



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تأثیر مدیریت زمان و سطوح محلول پاشی نانوذرات پتاسیم بر صفات کمی و کیفی رازیانه

مریم غلامشاهی^۱، احمد مهربان^{۲*}، حمیدرضا مبصر^۳، حمید رضا گنجعلی^۴

دریافت ۱۴۰۲/۱۱/۲۰، پذیرش ۱۴۰۲/۳/۲۷

چکیده

به منظور ارزیابی کشت رازیانه تحت تأثیر مدیریت زمان و سطوح مختلف محلول پاشی نانوذرات پتاسیم در شهرستان بم، این پژوهش طی دو سال در بهار سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. مراحل مختلف محلول پاشی به عنوان عامل اول در سه مرحله ساقه‌دهی، گل‌دهی و میوه‌دهی؛ و غلظت‌های مختلف نانوذرات پتاسیم به عنوان عامل دوم در پنج غلظت شامل عدم محلول پاشی (شاهد)، ۲، ۳، ۴ و ۵ در هزار بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۸۴/۵۹ سانتی‌متر)، عملکرد زیست‌توده (۴۹۳۱/۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۳۳۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (۵/۰۹ گرم)، تعداد چتر در بوته (۴۵/۹۷ عدد)، کربوهیدرات بذر (۳/۱۲ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین میزان کلروفیل **a**، **b** و کل (به ترتیب ۲/۷۳، ۰/۵۴ و ۳/۲۷ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار ۳ در هزار نانوذرات پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی در سال دوم آزمایش حاصل شد. همچنین بیشترین درصد اسانس بذر (۴/۳۷ درصد) در تیمار ۵ در هزار نانوذره پتاسیم، و بیشترین عملکرد اسانس بذر (۶۹/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۴ در هزار نانوذره پتاسیم در مرحله میوه‌دهی در سال دوم آزمایش به دست آمد. با توجه به یافته‌های پژوهش به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس بذر محلول پاشی در غلظت ۴ در هزار نانوذره پتاسیم در مرحله میوه‌دهی در سال دوم آزمایش پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: اسانس، عناصر ضروری، کربوهیدرات، کلروفیل، فناوری نانو

۱- گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

۲- گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، زاهدان، ایران. مسئول مکاتبات: ahmadmh2004@yahoo.com

۳- گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

۴- گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

غلامشاهی، م.، مهربان، الف، مبصر، ح.ر.، گنجعلی، ح.ر. تأثیر مدیریت زمان و سطوح محلول پاشی نانوذرات

پتاسیم بر صفات کمی و کیفی رازیانه. (۱۵): ۵۲-۶۹-۵۴

مقدمه

طی چند سال اخیر استراتژی‌های مختلف تغذیه گیاه بر پایه حفظ محیط زیست و دسترسی بهتر عناصر غذایی برای گیاه مورد بررسی قرار گرفته است، که یکی از مهمترین آنها استفاده از فناوری نانو می‌باشد. فناوری نانو عبارت از هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی و مولکولی با هدف در دست گرفتن کنترل آن‌ها در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آنها در این سطوح است (لیو و لال، ۲۰۱۴). با توجه به مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و در نتیجه آلودگی آب‌های زیرزمینی و شور شدن خاک، استفاده از کودهای نانو بسیار کارآمد و موثر است. راوات و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که کودهای نانو پتانسیل استفاده به عنوان یک محرک رشد گیاه را دارند و می‌توانند تبادل گازی گیاه و کارایی ریشه را افزایش دهند. استفاده از نانوکودها سبب افزایش کارایی عناصر غذایی می‌شوند، به طوری که علاوه بر رهاسازی مداوم عناصر غذایی، جذب و انتقال آنها از طریق برگ نیز به سهولت انجام می‌گیرد. از جمله ویژگی‌های جالب توجه مواد نانو، سبک و کوچک بودن آنها و صرفه‌جویی در مواد مصرفی است (سوبرامانیان و تیروناووکاراسو، ۲۰۱۷). بنابراین مدیریت تغذیه در گیاهان زراعی یکی از مهمترین عواملی است که بر رشد و تولید اثر می‌گذارد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۸). در بین عناصر مورد استفاده به صورت کود، پتاسیم مهمترین کاتیون یک ظرفیتی است که دارای جذب انتخابی بوده و در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه و فعال کردن آنزیم‌های گیاهی نقش مهمی دارد (لارکی و همکاران، ۲۰۱۵). مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند زیست توده گیاهی و جذب فلز توسط گیاه را افزایش دهد. در این رابطه مقدار و منابع کودی پتاسیمی دارای اهمیت خاصی هستند (محمدیان و همکاران، ۱۳۹۵). پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری، کم‌آبی، انواع تنش‌ها، آفت‌ها و بیماری‌ها گردیده و کارایی آب و کود را افزایش می‌دهد (جعفرزاده و همکاران، ۲۰۱۳). پتاسیم به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و جذب دی اکسید کربن نقش حیاتی در رشد و فتوسنتز دارد. فعالیت اخیر نتیجه تشکیل **ATP** بیشتر بوده که برای تجمع مواد فتوسنتزی در آوند آبکش لازم است (گاردنر و همکاران، ۲۰۱۱). اهمیت، جایگاه و نقش ویژه و رو به افزایش گیاهان دارویی و صنعتی در مدیریت پایدار به ویژه در ابعاد کلان توسعه اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی، اشتغال، امنیت غذایی و ذخایر ژنتیکی در عرصه ملی و جهانی به حدی است که می‌توان امروزه روند احیاء و نقش آنها را به ویژه در تأمین دارو به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه در کشور مورد توجه قرار داد (پوریوسف، ۱۳۹۳). رازیانه از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه ای است که در تمام دارونامه های معتبر از آن به عنوان نوعی گیاه دارویی پراهمیت یاد شده است (صفایی و همکاران،

۱۳۹۰). رازیانه^۲ از خانواده چتریان^۳ و از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایران و جهان است که امروزه از آن در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده فراوانی می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۹۲). این گیاه بومی جنوب اروپا و منطقه مدیترانه بوده و در فرانسه، اسپانیا، پرتغال و شمال آفریقا به حالت خودرو رشد می‌کند (لیم، ۲۰۱۳). مردم یونان و روم باستان از خواص دارویی آن اطلاع کاملی داشتند و برای درمان برخی بیماری‌ها از آن استفاده می‌کردند (امیدبیگی، ۱۳۹۲). رازیانه یکی از چهار گیاه ادویه‌ای بسیار مهم است که در سراسر نواحی معتدل و نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود (راج و تاکرال، ۲۰۰۸). استان‌های عمده تولید کننده آن همدان، خراسان، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان می‌باشند، با سطح زیر کشتی در حدود ۱۰۶۶ هکتار و همدان بیشترین میزان عملکرد بذر در واحد سطح (۲۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) را داراست. یکی از دلایل عمده محدودیت توسعه سطح زیر کشت رازیانه در ایران، کمبود تحقیقات به زراعی و به نژادی، بالا بودن هزینه و پایین بودن بازده تولید است (صفایی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین تحقیق حاضر در راستای زمان و غلظت‌های مطلوب محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم در تولید رازیانه به عنوان یک گیاه دارویی پراهمیت در شهرستان بم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر مدیریت زمان و سطوح محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم بر صفات کمی و کیفی رازیانه، این پژوهش طی دو سال در بهار سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. شهرستان بم، با مختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۶ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا با آب و هوایی خشک و میانگین بارندگی سالانه ۶۴ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ۲۳/۸ درجه سانتی‌گراد، در فاصله ۱۹۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کرمان قرار دارد (www.irimo.ir).

