) و اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید (۵۷/۳ درصد) با کاربرد برگی هم‌زمان نانوکودهای روی و کلسیم به‌دست آمد و در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب حدود ۲۹/۸، ۱۷/۵، ۱۳/۴، ۳۸/۳، ۲۴/۴ و ۱۹/۲ درصد افزایش پیدا کرد.

**نتیجه‌گیری:** کاربرد هم‌زمان نانوکودهای روی و کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها سبب بهبود عملکرد دانه و روغن بادام‌زمینی تحت شرایط منطقه گردید. بدین ترتیب، نانوکودهای روی و کلسیم می‌تواند جهت ارتقای کمیت و کیفیت عملکرد بادام‌زمینی قابل‌توصیه باشد.

**استناد:** چهره نورانی، فائزه؛ راهداری، پروانه؛ مصطفوی‌راد، معرفت؛ اسدی، محمود و کیابی، شادی (۱۴۰۳). اثر کاربرد برگی منابع کودی روی و کلسیم بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۱)، ۹۱–۱۰۸.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.353009.2777

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

## ۱. مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از گیاهان مهم روغنی خانواده لگوم‌ها با عادت رشد نامحدود است و دانه آن حاوی ۴۰ الی ۵۰ درصد روغن و کنجاله آن دارای ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین است (مابا[۱] و همکاران، ۲۰۱۴). سطح زیر کشت بادام‌زمینی در مقیاس جهانی حدود ۲۵/۶ میلیون هکتار و در ایران حدود ۳/۱ هزار هکتار می‌باشد (فائو[۲]، ۲۰۲۰). تغذیه مطلوب از عوامل بسیار مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. کلسیم موجب تنظیم تبادل گاز دی‌اکسید کربن و تنظیم هورمون‌های رشد در گیاهان می‌گردد و در بسیاری از سازوکارهای دفاع گیاهان به‌عنوان پیامبر ثانویه عمل می‌کند و نقش اساسی در افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی دارد (یوپادهایا[۳] و همکاران، ۲۰۱۱). کمبود روی یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید بادام‌زمینی محسوب و به‌عنوان فعال‌کننده آنزیم‌های مختلف در گیاه عمل می‌کند و سبب افزایش تولید هورمون اکسین، تولید ماده خشک و عملکرد دانه بادام‌زمینی می‌شود (دیر[۴] و همکاران، ۲۰۱۵) و برای تولید کلروفیل و تلقیح دانه گرده ضروری است (پاندی[۵] و همکاران، ۲۰۰۶). هم‌چنین، روی نقش مهمی در حرکت آسیمیلات‌ها به اندام‌های زایشی و انتقال آب و مواد غذایی از ریشه به بخش هوایی دارد (رشید[۶] و همکاران، ۲۰۰۰). امروزه، فناوری نانو منجر به سنتز نانوکودهای شیمیایی (لوکا[۷]، ۲۰۱۲)، کاهش اندازه ذرات کود و افزایش فعالیت سطحی کودها در مقایسه با کودهای متداول شده است. به‌همین دلیل، استفاده از نانوکودها سبب افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود و با مصرف کم‌تر در مقایسه با کودهای متداول از آلودگی زیست‌محیطی جلوگیری می‌شود (دی[۸] و همکاران، ۲۰۱۸).

## ۲. پیشینه پژوهش

پژوهش‌گران نشان دادند که کاربرد کلسیم موجب افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی، بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، افزایش اسیدهای چرب و کمیت و کیفیت روغن بادام‌زمینی گردید (کامارا[۹] و همکاران، ۲۰۱۱) و از طریق بهبود استقرار گیاهچه و افزایش فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سبب افزایش تولید ماده خشک، عملکرد دانه و کاهش بیماری‌های پوسیدگی میوه و ریشه در بادام‌زمینی شد (صالحین[۱۰] و رحمان[۱۱]، ۲۰۱۲ و کیرتیسینگ[۱۲] و همکاران، ۲۰۱۴). پژوهش‌گران دیگری گزارش کرده‌اند که کاربرد عناصر روی و کلسیم رشد بوته‌های بادام‌زمینی و تثبیت زیستی نیتروژن را افزایش داد (ویزانی[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۳) و کاربرد روی سبب افزایش جوانه‌زنی، رشد و عملکرد آفتابگردان (کاکمک[۱۴]، ۲۰۰۸)، کلزا (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ جشنی و همکاران،

1. Kaba
2. FAO
3. Upadhyaya
4. Der
5. Pandey
6. Rashid
7. Luca
8. Day
9. Kamara
10. Salehin
11. Rahman
12. Kirthisinghe
13. Weisany
14. Cakmak

۱۳۹۶) و بادام‌زمینی (پنداشته[1] و همکاران، ۲۰۱۱) گردید. اما، کمبود روی در خاک عملکرد بادام‌زمینی را تا حدود ۴۰ درصد کاهش داد (آروناچالام[2] و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین، نتایج پژوهش‌های پیشین نشان دادند که کاربرد نانوکودها سبب افزایش عملکرد دانه ذرت (جان‌محمدی[3] و همکاران، ۲۰۱۶) گندم (عبدالعزیز[4] و همکاران، ۲۰۱۸) و بادام‌زمینی (پراساد[5] و همکاران، ۲۰۱۲) گردید. کاربرد نانوکودها به‌دلیل بالابودن کارایی جذب، موجب افزایش کمیت و کیفیت محصولات زراعی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی (چیناموتا[6] و بوپاتی[7]، ۲۰۰۹) و افزایش کارایی کارایی مصرف کودها (قریشی[8] و همکاران، ۲۰۱۸) گردیده است. این آزمایش با هدف تعیین بهترین منابع کودهای روی و کلسیم جهت ارتقای کمیت و کیفییت دانه بادام‌زمینی انجام گردید.

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح کود روی از قبیل عدم مصرف کود روی به‌عنوان شاهد، نانوکلات روی (تولید شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق)، کلات روی Zn-EDTA (تولید شرکت سپهر پارمیس) و سولفات‌روی (تولید پارس شیمی) و چهار سطح کود کلسیم شامل نانوکلات‌کلسیم (تولید شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق)، کلات‌کلسیم Ca-EDTA (تولید شرکت بهاران)، کلرید کلسیم (تولید شرکت سلف شیمی) و نیترات کلسیم (تولید پارس شیمی) به‌ترتیب به‌عنوان کرت‌های اصلی و فرعی بودند. عملیات آماده‌سازی مزرعه در فروردین‌ماه و کاشت بادام‌زمینی (رقم $NC_2$) در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه انجام شد. قبل از عملیات کاشت جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در چند نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری و به آزمایشگاه ارسال شد و نتایج آزمون خاک در جدول (۱) درج شده است. هم‌چنین، پارامترهای اقلیمی منطقه اجرای آزمایش در طی دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در جدول (۲) ارائه شده است. کوددهی در هر دو سال یکسان و براساس نتایج آزمون خاک انجام گردید و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم اوره به‌عنوان نیتروژن آغازگر قبل از عملیات کاشت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شد و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. فاصله ردیف‌های کاشت بادام‌زمینی ۵۰ و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل ۶ خط به طول ۵ متر بود. دانه‌های بادام‌زمینی (قم $NC_2$) با دست کشت گردید. رقم $NC_2$ به رقم بومی یا گلی معروف است که در غالب مناطق گیلان کشت می‌شود و دارای خصوصیات بارزی نظیر عادت رشد نامحدود، تیپ رشد نیمه برافراشته و عملکرد کمی و کیفی بالا می‌باشد و نسبتاً دیررس است.کنترل علف‌های هرز به‌روش وجین دستی در دو مرحله چهار تا شش‌برگی و مرحله نمو غلاف‌ها و مصادف با خاک‌دهی پای بوته‌های بادام‌زمینی انجام شد. محلول‌پاشی انواع کودهای روی و کلسیم به‌ترتیب با غلظت ۱/۵ و ۲ در هزار در مرحله شروع گل‌دهی و بار دوم ۳۰ روز پس از محلول‌پاشی مرحله اول و مصادف با تشکیل و نمو غلاف‌های بادام‌زمینی صورت گرفت (نوبهار، ۱۳۹۷).

