



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۵۲-۲۳۷

DOI: 10.22059/jci.2022.332347.2628

مقاله پژوهشی:

بررسی تأثیر محلول‌پاشی کودهای مختلف نانو و آمینواسید بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی دانه و عملکرد گیاه ذرت

حسین خوشوقتی^۱، مهدی تاج‌بخش‌شیشوان^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲. استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای مختلف کلات‌شده نانو و آمینواسید بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، کمیت و کیفیت روغن، محتوای نشاسته و درصد پروتئین در دانه ذرت، دو آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار به‌طور هم‌زمان در دو مکان مختلف دانشگاه ارومیه و شهرستان عجب‌شیر در سال زراعی ۱۳۹۶ به اجرا در آمد. نتایج نشان دادند بیش‌ترین مقدار محتوای نشاسته (۸۰/۶۶ درصد)، پروتئین (۱۲/۷۰ درصد) و شاخص برداشت (۳۴/۶۰ درصد) مربوط به تیمار کودی نانو کلات NPK، بیش‌ترین میزان روغن (۴/۹۸ درصد)، عملکرد دانه (۱۶۵۹۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی (۵۲۳۹۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به آمینوکلات آهن و بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۳۶/۳۴ گرم) در ذرت مربوط به نانو کلات روی بود که به‌ترتیب ۲۲/۰۳ درصد، ۳۰/۹۲ درصد، ۲۳/۶۶ درصد، ۲۵/۴۴ درصد، ۵۰/۸۱ درصد، ۳۳/۱۵ درصد و ۲۴/۶۵ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد است. استفاده از آمینوکلات منیزیم، آمینوکلات میکرومیکس، آمینوکلات پتاسیم و نانو کلات NPK مقدار اسیدهای چرب اشباع را بیش‌تر از سایر کودها افزایش داد، اما کودهای نانو کلات مس، آمینوکلات فسفر، کود کبوتری و سالیسیلیک‌اسید محتوای اسیدهای چرب غیراشباع را به‌ترتیب ۱۶/۰۴ درصد، ۱۶/۳۵ درصد، ۱۷/۴۴ درصد و ۲۰/۲۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند.

کلیدواژه‌ها: اسیدهای چرب، درصد پروتئین، کلات‌شده، کیفیت روغن، محتوای نشاسته.

The Effect of Foliar Application of Nano and Amino Acid Fertilizers on some Biochemical Properties of Grain and Yield of Corn

Hossein Khoshvaghti¹, Mahdi Tajbakhsh-Shishavan^{2*}

1. Ph.D. Student, Department of plant production and genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

2. Professor, Department of plant production and genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: October 23, 2021

Accepted: December 01, 2021

Abstract

In order to investigate the effect of various chelated nano and amino acid fertilizers on grain yield, biological yield, harvest index, oil quantity and quality, starch content and percentage of protein in corn grain, an experiment has been conducted based on a randomized complete block design with 16 treatments and three replications simultaneously in Urmia University and Ajabshir during the 2017 cropping year. Results show that the highest content of starch (80.66%), protein (12.70%), and harvest index (34.60%) related to NPK nano-chelate fertilizer treatment, the highest amount of oil (4.98%), grain yield (16596 kg / ha), and biological yield (52393 kg / ha) are related to iron amino chelate and the highest weight of 100 grains (36.34 g) is related to zinc nano chelate, which are 22.03%, 30.92%, 23.66%, 25.44%, 50.81%, 33.15%, and 24.65% more than the control treatment, respectively. The use of magnesium amino chelate, micro-mix amino chelate, potassium amino chelate, and NPK nano-chelate increase the amount of saturated fatty acids more than other fertilizers, but Copper nano-chelate, phosphorus amino-chelate, pigeon, and salicylic acid fertilizers increase the content of unsaturated fatty acids by 16.04%, 16.35%, 17.44%, and 20.29%, respectively, compared to the control treatment.

Keywords: Chelated, Fatty acids, Oil quality, Percentage of protein, Starch content.

۱. مقدمه

برنامه جهانی تولید ذرت در راستای افزایش عملکرد (FAO, 2020)، بهبود و توسعه کیفیت صنعتی (Nedovic et al., 2016) و ویژگی‌های تغذیه‌ای ذرت مانند محتوای روغن (Savadi et al., 2017) و ترکیب اسیدهای چرب آن (Preciado-Ortiz et al., 2013) قرار گرفته است. دانه ذرت حاوی دو تا شش درصد روغن می‌باشد (Kaur et al., 2014) و ترکیبات اصلی روغن ذرت حاوی اسیدهای چرب پالمیتیک (۰:۱۶)، استئاریک (۰:۱۸)، اولئیک (۱:۱۸)، لینولئیک (۲:۱۸) و لینولنیک (۳:۱۸) است (Barrera-Arellano et al., 2019) که اسیدهای چرب لینولئیک‌اسید (۲:۱۸) و اولئیک‌اسید (۱:۱۸) در روغن ذرت بیش‌تر از سایر ترکیبات می‌باشد. لینولئیک‌اسید به‌عنوان اسید چرب غیراشباع ضروری برای بدن انسان در روغن دانه ذرت بیش از ۵۰ درصد وجود دارد.

در کشاورزی مرسوم، استفاده بیش از حد از نهاده‌ها و کودهای شیمیایی باعث افزایش تولید شده است، اما باید در نظر داشت که کاربرد فشرده کودهای شیمیایی دارای اثرات منفی بر محیط زیست از جمله تجمع سموم و کودها، فرسایش خاک، آلودگی خاک و آب، فرسایش ژنتیکی، شست‌وشوی مواد مغذی و کاهش تنوع زیستی می‌باشد (Daneshmandi & Seyyedi, 2019).

کودها در مقیاس نانو ویژگی‌های تغییر یافته متفاوتی نشان می‌دهند که این تغییر رفتار مربوط به کاهش اندازه مولکولی و همچنین به دلیل تغییر برهم‌کنش بین مولکول‌هاست. ویژگی فناوری نانو که امید می‌رود انقلاب جدیدی در کشاورزی صنعتی ایجاد کند به واکنش‌پذیری بالا، افزایش فراهمی زیستی و فعالیت زیستی و اثرات سطحی آن‌ها مرتبط است (Gutierrez et al., 2012). نانوذرات کود از اندازه ریز منافذ برگ‌ها می‌تواند به بافت‌های گیاه نفوذ بیش‌تری داشته و بازده جذب و

مصرف مواد مغذی را بهبود بخشد (Qureshi et al., 2018). استفاده از فرمولاسیون‌های نانو ریزمغذی آهن (Fe)، به‌طور قابل‌توجهی رشد و متابولیسم گیاه ذرت و کارایی مصرف مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (Elanchezhiana et al., 2017). پژوهش‌گران نشان داده‌اند که کاربرد کود نانوذرات اکسید روی به‌طور مشخصی ویژگی‌های رشد ذرت شامل ارتفاع بوته و وزن ماده خشک را افزایش داده است (Adhikari et al., 2015). هم‌چنین، استفاده از نانوذرات مس باعث افزایش رشد ۵۱ درصدی گیاه ذرت در مقایسه با شاهد شده است (Adhikari et al., 2012). گزارش شده است که سطح برگ، قطر ساقه، محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل با کاربرد نانو ریزمغذی‌های کامل (آهن، مس، روی، بر، منگنز) در گیاه ذرت زیادتر شده است (Janmohammadi et al., 2016; Subbaiah et al., 2016). در آزمایش دیگری، به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانوکلات روی و کاربرد خاکی بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی ذرت (*Zea mays* L.) محلول‌پاشی نانوکلات روی، عملکرد دانه در بوته ذرت را به میزان ۹۴ درصد افزایش داده است. (Mosanna & Behrozytar, 2015).

اسیدهای آمینه از یک یا چند عنصر تشکیل شده‌اند و کودهای با محتوای اسید آمینه برای تولید پایدار نسبت به کودهای معمولی کاربرد بیش‌تری دارند (Souri, 2015). هم‌چنین کودهای حاوی اسیدهای آمینه نقش مهمی در تنظیم انتقال یونها و متابولیسم گیاه دارند (Anjum et al., 2014). از طرف دیگر، کودهای مختلف و هم‌چنین اشکال مختلف عناصر مغذی کارایی جذب یکسانی ندارند (Bagrintseva & Sukhoyatskaya, 2011). به‌همین دلیل، از چند دهه قبل کودهای کلاته به‌دلیل کارایی بیش‌تر در جذب، نیازهای غذایی را به‌ویژه در

طول شرقی در ارتفاعی برابر با ۱۳۲۰ متر از سطح دریا واقع شده است. محل اجرای آزمایش، در شرایط تابستانی با میانگین دمای بیشینه ۳۱ درجه و میانگین دمای کمینه ۱۵ درجه دارای اقلیم معتدل سرد و براساس آمار هواشناسی با متوسط بارندگی دراز مدت ۲۷۵ میلی‌متر و طبقه‌بندی دمارتون (De Martonne)، جزو رژیم رطوبتی نیمه خشک محسوب می‌شود که مجموع بارندگی منطقه در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ برابر با ۲۳۸ میلی‌متر بوده است. مزرعه تحقیقاتی دوم در شهرستان عجب‌شیر- استان آذربایجان شرقی (حاشیه شرقی دریاچه ارومیه) با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی در ارتفاعی برابر با ۱۳۳۶ متر از سطح دریا واقع شده است. این منطقه با میانگین دمای سالانه ۱۴/۷ درجه سانتی‌گراد و معدل بارندگی دراز مدت سالانه ۲۰۰ میلی‌متر دارای اقلیم سرد و خشک می‌باشد که میزان بارندگی آن در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۱۸۷ میلی‌متر بوده است.