جدول ۱- میانگین آمار هواشناسی در بهار دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰

سال		۱۴۰۱-۱۴۰۰		۱۴۰۰-۱۳۹۹	
ماه	خرداد	اردیبهشت	فروردین	خرداد	اردیبهشت
میانگین دما (سانتی‌گراد)	۳۵/۶۵	۳۰/۰۰	۲۷/۲۴	۳۶/۱۴	۳۰/۲۶
بارش (میلی‌متر)	۰/۰۰	۲/۱۱	۵/۲	۰/۴	۱/۲
					۱۵/۲۱

مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

سال	بافت	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	EC (Ds/m)	pH	O.C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Cu (mg/g)	Mn (mg/g)	Fe (mg/g)	Zn (mg/g)
اول	لوم	۶۴	۲۴	۱۲	۱/۹۲	۷/۹۷	۰/۷۹	۰/۰۱	۸	۱۲۹/۵۳	۱/۷	۷/۸	۶/۸	۰/۵
دوم	شنی				۱/۸۰	۷/۷۰	۰/۸۳	۰/۰۱	۸/۱	۱۴۱	-	-	-	-

^۲ *Foeniculum vulgare* Mill

^۳ *Apiaceae*

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش مراحل مختلف محلول‌پاشی به عنوان عامل اول در سه مرحله ساقه‌دهی، گل‌دهی و میوه‌دهی؛ و غلظت‌های مختلف نانوذرات پتاسیم به عنوان عامل دوم در پنج غلظت شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد)، ۲، ۳، ۴ و ۵ در هزار نانوذرات پتاسیم بودند. بذره‌ای مورد نیاز جهت کشت از توده محلی رازیانه انتخاب و بعد از اطمینان از قوه نامیه مناسب، تهیه شد. به منظور اجرای عملیات زراعی در سال اول آزمایش در تاریخ ۲۶ بهمن ماه ۱۳۹۸ و در سال دوم در تاریخ ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ زمانی که دمای خاک مناسب بود، زمین زراعی با یک شخم و دو دیسک سبک عمود بر هم، آماده و با لولر تسطیح شد. هر کرت با طول ۴ متر و عرض ۳ متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر، و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری قبل از کشت به صورت ثقلی و نشتی بود. پس از گاوورو شدن زمین عملیات کاشت به ترتیب در سال‌های اول و دوم آزمایش در تاریخ سوم اسفند ماه ۱۳۹۸ و دوم اسفند ماه ۱۳۹۹ به صورت دست‌پاش در چاله‌هایی به عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متر و در هر چاله ۳ تا ۴ بذر در کرت‌های مذکور صورت گرفت و بلافاصله عملیات آبیاری انجام شد. بذرها با استفاده از رطوبت خاک جوانه زده و طی یک هفته سبز شدند. در این زمان خاک خشک شده و آبیاری دوم انجام شد. دور آبیاری هر ۴ تا ۵ روز یکبار بود، مگر اینکه شرایط خاصی نظیر دمای بالا به مدت طولانی سبب تغییر دور آبیاری گردید. به طور کلی مسئله آبیاری در انجام بازدیدهای مزرعه‌ای کنترل و برنامه‌ریزی شد. جهت دستیابی به تراکم مطلوب، عمل تنک کردن در دو مرحله شش و هشت برگی صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز در دو مرحله در نیمه دوم فروردین و اردیبهشت ماه به روش مکانیکی (وجین دستی) و با نیروی کارگری انجام شد. مقدار و نوع کود مصرفی با توجه به آزمایش خاک، شامل ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار در مرحله خاکورزی و کود اوره در سه مرحله هنگام کاشت، ساقه‌دهی و قبل از گلدهی به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با آب آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. همچنین محلول‌پاشی کود نانو ذرات پتاسیم بر اساس تیمارهای مورد مطالعه روی گیاه اعمال شد. محلول‌پاشی در ساعات پایانی روز و هنگام غروب آفتاب با سمپاش پشتی تلمبه‌ای و با فشار یکسان روی بوته‌ها انجام شد. فاصله نازل سم‌پاش تا بالای بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. محلول‌پاشی تا زمان جاری شدن قطرات محلول از روی بوته‌ها ادامه یافت. بذره‌ای رازیانه به طور همزمان نمی‌رسند و پس از رسیدن از گیاه جدا و به اطراف پراکنده می‌شوند. از این رو قبل از ریزش باید محصول را برداشت نمود. عملیات برداشت در سال‌های اول و دوم آزمایش به ترتیب در تاریخ ۱۱ مرداد ماه ۱۳۹۹ و ۹ مرداد ماه ۱۴۰۰ پس از حذف ردیف‌های کناری و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۷۰ درصد برگ‌ها و چترها) با نمونه‌برداری از ۱۰ بوته به طور تصادفی آغاز گردید. اندازه‌گیری ارتفاع بوته از محل یقه در سطح خاک تا نوک بوته با استفاده از متر پارچه‌ای بر حسب سانتی‌متر انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد زیست‌توده ابتدا بذور از نمونه‌ها جدا و سپس به کمک دستگاه آون (در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) تا حصول وزن ثابت خشک شدند، سپس به همراه بذور وزن و بر مبنای کیلوگرم در هکتار گزارش گردید. جهت بررسی و محاسبه عملکرد دانه، بعد از جداسازی دانه از بوته، عملکرد دانه در هکتار بر حسب کیلوگرم در هکتار بوسیله ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. تعداد چتر در بوته و دانه در چتر ۱۰ بوته به

طور جداگانه شمارش و میانگین آنها محاسبه گردید. جهت محاسبه وزن هزاردانه تعداد چهار نمونه ۱۰۰ تایی بطور تصادفی انتخاب و میانگین وزنی به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب و برحسب گرم برای هر کرت آزمایشی گزارش گردید. تعیین درصد اسانس دانه با کمک از روش انجام شده در تحقیق میرعبداللهی (۱۳۹۰) انجام شد. سپس عملکرد اسانس از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه شد. برای اندازه گیری کربوهیدرات های محلول برگ از روش ایریگوین و همکاران (۱۹۹۲) و برای اندازه گیری کلروفیل برگ از روش آرنون (۱۹۶۵) استفاده شد. اندازه گیری غلظت نیتروژن با استفاده از روش کلدال (۱۸۸۳)، فسفر با استفاده از روش اولسن و همکاران (۱۹۵۴) و پتاسیم به روش شعله سنجی با استفاده از دستگاه نورسنج شعله ای (فلیم فتومتر) در آزمایشگاه اندازه گیری و تعیین شد.