---

1. Pendashteh
2. Arunachalam
3. Janmohammadi
4. Abdel-Aziz
5. Prasad
6. Chinnamuthu
7. Boopathi
8. Qureshi

**جدول ۱.** ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

| عمق خاک (سانتی‌متر) | بافت خاک | رس (درصد) | لوم (درصد) | شن (درصد) | اسیدیته | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | مواد آلی (درصد) | نیتروژن کل (درصد) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | کلسیم قابل جذب (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خاک) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۳۰ | لومی رسی | ۳۰/۷۰ | ۲۷/۱۰ | ۴۱/۲ | ۵/۷۰ | ۱/۱ | ۱/۷۹ | ۰/۱۷۱ | ۹/۳ | ۲۱۰ | ۱/۷۰ | ۱۹/۲۳ |

**جدول ۲.** پارامترهای اقلیمی ایستگاه هواشناسی رشت در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

| | ۱۳۹۸ | | | | | ۱۳۹۹ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماه | میانگین حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین رطوبت نسبی (درصد) | بارندگی (میلی‌متر) | میانگین حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | میانگین رطوبت نسبی (درصد) | بارندگی (میلی‌متر) |
| فروردین | ۹/۹ | ۱۶/۴ | ۱۳/۲ | ۸۴/۲ | ۱۲۲/۷ | ۱۵/۴ | ۸/۹ | ۱۲/۲ | ۷۰ | ۱۳۵/۵ |
| اردیبهشت | ۱۳/۹ | ۲۴/۶ | ۱۹/۳ | ۷۴/۵ | ۷۴/۵ | ۲۲/۰ | ۱۳/۷ | ۱۷/۹ | ۵۹ | ۶۷/۵ |
| خرداد | ۱۸/۸ | ۳۰/۵ | ۲۴/۷ | ۶۸/۳ | ۶/۲ | ۲۹/۷ | ۱۹/۹ | ۲۴/۸ | ۴۵ | ۰/۳ |
| تیر | ۲۱/۵ | ۳۰/۸ | ۲۶/۲ | ۷۴/۱ | ۱۷۱/۱ | ۳۱/۲ | ۲۲/۲ | ۲۶/۷ | ۴۹ | ۱۹/۸ |
| مرداد | ۲۰/۴ | ۳۱/۲ | ۲۵/۸ | ۷۳/۵ | ۲۵/۳ | ۲۸/۹ | ۲۱/۴ | ۲۵/۲ | ۶۱ | ۱۰۳/۲ |
| شهریور | ۱۸/۸ | ۲۷ | ۲۲/۹ | ۷۹/۱ | ۱۳۸ | ۲۸/۷ | ۱۹/۲ | ۲۴/۰ | ۵۶ | ۹۷/۷ |

هم‌زمان با رسیدگی فیزیولوژیک دانه (پیدایش رگه‌های قهوه‌ای‌رنگ بر روی غلاف‌ها)، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت و میانگین ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه ثبت گردید. بوته‌های بادام‌زمینی برای تعیین عملکرد زیست‌توده به‌مدت ۷۲ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه قرار داده شدند و سپس وزن خشک بوته‌ها با ترازوی دقیق توزین گردید. برای محاسبه عملکرد دانه، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت تعداد ۵۰ بوته به‌طور تصادفی از چهار ردیف وسطی از هر کرت برداشت شد و عملکرد غلاف و دانه پس از خشک‌کردن محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه، پس از اندازه‌گیری درصد نیتروژن با دستگاه کجلدال (مدل

K1100، ساخت کشور چین)، درصد پروتئین از حاصلضرب مقدار نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به‌دست آمد (انتانوس[۱] و کوترووباس[۲]، ۲۰۰۲). تعیین درصد روغن دانه با روش سوکسله (لطیف[۳] و انور[۴]، ۲۰۰۸) و اندازه‌گیری اسیدهای چرب به‌روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)[۵] انجام گرفت (تای[۶] و همکاران، ۲۰۱۵). عملکرد روغن و پروتئین به‌ترتیب از حاصلضرب درصد روغن و پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه گردید. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از انجام آزمون بارتلت و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس اشتباه آزمایشی صفات موردمطالعه و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن[۷] و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

## ۴. یافته‌های پژوهش

### ۴. ۱. ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که برهم‌کنش کودهای روی و کلسیم بر ارتفاع بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین ارتفاع بوته (۵۶ سانتی‌متر) به اثر متقابل نانوکود روی× نیترات کلسیم اختصاص داشت و ارتفاع بوته بادام‌زمینی در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴).

**جدول ۳.** تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر منابع مختلف کودهای روی و کلسیم

| منبع تغییرات | درجه آزادی | ارتفاع بوته | شاخه فرعی در بوته | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | وزن ۱۰۰ دانه | عملکرد دانه | عملکرد زیست توده | روغن دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۱ | ns۱۹۵/۹۲ | ۰/۸۵ns | ۴۰۷/۲۸ns | ۰/۰۸ns | ۶۶۱/۶۹ns | ۹۷۷۶/۶۸ ns | ۴۹۰۰۵۰ns | ۱/۲۲ns |
| تکرار (سال) | ۴ | ۱۱۵۷/۸۴ | ۳/۱۱ | ۲۰۱/۰۶ | ۰/۱۴ | ۱۳۰/۸۲ | ۱۰۴۶۵۵۶ | ۱۰۹۸۸۹۳۳ | ۱۱۸/۲۲ |
| روی | ۳ | **۷۰۹/۳۲ | ۳۱/۹۹* | ۱۲۱۴/۶۵** | ۱/۱۰** | ۴۵۳/۶** | ۳۶۹۱۳۱۱** | ۱۰۵۲۴۱۱۴** | ۸۱۴/۵۹** |
| سال× روی | ۳ | ۰/۵۷ns | ۰/۰۱ns | ۰/۷۳ns | ۰/۰۱ns | ۰/۰۰۰۴ns | ۱۲۱۰۱/۸۰ns | ۱۹۴۶۶/۹۰ns | ۰/۰۰۶ns |
| اشتباه a | ۱۸ | ۳/۴۶ | ۰/۰۶ | ۴/۹۸ | ۰/۰۰۴ | ۲/۹۱ | ۱۶۹۳۹ | ۱۶۴۳۰۷/۳۰ | ۴/۱۱ |
| کلسیم | ۳ | ۳۳۵/۴۲** | ۷/۶۸** | ۱۹۹۹/۸۵** | ۰/۵۶** | ۱۳۹/۹** | ۱۱۳۷۲۹۷۸** | ۵۴۲۶۱۶۰۷ ** | ۱۰۶۷/۲۰** |
| سال × کلسیم | ۳ | ۰/۹۹ns | ۰/۰۰۰۶ns | ۱/۰۰۱ns | ۰/۰۰۵ns | ۰/۹۵ns | ۱۲۴۳۸/۶۹ns | ۴۸۹۴۳/۷۰ ns | ۰/۰۰۸ns |
| روی × کلسیم | ۹ | ۴۴۴/۱۹** | ۹/۱۵** | ۵۴/۲۱** | ۰/۳۷** | ۸۷/۸۱** | ۳۰۲۳۳۹۵/۶۰** | ۶۵۶۰۵۴۲/۴۰** | ۳۶/۵۶** |
| سال × روی × کلسیم | ۹ | ۱/۱۲ns | ۰/۰۰۰۷ns | ۰/۸۹ns | ۰/۰۰۵ns | ۱/۰۷ns | ۱۲۸۰۰/۰۲ns | ۵۹۷۳۵/۰۰ ns | ۰/۰۱۳ns |
| اشتباه فرعی b | ۴۸ | ۳/۳۱ | ۰/۰۴ | ۲/۲۸ | ۰/۰۰۱ | ۲/۶۷ | ۱۴۲۴۷/۱۱ | ۱۰۴۶۲۷/۳۰ | ۲/۵۷ |
| ضریب تغییرات (درصد) | – | ۴/۴۰ | ۳/۱۶ | ۴/۸۶ | ۵/۳۱ | ۳/۰۰ | ۶/۰۴ | ۴/۳۷ | ۳/۵۵ |

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

1. Ntanos
2. Koutroubas
3. Latif
4. Anwar
5. High Performance Liquid Chromatography
6. Tie
7. Duncan's multiple range test