آزمایش‌های مزرعه‌ای به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در سه تکرار اجرا شد، که تیمارها شامل شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر)، آمینوکلات میکرومیکس (ریزمغذی‌ها + ۲ درصد نیتروژن)، آمینوکلات فسفر (۲۰ درصد کلات فسفر)، آمینوکلات آهن (۶ درصد کلات آهن + ۷ درصد نیتروژن)، آمینوکلات پتاسیم (۲۵ درصد کلات پتاسیم)، آمینوکلات منیزیم (۶ درصد کلات منیزیم + ۷ درصد نیتروژن)، آمینوکلات بر (۱۴ درصد کلات بر + ۰/۱ درصد مولیبدن)، نانوکلات NPK (غنی‌شده با ۵ عنصر روی، منگنز، منیزیم، مس و آهن)، نانوکلات کامل ۱۱ عنصره (شامل عناصر N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B و Mo)، نانوکلات (۱۰ درصد آهن)، نانوکلات کیلترین کامل (ارگانیک)، نانوکلات روی (۸ درصد روی)،

شرایط خاک آهکی مانند مناطق خشک ایران بهتر تأمین کرده‌اند و بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در بررسی واکنش لاین‌های ذرت به محلول‌پاشی برگی توسط Brankov *et al.* (2020) براساس نتایج به دست آمده، محلول‌پاشی با کود حاوی نیتروژن به شکل کمپلکس با اسیدهای آمینه اثرات مثبتی بر پارامترهای رشد ذرت مانند وزن تر، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه داشت. در پژوهشی دیگر تأثیر اسیدهای آمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی تربچه بررسی شد، نتایج گویای تأثیر مثبت و معنی‌دار اسیدهای آمینه بر صفات مورد بررسی بود. پژوهش‌گران علت این تأثیر مثبت را اهمیت تغذیه برگی اسیدهای آمینه آزاد به عنوان یک منبع مهم در سنتز پروتئین گیاهان عنوان کردند (Raeisi *et al.*, 2014). در این راستا، هدف این پژوهش بررسی اثرات منابع مختلف کودهای کلاته نانو و آمینواسید بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، کیفیت روغن (ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع)، محتوای نشاسته، درصد پروتئین و میزان روغن در بذور حاصل از گیاه مادری به منظور انتخاب مناسب‌ترین منبع کودی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه ذرت بود.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر منابع مختلف کودهای نانو و آمینوکلات بر عملکرد دانه و برخی خواص بیوشیمیایی دانه ذرت، آزمایش‌هایی در دو مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و مزرعه منتخب در شهرستان عجب‌شیر به طور هم‌زمان در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا گردید. مزرعه تحقیقاتی اول واقع در دانشگاه ارومیه (پردیس نازلو)- استان آذربایجان غربی (غرب دریاچه ارومیه) می‌باشد که این منطقه با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه

بوته‌های ۲۲/۲ سانتی‌متری در عمق سه تا پنج سانتی‌متری خاک کشت شد تا تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار حاصل شود. طول هر کرت پنج متر و عرض آن سه متر در نظر گرفته شد. جهت جلوگیری از تداخل تیمارها، بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر به صورت نکاشت باقی ماند. کاشت در ۱۰ خردادماه و با توجه به مساعد شدن شرایط برای کشت ذرت انجام شد و تمام کرت‌ها بلافاصله پس از کشت آبیاری شدند. آبیاری‌های بعدی هر هفت تا نه روز تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی محصول انجام شد. کوددهی با توجه به آزمون خاک صورت گرفت. تیمارهای فوق به صورت محلول‌پاشی در سه مرحله شش‌برگی، ظهور آخرین برگ (حداکثر شاخص سطح برگ) و بعد از گرده‌افشانی به وسیله یک دستگاه سمپاش شارژی ۲۰ لیتری مجهز به نازل پودرپاش (MR-20C-7, CHINA) اعمال شد. در مرحله رسیدگی کامل دانه‌ها، نمونه‌برداری برای تعیین عملکرد بیولوژیکی، وزن صددانه و عملکرد دانه با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای در سطح دو مترمربع (۱۵ بوته ذرت) از هر کرت آزمایشی، انجام شد. در این زمان، دانه گیاهان در تیمارهای مختلف کودی جداگانه برداشت و خصوصیات بیوشیمیایی بذور حاصل شامل میزان نشاسته، پروتئین و درصد روغن دانه نیز تعیین شد. میزان روغن با روش AOAC با استفاده از دستگاه سوکسله (Electro Thermal, United Kingdom) تعیین شد و دوباره با استفاده از یک سیستم استخراج حلال خودکار تأیید شد.

نانوکلات مس (۸ درصد مس)، کود کبوتری (در مقایسه با دیگر فضولات حیوانات دارای بیش‌ترین مقدار NPK و Ca است که به نسبت یک کیلو در ۱۰ لیتر آب تهیه شد)، سالیسیلیک‌اسید (شرکت کیان کاوه، ایران) و سولفات روی با ۳۲ درصد خلوص (شرکت کیمیا پارس شایانکار، ایران) می‌باشند. که کلیه کودهای نانو از شرکت فن‌آور سپهر پارمیس ایران و کودهای آمینوکلات هم از شرکت GREEN-GLOBE کشور هندوستان تهیه شده بود.

به تعداد ۱۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری محل‌های اجرای آزمایش در بهار برداشت شد و بعد از هوا خشک شدن به مدت ۷۲ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. سپس از الک دو میلی‌متری گذرانده و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۱). در این مطالعه از بذر ذرت هیبرید دو منظوره رقم جدید ماکسیما (MAXIMA, FAO 580) با دوره رشد ۱۱۰-۱۰۵ روز (میان‌رس) که می‌تواند با یک یا دو نوبت صرفه‌جویی در آبیاری، نسبت به ارقام دیررس دارای عملکرد و محصول مناسب‌تری باشد، استفاده شد که منشأ این رقم از کشور مجارستان بوده (دارای لیبیل مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال یا SPCRI) و در مزارع تحقیقاتی و ترویجی، برتری خود را به اثبات رسانده است.

به منظور تهیه بستر مناسب کاشت، ابتدا در پاییز زمین را شخم زده و پس از دیسک بهاری اقدام به ایجاد فاروها شد. بذرها در فاصله ردیف‌های ۶۰ سانتی‌متری و با فاصله بین

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل‌های آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

محل اجرای آزمایش	هدایت الکتریکی	رس	سیلت	شن	کربنات‌کلسیم	اشباع خاک	کربن آلی	نیترژن	منیزیم	بر	روی	پتاسیم	فسفر
ارومیه	۱/۳۸	۴۱	۳۶	۲۳	۱۵/۷۱	۵۴	۱/۱۶	۰/۰۳	۱۱/۲	۰/۲۸	۱/۱۰	۲۸۲	۹/۰۲
عجب‌شیر	۲/۱۲	۲۸	۲۶	۴۶	۱۴/۵۲	۵۲	۰/۵۰	۰/۰۵	۷/۵۲	۰/۲۳	۱/۰۲	۱۸۰	۶/۵۰

۳. نتایج و بحث

۳.۱. کیفیت بیوشیمیایی دانه

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که میزان نشاسته، پروتئین، پالمیتیک اسید، استتاریک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مکان قرار گرفت و اثر تیمار کودی بر کیفیت بیوشیمیایی دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل مکان در تیمار کودی برای میزان نشاسته، پروتئین، روغن و لینولئیک اسید نیز معنی‌دار بود که نشان‌دهنده این است که در مورد این صفات اثر تیمارهای کودی در دو مکان یکسان نبوده است (جدول ۲).

مطابق نتایج مقایسه میانگین، میزان پالمیتیک اسید و استتاریک اسید در دانه‌های حاصل از ارومیه بیش‌تر از عجب‌شیر بود، در حالی‌که میزان اولئیک اسید در عجب‌شیر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از ارومیه به‌دست آمد (جدول ۳).

براساس نتایج مقایسه میانگین، استفاده از منابع مختلف کود بر کیفیت بیوشیمیایی دانه اثرات متفاوتی داشتند. با استفاده از نانوکلات NPK (۸۴/۵۱ درصد)، آمینوکلات میکرومیکس (۸۳/۴۴ درصد) و آمینوکلات آهن (۸۱/۴۶ درصد)، دانه گیاهان در محل ارومیه بیش‌ترین میزان نشاسته را نسبت به شاهد (۷۴/۳۴ درصد) تولید کردند.