پس از جمع آوری داده ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار **SAS** (نسخه ۹/۴) و ترسیم جداول با استفاده از نرم افزار **Word** انجام گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، ارتفاع بوته رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات رازیانه تحت تاثیر مراحل و سطوح محلول پاشی نانوپتاسیم

منابع تغییرات	د.ف.ا	د.ف.ب	د.ف.ج	د.ف.د	د.ف.ه	د.ف.و	د.ف.ز
سال	۱	۳۲۲/۸۹**	۶۳۹۹۸۳/۷۴*	۴۶۱۰۰۳/۸۴**	۱/۶۱۴۷**	۱۹۳/۹۸**	۳۷۳/۲۱**
مراحل محلول پاشی	۲	۴۹/۷۲*	۱۲۳۹۰۶۶/۲۵**	۴۲۴۸۲۶/۴۲**	۰/۱۷۳۶ ^{ns}	۱۴۹/۶۲**	۶۲/۰۶*
سال×مراحل محلول پاشی	۲	۳۵/۷۹*	۹۹۱۲۶۰/۵۷**	۲۳۰۰۷۴/۴۰*	۰/۰۸۶۴ ^{ns}	۱۲۱/۸۶**	۳۷/۶۲ ^{ns}
غلظت محلول پاشی	۴	۱۴۱/۹۱**	۱۶۵۵۱۰۵/۹۰**	۵۵۵۹۰۹۷/۶۵**	۰/۲۹۰۵*	۵۵/۸۱**	۲۶۲/۸۶**
سال×غلظت محلول پاشی	۴	۳۲/۶۲*	۱۷۱۹۹۱/۶۱ ^{ns}	۱۰۱۳۱۸۹/۶۶**	۰/۰۶۰۱ ^{ns}	۸/۵۴ ^{ns}	۶۸/۹۸**
مراحل×غلظت محلول پاشی	۸	۵۲/۴۳**	۶۷۰۰۱۲/۵۲**	۵۱۶۴۹۴/۳۳**	۰/۲۲۵۵*	۶۳/۹۲**	۸۲/۶۴**
سال×مراحل×غلظت محلول پاشی	۸	۳۸/۴۷**	۵۵۹۷۵۲/۲۵**	۵۷۲۳۵۴/۸۳**	۰/۱۷۸۸*	۳۹/۷۰**	۲۷/۰۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۱۱/۳۰	۱۵۷۵۰۴/۳۸	۵۸۴۹۰/۷۷	۰/۰۸۱۳	۱۳/۴۹۶	۱۴/۰۶۸
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۶۴	۱۰/۲۴	۱۶/۱۳	۶/۲۷	۱۱/۱۰	۲/۸۸

^{ns}: غیر معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۴) می توان مشاهده نمود که بیشترین ارتفاع بوته برابر با ۸۴/۵۹ سانتی متر در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلول پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله

میوه‌دهی در سال اول آزمایش ۲۰ واحد افزایش نشان داد. نقش پتاسیم در حفظ پتانسیل آب سلول و کمک به جذب آب توسط گیاه، از دلایل افزایش ارتفاع بوته‌های رازیانه در واکنش به مصرف نانوذره پتاسیم می‌باشد. پتاسیم با تأثیری که در رشد و فتوسنتز گیاه، تنظیمات روزنه‌ای و فعال کردن حداقل ۶۰ آنزیم گیاهی داشته (سلوایریتا و بالاکریشنن، ۲۰۱۷) می‌تواند به عنوان محرک رشد طولی سلول‌ها همراه با مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفردار در افزایش ارتفاع بوته نقش داشته باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات رازیانه تحت تاثیر مراحل و سطوح محلول‌پاشی نانو پتاسیم

تیمارهای آزمایشی											
ارتفاع بوته (سانتی متر)	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	پشت در بوته (تعداد)							
					سال	مراحل محلول پاشی	غلظت محلول پاشی				
e-i	۶۸/۰۲	e-j	۳۴۶۸/۹	lm	۷۸۳/۳	efg	۴/۲۴۷	d-g	۳۰/۵۳	ساقه دهی	شاهد
c-h	۷۲/۲۰	d-i	۳۷۷۰/۳	e-k	۱۲۸۳/۶	efg	۴/۲۳۱	d-g	۳۲/۴۳		۲ در هزار
bcd	۷۶/۴۱	b-f	۴۱۱۳/۲	b	۲۷۹۸/۸	a-f	۴/۶۳۵	de	۳۴/۹۴		۳ در هزار
c-h	۷۲/۵۲	c-h	۳۹۵۴/۱	de	۱۷۲۸/۲	a-f	۴/۵۴۸	d-g	۳۲/۶۹		۴ در هزار
d-i	۷۰/۵۸	c-i	۳۸۸۰/۷	f-l	۱۲۴۴/۵	b-f	۴/۴۷۳	d-g	۳۱/۹۰		۵ در هزار
d-h	۷۱/۲۵	ij	۳۱۳۷/۰	m	۵۸۸/۲	fg	۴/۱۶۳	efg	۲۹/۵۵	گل دهی	شاهد
e-i	۶۸/۵۷	d-j	۳۶۶۸/۹	e-h	۱۴۶۸/۶	efg	۴/۲۷۳	d-g	۳۲/۱۲		۲ در هزار
cde	۷۴/۶۶	a-e	۴۲۵۴/۶	e-j	۱۳۶۱	a-f	۴/۵۵۲	def	۳۴/۵۸		۳ در هزار
d-i	۷۰/۹۷	b-g	۴۰۸۰/۷	efg	۱۵۵۹	a-f	۴/۵۶۴	d-g	۳۱/۴۳		۴ در هزار
c-g	۷۲/۵۹	c-h	۳۹۳۷/۰	bc	۲۳۷۹/۱	a-f	۴/۶۰۱	d-g	۳۰/۰۷		۵ در هزار
i	۶۴/۵۹	j	۲۹۳۴/۹	m	۵۷۶/۳	g	۳/۹۰۵	g	۲۵/۷۲	میوه دهی	شاهد
ghi	۶۶/۴۴	e-j	۳۵۰۴/۲	j-m	۹۵۲/۱	efg	۴/۲۷۳	fg	۲۷/۴۹		۲ در هزار
d-i	۷۰/۰۰	a-d	۴۳۱۳/۲	efg	۱۴۷۶/۸	d-g	۴/۴۰۷	def	۳۴/۰۳		۳ در هزار
f-i	۶۶/۵۶	d-j	۳۶۵۱/۷	g-l	۱۱۴۵/۸	b-f	۴/۴۶۹	d-g	۳۱/۶۴		۴ در هزار
d-h	۷۱/۲۸	e-j	۳۴۹۵/۵	e-j	۱۳۵۱/۴	c-g	۴/۴۴۳	fg	۲۷/۲۴		۵ در هزار
e-i	۶۹/۶۳	g-j	۳۳۰۸/۱	g-l	۱۱۱۱/۹	b-f	۴/۴۹۷	d-g	۳۱/۸۰	ساقه دهی	شاهد
e-i	۶۹/۵۳	b-f	۴۱۵۴/۱	f-l	۱۲۲۸/۸	a-f	۴/۶۹۳	d-g	۳۲/۵۳		۲ در هزار
a	۸۴/۵۹	a	۴۹۳۱/۳	a	۳۳۱۱/۱	a	۵/۰۹۹	a	۴۵/۹۷		۳ در هزار
ab	۸۱/۵۸	ab	۴۷۷۳/۹	cd	۲۰۸۰/۹	a-f	۴/۶۵۷	ab	۴۲/۸۹		۴ در هزار
bc	۷۸/۳۱	abc	۴۵۶۱/۸	e-i	۱۴۵۱/۴	b-f	۴/۴۸۱	abc	۴۲/۲۹		۵ در هزار