**ادامه جدول ۳.** تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر منابع مختلف کودهای روی و کلسیم

| منبع تغییرات | عملکرد روغن | پروتئین دانه | عملکرد پروتئین | اولئیک اسید | لینولئیک اسید | پالمیتیک اسید | استئاریک اسید |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۶۶/۰۲ns | ۱۸/۹۶ns | ۱۷۵۰۰ns | ۸۲۹۴/۹۶ ns | ۷۷/۴۸ns | ۱۸/۶۵ns | ۱۹/۴۸ ns |
| تکرار (سال) | ۶۴۰۲۰ | ۵/۹۲ | ۵۱۱۶۷/۷۳ | ۱۶۳۴/۳۲ | ۱۳۸۰/۲۰ | ۱۱/۵۹ | ۱۰/۷۹ |
| روی | ۲۰۲۶۸۸۸ ** | ۵/۰۹** | ۲۱۴۷۸۳ ** | ۱۴۸/۲۶ ** | ۲۵۴/۰۰** | ۱۲/۳۰** | ۹/۸۴** |
| سال × روی | ۳۱۴۴ ns | ۰/۰۰۰۶ns | ۹۲۷/۰۵ns | ۰/۰۰۷ns | ۰/۰۲ns | ۰/۰۰۳ns | ۰/۰۱ns |
| اشتباه اصلی | ۳۹۴۳/۰۲ | ۱۲/۸۹ | ۵۴۵۷/۶۴ | ۲/۰۴ | ۰/۷۹ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ |
| کلسیم | ۴۷۰۹۳۲۳ ** | ۲۶۷/۳۳** | ۱۰۷۵۴۷۴ ** | ۷۷/۹۳** | ۲۸۱/۵۷** | ۱۵/۵۶** | ۱۰/۳۴** |
| سال × کلسیم | ۳۹۹۴ns | ۰/۰۰۲۲ns | ۱۲۶۳/۱۹ ns | ۰/۰۱ns | ۰/۰۱ns | ۰/۰۰۸ns | ۰/۰۲ns |
| روی × کلسیم | ۹۹۵۲۷** | ۰/۷۶** | ۲۱۸۷۷** | ۱۴/۹۴** | ۵۷/۸۲** | ۱/۴۲** | ۰/۳۳ns |
| سال × روی × کلسیم | ۱۶۹۲/۱۸ ns | ۰/۰۰۱ns | ۱۲۱۴ns | ۰/۰۲۱ns | ۰/۰۲۶ns | ۰/۰۰۶ns | ۰/۰۴ns |
| اشتباه فرعی | ۳۸۸۷/۸۰ | ۲/۵۴ | ۱/۲۸ | ۱/۶۹ | ۰/۶۶ | ۰/۰۶ | ۰/۰۵ |
| ضریب تغییرات (درصد) | ۷/۰۰ | ۵/۰۱ | ۸/۷۱ | ۲/۳۸ | ۳/۰۴ | ۲/۸۸ | ۶/۳۰ |

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

**جدول ٤.** مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر منابع مختلف کودهای روی و کلسیم

| کود روی | کود کلسیم | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | تعداد شاخه فرعی در بوته | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | وزن صددانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدم کاربرد کود | نانوکلات‌کلسیم | ۴۷/۴۰c | ۸/۱۶e | ۳۲/۰۶d | ۱/۱۱d | ۵۷/۹۴de | ۱۹۵۹e | ۷۶۷۹c |
| | کلات روی EDTA | ۴۲/۸۱d | ۷/۸۸f | ۲۹/۴۴f | ۱/۱۸c | ۵۵/۱۳f | ۱۷۳۳f | ۶۹۳۶g |
| | کلرور کلسیم | ۳۸/۶۲g | ۷/۲۶i | ۲۰/۱۳h | ۱/۷۱b | ۵۱/۸۰gh | ۱۶۱۴g | ۶۳۱۱i |
| | نیترات کلسیم | ۵۰/۸۴b | ۸/۸۵c | ۱۷/۴۹i | ۱/۸۱a | ۵۲/۱۷g | ۱۴۰۱h | ۶۹۵۳g |
| نانوکلات روی | نانوکلات‌کلسیم | ۵۰/۸۰b | ۸/۹۸c | ۳۸/۷۸a | ۱/۱۷cd | ۶۲/۶۶b | ۲۷۹۰a | ۹۳۰۲a |
| | کلات روی EDTA | ۴۲/۴۹d | ۷/۷۶f | ۳۴/۰۵c | ۱/۲۱c | ۶۲/۴۶b | ۲۱۴۲cd | ۷۴۵۷d |
| | کلرور کلسیم | ۴۰/۶۴f | ۷/۴۶g | ۲۹/۷۷f | ۱/۲۸c | ۵۸/۸۳d | ۱۹۴۴e | ۶۳۷۹i |
| | نیترات کلسیم | ۵۷/۶۳a | ۹/۰۳c | ۲۵/۷۹g | ۱/۳۱c | ۵۶/۸۹e | ۱۶۹۷f | ۷۷۶۵c |
| کلات روی EDTA | نانوکلات‌کلسیم | ۴۴/۶۰e | ۹/۸۵a | ۳۶/۴۹b | ۱/۱۳cd | ۶۳/۱۵b | ۲۴۴۴b | ۹۰۶۶a |
| | کلات روی EDTA | ۴۱/۶۳d | ۹/۶۰b | ۳۶/۷۲b | ۱/۱۰d | ۵۹/۴۳cd | ۲۰۸۶d | ۸۰۴۰bc |
| | کلرور کلسیم | ۴۰/۹۷f | ۸/۳۶d | ۳۰/۶۱ef | ۱/۱۳cd | ۵۵/۲۲f | ۱۶۵۵g | ۷۰۹۴de |
| | نیترات کلسیم | ۳۵/۹۷g | ۸/۰۸e | ۲۸/۹۵f | ۱/۱۸cd | ۴۹/۰۷i | ۱۴۹۷h | ۶۵۷۶h |
| سولفات‌روی | نانوکلات‌کلسیم | ۴۳/۵۰d | ۷/۵۸g | ۳۶/۲۶b | ۱/۲۶c | ۶۵/۲۴a | ۲۵۴۰b | ۸۳۵۸b |
| | کلات روی EDTA | ۴۱/۱۳f | ۷/۳۵i | ۳۵/۹۰b | ۱/۳۰c | ۶۰/۴۳c | ۲۲۹۷c | ۷۲۴۳f |
| | کلرور کلسیم | ۴۴/۲۹e | ۸/۰۰h | ۳۱/۱۴e | ۱/۲۵c | ۵۷/۰۰e | ۱۹۹۹de | ۷۲۴۲f |
| | نیترات کلسیم | ۴۰/۱۲f | ۶/۹۰j | ۲۹/۹۲f | ۱/۱۸cd | ۵۰/۲۶hi | ۱۶۱۳g | ۵۷۶۴j |

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون دانکن ندارند.