محتوای پروتئین نیز با استفاده از روش AOAC (AOAC, 2009) برآورد شد. به‌طوری‌که درصد نیتروژن موجود در یک گرم نمونه بذر خشک و آسیاب‌شده را با استفاده از دستگاه کجلدال براساس مقدار اسید سولفوریک مصرف‌شده در تیتراسیون به‌دست آورده و آن را در عدد ۶/۲۵ (ضریب تبدیل نیتروژن) ضرب می‌کنیم تا درصد پروتئین نمونه به‌دست آید. میزان نشاسته به‌روش Clegg (1956) با استفاده از معرف آنترون تعیین شد. برای تهیه متیل‌استرهای اسید چرب، نمونه‌های روغن، با افزودن متانول و اسید سولفوریک، در حمام آب در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک ساعت انکوبه شدند. متیل‌استرها با استفاده از هگزان استخراج شد. متیل‌استرهای اسید چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی طیف سنج جرمی یا GC-MS (CP-3800, Netherlands) آنالیز شدند. قبل از تجزیه مرکب جهت تست همگنی واریانس‌ها، آزمون بارتلت انجام گرفت. ترسیم نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار EXCEL (نسخه ۱۰) انجام شد و تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. میانگین صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح $P \leq 0.05$ مقایسه شد.

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) برای کیفیت بیوشیمیایی دانه گیاهان ذرت با کاربرد تیمارهای مختلف کودی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نشاسته	پروتئین	روغن	پالمیتیک	استتاریک	اولئیک	لینولئیک
مکان	۱	۱۳۴/۹۵*	۰/۶۴*	۰/۰۲ns	۸۷/۶۸**	۶/۲۲**	۱۳/۸۷**	۱۲/۸۵**
مکان × تکرار	۴	۸/۴۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۵۴	۰/۵۳
تیمار	۱۵	۴۹/۱۸**	۴/۰۰**	۰/۴۶**	۷/۱۶**	۳/۴۲**	۴۴/۸۷**	۳۹/۹۴**
مکان × تیمار	۱۵	۲۰/۱۳**	۰/۱۴**	۰/۰۶*	۰/۰۳ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۵ns	۱/۶۳*
اشتباه	۶۰	۱/۵۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۸	۰/۷۲
ضریب تغییرات (%)		۱/۷	۱/۸	۴/۳	۱/۳	۴/۱	۲/۵	۱/۲

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کیفی روغن

ذرت در دو منطقه عجب‌شیر و ارومیه

مکان	پالمیتیک‌اسید	استئاریک‌اسید	اولئیک‌اسید
ارومیه	۱۴/۶۵	۵/۱۳	۳۷/۳۳
عجب‌شیر	۱۲/۷۴	۴/۶۲	۳۸/۰۹
LSD 5%	۰/۱۱۰۲	۰/۰۷۲۳	۰/۴۱۸۸

هرچند، اثرات این تیمارهای کودی در عجب‌شیر نیز بیش‌تر از سایر تیمارهای کودی بود. با وجود این، در هر دو محل آزمایش، اثرات این کودها بر محتوای نشاسته در مقایسه با شاهد تقریباً ۱۳-۱۲ درصد بیش‌تر بود. بر همین اساس، با کاربرد نانوکلات مس، سالیسیلیک‌اسید و سولفات‌روی در ارومیه، میزان نشاسته نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۴/۷۵، ۴/۲۴ و ۴/۲۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴).

نتایج نشان داد در هر دو محل آزمایش، گیاهان تیمار شده با نانوکلات NPK (۱۲/۷۰ درصد) و آمینوکلات میکرومیکس (۱۲/۴۷ درصد) بیش‌ترین میزان پروتئین را در مقایسه با تیمارهای دیگر نشان دادند. تأثیر این کودها در ارومیه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از عجب‌شیر بود. با این‌حال، تقریباً تأثیر کودهای مختلف بر محتوای پروتئین در هر دو محل آزمایش از نظر آماری مشابه بود (جدول ۷). بنابراین به‌نظر می‌رسد اثر متقابل معنی‌دار برای میزان پروتئین بیش‌تر از نوع تغییر در مقدار است.

در هر دو محل آزمایش گیاهان تیمار شده با آمینوکلات آهن (۴/۹۸ درصد)، نانوآهن (۴/۷۲ درصد) و آمینوکلات میکرومیکس (۴/۶۹ درصد) دانه‌هایی با محتوای روغن بالاتر تولید کردند. با وجود این، تفاوت معنی‌داری بین این کودهای برتر با نانوکلات روی (۴/۶۹ درصد)، کود کبوتری (۴/۶۰ درصد) و نانوکلات مس (۴/۵۶ درصد) وجود نداشت. تأثیر تیمارهای آمینوکلات

منیزیم (۴/۱۴ درصد)، آمینوکلات فسفر (۴/۰۶ درصد) و نانوکلات کیلیترین کامل (۴/۰۲ درصد) در هر دو محل ارومیه و عجب‌شیر بر میزان روغن از نظر آماری مشابه با تیمار شاهد (۳/۹۷ درصد) بود (جدول ۷).

براساس نتایج پژوهش، تیمارهای آمینوکلات میکرومیکس (۴۴/۳۳ درصد)، آمینوکلات آهن (۴۳/۸۰ درصد) و سالیسیلیک‌اسید (۴۳/۱۴ درصد) باعث شدند که گیاهان، دانه‌هایی با بیش‌ترین محتوای لینولئیک‌اسید در هر دو محل آزمایش داشته باشند (جدول ۷).

استفاده از منابع مختلف کودی، محتوای پالمیتیک‌اسید را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. پالمیتیک‌اسید دانه ذرت با کاربرد آمینوکلات منیزیم به‌میزان ۲۴ درصد، با کاربرد آمینوکلات میکرومیکس ۲۳ درصد، با کاربرد آمینوکلات پتاسیم حدود ۲۲ درصد، با کاربرد آمینوکلات آهن، نانوکلات NPK و آمینوکلات فسفر حدود ۶ درصد نسبت به تیمار شاهد، بیش‌تر از سایر منابع کودی بود (شکل ۱).

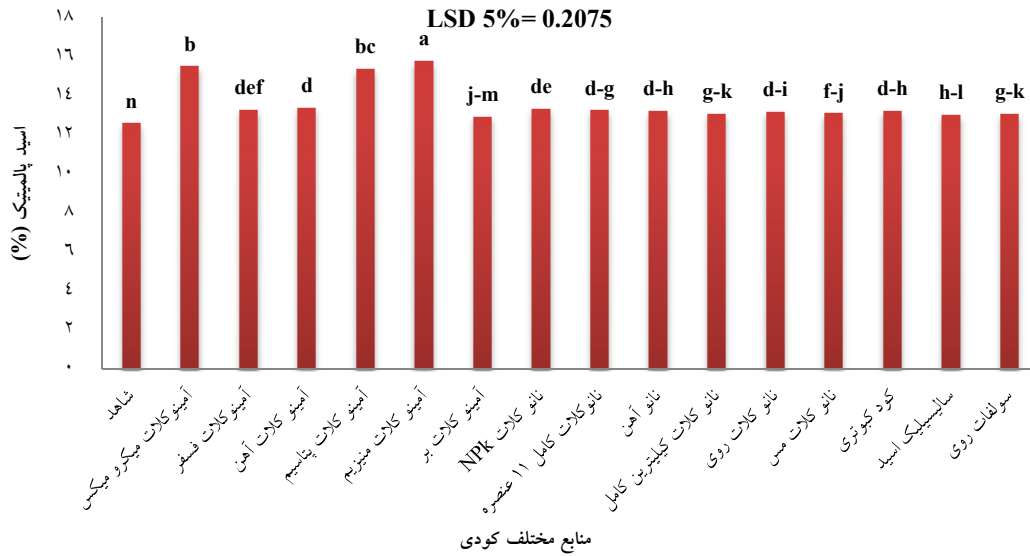
محتوای استئاریک‌اسید با محلول‌پاشی کودهای مختلف بر روی گیاه ذرت بهبود یافت. به‌گونه‌ای که کاربرد نانوکلات NPK به میزان ۷۴ درصد نسبت به تیمار شاهد، بیش‌ترین اثر بر تولید استئاریک‌اسید داشت. هم‌چنین استفاده از آمینوکلات منیزیم به‌میزان ۶۷ درصد، آمینوکلات میکرومیکس به‌میزان ۶۱ درصد و آمینوکلات پتاسیم به‌میزان ۵۶ درصد محتوای استئاریک‌اسید بیش‌تری نسبت به تیمار شاهد تولید کردند. بین تیمارهای کودی نانوکلات مس، نانوکلات کامل ۱۱ عنصره، سولفات روی، نانوآهن، کود کبوتری، آمینوکلات فسفر و نانوکلات کیلیترین کامل تفاوت معنی‌داری از این نظر، مشاهده نشد. کم‌ترین تأثیر بر افزایش میزان تولید استئاریک‌اسید هم توسط محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید به میزان ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد ثبت شد (شکل ۲).