سال اول

سال دوم

۳۲/۱۰	d-g	۴/۲۷۸	efg	۹۸۷/۹	i-m	۳۱۷۷/۵	hij	۶۷/۷۴	f-i	شاهد	
۳۳/۹۳	def	۴/۷۱۹	a-f	۹۹۸/۱	h-m	۴۱۰۲/۰	b-f	۷۲/۹۷	c-g	۲ در هزار	
۳۶/۰۹	cde	۵/۰۲۸	ab	۲۶۰۲/۸	b	۴۹۲۸/۷	a	۷۴/۵۹	cde	۳ در هزار	گل دهی
۳۷/۴۳	bcd	۴/۸۵۹	a-d	۱۵۷۶/۸	efg	۳۷۰۴/۸	d-j	۷۶/۵۵	bcd	۴ در هزار	
۳۲/۰۱	d-g	۴/۹۴۷	a-d	۱۲۴۵/۸	f-l	۳۴۸۱/۴	e-j	۷۷/۹۳	bc	۵ در هزار	
۲۶/۳۱	g	۴/۲۶۵	efg	۸۵۸/۶	klm	۳۴۱۴/۳	f-j	۶۵/۸۸	hi	شاهد	
۳۰/۳۹	d-g	۴/۵۰۴	b-f	۱۳۲۸/۸	e-j	۳۸۲۳/۴	c-i	۷۰/۵۷	d-i	۲ در هزار	
۳۵/۵۲	de	۴/۹۷۸	abc	۲۴۰۷/۱	bc	۴۱۹۹/۱	a-f	۷۸/۳۶	bc	۳ در هزار	میوه دهی
۳۵/۳۰	de	۴/۷۶۴	a-e	۱۷۰۱/۹	def	۳۸۴۱/۹	c-i	۷۳/۲۵	c-f	۴ در هزار	
۳۱/۶۶	d-g	۴/۷۸۱	a-e	۱۳۸۳/۶	e-j	۳۶۶۴/۷	d-j	۷۲/۰۰	c-h	۵ در هزار	

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

حسنی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای روی نعنای فلفلی نشان دادند که کودهای آهن، نانو آهن، روی، نانو روی، پتاس و نانو پتاس به طور معنی داری ارتفاع بوته را در گیاه نعنای فلفلی نسبت به شاهد افزایش دادند. آنها معتقد بودند که کودهای شیمیایی معمول و نانو علاوه بر تحریک رشد، فعالیت متابولیکی را در گیاهان دارویی تغییر می‌دهند. نجفی وفا و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که استفاده از کودهای نانو روی در سطوح بالاتر به شکل محلول پاشی به طور معنی داری ارتفاع بوته را در گیاه مرزه نسبت به تیمار بدون کود افزایش داد.

عملکرد زیست توده

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، عملکرد زیست توده رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) می‌توان مشاهده نمود که بیشترین عملکرد زیست توده برابر با ۴۹۳۱/۳ کیلوگرم در هکتار در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلول پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال اول آزمایش ۱۹۹۶/۴ واحد افزایش نشان داد. می‌توان اظهار داشت که استفاده از نانو کود کلات پتاسیم ضمن دسترسی سریع عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش پیکره ریشی و تولید بیوماس را فراهم آورده است. پتاسیم به راحتی در سراسر گیاه حرکت می‌کند و به مقدار زیاد در بخش‌های فعال و در حال رشد گیاه وجود دارد، یون پتاسیم انتقال مواد حاصل از فتوسنتز را تسریع می‌کند که منجر به رشد بهتر گیاهان می‌شود (پاتیل، ۲۰۱۱). پتاسیم نقش حیاتی در فتوسنتز دارد چون باعث افزایش سطح برگ و جذب دی اکسید کربن و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می‌شود. فعالیت پتاسیم موجب تشکیل ATP بیشتر شده که برای تجمع مواد فتوسنتزی در آوند آبکش لازم است (گاردنر و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج کاظمی و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد برهمکنش تنش آبی و کودهای نانو و کودهای شیمیایی بر عملکرد زیستی معنی دار گردید. بالاترین عملکردهای زیستی و دانه به ترتیب در شرایط آبیاری + کود شیمیایی و آبیاری معمولی + ماکرونانوکود + میکرونانوکود بدست آمد. همچنین نتایج آزمایش آستانه و همکاران (۱۳۹۹)

در بررسی اثر متقابل تنش، اوره و کود نانوکلات نیتروژن نشان داد که در شرایط نرمال و قطع آبیاری در مرحله گلدهی بالاترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۱۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۱ کیلوگرم نانو کود نیتروژن در هکتار بدست آمد.

عملکرد دانه

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، عملکرد دانه رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۴) می توان مشاهده نمود که بیشترین عملکرد دانه برابر با ۳۳۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلول پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال اول آزمایش ۲۷۳۴/۸ واحد افزایش نشان داد. نتایج آزمایش های بخشایش و شرف الدین (۱۳۹۶) نشان داد نانوذرات فسفر، کلسیم، آهن، روی، بور و مولیدن سبب بهبود فتوسنتز و متابولیسم گیاه می گردد. لذا تلفیق میکرونانوکودها با ماکرونانوکودها می تواند عملکرد دانه را افزایش دهد. رامشیا و همکاران (۲۰۱۵) پس از آزمایش های خود روی نانوکودها، نانوکودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم را بسیار مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان دانستند. در آزمایش دیگری محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه زنی و ساقه دهی گندم، باعث افزایش قابل توجه عملکرد اقتصادی گردید (جعفرزاده و همکاران ۲۰۱۳). نتایج رضایی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد بر همکنش محلول پاشی متانول و نانو کود پتاس بر عملکرد دانه تأثیر معنی داری داشت. بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵ درصد حجمی متانول + ۴ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاس حاصل شد. طبق نتایج پژوهشگران، محلول پاشی سه در هزار نانو کلسیم باعث افزایش شاخص های رشدی از جمله سطح برگ و عملکرد بذر در ریحان شد (قهرمانی و همکاران، ۲۰۱۴). دلیل آن را بهبود فتوسنتز و همچنین بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه و به دنبال آن افزایش رشد در گیاه دانستند. آقازاده خلخالی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر محلول پاشی نانو کود کلات آهن و پتاسیم بر رشد و عملکرد اسفرزه گزارش کردند که فراهم کردن این دو کود سبب افزایش رشد ریشه و در نهایت عملکرد دانه این گیاه دارویی گردید.

وزن هزار دانه

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، وزن هزار دانه رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای پنج درصد قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۴) می توان مشاهده نمود که بیشترین وزن هزار دانه برابر با ۵/۰۹ گرم در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلول پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال اول آزمایش ۱/۱۹ واحد افزایش نشان داد. از موارد تأثیر پتاسیم بر گیاهان می توان ازدیاد وزن دانه را نام برد، زیرا پتاسیم تولید نشاسته و کربوهیدرات ها را افزایش می دهد (توان و همکاران، ۱۳۹۳). لذا مصرف کود پتاسیم می تواند افزایش دهنده

وزن دانه باشد. همچنین نقش عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گزارش‌های پژوهشگران دیگر (توان و همکاران، ۱۳۹۳؛ سلواپریتا و بالاکریشن، ۲۰۱۷) در افزایش وزن دانه گزارش گردید. در پژوهش دیگری امیرنیا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که نانو کود آهن به طور معنی‌داری وزن تر گل زعفران را در مقایسه با کودهای نانو پتاس و نانو فسفر افزایش داد.