**ادامه جدول ٤.** مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر منابع مختلف کودهای روی و کلسیم

| کود روی | کود کلسیم | روغن دانه (درصد) | عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) | پروتئین دانه (درصد) | عملکرد پروتئین (کیلوگرم بر هکتار) | اولئیک اسید (درصد) | لینولئیک اسید (درصد) | پالمیتیک اسید (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدم کاربرد کود | نانوکلات‌کلسیم | ۴۵/۳۴g | ۱۰۲۰d | ۲۳/۹۷f | ۴۷۳d | ۴۶/۳۰g | ۲۰/۰۴j | ۸/۴۰f |
| | کلات روی EDTA | ۴۴/۵۷h | ۹۱۷e | ۲۵/۰۶d | ۴۱۶e | ۵۳/۳۱e | ۲۴/۳۵g | ۸/۳۸f |
| | کلرور کلسیم | ۳۷/۶۲k | ۷۱۵g | ۲۶/۴۹b | ۳۶۲f | ۵۲/۱۲f | ۲۱/۶۷i | ۷/۲۵h |
| | نیترات کلسیم | ۳۶/۴۶l | ۶۰۲h | ۲۱/۴۰j | ۲۹۹g | ۵۳/۰۳e | ۲۵/۷۹e | ۸/۳۳f |
| نانوکلات روی | نانوکلات‌کلسیم | ۵۲/۳۴a | ۱۶۵۳a | ۲۳/۶۰g | ۶۷۳a | ۵۷/۲۹a | ۲۹/۵۲b | ۹/۵۸b |
| | کلات روی EDTA | ۵۰/۰۲c | ۱۲۴۰c | ۲۴/۷۷e | ۵۲۱c | ۵۶/۱۳b | ۲۵/۸۱e | ۹/۳۴c |
| | کلرور کلسیم | ۴۶/۳۲f | ۱۰۰۰d | ۲۱/۵۴i | ۴۳۷e | ۵۴/۱۶d | ۲۵/۴۲f | ۸/۱۱g |
| | نیترات کلسیم | ۴۵/۳۶g | ۹۴۱e | ۲۰/۱۵k | ۳۴۶f | ۵۵/۰۹c | ۲۹/۳۱b | ۸/۹۲e |
| کلات روی EDTA | نانوکلات‌کلسیم | ۴۸/۵۵d | ۱۳۶۸b | ۲۴/۰۱f | ۵۸۴c | ۵۶/۳۰b | ۲۹/۲۷b | ۹/۲۱d |
| | کلات روی EDTA | ۴۸/۲۲e | ۱۱۸۵c | ۲۱/۷۱h | ۴۹۲d | ۵۶/۱۲b | ۲۸/۳۶c | ۹/۲۴d |
| | کلرور کلسیم | ۴۳/۲۱i | ۸۴۷f | ۱۸/۰۰l | ۳۵۸f | ۵۵/۰۰c | ۲۲/۸۱h | ۸/۳۰f |
| | نیترات کلسیم | ۴۱/۳۸j | ۷۴۷g | ۱۷/۳۳m | ۲۸۸g | ۵۵/۱۹c | ۲۵/۷۷e | ۸/۴۹f |
| سولفات‌روی | نانوکلات‌کلسیم | ۵۰/۵۳b | ۱۲۳۷c | ۲۵/۰۷d | ۶۳۶b | ۵۶/۲۵b | ۳۰/۹۷a | ۹/۴۰c |
| | کلات روی EDTA | ۴۶/۳۴f | ۱۲۵۲c | ۲۶/۱۴c | ۵۵۶c | ۵۶/۰۱b | ۲۹/۷۹b | ۱۰/۰۰a |
| | کلرور کلسیم | ۴۵/۳۹g | ۱۰۶۶d | ۲۷/۲۶a | ۴۵۲d | ۵۳/۰۱e | ۲۵/۱۰f | ۸/۳۷f |
| | نیترات کلسیم | g۴۵/۰۴ | ۸۴۹f | ۲۱/۸۸h | ۳۳۱f | ۵۴/۰۲d | ۲۶/۸۶d | ۹/۲۰c |

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در آزمون دانکن ندارند.

## ۴. ۲. تعداد شاخه‌های فرعی

برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته (۹/۸۵ عدد) تحت تأثیر برهم‌کنش کلات روی و نانوکود کلسیم به‌دست آمد و حدود ۱۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۴).

## ۴. ۳. تعداد غلاف در بوته

در این آزمایش، برهم‌کنش کود روی در کود کلسیم بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته (۳۸/۷۸) به برهم‌کنش نانوکود روی و نانوکود کلسیم اختصاص داشت و تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۶ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

## ۴. ۴. تعداد دانه در غلاف

برهم‌کنش کودهای روی و کلسیم بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف (۱/۸۱) در واکنش به برهم‌کنش عدم کاربرد کود روی و نیترات‌کلسیم به‌دست آمد (جدول ۴).

### ۴. ۵. وزن صددانه

برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی (۶۵/۲۴ گرم) تحت تأثیر کاربرد هم‌زمان سولفات‌روی و نانوکود کلسیم به‌دست آمد که حدود ۱۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول ۴).

### ۴. ۶. عملکرد دانه

برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد دانه (۲۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) بادام‌زمینی تحت شرایط کاربرد هم‌زمان نانوکودهای روی و کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی بر روی بوته‌های بادام‌زمینی مشاهده گردید. بدین ترتیب، بالاترین عملکرد دانه بادام‌زمینی در واحد سطح در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۳۰ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

### ۴. ۷. عملکرد زیست‌توده

نتایج نشان داد که برهم‌کنش کود روی در کود کلسیم بر عملکرد زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تولید بالاترین عملکرد زیست‌توده (۹۳۰۳ کیلوگرم در هکتار) در پاسخ به برهم‌کنش نانوکودهای روی و کلسیم مشاهده گردید و عملکرد زیست‌توده نسبت به تیمار شاهد معادل ۱۷ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

### ۴. ۸. روغن دانه

برهم‌کنش کودهای روی و کلسیم بر محتوای روغن دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۳) و بیش‌ترین درصد روغن دانه (۵۲/۳۴ درصد) به برهم‌کنش نانوکود روی× نانوکود کلسیم اختصاص داشت و درصد روغن دانه در مقایسه با تیمار شاهد به‌میزان ۱۳ درصد افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

### ۴. ۹. عملکرد روغن

برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم عملکرد روغن بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین عملکرد روغن بادام‌زمینی (۱۶۲۵/۱۶ کیلوگرم در هکتار) در واکنش به کاربرد هم‌زمان نانوکود روی و نانوکود کلسیم به‌دست آمد و عملکرد روغن در واحد سطح حدود ۳۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول ۴).

### ۴. ۱۰. پروتئین دانه

برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر عملکرد پروتئین دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۲۷/۲۶ درصد) تحت تأثیر برهم‌کنش سولفات‌روی و کلریدکلسیم حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۲ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

### ۴. ۱۱. عملکرد پروتئین

در این آزمایش، برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

حداکثر عملکرد پروتئین (۶۷۳ کیلوگرم در هکتار) تحت تأثیر برهم‌کنش نانوکود روی در نانوکود کلسیم به‌دست آمد و عملکرد پروتئین حدود ۲۴ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

### ۴. ۱۲. اولئیک اسید

در این آزمایش، برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر اولئیک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین میزان اولئیک اسید (۵۷/۲۹ درصد) تحت تأثیر برهم‌کنش نانوکود روی× نانوکود کلسیم مشاهده گردید و نسبت به تیمار شاهد معادل ۱۹ درصد افزایش یافت (جدول ۴).

### ۴. ۱۳. لینولئیک اسید

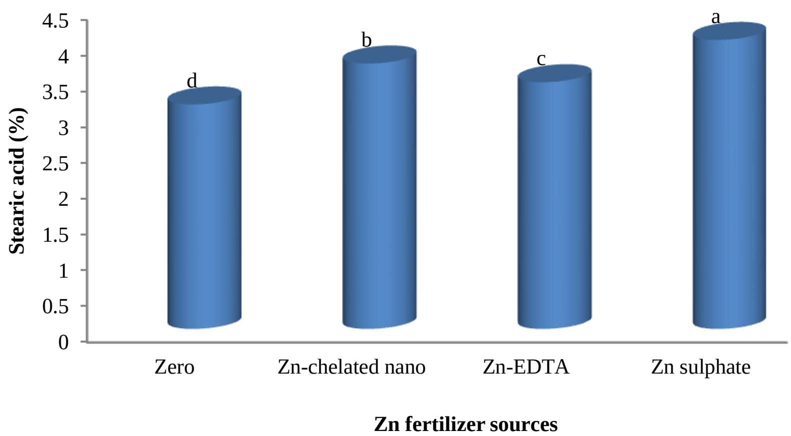
برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم بر لینولئیک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار لینولئیک اسید (۳۰/۹۷ درصد) در واکنش به تیمار برهم‌کنش سولفات‌روی در نانوکود کلسیم به‌دست آمد و میزان لینولئیک اسید تولید شده در روغن بادام‌زمینی حدود ۳۵ درصد نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود (جدول ۴).