بررسی تأثیر محلول پاشی کودهای مختلف نانو و آمینواسید بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی دانه و عملکرد گیاه ذرت

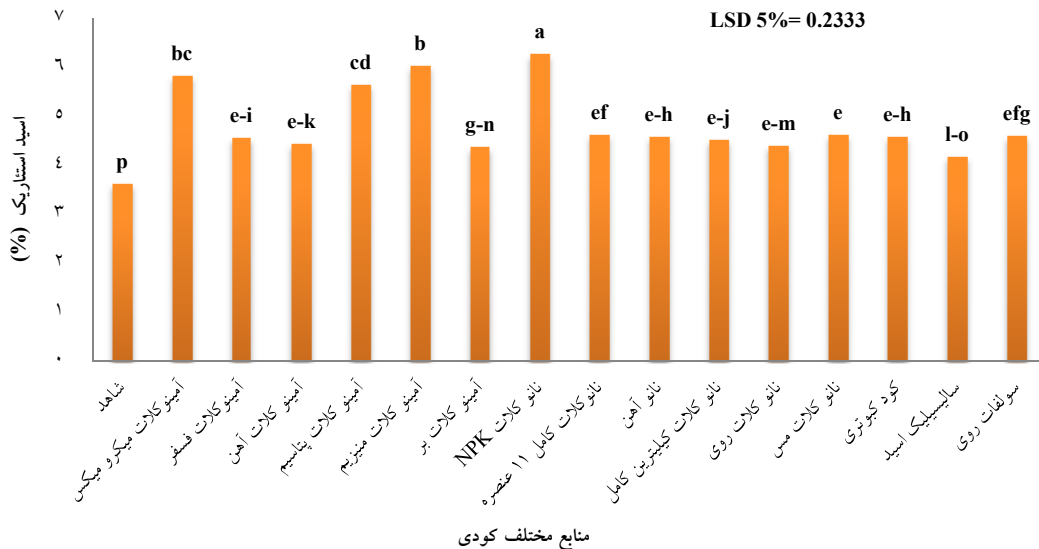
جدول ۴: تغییرات محتوای نشاسته، پروتئین، روغن و لینولئیک اسید گیاهان ذرت تحت تأثیر موقعیت و منابع مختلف کودها

محل	کود	محتوای نشاسته (%)	محتوای پروتئین (%)	محتوای روغن (%)	لینولئیک اسید (%)
ارومیه	شاهد	۷۴/۳۴	۹/۸۰	۳/۹۳	۳۵/۹۶
	آمینوکلات میکرومیکس	۸۳/۴۴	۱۲/۷۸	۴/۶۵	۴۵/۴۱
	آمینوکلات فسفر	۷۸/۵۰	۱۱/۴۱	۴/۰۲	۳۹/۶۱
	آمینوکلات آهن	۸۱/۴۶	۱۰/۹۱	۴/۹۸	۴۴/۸۷
	آمینوکلات پتاسیم	۷۳/۵۰	۱۰/۲۶	۴/۲۲	۳۷/۵۷
	آمینوکلات منیزیم	۷۴/۳۷	۱۰/۴۴	۴/۰۴	۴۰/۱۳
	آمینوکلات بر	۷۴/۷۰	۱۰/۵۴	۴/۱۶	۴۰/۳۵
	نانوکلات NPK	۸۴/۵۱	۱۳/۰۱	۴/۳۵	۴۱/۳۸
	نانوکلات کامل ۱۱ عنصره	۷۴/۲۳	۱۰/۴۷	۴/۲۲	۴۰/۲۰
	نانو آهن	۷۳/۰۵	۱۱/۱۱	۴/۸۸	۴۲/۱۱
	نانوکلات کیلترین کامل	۷۳/۸۰	۱۰/۳۹	۳/۹۲	۳۶/۶۴
	نانوکلات روی	۷۲/۶۵	۱۰/۳۹	۴/۵۷	۴۲/۸۱
	نانوکلات مس	۷۰/۸۱	۱۰/۲۹	۴/۶۹	۳۸/۶۵
	کود کبوتری	۷۲/۴۱	۱۰/۶۳	۴/۷۴	۴۱/۱۹
	سالیسیلیک اسید	۷۱/۱۹	۱۱/۰۴	۴/۵۵	۴۲/۹۵
سولفات روی	۷۱/۲۱	۱۰/۱۳	۴/۴۱	۴۱/۱۸	
عجب‌شیر	شاهد	۵۷/۸۶	۹/۶۰	۴/۰۱	۳۴/۲۵
	آمینوکلات میکرومیکس	۶۷/۵۸	۱۲/۱۷	۴/۷۴	۴۳/۲۵
	آمینوکلات فسفر	۷۱/۳۶	۱۰/۸۶	۴/۱۰	۳۷/۸۳
	آمینوکلات آهن	۷۴/۰۶	۱۰/۳۹	۴/۹۸	۴۲/۷۴
	آمینوکلات پتاسیم	۷۲/۰۶	۱۰/۰۶	۴/۴۴	۳۷/۱۹
	آمینوکلات منیزیم	۷۲/۹۱	۱۰/۲۳	۴/۲۵	۳۹/۷۳
	آمینوکلات بر	۷۳/۲۴	۱۰/۳۴	۴/۳۸	۳۹/۹۵
	نانوکلات NPK	۷۶/۸۲	۱۲/۳۹	۴/۴۴	۳۹/۴۱
	نانوکلات کامل ۱۱ عنصره	۷۲/۷۷	۱۰/۲۷	۴/۴۴	۳۸/۲۹
	نانو آهن	۷۴/۱۳	۱۱/۳۴	۴/۵۶	۴۲/۵۴
	نانوکلات کیلترین کامل	۷۲/۳۶	۱۰/۱۹	۴/۱۳	۳۶/۲۸
	نانوکلات روی	۷۱/۲۳	۱۰/۱۹	۴/۸۱	۴۲/۳۹
	نانوکلات مس	۷۲/۲۵	۱۰/۵۰	۴/۴۳	۳۹/۰۴
	کود کبوتری	۷۳/۸۸	۱۰/۸۵	۴/۴۷	۴۱/۶۱
	سالیسیلیک اسید	۷۲/۶۴	۱۱/۲۷	۴/۳۰	۴۳/۳۴
سولفات روی	۷۲/۶۷	۱۰/۳۳	۴/۱۶	۴۱/۶۰	
LSD 5 %		۲/۳۵۰	۰/۳۲۰۵	۰/۳۰۹۳	۱/۳۷۹۱

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۱. تغییرات اسید چرب پالمیتیک اسید در ذرت تحت تأثیر کاربرد کودهای مختلف



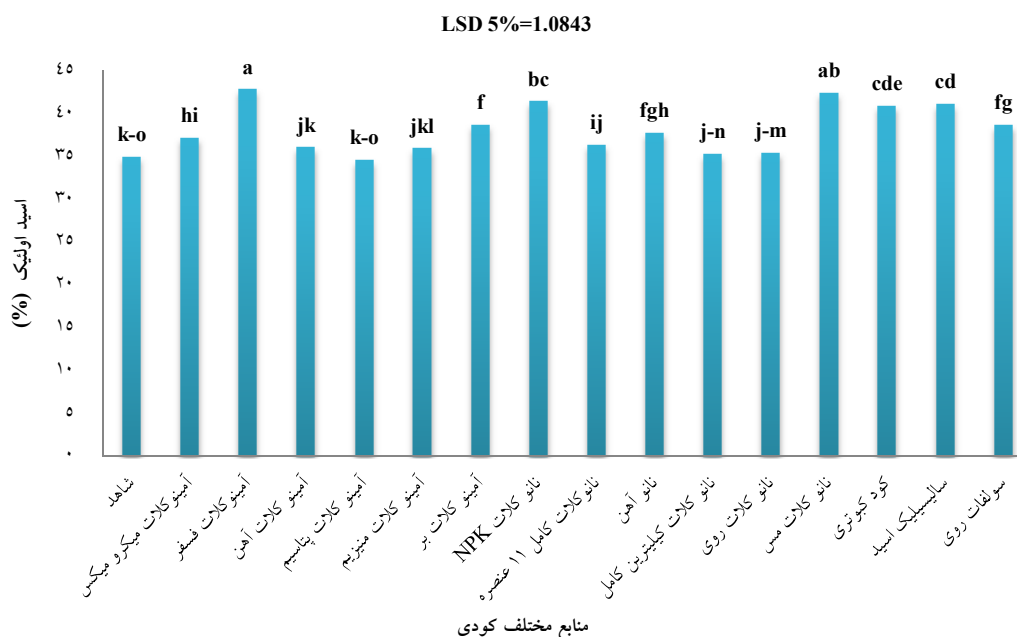
شکل ۲. تغییرات اسید چرب استئاریک اسید در ذرت تحت تأثیر کاربرد کودهای مختلف

درصد و سالیسیلیک اسید و کود کبوتری ۱۷ درصد بیشتر از شاهد بود. تفاوت معنی داری از این نظر بین آمینوکلات آهن، آمینوکلات منیزیم، آمینوکلات پتاسیم، نانوکلات کیلترین کامل و نانوکلات روی با شاهد وجود نداشت (شکل ۳).