تعداد چتر در بوته

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تعداد چتر در بوته رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) می‌توان مشاهده نمود که بیشترین تعداد چتر در بوته برابر با ۴۵/۹۷ عدد در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه‌دهی همراه با محلول‌پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول‌پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه‌دهی در سال اول آزمایش ۲۰/۲۵ واحد افزایش نشان داد. نتایج آزمایش آستانه و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی اثر متقابل تنش، اوره و کود نانوکلات نیتروژن نشان داد که در شرایط نرمال و قطع آبیاری در مرحله گلدهی بیشترین تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و عملکرد دانه با کاربرد ۱۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۱ کیلوگرم نانو کود نیتروژن در هکتار بدست آمد. همچنین نتایج هارسینی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که محلول‌پاشی کلات نانوذرات اثرات قابل توجه و معنادار در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد سنبله، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. نتایج بیاتی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که کاربرد نانو کود آهن سبب بهبود عملکرد دانه گیاه کلزا شد، این نتیجه به علت بهبود تعداد خورجین و وزن هزاردانه بود.

تعداد دانه در چتر

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تعداد دانه در چتر رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها می‌توان مشاهده نمود که بیشترین تعداد دانه در چتر در سال دوم آزمایش برابر با ۱۳۲/۰۸ عدد (جدول ۵)، در مرحله ساقه‌دهی همراه با محلول‌پاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم برابر با ۱۴۳/۰۸ عدد بدست آمد (جدول ۶). بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به طوری که نسبت به سال اول آزمایش برابر با ۴/۰۷ واحد و نسبت به تیمار شاهد محلول‌پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه‌دهی برابر با ۲۲/۶۳ واحد افزایش نشان داد. احتمالاً محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم از طریق تأثیر بر ظرفیت فتوسنتزی بوته‌ها و نیز انتقال مواد فتوسنتزی به سمت چترهای در حال رشد توانسته از ریزش چترها جلوگیری کرده و بر پر شدن دانه‌ها اثر مثبت بگذارد، و با توجه به نقش پتاسیم در انتقال مواد پرورده و مواد غذایی، افزایش تعداد دانه بر اثر مصرف آن منطقی به نظر می‌رسد. با افزایش سرعت رشد چتر و تخصیص بیشتر مواد پرورده فتوسنتزی به چترهای در حال رشد دانه‌های بزرگتر و بیشتری تولید می‌شود.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چتر رازیانه تحت تاثیر سال

سال	تعداد دانه در چتر
اول	b ۱۲۸/۰۱۵
دوم	a ۱۳۲/۰۸۸

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چتر تحت اثرات متقابل مراحل و سطوح محلول‌پاشی نانو پتاسیم

تیمارهای آزمایشی		تعداد دانه در چتر	
مراحل محلول‌پاشی	غلظت محلول‌پاشی	سال اول	سال دوم
ساقه‌دهی	شاهد	a ۱۳۷/۵۷	a ۱۴۳/۰۸
	۲ در هزار	bc ۱۲۹/۹۰	c ۱۲۷/۴۸
	۳ در هزار	cd ۱۲۶/۴۷	bc ۱۳۰/۹۱
	۴ در هزار	cd ۱۲۴/۸۶	cd ۱۲۶/۲۱
	۵ در هزار	d ۱۲۰/۸۹	d ۱۲۰/۴۵
گل‌دهی	شاهد	cd ۱۲۵/۴۳	a ۱۴۱/۹۹
	۲ در هزار	bc ۱۳۰/۴۵	a ۱۴۰/۶۴
	۳ در هزار	ab ۱۳۶/۲۶	bc ۱۳۲/۰۹
	۴ در هزار	cd ۱۲۶/۳۷	bc ۱۳۱/۴۴
	۵ در هزار	cd ۱۲۴/۲۴	c ۱۲۷/۲۵
میوه‌دهی	شاهد	cd ۱۲۶/۹۱	ab ۱۳۶/۹۷
	۲ در هزار	cd ۱۲۸/۰۹	bc ۱۳۱/۸۵
	۳ در هزار	cd ۱۲۷/۴۴	c ۱۲۹/۲۵
	۴ در هزار	cd ۱۲۷/۸۵	bc ۱۳۱/۵۰
	۵ در هزار	cd ۱۲۷/۵۰	bc ۱۳۰/۲۲

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. نتایج رضایی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد بر همکنش محلول‌پاشی متانول و نانو کود پتاس بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله از تیمار ۱۵ درصد حجمی متانول + ۴ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاس حاصل شد که نسبت به شاهد ۴۲ درصد افزایش نشان داد. جعفر زاده و همکاران (۲۰۱۳) نقش کود نانو پتاسیم در افزایش تعداد دانه در سنبله گندم را مثبت ارزیابی کردند که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه گندم شد.

درصد اسانس بذر

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، درصد اسانس بذر رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تأثیر مراحل و سطوح مختلف محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای پنج درصد قرار گرفت (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات کیفی رازیانه تحت تأثیر مراحل و سطوح محلول‌پاشی نانو پتاسیم

منابع تغییرات	دانه آزاد	درصد اسانس	عملکرد اسانس	کود پتاس	کود پتاس	کود پتاس	کل

سال	۱	۴/۳۹۴**	۶۰۳۷/۰۱**	۰/۲۹۶۰**	۰/۱۱۰۶*	۰/۰۵۰۸**	۴۹/۰۳**
مراحل محلول پاشی	۲	۰/۳۱۹ ^{ns}	۷۰/۸۶ ^{ns}	۰/۰۹۲۳*	۰/۰۵۵۵*	۰/۰۱۱۸**	۰/۱۰۴۶**
سال × مراحل محلول پاشی	۲	۱/۰۶۸*	۴۲/۹۳ ^{ns}	۰/۰۴۲۸ ^{ns}	۰/۰۳۵۶ ^{ns}	۰/۰۰۷۵*	۰/۰۸۶۴*
غلظت محلول پاشی	۴	۶/۵۱۷**	۱۰۵۱/۰۲**	۰/۵۹۵۶**	۰/۲۸۵۲**	۰/۰۳۶۳**	۰/۳۵۰۶**
سال × غلظت محلول پاشی	۴	۰/۴۶۸ ^{ns}	۳۱۰/۶۱*	۰/۰۸۹۷**	۰/۰۳۹۹ ^{ns}	۰/۰۰۲۸ ^{ns}	۰/۱۲۷۳**
مراحل × غلظت محلول پاشی	۸	۰/۶۸۳**	۲۹۸/۱۸**	۰/۱۳۳۶**	۰/۰۹۰۱**	۰/۰۱۰۶**	۰/۱۱۲۳**
سال × مراحل × غلظت محلول پاشی	۸	۰/۵۱۹*	۲۱۳/۳۸*	۰/۱۱۵۱**	۰/۰۷۲۳**	۰/۰۰۸۱**	۰/۰۹۲۶**
خطای آزمایش	۶۰	۰/۲۲۹۷	۹۱/۰۷۱	۰/۰۲۰۷	۰/۰۱۷۳	۰/۰۰۱۹	۰/۰۲۰۲
ضریب تغییرات (%)	-	۱۶/۵۳	۲۶/۰۶	۵/۵۷	۵/۵۶	۱۰/۶۳	۶/۷۷

ns: غیر معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) می‌توان مشاهده نمود که بیشترین درصد اسانس بذر برابر با ۴/۳۷ درصد در سال دوم آزمایش در مرحله میوه‌دهی همراه با محلول پاشی در غلظت ۵ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی در سال اول آزمایش ۲/۵۶ واحد افزایش نشان داد.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های صفات کیفی رازیانه تحت تاثیر مراحل و سطوح محلول پاشی نانو پتاسیم