### ۴. ۱۴. پالمیتیک اسید

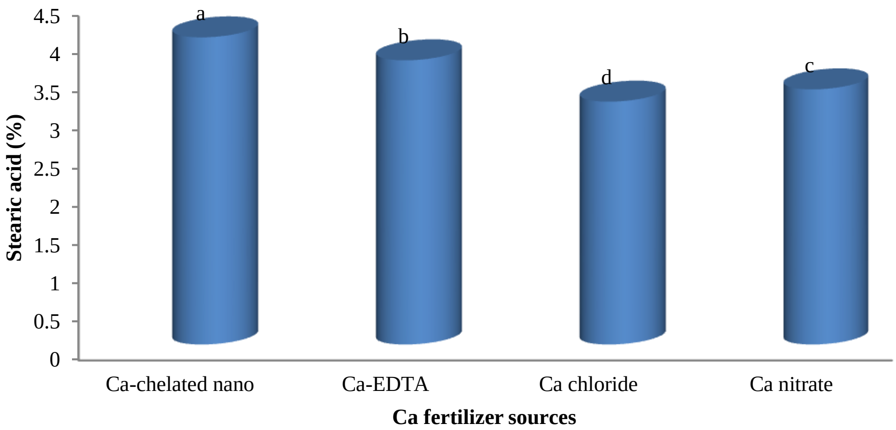
نتایج نشان داد که برهم‌کنش کود کلسیم و کود روی بر پالمیتیک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و کاربرد هم‌زمان سولفات‌روی و کلات‌کلسیم بیش‌ترین مقدار پالمیتیک‌اسید (۱۰/۰۰ درصد) را تولید کرد و محتوای پالمیتیک‌اسید در روغن بادام‌زمینی حدود ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول ۴).

### ۴. ۱۵. استئاریک اسید

نتایج نشان داد که اثر ساده کود کلسیم و کود روی بر استئاریک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل تیمارها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، نانوکود کلسیم بیش‌ترین میزان استئاریک اسید (۴/۰۲ درصد) را نشان داد (شکل ۱). هم‌چنین، بیش‌ترین میزان استئاریک‌اسید (۴/۰۴ درصد) در واکنش به کاربرد برگی سولفات‌روی تولید گردید (شکل ۲).




**شکل ۱.** مقایسه میانگین محتوای استئاریک‌اسید تحت تأثیر منابع مختلف کود روی




**شکل ۲.** مقایسه میانگین محتوای استئاریک‌اسید تحت تأثیر منابع مختلف کود کلسیم

## ۵. بحث

در این آزمایش، کاربرد همزمان نانوکود روی و نیترات کلسیم سبب افزایش ارتفاع بوته گردید که احتمالاً این امر می‌تواند ناشی از سهولت جذب نانوکود روی و نیترات کلسیم از طریق کاربرد برگی باشد. هم‌چنین، افزایش ارتفاع بوته در واکنش به کاربرد کود نیترات کلسیم ناشی از وجود نیتروژن به فرم نیترات و در واکنش به عنصر روی می‌تواند ناشی از تولید هورمون اکسین، افزایش کلروفیل، افزایش جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی و افزایش فتوسنتز گیاه باشد (آیرماک[1] و همکاران، ۲۰۱۵). در این راستا، گزارش شده است که کاربرد ترکیب نانوکلات‌های روی و کلسیم منجر به افزایش رشد طولی و ارتفاع بوته‌های بادام‌زمینی شد (نوبهار، ۱۳۹۷). پژوهش‌گران گزارش کردند که کاربرد عنصر روی و کلسیم سبب افزایش تولید ماده خشک و ارتفاع بوته گردید (کبیر[2] و همکاران، ۲۰۱۳؛ کیرتیسینگ[3] و همکاران، ۲۰۱۵ و دیر[4] و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین، نتایج نشان داد که نانوکود کلسیم و کلات‌روی سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته می‌شود و با توجه به این‌که گل‌ها بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌شود، انتظار می‌رود که با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در واکنش به نانوکودهای کلسیم و روی تعداد بیش‌تری از گل‌ها به غلاف بالغ تبدیل شوند و این امر سبب افزایش عملکرد دانه در هکتار می‌شود. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که کاربرد نانوکود روی سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بادام‌زمینی گردید (نوبهار، ۱۳۹۷). در مطالعه دیگری، اثر عنصر روی بر رشد بادام‌زمینی مثبت گزارش شده است (آروناچالام[5] و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج نشان داد که رشد رویشی بادام‌زمینی تحت تأثیر کاربرد عنصر روی و کلسیم افزایش یافت. با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته تعداد بیش‌تری گل بر روی گیاه تشکیل گردید و درصد تبدیل گل‌ها به غلاف بالغ و درنتیجه آن دانه بادام‌زمینی در واحد سطح افزایش یافت. تعداد غلاف در بوته از معیارهای مهم افزایش عملکرد دانه در بادام‌زمینی محسوب می‌شود. در این آزمایش، با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و به تبع آن افزایش تعداد گل‌ها و تبدیل درصد بیش‌تری از آن‌ها به غلاف‌های بالغ سبب افزایش تعداد غلاف در

1. Irmak
2. Kabir
3. Kirthisinghe
4. Der
5. Arunachalam

بوته گردید که با نتایج دیگر پژوهش‌گران مطابقت داشت (نوبهار، ۱۳۹۷). هم‌چنین، در مطالعه مشابهی گزارش شده است که کاربرد کلسیم (کامارا[1] و همکاران، ۲۰۱۱) و عنصر روی (آیرماک[2] و همکاران، ۲۰۱۵) سبب افزایش تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی شد. نتایج می‌دهد که کاربرد نانوکودهای کلسیم و روی با افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته احتمالاً سبب تشکیل گل‌های بیش‌تری بر روی گیاه و تبدیل تعداد بیش‌تری از آن‌ها به غلاف بالغ در بوته می‌شود. بدین ترتیب، کاربرد نانوکودهای کلسیم و روی از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته دستیابی به عملکرد بالاتر را میسر می‌نماید.

برهم‌کنش کودهای روی و کلسیم بر تعداد دانه در غلاف نتایج نشان داد نانوکود روی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته و کاهش تعداد دانه در غلاف گردید که احتمالاً می‌تواند ناشی از وجود رابطه جبرانی در بین اجزای عملکرد بادام‌زمینی باشد که افزایش یک جزء سبب کاهش جزء دیگر می‌گردد. نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که محلول‌پاشی عنصر روی و کلسیم بر اندام‌های هوایی به‌ترتیب سبب بهبود تعداد دانه در طبق آفتابگردان (کاکمک[3]، ۲۰۰۸) و غلاف بادام‌زمینی (کامارا[4] و همکاران، ۲۰۱۱) گردید. نتایج نشان داد که واکنش اجزای مختلف عملکرد بادام‌زمینی به منابع کودی کلسیم و روی متفاوت می‌باشد و کاربرد نیترات کلسیم سبب افزایش تعداد دانه در غلاف بادام‌زمینی گردید. در این مطالعه، کاربرد برگی نانوکود کلسیم سبب افزایش تمامی اجزای عملکرد دانه بادام‌زمینی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه گردید. اما، اثر منابع کودی روی بر روی اجزای مختلف عملکرد متفاوت بود، به‌طوری‌که کاربرد نانوکود روی سبب افزایش تعداد غلاف در بوته و استفاده از سولفات‌روی سبب افزایش وزن صددانه بادام‌زمینی گردید. در مطالعه مشابهی گزارش شده است که محلول‌پاشی روی سبب افزایش وزن صددانه لوبیا (صالحین[5] و رحمان[6]، ۲۰۱۲) و بادام‌زمینی (کبیر[7] و همکاران، ۲۰۱۳) گردید. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی نانوکود کلسیم و سولفات‌روی تولید ماده خشک و تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را افزایش داد و سبب افزایش وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی گردید. نتایج بیانگر آن است که کاربرد نانوکود کلسیم اجزای عملکرد دانه بادام‌زمینی را بهبود بخشید. اما، واکنش اجزای عملکرد به منابع مختلف روی متفاوت بود. در این آزمایش، برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم از طریق افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و تعداد غلاف در بوته سبب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح گردید. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد دانه در واکنش به کاربرد توام نانوکودهای روی و کلسیم به‌دست آمد (نوبهار[8] و همکاران، ۲۰۱۹ الف). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد عنصر کلسیم سبب افزایش عملکرد بادام‌زمینی (کبیر[9] و همکاران، ۲۰۱۳) و آفتابگردان (خورانا[10] و چاترجی[11]، ۲۰۱۱) گردید. هم‌چنین، گزارش شده است که محلول‌پاشی عنصر روی سبب افزایش عملکرد بادام‌زمینی گردید (پیله‌وری خمامی[12] و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج نشان داد که کاربرد برگی کودهای حاوی روی و کلسیم می‌تواند روش مطمئنی برای تأمین نیاز غذایی بوته‌های

1. Kamara
2. Irmak
3. Cakmak
4. Kamara
5. Salehin
6. Rahman
7. Kabir
8. Nobahar
9. Kabir
10. Khurana
11. Chatterjee
12. Pilehvari Khomami