گیاهان تیمار شده با منبع کودهای مختلف میزان اولئیک اسید متفاوتی داشتند. محلول پاشی آمینوکلات فسفر میزان اولئیک اسید را حدود ۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. میزان اولئیک اسید با استفاده از نانوکلات مس به میزان ۲۱ درصد، نانوکلات NPK، ۱۸

دهد (Ray et al., 2019). طبق گزارش Aytac et al. (2017) کاربرد کود حاوی NPK باعث افزایش جزئی در غلظت روغن دانه می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. Sharifi et al. (2016) نشان دادند که بیش‌ترین پروتئین و کربوهیدرات در تیمار محلول‌پاشی نانوآهن و روی به‌دست آمد. هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از نانوآهن در مرحله گل‌دهی درصد پروتئین دانه گیاه را نسبت به سایر اشکال کود آهن بیش‌تر می‌کند (Nadi et al., 2013) که کاملاً مشابه یافته‌های این پژوهش می‌باشد. براساس گزارش Hawkesford et al. (2012) عنصر پتاسیم، آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها را فعال می‌کند و به انتقال کربوهیدرات‌ها کمک می‌نماید. آن‌ها نشان دادند پتاسیم نقش کلیدی در تحریک فعالیت آنزیم سنتتاز نشاسته ایفا کرده و ترکیب مولکول‌های ساده گلوکز را در مولکول‌های پیچیده نشاسته کاتالیز می‌کند.

نتایج این آزمایش نشان داد که کودهای حاوی عناصر مختلف تأثیر متفاوتی بر کیفیت بیوشیمیایی دانه ذرت دارند. کودهای آمینوکلرات میکرومیکس، آمینوکلرات آهن و نانوآهن محتوای نشاسته، روغن و پروتئین دانه‌های ذرت را افزایش دادند. کود نانوکلات NPK تأثیر خوبی بر میزان نشاسته (۸۰/۶۶ درصد) و پروتئین (۱۲/۷۰ درصد) دانه ذرت داشت و به‌ترتیب ۲۲/۰۳ درصد و ۳۰/۹۳ درصد نسبت به تیمار شاهد بهبود بخشید. کود آمینوکلرات آهن باعث افزایش محتوای نشاسته و روغن دانه ذرت به‌میزان ۱۷/۶۴ و ۲۵/۴۴ درصد نسبت به محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) شد (جدول ۷). اظهار شده است که با استفاده از تغذیه برگ‌گی، فعالیت فتوسنتز تحریک می‌شود و منجر به افزایش ترکیبات شیمیایی به‌عنوان پروتئین و نشاسته می‌شود (Ibrahim & Mohamed, 2012). مدیریت مواد مغذی می‌تواند کیفیت دانه را با تأثیر بر میزان روغن دانه تغییر



شکل ۳. تغییرات اسید چرب اولئیک اسید در ذرت تحت تأثیر کاربرد کودهای مختلف

را افزایش غلظت پروتئین دانه ذرت با تأمین نیتروژن توسط *Ray et al.* (2019) گزارش شده است. هم‌چنین غلظت پروتئین دانه با افزایش میزان کاربرد فسفر افزایش می‌یابد. به‌طور مشابه با یافته‌های این پژوهش، *Aytac et al.* (2017) و *Ray et al.* (2019) گزارش کردند استفاده از کودهای NPK جذب مواد مغذی، محتوای پروتئین دانه و عملکرد دانه ذرت را افزایش می‌دهد.

آمینوکلات‌ها فرمول‌های جدید و اشکال طبیعی و ایمن‌تری از عوامل کلات‌کننده را دارند که با راندمان و بهره‌وری بیشتر و بدون عوارض جانبی در محیط زیست می‌باشند (*Souri, 2016*). کودهای با محتوای اسید آمینه مزایای متعددی نسبت به کودهای معمولی دارند از جمله به کاهش رقابت بین مواد معدنی به‌طور عمده کاتیون‌ها، کاهش تضاد و تداخل بین مواد مغذی و مواد معدنی، حفاظت بیشتر از محیط زیست با کاهش آلودگی‌های نیتروژن و یون‌های فلزی، فراهمی زیستی بیشتر عناصر غذایی، اثر بخشی بهتر، افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های مختلف می‌توان اشاره کرد (*Souri, 2016*). در این راستا، یافته‌های پژوهش حاضر اثرات مفید آن‌ها را بر عملکرد و کیفیت دانه ذرت نشان داد.

در پژوهشی بر روی گیاه سویا *Krueger et al.* (2013) نشان دادند که غلظت لینولنیک‌اسید دانه‌ها با کاربرد کود حاوی فسفر بیشتر می‌شود. کودهای حاوی روی و آهن بر محتوای اسیدهای چرب اشباع‌نشده تأثیر بیشتری داشتند. طبق پژوهش *Kaplan et al.* (2017) بالاترین مقدار اولئیک‌اسید و لینولنیک با کاربرد ریزمغذی‌های Zn+B در دانه ذرت حاصل شد. هم‌چنین، عوامل محیطی متعددی از جمله دما، نوع خاک، تاریخ کاشت، سال و مکان بر ترکیب دانه تأثیر می‌گذارد و منجر به تغییرات کیفی می‌شود (*White et al., 2013*).

۲.۳. عملکرد دانه و بیولوژیکی

تجزیه مرکب داده‌ها آشکار کرد که اثر اصلی مکان برای وزن صدانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر تیمار کودی و اثر متقابل تیمار کودی در مکان برای وزن صدانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۵).

افزایش غلظت پروتئین دانه ذرت با تأمین نیتروژن توسط *Ray et al.* (2019) گزارش شده است. هم‌چنین غلظت پروتئین دانه با افزایش میزان کاربرد فسفر افزایش می‌یابد. به‌طور مشابه با یافته‌های این پژوهش، *Aytac et al.* (2017) و *Ray et al.* (2019) گزارش کردند استفاده از کودهای NPK جذب مواد مغذی، محتوای پروتئین دانه و عملکرد دانه ذرت را افزایش می‌دهد.

آمینوکلات‌ها فرمول‌های جدید و اشکال طبیعی و ایمن‌تری از عوامل کلات‌کننده را دارند که با راندمان و بهره‌وری بیشتر و بدون عوارض جانبی در محیط زیست می‌باشند (*Souri, 2016*). کودهای با محتوای اسید آمینه مزایای متعددی نسبت به کودهای معمولی دارند از جمله به کاهش رقابت بین مواد معدنی به‌طور عمده کاتیون‌ها، کاهش تضاد و تداخل بین مواد مغذی و مواد معدنی، حفاظت بیشتر از محیط زیست با کاهش آلودگی‌های نیتروژن و یون‌های فلزی، فراهمی زیستی بیشتر عناصر غذایی، اثر بخشی بهتر، افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های مختلف می‌توان اشاره کرد (*Souri, 2016*). در این راستا، یافته‌های پژوهش حاضر اثرات مفید آن‌ها را بر عملکرد و کیفیت دانه ذرت نشان داد.

به‌طور کلی، استفاده از آمینوکلات منیزیم، آمینوکلات میکرومیکس، آمینوکلات پتاسیم و نانوکلات NPK، بر اسیدهای چرب اشباع‌شده یعنی پالمیتیک‌اسید و استئاریک‌اسید تأثیر می‌گذارد. با این حال، کودهای آمینوکلات آهن، نانوآهن، نانوکلات روی و نانوکلات مس میزان اسیدهای چرب اشباع‌نشده اولئیک‌اسید و لینولنیک‌اسید را بیشتر می‌کنند. استفاده از سالیسیلیک‌اسید و کود کیوتری با افزایش اسیدهای چرب اشباع‌نشده کیفیت روغن را افزایش می‌دهد، در حالی که سالیسیلیک‌اسید اثر معنی‌داری بر میزان اسیدهای چرب اشباع‌شده نشان نداد. به‌طور مشابه، *Khani et al.* (2017) *Basiri et al.* (2017) گزارش کردند که سالیسیلیک‌اسید درصد روغن و محتوای اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک

بررسی تأثیر محلول پاشی کودهای مختلف نانو و آمینواسید بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی دانه و عملکرد گیاه ذرت

جدول ۵. تجزیه واریانس مرکب وزن صددانه، عملکرد دانه، بیولوژیکی و شاخص برداشت ذرت در دو محل اجرای آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
مکان	۱	۷۸/۵۹**	۳۲۵۹۹۳۹۹۲*	۴۴۹۸۱۱۲ns	۶۷/۱۰**
مکان × تکرار	۴	۲/۷۹	۱۵۰۲۴۸۳۰	۱۰۵۶۳۹۹	۰/۷۶
تیمار	۱۵	۲۸/۲۵**	۸۹۹۵۷۷۴۰**	۱۴۴۸۱۸۶۳**	۳۲/۶۷**
مکان × تیمار	۱۵	۹/۹۳**	۲۰۷۸۴۴۰۳**	۴۸۷۷۷۸۷**	۱۲/۵۵**
اشتباه	۶۰	۲/۲۱	۶۵۵۶۷۹۰	۸۹۶۲۲۱	۱/۳۸
ضریب تغییرات (%)		۴/۴	۵/۵	۶/۶	۳/۸

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

بیشترین عملکرد دانه با کاربرد آمینوکلات میکرومیکس در ارومیه (۱۷۹۰۰ کیلوگرم در هکتار) ثبت شد.