تیمارهای آزمایشی														
سال	مراحل	غلظت	درصد اسانس بذر	عملکرد اسانس بذر	(میلی گرم بر گرم)	کرویدرات	(میلی گرم بر گرم)	a	(میلی گرم بر گرم)	b	(میلی گرم بر گرم)	کلروفیل کل	کلروفیل	
	محلول پاشی	محلول پاشی												
سال اول	ساقه‌دهی	شاهد	j	۱/۸۱	j	۱۳/۳۱	e-i	۲/۴۵	ijk	۲/۰۹	hi	۰/۳۳۷	ij	۱/۳۱۷
		۲ در هزار	ij	۱/۹۱	ij	۲۱/۲۵	d-h	۲/۵۶	e-i	۲/۳۲	f-i	۰/۳۶۳	ij	۱/۳۵۷
		۳ در هزار	f-j	۲/۳۸	hij	۲۲/۳۱	abc	۲/۸۷	b-f	۲/۴۷	a-d	۰/۴۶۳	ij	۱/۴۳۳
		۴ در هزار	e-j	۲/۴۰	f-j	۲۹/۰۱	e-i	۲/۴۷	f-i	۲/۲۸	a-e	۰/۴۶۰	ij	۱/۳۵۷
		۵ در هزار	b-f	۳/۲۸	f-j	۲۸/۴۳	e-i	۲/۴۵	e-i	۲/۳۱	c-i	۰/۴۰۳	ij	۱/۳۲۷
	گل‌دهی	شاهد	g-j	۲/۲۳	ij	۲۰/۱۶	ijk	۲/۲۷	jk	۲/۰۳	i	۰/۳۲۰	ij	۱/۲۸۳
		۲ در هزار	g-j	۲/۳۳	hij	۲۳/۶۸	d-i	۲/۵۴	h-k	۲/۱۵	hi	۰/۳۴۰	ij	۱/۳۴۷
		۳ در هزار	d-i	۲/۸۴	hij	۲۵/۶۷	bcd	۲/۷۷	b-f	۲/۴۷	b-g	۰/۴۲۷	i	۱/۴۶۳
		۴ در هزار	b-g	۳/۰۹	c-i	۳۵/۹۱	c-g	۲/۶۲	d-h	۲/۳۶	b-h	۰/۴۱۳	ij	۱/۳۸۷

۱/۳۵۰	ij	۰/۴۰۳	c-i	۲/۲۸	f-i	۲/۵۶	d-h	۲۹/۲۳	e-j	۳/۵۱	a-d	۵ در هزار	میوه‌دهی
۱/۱۷۷	j	۰/۳۲۰	i	۱/۹۸	k	۲/۰۸	k	۲۷/۲۱	g-j	۲/۲۵	g-j	شاهد	
۱/۳۰۰	ij	۰/۳۲۰	i	۲/۲۵	f-j	۲/۲۸	ijk	۲۶/۶۰	hij	۲/۲۴	g-j	۲ در هزار	
۱/۵۱۰	i	۰/۴۲۷	b-g	۲/۵۵	a-e	۲/۶۲	c-g	۲۹/۲۵	e-j	۲/۹۹	c-h	۳ در هزار	
۱/۴۲۳	ij	۰/۳۹۳	d-i	۲/۴۲	b-g	۲/۶۱	c-g	۴۸/۲۸	bcd	۳/۳۲	b-e	۴ در هزار	
۱/۳۶۷	ij	۰/۳۴۷	ghi	۲/۳۳	e-i	۲/۳۷	f-j	۴۶/۲۱	c-f	۳/۵۷	a-d	۵ در هزار	
۱/۳۰۳	h	۰/۳۸۷	d-i	۲/۲۳	f-j	۲/۳۶	g-j	۲۴/۱۳	hij	۲/۰۷	hij	شاهد	ساقه‌دهی
۲/۴۷۰	gh	۰/۴۷۰	a-d	۲/۳۲	e-i	۲/۷۰	cde	۳۴/۲۱	d-i	۲/۲۳	g-j	۲ در هزار	
۳/۲۷۳	a	۰/۵۴۰	a	۲/۷۳	a	۳/۱۲	a	۵۱/۹۶	bcd	۲/۷۷	d-i	۳ در هزار	
۳/۰۵۷	abcd	۰/۴۸۳	abc	۲/۵۶	a-e	۲/۸۸	abc	۴۱/۱۶	c-h	۳/۸۸	abc	۴ در هزار	
۲/۵۲۳	fgh	۰/۴۸۰	abc	۲/۱۸	g-k	۲/۶۹	cde	۴۱/۳۰	c-h	۳/۶۲	a-d	۵ در هزار	
۲/۷۵۳	ef	۰/۴۰۷	c-i	۲/۳۶	d-h	۲/۳۲	h-k	۳۳/۵۰	d-i	۲/۱۲	hij	شاهد	
۲/۸۸۰	cde	۰/۳۷۷	e-i	۲/۳۶	d-h	۲/۴۷	e-i	۴۱/۰۶	c-h	۲/۵۸	e-j	۲ در هزار	
۳/۱۹۷	a	۰/۵۳۷	a	۲/۶۵	ab	۲/۹۸	ab	۶۵/۴۰	ab	۲/۳۷	f-j	۳ در هزار	
۳/۰۹۷	abc	۰/۳۸۷	d-i	۲/۶۱	a-d	۲/۶۵	c-f	۴۵/۸۳	c-g	۳/۵۲	a-d	۴ در هزار	
۲/۸۴۷	cde	۰/۴۴۳	b-f	۲/۴۰	b-h	۲/۶۵	c-f	۳۶/۲۵	c-i	۳/۸۱	abc	۵ در هزار	
۲/۵۰۰	gh	۰/۳۳۷	hi	۲/۲۸	f-i	۲/۱۴	jk	۳۶/۰۱	c-i	۲/۶۹	d-j	شاهد	میوه‌دهی
۲/۶۹۳	efg	۰/۳۶۳	f-i	۲/۳۵	e-h	۲/۴۳	e-i	۴۹/۸۷	bcd	۲/۷۸	d-i	۲ در هزار	
۳/۱۷۷	ab	۰/۵۳۷	a	۲/۶۴	abc	۲/۷۸	bcd	۵۴/۱۴	abc	۳/۹۶	ab	۳ در هزار	
۲/۹۳۷	bcde	۰/۴۹۷	ab	۲/۵۵	a-e	۲/۹۸	ab	۶۹/۵۰	a	۴/۰۰	ab	۴ در هزار	
۲/۸۳۳	de	۰/۳۴۷	ghi	۲/۳۹	c-h	۲/۶۰	c-h	۴۷/۸۰	b-e	۴/۳۷	a	۵ در هزار	

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. پتاسیم در ساخت آنزیم‌های درگیر در سنتز مواد مؤثره گیاهی، نقش دارد و سبب تقویت مسیرهای درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود (حسن پور اقدم، ۲۰۰۸). تامین عناصر ضروری در مراحل مختلف به خصوص بعد از گل‌دهی موجب تداوم فعالیت سطح برگ و افزایش بازده فتوسنتزی شده و نقش کلیدی در افزایش میزان اسانس دارد (بریات و همکاران، ۲۰۱۵).