بادام‌زمینی باشد که با یافته‌های دیگر محققان مشابه بود (دیر[1] و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج بیانگر آن است که کاربرد برگی کودهای روی و کلسیم از طریق افزایش رشد اندام‌های هوایی (منابع فتوسنتزی) و عملکرد زیست‌توده، افزایش تعداد غلاف در بوته و ارتقای عملکرد غلاف در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه بادام‌زمینی در واحد سطح گردید. براساس نتایج این آزمایش، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تعداد غلاف در بوته (مخازن فیزیولوژیک) از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه بادام‌زمینی در هکتار می‌باشد. هم‌چنین، که کاربرد برگی کودهای حاوی روی و کلسیم سبب افزایش عملکرد زیست‌توده گردید. در مطالعه مشابهی گزارش شده است که بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده در اثر کاربرد هم‌زمان نانوکودهای روی و کلسیم مشاهده گردید (نوبهار[2] و همکاران، ۲۰۱۹ب). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد برگی عنصر روی سبب افزایش رشد و تولید ماده خشک در لوبیا (صالحین[3] و رحمان[4]، ۲۰۱۲) و آفتابگردان (کاکمک[5]، ۲۰۰۸) گردید. دلیل این امر می‌تواند تولید هورمون ایندول‌استیک‌اسید در واکنش به کاربرد عنصر روی باشد که سبب افزایش رشد گیاه می‌شود (دیر[6] و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهش‌گران دریافتند که محلول‌پاشی روی و کلسیم با بهبود جوانه‌زنی، استقرار سریع گیاهان، تسریع در شروع گلدهی سبب افزایش ظرفیت منابع فتوسنتزی و مخازن فیزیولوژیک بادام‌زمینی شد (پراساد[7] و همکاران، ۲۰۱۲) و رشد و فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و در نتیجه آن افزایش تولید ماده خشک در گیاه افزایش یافت (کامارا[8] و همکاران، ۲۰۱۱ و صالحین و رحمان، ۲۰۱۲). نتایج نشان داد که محلول‌پاشی برگی روی و کلسیم از طریق افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد غلاف در بوته سبب افزایش تولید زیست‌توده در گیاه گردید. بدین ترتیب، کاربرد برگی کودهای روی و کلسیم از طریق افزایش اندام‌های هوایی (منابع فتوسنتزی) و مخازن فیزیولوژیک (دانه‌ها) بادام‌زمینی سبب افزایش تولید زیست‌توده در هکتار می‌گردد.

به‌علاوه، نتایج نشان داد که کاربرد برگی نانوکودهای کلسیم و روی از نظر افزایش غلظت روغن دانه بادام‌زمینی بر منابع کودی دیگر برتری داشت که احتمالاً می‌تواند ناشی از کارایی جذب بالای نانوکودها در مقایسه با اشکال کودی دیگر به‌وسیله ریشه گیاهان باشد. پژوهش‌گران نشان دادند که کلسیم نقش بارزی در افزایش روغن دانه بادام‌زمینی داشت (کامارا و همکاران، ۲۰۱۱). هم‌چنین، افزایش درصد روغن دانه بادام‌زمینی در واکنش به کاربرد عنصر روی توسط دیگر پژوهش‌گران گزارش شده است (پیله‌وری خمامی و همکاران، ۱۳۷۸). با توجه به این‌که سنتز روغن به انرژی بیش‌تری نیاز دارد، چنین استنباط می‌شود که کاربرد کودهای روی و کلسیم از طریق بهبود فتوسنتز بوته‌های بادام‌زمینی و افزایش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها سبب افزایش سنتز و انباشت روغن در دانه بادام‌زمینی گردید. برهم‌کنش کود روی و کود کلسیم سبب افزایش عملکرد روغن بادام‌زمینی گردید که احتمالاً ناشی از افزایش ساخت مواد فتوسنتزی و انتقال بیش‌تر مواد پرورده به دانه در واکنش به نانوکودهای کلسیم و روی می‌باشد که با نتایج دیگر پژوهش‌گران مشابه بود (نوبهار، ۱۳۹۷). در این آزمایش، نانوکود روی و سولفات‌روی از نظر عملکرد روغن در هکتار بر منابع دیگر کودی روی برتری نشان داد. عملکرد روغن به موازات ارتقای عملکرد دانه در هکتار افزایش پیدا کرد و نشان داد عملکرد روغن بیش‌تر به عملکرد دانه وابسته است و کاربرد برگی کودهای روی و کلسیم با بهبود رشد رویشی و زایشی و افزایش عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد روغن بادام‌زمینی گردید و با نتایج دیگر پژوهش‌گران مطابقت

1. Der
2. Nobahar
3. Salehin
4. Rahman
5. Cakmak
6. Der
7. Prasad
8. Kamara

داشت (پراساد[1] و همکاران، ۲۰۱۲). بیش‌ترین میزان پروتئین دانه تحت تأثیر برهم‌کنش سولفات‌روی و کلرید کلسیم حاصل شد. محققان در مطالعه مشابه‌ای نشان دادند که کاربرد نانوکودهای روی و کلسیم سبب افزایش درصد پروتئین دانه گردید (نوبهار، ۱۳۹۷). اما اثر محلول‌پاشی با روی بر درصد روغن دانه بیش‌تر از کلسیم بود. هم‌چنین، گزارش شده است که محلول‌پاشی عنصر روی بر اندام هوایی بادام‌زمینی باعث افزایش درصد پروتئین گردید پیله‌وری خمامی و همکاران، ۱۳۷۸). واکنش صفات کیفی بادام‌زمینی از قبیل درصد روغن و پروتئین دانه به منابع کودهای روی و کلسیم متفاوت بود. به‌طوری‌که نانوکود کلسیم و نانوکود روی و سولفات‌روی سبب افزایش روغن بادام‌زمینی گردید. اما، بیش‌ترین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر کاربرد هم‌زمان کلریدکلسیم و سولفات‌روی حاصل گردید. نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد دانه، روغن و پروتئین بادام‌زمینی در پاسخ به کاربرد هم‌زمان نانوکودهای کلسیم و روی حاصل گردید که حاکی از اهمیت کاربرد عناصر غذایی کلسیم و روی در زراعت بادام‌زمینی است. در مطالعه دیگری نشان دادند که نانوکودهای روی و کلسیم تأثیر مثبت بر عملکرد پروتئین بادام‌زمینی داشت (نوبهار، ۱۳۹۷) و کاربرد کلسیم سبب ارتقای عملکرد کمی و کیفی بادام‌زمینی شد (کبیر[2] و همکاران، ۲۰۱۳؛ کیرتیسینگ[3] و همکاران، ۲۰۱۴). عنصر روی از طریق افزایش سنتز هورمون ایندول‌استیک‌اسید و پروتئین و ارتقای ظرفیت فتوسنتزی گیاه موجب بهبود کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (آریوقلو[4] و همکاران، ۲۰۱۸). در این آزمایش، عملکرد پروتئین همانند عملکرد روغن بیش‌تر تابع عملکرد دانه بود و نشان داد که افزایش عملکرد دانه در هکتار روش مطمئنی برای دستیابی به حداکثر عملکرد روغن و پروتئین در واحد سطح می‌باشد. از نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، چنین استنباط می‌شود که کاربرد عناصر غذایی کلسیم و روی به فرم‌های مختلف کودی سبب افزایش غلظت اولئیک‌اسید و ارتقای کیفیت روغن بادام‌زمینی می‌شود که با نتایج دیگر پژوهش‌گران مشابه بود (نوبهار، ۱۳۹۷). پژوهش‌های دیگری نشان دادند که کاربرد کلسیم سبب افزایش میزان اولئیک‌اسید در روغن کلزا گردید (کامارا[5] و همکاران، ۲۰۱۱). پژوهش‌گران دیگری نیز اظهار داشتند که تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب بین ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف مانند تنش خشکی مشاهده شد (بلالویی[6] و همکاران، ۲۰۱۳) و کاربرد روی سبب افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش درصد اسیدهای چرب اشباع‌شده گردید (بایبوردی[7] و مامداو[8]، ۲۰۱۰). هم‌چنین، گزارش شده است که عناصر غذایی روی و کلسیم از طریق کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی و بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاهان سبب افزایش میزان اولئیک‌اسید گردید آریوقلو و همکاران، ۲۰۱۸). پژوهش‌گران نشان دادند که کاربرد کلسیم با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام بیش‌ترین میزان اولئیک اسید را تولید کرد (ساوان[9]، ۲۰۱۸) و اثر مثبت محلول‌پاشی روی بر میزان اولئیک‌اسید مثبت بود (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۴).