همه تیمارهای کودی در ارومیه عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش دادند، اما در عجب شیر اثر کودهای آمینوکلات میکرومیکس (۱۲۰۳۳ کیلوگرم در هکتار)، نانوکلات مس (۱۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، نانوکلات کیلوگرم در هکتار) و سالیسیلیک اسید (۱۳۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) از نظر آماری مشابه شاهد (۱۲۱۳۱ کیلوگرم در هکتار) بود. استفاده از نانوکلات NPK، آمینوکلات آهن، نانوکلات مس و سولفات روی نسبت به تیمارهای دیگر در هر دو محل آزمایش بر عملکرد دانه تأثیر بیشتری داشتند. با کاربرد نانوکلات NPK بیشترین شاخص برداشت در هر دو محل آزمایش به ترتیب با ۳۶ و ۱۳ درصد افزایش نسبت به شاهد برای ارومیه و عجب شیر به دست آمد (جدول ۶).

آمینوکلات فسفر در هر دو محل تأثیر مثبتی بر عملکرد بیولوژیکی به میزان ۳۲/۸۱ درصد نسبت به شاهد داشت. در حالی که اثرات سالیسیلیک اسید (۴۲۲۷۳ کیلوگرم در هکتار) و نانوکلات مس (۴۱۴۶۲ کیلوگرم در هکتار) در هر دو محل مطالعه از نظر آماری مشابه تیمار شاهد (۳۹۳۴۹ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۷). استفاده از نانوکلات NPK، آمینوکلات آهن، نانوکلات مس و سولفات روی نسبت به تیمارهای دیگر در هر دو محل آزمایش بر عملکرد دانه تأثیر بیشتری داشتند (جدول ۷).

وزن صددانه گیاهان کشت شده در عجب شیر در اغلب موارد تحت تأثیر کودهای شیمیایی قرار نگرفت، اما در ارومیه تقریباً تیمارهای کودی وزن صددانه را به طور معنی داری بهبود دادند. نانوکلات روی بیشترین تأثیر مثبت را بر وزن صددانه در هر دو مکان به میزان ۲۴/۶۳ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. استفاده از سولفات روی، نانوکلات NPK، کود کبوتری، آمینوکلات آهن، نانوکلات کامل ۱۱ عنصره، نانوکلات کیلیترین کامل به طور معنی داری وزن صددانه را افزایش دادند (جدول ۶). تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیکی ارومیه بیش تر از عجب شیر بود، که این موضوع می تواند به شرایط اقلیمی مناسب ارومیه (اقلیم معتدل سرد و نیمه خشک) از لحاظ دمای بهینه رشد و ذخیره رطوبتی بیشتر خاک و همچنین ویژگی های اداپتیکی شامل بافت رسی لومی، درصد ماده آلی بیشتر و شوری کم تر خاک نسبت به محل آزمایش در عجب شیر که دارای اقلیم خشک و بافت خاک لومی شنی (با توجه به حساسیت گیاه ذرت نسبت به تشنگی) است، بستگی داشته باشد.

کاربرد آمینوکلات آهن در ارومیه بیشترین عملکرد بیولوژیکی (به میزان ۵۵۹۸۵ کیلوگرم در هکتار) را داشت. تفاوت معنی داری بین آمینوکلات آهن و آمینوکلات میکرومیکس، آمینوکلات فسفر، نانوکلات کامل ۱۱ عنصره و نانوکلات آهن در ارومیه وجود نداشت (جدول ۶).

جدول ۶. تغییرات وزن صددانه، عملکرد دانه، بیولوژیکی و شاخص برداشت ذرت در دو محل اجرای آزمایش

محل	کود	وزن ۱۰۰ دانه (g)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
ارومیه	شاهد	۲۹/۵۸	۳۹۵۹۳	۹۸۷۸	۲۴/۹۳
	آمینوکلات میکرومیکس	۳۶/۶۱	۵۴۲۸۹	۱۷۹۰۰	۳۲/۹۶
	آمینوکلات فسفر	۳۵/۵۷	۵۱۹۲۵	۱۴۲۳۷	۲۷/۳۷
	آمینوکلات آهن	۳۴/۸۱	۵۵۹۸۵	۱۷۴۶۶	۳۱/۱۹
	آمینوکلات پتاسیم	۳۵/۶۷	۴۸۳۰۶	۱۳۰۴۰	۲۶/۹۷
	آمینوکلات منیزیم	۳۰/۹۱	۴۵۳۳۱	۱۲۸۵۰	۲۸/۳۲
	آمینوکلات بر	۳۲/۳۷	۴۹۱۹۰	۱۳۵۲۵	۲۷/۴۹
	نانوکلات NPK	۳۶/۲۵	۴۶۵۷۳	۱۵۹۰۳	۳۴/۱۵
	نانوکلات کامل ۱۱ عنصره	۳۵/۰۰	۵۱۲۲۳	۱۴۰۸۴	۲۷/۴۶
	نانو آهن	۳۶/۰۳	۵۱۹۳۶	۱۳۸۶۶	۲۶/۶۹
	نانوکلات کیلیترین کامل	۳۶/۷۷	۴۹۲۰۶	۱۶۰۷۸	۳۲/۷۴
	نانوکلات روی	۳۶/۶۵	۴۹۸۸۷	۱۶۷۷۰	۳۳/۲۵
	نانوکلات مس	۳۰/۷۲	۴۳۶۵۰	۱۳۸۴۵	۳۰/۹۲
	کود کبوتری	۳۶/۴۹	۴۵۱۴۵	۱۴۸۶۴	۳۲/۹۲
عجب‌شیر	سالیسیلیک‌اسید	۳۲/۷۰	۴۱۴۱۶	۱۱۷۰۱	۲۸/۲۳
	سولفات روی	۳۷/۸۳	۴۹۴۳۷	۱۶۲۷۷	۳۲/۹۰
	شاهد	۲۸/۷۳	۳۹۱۰۶	۱۲۱۳۱	۳۱/۰۳
	آمینوکلات میکرومیکس	۳۱/۵۵	۴۳۳۷۶	۱۲۰۳۳	۲۷/۷۵
	آمینوکلات فسفر	۳۰/۵۵	۵۲۵۹۳	۱۴۲۱۳	۲۷/۰۱
	آمینوکلات آهن	۳۵/۷۰	۴۸۸۰۰	۱۵۷۲۷	۳۲/۲۶
	آمینوکلات پتاسیم	۳۲/۶۳	۴۵۸۲۰	۱۳۸۶۸	۳۰/۳۱
	آمینوکلات منیزیم	۳۲/۰۹	۴۰۳۶۲	۱۳۴۵۰	۳۳/۳۰
	آمینوکلات بر	۳۱/۶۸	۳۹۰۴۹	۱۳۳۳۰	۳۴/۱۳
	نانوکلات NPK	۳۵/۴۸	۴۵۴۹۷	۱۵۹۳۷	۳۵/۰۶
	نانوکلات کامل ۱۱ عنصره	۳۵/۰۵	۵۰۶۸۰	۱۴۹۹۹	۲۹/۶۴
	نانو آهن	۳۳/۲۷	۴۴۱۰۹	۱۲۹۳۷	۲۹/۳۵
	نانوکلات کیلیترین کامل	۳۴/۶۶	۴۷۶۷۳	۱۴۸۵۰	۳۱/۱۹
	نانوکلات روی	۳۶/۰۱	۴۵۹۰۶	۱۵۷۹۷	۳۴/۴۹
نانوکلات مس	۳۰/۶۹	۳۹۲۷۵	۱۲۴۰۰	۳۱/۶۴	
کود کبوتری	۳۴/۸۱	۴۲۹۸۰	۱۴۵۸۹	۳۴/۴۹	
سالیسیلیک‌اسید	۳۱/۲۷	۴۳۱۳۱	۱۳۱۹۴	۳۰/۶۰	
سولفات روی	۳۴/۸۵	۴۲۴۵۰	۱۵۵۴۰	۳۳/۴۷	
LSD 5%		۲/۴۴۶	۴۳۴۹	۱۵۵۲	۱/۸۹

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.

بررسی تأثیر محلول پاشی کودهای مختلف نانو و آمینواسید بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی دانه و عملکرد گیاه ذرت

روی، منگنز و مس برای رشد گیاه و واکنش‌های متابولیکی مختلف مورد نیاز هستند (Janmohammadi *et al.*, 2016; Goudarzi *et al.*, 2014). گزارش شده است که کودهای نانو، پارامترهای رشد (ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد برگ در بوته) تولید ماده خشک، تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهند که منجر به تولید بیش‌تر و انتقال فتوسنتز به قسمت‌های مختلف گیاه می‌شود (Ali & Al-Juthery, 2017). مشابه نتایج این پژوهش، Irmak *et al.* (2012) اعلام کردند که کاربرد آهن در مراحل رشد رویشی و زایشی با افزایش میزان کلروفیل، مقدار کربوهیدرات و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن اصلی گیاه، کیفیت و وزن دانه را افزایش می‌دهد.