عملکرد اسانس بذر

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، عملکرد اسانس بذر رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلول‌پاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای پنج درصد قرار گرفت (جدول ۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) می‌توان مشاهده نمود که بیشترین عملکرد اسانس بذر برابر با ۶۹/۵ کیلوگرم در هکتار در سال دوم آزمایش در مرحله میوه‌دهی همراه با محلول‌پاشی در غلظت ۴ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلول‌پاشی نانوذره پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی در سال اول آزمایش ۵۶/۱۹ واحد افزایش نشان داد. می‌توان گفت کودهای مختلف با تأثیری که بر افزایش عملکرد گیاه می‌گذارند سبب افزایش میزان اسانس و عملکرد آن می‌گردند که در این آزمایش نیز محلول‌پاشی

نانوپتاسیم تا حد زیادی سبب افزایش عملکرد خشک گیاه و به تبع اسانس آن شد. خاتر (۲۰۱۵) اثر محلولپاشی نانوذرات مگنتیت بر رشد و ترکیب اسانس نعناع را مطالعه کرد. نتایج نشان داد که کاربرد نانوذرات مگنتیت رشد گیاه و اسانس گیاهان نعناع را به طور قابل توجهی افزایش داد که در غلظت ۱۵ میلی گرم در لیتر بیشترین بود.

کربوهیدرات بذر

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میزان کربوهیدرات بذر رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلولپاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۸) می توان مشاهده نمود که بیشترین میزان کربوهیدرات بذر برابر با ۳/۱۲ میلی گرم بر گرم در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلولپاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلولپاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال اول آزمایش ۱/۰۴ واحد افزایش نشان داد. پتاسیم تولید نشاسته و کربوهیدرات ها را افزایش می دهد. لذا استفاده از کود پتاس روند افزایشی در میزان کربوهیدرات ها در مرحله پنجه زنی را در پی داشته و می تواند محرک آن باشد (توان و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش رشد و عملکرد گیاهان تحت تاثیر نانو کلات پتاسیم در ریحان نیز گزارش شده است (قهرمانی و همکاران، ۲۰۱۴؛ زاهدی فر و نجفیان، ۲۰۱۶).

کلروفیل a، b و کل برگ

بر پایه نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میزان کلروفیل a، b و کل برگ رازیانه بین دو سال آزمایش به طور معنی داری تحت تاثیر مراحل و سطوح مختلف محلولپاشی نانوذرات پتاسیم با احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۸) می توان مشاهده نمود که بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل به ترتیب برابر با ۲/۷۳، ۰/۵۴ و ۳/۲۷ میلی گرم بر گرم در سال دوم آزمایش در مرحله ساقه دهی همراه با محلولپاشی در غلظت ۳ در هزار نانوذره پتاسیم بدست آمد. بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد به طوری که نسبت به تیمار شاهد محلولپاشی نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال اول آزمایش به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۲۲ و ۲/۰۹ واحد افزایش نشان داد. این امر می تواند به دلیل افزایش جذب مواد غذایی باشد که موجب افزایش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد گیاه را افزایش داده است. پتاسیم و نیتروژن خاک بر میزان سبزینگی و مقدار کلروفیل تاثیر زیادی دارند. در نتایج گزارش های برخی پژوهشگران افزایش محتوی کلروفیل در برگ ها به واسطه نقش پتاسیم گزارش شده است و افزایش میزان کلروفیل برگ تثبیت بهتر دی اکسید کربن برای برگ را به همراه دارد و بالطبع سبب رشد بهتر برگ خواهد بود (توان و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج رضایی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد بر همکنش محلولپاشی متانول و نانو کود پتاس بر میزان کلروفیل ها و کاروتنوئید تاثیر معنی داری داشت و اثر تیمار ۱۰ درصد حجمی متانول + ۴ کیلوگرم در هکتار نانو کود پتاس بر رنگیزه های فتوسنتزی بیشتر از سایر صفات بود. در پژوهش قهرمانی و همکاران (۲۰۱۴) استفاده از نانو کودهای کلسیم و پتاسیم، در غلظت های بالا باعث افزایش کلروفیل کل در گیاه ریحان شد. همچنین آزمایش دیگری بیشترین شاخص کلروفیل در گیاه مرزه با تیمار تلفیقی نانو کودها و اسید هیومیک گزارش شده است (نجفی وفا و

همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد زیست توده، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، کربوهیدرات بذر، بیشترین میزان کلروفیل **a** و **b** و کل در تیمار ۳ در هزار نانوذره پتاسیم در مرحله ساقه دهی در سال دوم آزمایش حاصل شد. همچنین بیشترین درصد اسانس بذر در تیمار ۵ در هزار نانوذره پتاسیم، و بیشترین عملکرد اسانس بذر در تیمار ۴ در هزار نانوذره پتاسیم در مرحله میوه دهی در سال دوم آزمایش به دست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده، اعمال تیمارهای مراحل و سطوح محلول پاشی نانوذرات پتاسیم در سطوح دیگر برای تعیین سطحی که بیشترین تاثیر را بر بهبود این پارامترها در گیاه دارد، پیشنهاد می شود. همچنین پیشنهاد می شود که این آزمایش در زمین های زراعی دیگر که خاک آنها از نظر فیزیکی و شیمیایی با هم اختلاف دارند، اجرا شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت کارکنان و مدیریت محترم جهاد کشاورزی شهرستان بم در انجام تحقیق سپاسگزاری می شود.

منابع

آستانه، ن.، ف. بذرافشان، م. زارع، ب. امیری و ع. بحرانی. ۱۳۹۹. تاثیر کود اوره و نانو کلاته نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان در تنش خشکی بعد از گلدهی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۲(۴۳): ۲۲۸-۲۱۴.

آقازاده خلخال، د.، ع. مهرآفرین، و. عبدوسی و ح.ع. نقدی بادی. ۱۳۹۴. عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago psyllium* L.) در پاسخ به محلول پاشی نانو کود کلات آهن و پتاسیم. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی. ۴(۱): ۳۱-۲۳.

امیدبیگی، ر. ۱۳۹۲. تولید و فراوری گیاهان دارویی. ویرایش دوم. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ایران. ۴۴۲ صفحه.

بخشایش، ا و ص. شرف الدین زاده. ۱۳۹۶. پایش محصولات تجاری فناوری نانو در صنعت کشاورزی. ماهنامه فناوری نانو. ۱۶(۲): ۳۶-۲۷.

بیاتی، ف.، ا. آینه بند و ا. فاتح. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر مقادیر و زمان های کاربرد کود آهن نانو بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۸۱۲-۸۰۵.

پوریوسف، م. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی انتهای فصل و زمان برداشت بر عملکرد دانه و محتوای اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۶): ۸۹۷-۸۸۹.

توان، ط.، م. نیاکان و ع. نوری نیا. ۱۳۹۳. اثر کود نانو پتاسیم بر فاکتورهای رشد، سیستم فتوسنتزی و میزان پروتئین گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم N8019. نشریه پژوهش های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران. ۳۵(۳): ۷۱-۶۱.

رضایی، ف.، م. براری، ع. حاتمی و ح. حسینیان خوشرو. ۱۳۹۸. تأثیر محلول پاشی متانول و نانو کود پتاس بر برخی ویژگی های فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱(۳۹): ۱۹۱-۱۸۰.

صفایی، ل.، د. افیونی و ح. زینلی. ۱۳۹۰. گیاه دارویی رازیانه از دانسته های کهن تا یافته های نوین. نشر نصوص اصفهان. ۱۴۷ صفحه.

کاظمی، ا.، ح.ر. گنجعلی، ا. مهربان و ا. قاسمی. ۱۳۹۹. تأثیر نانوکودهای گوناگون و تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه ای در منطقه سیستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۲(۴۱): ۲۴۲-۲۳۰.