بیش‌ترین مقدار لینولئیک‌اسید در واکنش به تیمار برهم‌کنش سولفات‌روی در نانوکود کلسیم به‌دست آمد و نتایج نشان داد که کود سولفات‌روی برعکس اولئیک‌اسید سبب افزایش لینولئیک‌اسید در روغن بادام‌زمینی گردید. چنین استنباط می‌شود که پاسخ اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی به شکل‌های مختلف کودی روی متفاوت می‌باشد. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که کاربرد کلسیم سبب افزایش درصد لینولئیک‌اسید در روغن بادام‌زمینی گردید (نوبهار، ۱۳۹۷). پژوهش‌گران دیگری

1. Prasad
2. Kabir
3. Kirthisinghe
4. Arioglu
5. Kamara
6. Bellaloui
7. Baybordi
8. Mamedov
9. Sawan

نشان دادند که کاربرد کلسیم با غلظت ۴۰ پی‌پی‌ام بیش‌ترین میزان اولئیک‌اسید را نشان داد (ساوان[۱]، ۲۰۱۸). هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد سولفات‌روی سبب افزایش میزان لینولئیک‌اسید در روغن پنبه‌دانه شد (ساوان و همکاران، ۲۰۰۶). در این آزمایش، سولفات‌روی از نظر میزان پالمیتیک‌اسید بر اشکال دیگر عنصر روی برتری نشان داد. بدین ترتیب، به‌نظر می‌رسد که کاربرد سولفات‌روی سبب افزایش هم‌زمان لینولئیک‌اسید و پالمیتیک‌اسید در روغن بادام‌زمینی می‌شود. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد کلسیم سبب افزایش غلظت پالمیتیک‌اسید در روغن کلزا گردید (کامارا[۲] و همکاران، ۲۰۱۱). هم‌چنین، گزارش شده است که استفاده از کود روی سبب افزایش درصد پالمیتیک‌اسید در بادام‌زمینی (نوبهار، ۱۳۹۷) و کلزا (کلانتر احمدی و شوشی دزفولی، ۱۳۹۹) گردید. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد روی سبب افزایش درصد پالمیتیک‌اسید گردید (کلانتر احمدی و شوشی دزفولی، ۱۳۹۹؛ ساوان و همکاران، ۲۰۰۶؛ ساوان، ۲۰۱۸). بدین ترتیب، به‌نظر می‌رسد که کاربرد روی از طریق افزایش دفاع آنزیمی و مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی سبب افزایش اسیدهای چرب و عملکرد می‌شود. به‌علاوه، نتایج نشان داد که کاربرد جداگانه عنصر کلسیم و سولفات‌روی سبب افزایش سنتز و ذخیره اسید چرب اشباع استئاریک‌اسید در روغن بادام‌زمینی گردید. نتایج این آزمایش با یافته‌های پژوهشی دیگر پژوهش‌گران مطابقت داشت (کلانتر احمدی و شوشی دزفولی، ۱۳۹۹). در مطالعات دیگری گزارش شده که کاربرد کلسیم در غلظت‌های مختلف سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع‌شده نظیر استئاریک‌اسید در روغن کلزا گردید (ساوان و همکاران، ۲۰۰۶). هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد کلسیم با غلظت ۶۰ پی‌پی‌ام موجب افزایش استئاریک‌اسید در مقایسه با غلظت ۴۰ پی‌پی‌ام گردید (ساوان، ۲۰۱۸). در آزمایش دیگری گزارش شده است که بیش‌ترین میزان استئاریک‌اسید در روغن گلرنگ تحت تأثیر کاربرد عنصر روی حاصل گردید (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۴؛ جورابی[۳] و همکاران، ۲۰۲۰).

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طورکلی نتایج نشان داد کاربرد هم‌زمان نانوکودهای روی و کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌های بادام‌زمینی، سبب بهبود رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه (زیست‌توده)، عملکرد دانه، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین و محتوای اسید چرب غیر اشباع اولئیک‌اسید تحت شرایط اقلیمی منطقه گردید و مقدار صفات مزبور در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب به‌میزان ۱۷، ۳۰، ۳۸، ۲۴ و ۱۹ درصد افزایش پیدا کرد. بدین ترتیب، نانوکودهای روی و کلسیم از نظر عملکرد کمی و کیفی بادام‌زمینی بر انواع کودهای دیگر موردبررسی برتری نشان داد و می‌تواند جهت ارتقای عملکرد بادام‌زمینی تحت شرایط اقلیمی مشابه قابل‌توصیه باشد.

## ۷. تشکر و قدردانی

از مدیریت و اعضای محترم هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان به‌خاطر مساعدت و همکاری در اجرای این پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

1. Sawan
2. Kamara
3. Joorabi

## ۹. منابع


پیله‌وری خمامی، رضا؛ صفرزاده ویشگاهی، محمدنقی؛ ساجدی، نورعلی؛ رسولی، محمد و مرادی، مرتضی (۱۳۸۷). اثر مصرف مقادیر متانول و روی بر خصوصیات کمی و کیفی بادام‌زمینی در گیلان. *یافته‌های نوین کشاورزی*. ۲(۴)، ۱۳-۱۹.

جشنی، رزیتا؛ فاتح، اسفندیار و آینده‌بند، امیر (۱۳۹۶). تأثیر کودهای زیستی تیوباسیلوس و نیتروکارا و محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر برخی صفات کیفی و انتقال مجدد مواد در کلزا. *تولیدات گیاهی*. ۴۰(۱)، ۱۵-۱.

حبیبی، مریم؛ مجیدیان، مجید و ربیعی، محمد (۱۳۹۴). اثر عناصر بور، روی و گوگرد بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب کلزا. *مجله به‌زراعی*. ۱۶(۱)، ۶۹-۸۴.

کلانتر احمدی، سید احمد و شوشی دزفولی، احمد علی (۱۳۹۹). اثرات محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها بر عملکرد دانه و کیفیت روغن کلزا تحت شرایط تنش خشکی. *مجله علوم زراعی ایران*. ۲۱(۳)، ۲۵۳-۲۳۷.

مجیدیان، مجید؛ شجاع، تورج و ربیعی، محمد (۱۳۹۴). اثرات گوگرد، بور، روی و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد کمی و کیفی کلزا به عنوان کشت دوم در مزرعه شالی. *مجله تولید گیاهان زراعی*. ۳۸(۲)، ۵۰-۳۵.

نوبهار، امین (۱۳۹۷). اثر روش های کاربرد نانوکودهای روی و کلسیم بر عملکرد کمی و کیفی بادام‌زمینی در واکنش به سرزنی بوته ها تحت شرایط اقلیمی رشت. رساله دکترای رشته زراعت، با راهنمایی دکتر ذاکرین، حمیدرضا و مصطفوی راد، معرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان.

نوبهار، امین؛ مصطفوی‌راد، معرفت؛ ذاکرین، حمیدرضا؛ سیف زاده، سعیدو ولدآبادی، علیرضا (۱۳۹۸ الف). خصوصیات رشد و عملکرد دانه بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) تحت تأثیر ارتفاع برش و روش‌های کاربرد نانوکلات‌های روی و کلسیم. *مجله به‌زراعی نهال و بذر*. ۳۵(۲)، ۱۸۳ تا ۲۰۱.

نوبهار، امین؛ مصطفوی‌راد، معرفت؛ ذاکرین، حمیدرضا؛ سیف زاده، سعیدو ولدآبادی، علیرضا (۱۳۹۸ ب). ارزیابی صفات فیزیولوژیک بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) در واکنش به سرزنی بوته‌ها و روش‌های کاربرد نانوکلات‌های روی و کلسیم. *تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)*. ۴۱(۴)، ۱۱۰-۹۷.


## References


Abdel-Aziz, H. M. M., Abdel-Ghany Hasaneen, M. N., & Moheb Omer, A. (2018). Effect of foliar application of nano chitosan NPK fertilizer on the chemical composition of wheat Grains. *Egyptian Journal of Botany*, *58*(1), 87-95.