شاخص برداشت در هر دو محل اجرای آزمایش با استفاده از نانوکلات NPK (به میزان ۲۳/۶۶ درصد)، نانوکلات روی (به میزان ۲۱/۰۵ درصد)، کود کبوتری (به میزان ۲۰/۴۴ درصد) و سولفات روی (به میزان ۱۸/۵۸ درصد) نسبت به شاهد، بیش‌تر بود (جدول ۷). به‌طور کلی، منابع مختلف کودهای نانو نسبت به کودهای آمینوکلات بر وزن دانه تأثیر بیش‌تری داشتند. کودهای نانو و آمینواسید در گیاهان تیمار شده با آهن و روی عملکرد دانه بیش‌تری داشتند، اما عملکرد بیولوژیکی بیش‌تر تحت تأثیر کودهای آمینوکلات آهن، آمینوکلات فسفر، نانوکلات کامل ۱۱ عنصره و آمینوکلات میکرومیکس نسبت به سایر کودها قرار گرفت. آهن،

جدول ۷. مقایسه میانگین ویژگی‌های بیوشیمیایی دانه و عملکرد گیاه ذرت تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

تیمار کودی	محتوای نشاسته (%)	محتوای پروتئین (%)	محتوای روغن (%)	پتاسیوم اسید (%)	وزن ۱۰۰ دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
شاهد	۶۶/۱۰ p	۹/۷۰ q	۳/۹۷ i-m	۳۵/۱۰ q	۲۹/۱۵ klm	۳۹۳۴۹۱	۱۱۰۰۴o	۲۷/۹۸ n
آمینوکلات میکرومیکس	۷۵/۵۱ bc	۱۲/۴۷ ab	۴/۶۹ abc	۴۴/۳۳ a	۳۴/۰۸b-j	۴۸۸۳۲ a-d	۱۴۹۶۶ b-f	۳۰/۳۵ a-e
آمینوکلات فسفر	۷۴/۹۳ cd	۱۱/۱۳ cde	۴/۰۶ g-k	۳۸/۶۷f-n	۳۳/۰۶c-k	۵۲۲۵۹ ab	۱۴۲۲۵ e-l	۲۷/۱۹ lm
آمینوکلات آهن	۷۷/۷۶ b	۱۰/۶۵ fg	۴/۹۸a	۴۳/۸۰b	۳۵/۲۵a-f	۵۲۳۹۲ a	۱۶۵۹۶ a	۳۱/۷۲ def
آمینوکلات پتاسیم	۷۲/۸۸ d-k	۱۰/۱۶ k-p	۴/۳۳ d-g	۳۷/۳۸j-o	۳۴/۱۵b-i	۴۷۰۶۳ c-h	۱۳۴۵۴ j-n	۲۹/۶۱ m
آمینوکلات منیزیم	۷۳/۶۴ c-f	۱۰/۳۳ g-m	۴/۱۴ e-j	۳۹/۹۳e-h	۳۱/۵۰f-k	۴۲۸۴۶ f-j	۱۳۱۵۰ k-n	۳۰/۸۱ j-m
آمینوکلات بر	۷۳/۹۷ cde	۱۰/۴۴ fgh	۴/۲۷ e-i	۴۰/۱۵e-g	۳۲/۰۲d-l	۴۴۱۱۹ c-h	۱۳۴۲۷ i-n	۳۰/۸۰ k-m
نانوکلات NPK	۸۰/۶۶ a	۱۲/۷۰ a	۴/۳۹ c-f	۴۰/۳۹ef	۳۵/۸۶abc	۴۶۰۳۵ d-k	۱۵۹۲۰ abc	۳۴/۶۰ a
نانوکلات کامل ۱۱ عنصره	۷۳/۵۰ c-h	۱۰/۳۷ g-l	۴/۳۳ d-g	۳۹/۲۴e-l	۳۵/۰۲a-g	۵۰۹۵۱ abc	۱۴۵۴۱ d-h	۲۸/۵۵ lm
نانو آهن	۷۳/۵۹ c-g	۱۱/۲۲ c	۴/۷۲ ab	۴۲/۳۲de	۳۴/۶۵a-h	۴۸۰۲۲ b-f	۱۳۴۰۱ h-m	۲۸/۰۲ mn
نانوکلات کیلیترین کامل	۷۳/۰۸ d-j	۱۰/۲۹ h-n	۴/۰۲ h-l	۳۷/۴۶h-p	۳۵/۷۱a-d	۴۸۴۳۹ a-e	۱۵۴۶۴ a-e	۳۱/۹۶cde
نانوکلات روی	۷۱/۹۴ e-l	۱۰/۲۹ h-n	۴/۶۹ abc	۴۲/۶۰cd	۳۶/۳۴a	۴۷۸۹۶ c-g	۱۶۲۸۳ ab	۳۳/۸۷ ab
نانوکلات مس	۷۱/۵۳ f-o	۱۰/۳۹ ghk	۴/۵۶ a-e	۳۸/۸۴f-m	۳۰/۷۰jkl	۴۱۴۶۲ h-l	۱۳۱۲۲z-n	۳۱/۲۸ e-i
کود کبوتری	۷۳/۱۴ d-i	۱۰/۷۴ f	۴/۶۰ a-d	۴۱/۴۰def	۳۵/۶۵a-e	۴۴۰۶۲ f-j	۱۴۷۲۶ c-g	۳۳/۷۰ abc
سالیسیلیک اسید	۷۱/۹۱ e-n	۱۱/۱۵ cd	۴/۴۲ b-e	۴۳/۱۴bc	۳۱/۹۸e-j	۴۲۲۷۳ gkl	۱۲۴۴۷ n	۲۹/۴۱ j-m
سولفات روی	۷۱/۹۴ e-m	۱۰/۲۳ h-o	۴/۲۸ e-h	۴۱/۳۹d-g	۳۶/۳۱ab	۴۵۹۴۳ b-f	۱۵۹۰۸ a-d	۳۳/۱۸ a-d
LSD %	۲/۳۵۰	۰/۳۲۰۵	۰/۳۰۹۳	۱/۳۷۹۱	۲/۴۴۶	۴۳۴۹	۱۵۵۲	۱/۸۹

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد.

باعث بهبود محتوای اسیدهای چرب غیراشباع و افزایش کیفیت روغن شدند. سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان یک فیتوهورمون، تجمع اسیدهای چرب اشباع‌نشده و کیفیت روغن را افزایش داد. استفاده از آمینوکلات آهن، نانوکلات روی، نانوکلات NPK و سولفات روی نسبت به تیمارهای دیگر در هر دو محل آزمایش بر عملکرد دانه تأثیر بیش‌تری داشتند. با کاربرد نانوکلات NPK بیش‌ترین شاخص برداشت در هر دو محل آزمایش به‌ترتیب با ۳۶ و ۱۳ درصد افزایش نسبت به شاهد برای ارومیه و عجب‌شیر به‌دست آمد که این امر می‌تواند به‌علت اقلیم معتدل‌تر و میانگین بارندگی سالانه بیش‌تر ارومیه (دارای رژیم رطوبتی نیمه‌خشک) در مقایسه با اقلیم سردتر و خشک‌تر عجب‌شیر باشد، نتیجه‌گیری شد کاربرد کودهای کلاته نانو و آمینواسید نه تنها عملکرد کمی گیاه ذرت را افزایش می‌دهند، بلکه کیفیت بیوشیمیایی دانه حاصل از آن را نیز بهبود می‌بخشند.

۵. تشکر و قدردانی

از کلیه استادان و کارکنان گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و دانشگاه پیام‌نور، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Adhikari, T., Kundu, S., Biswas, A. K., Tarafdar, J. C., & Rao A. S. (2012). Effect of copper oxide nano particle on seed germination of selected crops. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2, 815-823.
- Adhikari, T., Kundu, S., Biswas, A. K., Tarafdar, J. C., & Subba, R. A. (2015). Characterization of Zinc Oxide Nano Particles and its Effect on Growth of Maize (*Zea mays* L.) Plant. *Journal of Plant Nutrition*, 38(10), 1505-1515.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با محلول‌پاشی نانوکلات آهن روی گیاه سویا تحت محدودیت آبی، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بیش‌تر شده است (Sheshbahre & Movahedi, 2011). تأثیر مثبت عناصر روی، آهن و مس بر عملکرد دانه ذرت در مطالعه Goudarzi *et al.* (2014) گزارش شده است. استفاده از کود نانو+ اسیدهای آمینه در گندم باعث افزایش قابل‌توجه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و هم‌چنین شاخص برداشت شد (Kandil & Marie, 2017). در پژوهشی دیگر Gomaa *et al.* (2015) اظهار کردند که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و پروتئین دانه هیبرید ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ریزمغذی‌ها قرار گرفتند. در این راستا، می‌توان عملکرد دانه بیش‌تر در ارومیه را به استفاده مناسب‌تر و فراوان‌تر گیاه از مواد مغذی در این محل نسبت داد، که احتمالاً مربوط به اقلیم معتدل‌تر و مناسب‌تر ارومیه از لحاظ دمای بهینه رشد و نمو، ذخیره رطوبتی و بارندگی بیش‌تر نسبت به اقلیم عجب‌شیر در طول فصل رشد گیاه ذرت می‌باشد.