محمدیان، ز.، غلامعلی زاده آهنگر، ا.، قربانی، م.، محکمی، ز. ۱۳۹۵. تاثیر کودهای پتاسیمی بر گیاه پالایی سرب و کادمیوم در یک خاک آلوده توسط اسطوخودوس (*Lavendula Officinalis* L.). مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک. ۲۳(۳): ۲۸۷-۲۷۳.

میرعبداللهی، س.م. ۱۳۹۰. تنوع در محتوا و ترکیب اسانس رازیانه در شرایط آبیاری محدود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زنجان.

- Amirnia, R., M. Bayat and M. Tajbakhsh. 2014. Effects of nano fertilizer application and maternal corm weight on flowering of some saffron (*Crocus sativus* L.) ecotypes. Turkish Journal of Field Crops. 19 (2): 158-168.
- Arnon, D.I. 1965. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24: 1-15.
- Briat, J.F., C. Dubos and F. Gaymard. 2015. Iron nutrition, biomass production, and plant productquality. Trends Plant Science. 20: 33-40.
- Gardner, F.P., R. Piers and L. Michelle. 2011. Physiology of crop plants. Translation: Koocheki A, and Sarmadnia Gh. 16th ed. Mashhad SID Press, 400 pages.
- Ghahremani, A., K. Akbari, M. Yousefpour and H. Ardalani. 2014. Effects of nano-potassium and nano-calcium chelated fertilizers on qualitative and quantitative characteristics of *Ocimum basilicum*. Int J Pharm Res Schol. 3: 235-241.
- Harsini, M.G., H. Habibib and G.H. Talaei. 2014. Study the effects of iron nano chelated fertilizers foliar application on yield and yield components of new line of wheat cold region of kermanshah provence. Agricultural Advances. 3(4): 95-102.
- Hassani, A., A. L. Tajali and S. M. Hosseni Mazinani. 2015. Study the Conventional Chemical Fertilizers and Nano-fertilizer of Iron, zinc and Potassium on Quantitative yield of Medicinal plant of Peppermint (*Mentha Piperita* L.) in Khuzestan. International Journal of Agriculture Innovations and Research (IJAIR). 3(4): 1078-1082.
- Hassanpour aghdam, M. B., S. J. Tabatabaie, H. Nazemiyeh and A. Aflatuni. 2008. N and nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). Food, Agriculture and Environment. 6(2): 150-154.
- Irigoyen, J.J., D.W. Einerich and M. Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiol. Plant. 84: 55-60.
- Jafarzadeh, R., M. Jami Moeini and M. Hokmabadi. 2013. The reaction yield and yield components of wheat to use of soil and foliar application of potassium nano fertilizer. J. Crop Prod. Res. 2: 189-197.
- Karami, H., A. Maleki and A. Fathi. 2018. Determination Effect of Mycorrhiza and Vermicompost on Accumulation of Seed Nutrient Elements in Maize (*Zea mays* L.) Affected by Chemical Fertilizer. Journal of Crop Nutrition Science. 4(3): 15-29.
- Khater, M.S. 2015. Magnetite-Nanoparticles Effects on Growth and essential oil of Peppermint. Current Science International. 4(2): 2077-4435.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern (New method for the determination of nitrogen in organic substances). Zeitschrift für analytische Chemie. 22(1): 366-383.
- Larki, S., A. Rahnama, and A. Ayneband. 2015. Effect of application of potassium fertilizers on physiological traits and cadmium accumulation in grain of two durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum (Desf.) Husn.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(3): 223-235.
- Lim, T.K. 2013. Edible medicinal and non-medicinal plants: Volume 5, Fruits. Springer Science+Business Media Dordrecht. 38 P.
- Liu, R and R. Lal. 2014. Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean (*Glycine max*). Scientific Reports, 4: 5686-5691.

- Najafi Vafa, Z., A.R. Sirousmehr, A. Ghanbari, I. Khammari and N. Falahi. 2015. Effects of nano zinc and humic acid on quantitative and qualitative characteristics of savory (*Satureja hortensis* L.). International Journal of Biosciences, 6: 124-136.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Department of Agriculture, Washington DC: USDA Circ, 939p.
- Patil, R.B. 2011. Role of potassium humate on growth and yield of soybean and black gram. International Journal of Pharma and Bio science, 2(1): 242-246.
- Raj, H.A. and K.K. Thakral. 2008. Effect of chemical fertilizers on growth, yield and quality of fennel. Weed Technology. 17: 134-139.
- Rameshaiah, G., N. Jpallavi and S. Shabnam. 2015. Nano fertilizers and nano sensors an attempt for developing smart agriculture. Engineering Research and General Science. I.J. 3(1): 314-320.
- Rawat, S., I.O. Adisa, Y. Wang, Y. Sun, A.S. Fadil, G. Niu, N. Sharma, J.A. Hernandez-Viezcas, J.R. Peralta-Videa and J.L. Gardea-Torresdey. 2019. Differential physiological and biochemical impacts of nano vs. micron Cu at two phenological growth stages in bell pepper (*Capsicum annuum*) plant. Nano Impact, 14: 100-161.
- Selva-Preetha, P and N. Balakrishnan. 2017. A review of nanofertilizers and their use and function in soil. Microbiology and Applied Sciences .I.J. 6 (12): 3117-3133.
- Subramanian, K.S. and M. Thirunavukkarasu. 2017. Nano-fertilizers and Nutrient Transformations in Soil. In: Ghorbanpour, M., Khanuja, M., Varma, A. (Eds.). Nanoscience and Plant-Soil Systems. Soil Biology. 48: 305-318.
- Zahedifar, M and Najafian, S. 2016. Ocimum basilicum L. growth and nutrient status as influenced by biochar and potassium-nano-chelate fertilizers. Archives of Agronomy and Soil Science. DOI: 10.1080/03650340.2016.1233323.

Effect of time management and foliar spraying levels of potassium nanoparticles on quantitative and qualitative traits of fennel

Maryam Gholamshahi¹, Ahmad Mehraban^{2*}, Hamidreza Mobaser³, Hamidreza Ganjali⁴

Received: 9 Feb. 2024 Accepted: 16 Jun. 2024

Abstract

To investigate the cultivation of fennel under the effect of time management and different levels of spraying of potassium nanoparticles in Bam city, this study was conducted in the spring of 2020-2021 and 2021-2022 crop year as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications. In this experiment, different stages of spraying as the first factor in the three stages of stemming, flowering, and fruiting; and different concentrations of potassium nanoparticles as the second factor in five concentrations including non-spraying (control), 2, 3, 4 and 5/lit potassium nanoparticles. The results showed that the highest plant height (84.59 cm), biomass yield (4931.3 kg/ha), grain yield (3311.1 kg/ha), thousand-seed weight (5.09 g), number of umbrellas per plant (45.97), seed carbohydrates (3.12 mg / g), highest chlorophyll a, b and total (2.73, 0.54 and 3.27 mg / g), respectively. Also, the highest percentage of seed essential oil (4.37%) with spraying at a concentration of 5/lit potassium nanoparticles, and the highest yield of seed essential oil (69.5 kg/ha) with spraying at a concentration of 4/lit potassium nanoparticles in the fruiting stage was obtained in the second year of the experiment. According to the findings of the research, to achieve the maximum yield of seed essential oil, spraying at a concentration of 4 per thousand potassium nanoparticles in the fruiting stage in the second year of the experiment is suggested.

Keywords: Essential oil, Essential elements, Carbohydrates, Chlorophyll, Nanotechnology

1 -Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran

2 -Department of Agriculture, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran.
Correspondence: ahmadmh2004@yahoo.com

3 -Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.

4- Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.