Arioglu, H., Bakal, H., Gulluoglu, L., Onat, B., & Kurt, C. (2018). The effect of harvesting dates on some agronomic and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties grown as a main crop in Mediterranean regıon. *Turkish Field Crops*, *23*(1), 27-37.

Arunachalam, P., Kannan, P., Prabukumar, G., & Govindaraj, M. (2013). Zinc deficiency in Indian soils with special focus to enrich zinc in peanut. *Afrian Journal of Agricultural Research*, *8*(50), 6681-6688.

Bellaloui, N., Mengistu, A., & Kassem, A. (2013). .Effects of genetics and environment of fatty acid stability in soybean seed. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, *4*(9), 165-175.

Baybordi, A., & Mamedov, G. (2010). Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, *2*(1), 94-103.

Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc. Agronomic or genetic biofortification. *Plant and Soil*, *302*, 1-17.

Chinnamuthu, C. R., & Boopathi, P. M. (2009). Nanotechnology and Agroecosystem. *Madras Agricultural Journal*, *96*, 17-31.

Der, H. N., Vaghasia, P. M., & Verma, H. P. (2015). Effect of foliar application of potash and micronutrients on growth and yield attributes of groundnut. *Journal of Agricutural Research*, *36*(3), 275-278.

Day, J. K., Das, S., & Mawlong, L. G. (2018). Nanotechnology and its importance in micronutrient fertilization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(5), 2306–2325.

FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). Retrieved from http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx. Last acssess on March.10.2022.

Habibi, M., Majidian, M., & Rabiei, M. (2014). Effect of boron, zinc and sulfur elements on grain yield and fatty acid composition of rapeseed. *Journal of Crops Improvement*, *16*(1), 69-84.( In Persian).
Irmak, S., Nuran Cil, A., Yucel, H., & Kaya, Z. (2015). Effects of zinc application on yield and some yield components in peanut (*Arachis hypogaea* L.) in the easthern mediterranean region. *Journal of Agricultural Science*, *22*, 109-116.
Janmohammadi, M., Navid, A., Ebadi Segherloo, A., & Sabaghnia, N. (2016). Impact of nano-chelated micronutrients and biological fertilizers on growth performance and grain yield of maize under deficit irrigation condition. *Biologija*, *62*(2), 134-147.
Jashni, R., Fateh, E., & Aynehband, A. (2017). Effect of thiobacillus and nitrocara biological fertilizers and foliar application of zinc and iron on some qualitative characteristic and remobilization of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Production*, *40*(1), 1-15.( In Persian).
Joorabi, S., Eisvand, H. R., Ismaili, A., & Nasrolahi, A. (2020). ZnO affects soybean grain yield, oil quantity, quality, and leaf antioxidant activity in drought stress conditions. *Journal of Plant Process and Function*, *8*(34), 61-70.
Kaba, J. S., Ofori, K., & Kumaga, F. K. (2014). Inter-Relationships of Yield and Components of Yield at Different Stages of Maturity in Three Groundnuts (*Arachis hypogea* L.) Varieties. *Internutional Journal of Life Science Research*, *2*(1), 43-48.
Kabir, R., Yeasmin, S., Mominul Islam, A. K. M., & Abdur Rahman Sarkar, M. D. (2013). Effect of phosphorus, calcium and boron on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogea* L.). *International Journal of Biological Sciences*, *5*(3), 51-59.
Kalantar Ahmadi, S. A., & Shoushi Dezfouli, A. A. (2019). Effects of foliar application of micronutrients on seed yield and oil quality of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Science*, *21*(3), 237-253.( In Persian).
Khurana, N., & Chatterjee, C. (2001). Influence of variable zinc on yield, seed oil content, and physiology of sunflower. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32, 3023-3030.
Kirthisinghe, J. P., Thilakarathna, S., Gunathilaka, B. L., & Dissanayaka, D. (2014). Impact of applying calcium on yield and visual quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Advanced Crop Science and Technology*, *25*(3), 432-436.
Kamara, E. G., Olympio, N. S., & Asibuo, J. Y. (2011). Effect of calcium and phosphorus fertilizer on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, *8*, 326-331.
Latif, S., & Anwar, F. (2008). Quality assessment of moringa concanensis seed oil extracted through solvent and aqueous enzymatic techniques. *Grasas Aceites*, *59*, 67-73.
Luca, M. (2012). Synthesis of metal nanoparticles in living plants. *Italian Journal of Agronomy*, *7*, 274-82.
Majidian, M., Shoja, T., & Rabiei, M. (2015). Effects of S, B, Zn, and their interaction on quantitative and qualitative yields of rapeseed as second crop in the paddy field. *Journal of Crop Production*, *38*(2), 35-50. (In Persian).
Nobahar, A., Mostafavi Rad, M., Zakerin, H. R., Sayfzadeh, S., & Valadabady, A. R. (2019a). Growth Characteristics and Seed Yield of Peanut (*Arachis hypogea* L.) as Affected by Topping Height and Application Methods of Zinc and Calcium Nano Chelates. *Journal of Seed and Plant*, *35*(2), 183-201. (In Persian).
Nobahar, A., Mostafavi Rad, M., Zakerin, H. R., Sayfzadeh, S., & Valadabady, A. R. (2019b). Evaluation of physiological characteristics in peanut (*Arachis hypogaea* L.) in response to plant cutting and application methods of Zn and Ca nano-chelates. *Journal of Plant Production*, *41*(4), 97-110.( In Persian).
Nobahar, A. (2019c). Effect of application methods of Zinc and Calcium nano-fertilizers on quantitative and qualitative yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in response to plant cutting under Rasht climatic condition. *Ph.D. Thesis*. under the supervision of Dr Zakerin, H.R. and Mostafavi Rad, M. Takestan: Takestan Branch, Islamic Azad University, Department of Agronomy.( In Persian).
Ntanos, D. A., & Koutroubas, S. D. (2002). Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, *74*, 93-101.
Pandey, N., Pathak, G. C., & Sharma, C. P. (2006). Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *20*, 89-96.
Pendashteh, M., Tarighi, F., Ziaeidoustan, H., Keshavarz, A., Mazapour, E., Moradi, M., & Bozorgi, H. R. (2011). Effect of foliar zinc spraying and nitrogen fertilization on seed yield and several attributes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *World Applied Sciences Journa*l, *13*(5), 1209-1217.

Pilehvari Khomami, R., Safarzadeh Vishkaei, M. N., Sajedi, N., Rasuli, M., & Moradi, M. 2008. Effect of methanol and zinc application on peanut qualitative and quantitative characteristic in Guilan region. *New Findings in Agriculture, 4*(8), 13-19.( In Persian).
Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T. S., Sajanlal, P. R., & Pradeep, T. (2012). Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of Plant Nutrition*, *35*, 905–927.
Qureshi, A., Singh, D. K., & Dwivedi, S. (2018). Nano-fertilizers: A Novel Way for Enhancing nutrient use efficiency and crop productivity. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(2), 3325-3335.
Rashid, A., Kausar, M. A., Hussain, F., & Tahir, M. (2000). Managing Zn deficiency in transplanted flooded rice by nursery enrichment. *Trinidad Tropical Agriculture*, *77*, 156-162.
Salehin, F., & Rahman, S. (2012). Effects of zinc and nitrogen fertilizer and their application method on yield and yield components of (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultural Science*, *3*(1), 9-13.
Sawan, Z. M. (2018). Mineral fertilizers and plant growth retardants: Its effects on cottonseed yield; its quality and contents. *Cogent Biology*, *4*(1), 145-157.
Sawan, Z. M., Hafez, S. A., Basyony, A. E., & 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 Science*, *2*(1), 56-65.
Tie, C., Hu, T., Jia, Z. X., & Zhang, J. L. 2015. Automatic identification approach for High-Performance Liquid Chromatography-Multiple Reaction Monitoring fatty acid global profiling. *Analytical Chemistry*, *87*(16), 8181-85.
Upadhyaya, H., Panda, S. K., & Dutta, B. K. (2011). CaCl2 improves post-drought recovery potential in *Camellia sinensis* (L). *Plant Cell Reports, 30*, 495-503.
Weisany, W., Raei, Y., & Haji Allahverdipoor, K. (2013). Role of some of mineral nutrients in biological nitrogen fixation. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 2*(4), 77-84.