۸. نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت منابع جدید کودی جهت جایگزینی با کودهای شیمیایی رایج، از نظر آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری در تولیدات کشاورزی، براساس نتایج این پژوهش مشخص شد کاربرد کودهای آمینوکلات آهن، نانوآهن و آمینوکلات میکرومیکس محتوای نشاسته، روغن و پروتئین دانه‌های ذرت را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید. استفاده از کودهای آمینوکلات منیزیم، آمینوکلات میکرومیکس، آمینوکلات پتاسیم و نانوکلات NPK مقدار اسیدهای چرب اشباع را به‌ترتیب ۳۷/۷۶، ۳۱/۷۲، ۲۹/۸۶ و ۲۱/۰۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد، اما کودهای نانوآهن، نانوکلات روی، نانوکلات مس و کود کبوتری نسبت به سایر کودها،

- Ali, N.S., & Al-Juthery, H. W. (2017). The application of nanotechnology for micronutrient in agricultural production (review article). *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 9(48), 489-441.
- Anjum, N. A., Gill S. S., & Gill, R. (2014). *Plant adaptation to environmental change: Significance of amino acids and their derivatives*. Published by CABI, Oxfordshire, UK.
- AOAC. (2009). *Official methods of analysis of the association of official Analytical Chemists*, 16th edn. AOAC International, Gaithersburg, 744-745.
- Aytac, Z., Gulmezoglu, N., Saglam, T., Kulan, E. G., Selengil, U., & Hosgun, H. L. (2017). Changes in N, K, and fatty acid composition of black cumin seeds affected by nitrogen doses under supplemental potassium application. *Journal of Chemistry*, Article ID 3162062, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2017/3162062>
- Bagrintseva, V. N., & Sukhoyatskaya, G. N. (2011). Economic Efficiency of Mineral Fertilizers on Corn Hybrids. *Russian Agricultural Sciences*, 37(5), 367-369.
- Barrera-Arellano, D., Badan-Ribeiro, A. P., & Serna-Saldivar, S. O. (2019). Corn: Chemistry and Technology (Third Edition), Chapter 21 - Corn Oil: Composition, Processing, and Utilization, 593-613
- Brankov, M., Simi, M., Dolijanovi, Z., Rajkovi, M., Mandi, V., & Dragicevi, V. (2020). The Response of Maize Lines to Foliar Fertilizing. *Agriculture*, 10(9), 365.
- Clegg, K. M. (1956). The application of anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal Sciences Food Agriculture*, 7(1), 40-44. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740070108>
- Daneshmandi, M. S., & Seyyedi, S. M. (2019). Nutrient availability and saffron corms growth affected by composted pistachio residues and commercial poultry manure in a calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(12), 1465-1475.
- Elanchezhiana, R., Kumarb, D., Ramesha, K., Biswasa, A. K., Guheyb, A., & Patra, A. K. (2017). Morpho-physiological and biochemical response of maize (*Zea mays* L.) plants fertilized with nano-iron (Fe₃O₄) micronutrient. *Journal of Plant Nutrition*, 40(14), 1969-1977.
- Estaji, A., & Niknam, F. (2020). Foliar salicylic acid spraying effect on growth, seed oil content and physiology of drought-stressed *Silybum marianum* L. plant. *Agricultural Water Management*, 234(2), 106116.
- FAOSTAT. (2020). Statistical databases and data sets of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
- Gomaa, M. A., Radwan, F. I., Kandil, E. E., & El-Zweek, S. M. A. (2015). Effect of some macro and micronutrients application methods on productivity and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(01), 01-11.
- Goudarzi, H., Kasraei, P., & Zand, B. (2014). Effect of different concentrations of Fe and Zn salty soils in Qom. *International Congress of Oilseeds Research*, Gorgan.
- Gutierrez, F. J., Mussons, M. L., Gatón, P., & Rojo, R. (2012). Nanotechnology and Food Industry. *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*, IntechOpen, Croatia Book Chapter.
- Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Moller, I. S., & White P. (2012). Functions of macronutrients: Potassium. In: Marschner, Petra. (Eds.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (Third Edition), Elsevier, Adelaide, 178-189.
- Heshmati, S., Amini Dehaghi, M., & Fathi Amirkhiz, K. (2017). Effects of biological and chemical phosphorous fertilizer on grain yield, oil seed and fatty acids of Spring Safflower in water deficit conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 48(1), 159-169.
- Ibrahim, E. E., & Mohamed, F. (2012). Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.), *African Journal of Microbiology Research. Academic Journals*, 6(24), 5100-5109.
- Irmak, S., Çıl, A. N., Yücel, H., & Kaya, Z. (2012). The effects of iron application to soil and foliarly on agronomic properties and yield of peanut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10(3/4), 417-422.
- Janmohammadi, M., Navid, A., Segherloo, A. E., & Sabaghnia, N. (2016). Impact of nanochelated micronutrients and biological fertilizers on growth performance and grain yield of maize under deficit irrigation condition. *Biologija*, 62(2), 134-147.
- Kandil, E. E., & Marie, E. A. O. (2017). Response of Some Wheat Cultivars to Nano-Mineral Fertilizers and Amino Acids Foliar Application. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38(1), 53-68.
- Kaplan, M., Kale, H., Karaman, K., & Unlukara, A. (2017). Influence of different irrigation and nitrogen levels on crude oil and fatty acid composition of maize (*Zea mays* L.). *Grasas y Aceites*, 68(3), e207. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0222171>

- Kaur, N., Chugh, V., & Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods- a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2289-2303.
- Khani Basiri, H., Sedghi, M., & Seyed Sharifi, R. (2017). Effect of salicylic acid on the quality of edible oil and fatty acids composition in different regions of sunflower (*Helianthus annuus* L.) heads. *Iranian Journal of plant physiology*, 8(1), 2285-2292.
- Krueger, K., Goggi, A.S., Mallarino, A.P., & Mullen, R.E. (2013). Phosphorus and Potassium Fertilization Effects on Soybean Seed Quality and Composition. *Crop Science*, 53(2), 602-610.
- Mosanna, R., & E. K. Behrozytar (2015). Morpho physiological response of maize (*Zea mays* L.) to zinc nano-chelate foliar and soil application at different growth stages. *Journal on New Biological Reports*, 4(1), 46-50.
- Nadi, E., Aynehband, A., & Mojaddam, M. (2013). Effect of nano-iron chelate fertilizer on grain yield, protein percent and chlorophyll content of Faba bean (*Vicia faba* L.). *International Journal of Biosciences*, 3(9), 267-272.
- Nedovic, V., Raspor, P., Levic, J., Tumbas Saponjac, V., Barbosa-Canovas, G. V. (2016). *Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food* (Food Engineering Series). Aqueous Fractionation of Dry-Milled Corn Germ for Food Protein Production, 10(21), 443-461.
- O'Donovan, J. T., Izydorczyk, M. S., Tidemann, B., Edney, M. J., Turkington, T. K., Grant, C. A., Harker, K. N., & Gan, Y. (2017). Effect of preceding crop and nitrogen application on malting barley quality. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(6), 1014-1023. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0411>.
- Preciado-Ortiz, R. E., Garcia-Lara, S., Ortiz-Islas, S., Ortega-Corona, A., & Serna-Saldivar, S. O. (2013). Response of recurrent selection on yield, kernel oil content and fatty acid composition of subtropical maize populations. *Field Crops Research*, 142, 27-35.
- 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.
- Raeisi, M., Farahani, L., & Palashi, M. (2014). Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. *International Journal of Biosciences*, 4(1), 463-468.
- Ray, K., Banerjee, H., Dutta, S., Hazra, A. K., & Majumdar, K. (2019). Macronutrients influence yield and oil quality of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Plos One*, 14(5), e0216939. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216939>
- Sanjeev, P., Chaudhary, D. P., Sreevastava, P. S., Saha, A., Rajenderan, J. C., & Sekhar, L. (2014). Comparison of fatty acid profile of specialty maize to normal maize. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 1001-1005.
- Savadi, S., Lambani, N., Kashyap, P. L., & Bisht, D. S. (2017). Genetic engineering approaches to enhance oil content in oilseed crops. *Plant Growth Regulation*, 83, 207-222.
- Sharifi, M. R., Khajali, F., & Hassanpour, H. (2016). Antioxidant supplementation of low-protein diets reduced susceptibility to pulmonary hypertension in broiler chickens raised at high altitude. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(1), 69-76.
- Sheshbahreh, M., & Movahedi Dennoudi, M. (2011). Effect of foliar application of iron and zinc on the growth of soybean seed vigor in drought conditions. *Electronic Journal of Crop Production*, 5, 19-35. (In Persian).
- Souri, M. K. (2015). *Chelates and Amino-chelate Fertilizers; and their role in plant nutrition*. EATK Press, Tehran-Iran, pp 188.
- Souri, M. K. (2016). Amino-chelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agriculture*, 1(1), 118-123.
- Subbaiah, L. V., Prasad, T. N., Krishna, T. G., Sudhakar, P. B., Reddy, R., & Pradeep, T. (2016). Novel effects of nanoparticulate delivery of zinc on Growth, productivity, and zinc biofortification in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(19), 3778-3788.
- White, A. M., Zipkin, E. F., Manley, P. N., & Schlesinger, M. D. (2013). Conservation of avian diversity in the Sierra Nevada: Moving beyond a single-species management focus. *Plos One*, 8(5), e63088. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063088>