تاثیرمنابع کودی مختلف و اسید هیومیک برخصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و میزان آنتی اکسیدان دانه زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss.)

Effect of Different Fertilizer Resources and Humic acid on some Morphological Criteria,Yield and Antioxidant Activity of Black Zira Seed (*Bunium persicum* Boiss)

سید مجتبی نوری حسینی[1]، رضا خراسانی[2*]، علیرضا آستارایی[3]، پرویز رضوانی مقدم[4] و حمیدرضا ذبیحی[5]

۱. دانشجوی دکتری خاکشناسی گروه علوم خاک پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
۲. دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (نگارنده مسئول)
۳. دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴. استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۵. استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۹   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰

چکیده

نوری حسینی،س. م.، خراسانی، ر.، آستارایی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، ذبیحی، ح.، تاثیرمنابع کودی مختلف و اسید هیومیک برخصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و میزان آنتی اکسیدان دانه زیره سیاه .(*Bunium persicum* Boiss.)
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره۲۹ – شماره ٤ – پیایند ۱۱۳ زمستان ۹۵: ۱۰۵-۸۸

زیره سیاه گیاهی چند ساله، معطر و از خانواده چتریان است. بذرهای زیره سیاه با هدف دارویی و ادویه ای مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور بررسی تاثیر کودهای گاوی، ورمی کمپوست، شیمیایی و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و فعالیت آنتی اکسیدان اسانس دانه زیره سیاه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب کرت‌های خرد شده در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با ۸ پلات اصلی شامل منابع آلی در٤ سطح(کود گاوی، ورمی کمپوست، اسید هیومیک و شاهد) وکود شیمیایی در دو سطح (مصرف و عدم مصرف نیتروژن و فسفر) و دو پلات فرعی(سال اول و دوم) در سال‌های ۹۵-۱۳۹۳اجرا گردید. نتایج نشان داد تیمارهای آزمایش به طور معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژی و فعالیت آنتی اکسیدان زیره سیاه را تحت تأثیر قرار دادند. مصرف اسید هومیک موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد.کودگاوی از طریق افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک شد. مصرف اسید هیومیک و کود دامی به ترتیب عملکرد دانه را از ۱٦/۳۵در تیمار شاهد به ۲۹/۸۹ و ۲۵/۸۱ گرم در متر مربع افزایش داد. کود دامی فعالیت آنتی اکسیدان را تا ٦۰ درصد افزایش داد. مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژی‌ک، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و ارتفاع بوته شد. مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر فعالیت آنتی اکسیدان را تا ٤۰ درصد افزایش داد. اثر متقابل کود دامی و کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدان شد.

واژه های کلیدی: گیاه دارویی، کود آلی، کود معدنی، فعالیت آنتی اکسیدان

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Khorasani@um.ac.ir

مقدمه

یکی از گیاهان دارویی بومی کشور، زیره سیاه ایرانی می باشد. بذر های این گیاه به دلیل خواص دارویی و ادویه ای دارای ارزش اقتصادی زیاد بوده و از طریق صادرات آن، سالانه مبلغ قابل توجهی ارز وارد کشور می شود (Khosravi,1994). بذر زیره سیاه دارای مقادیر قابل توجهی اسانس(هفت درصد) است (Azizi et al., 2009) که در صنایع دارویی، صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی استفاده های فراوان دارد (Robbins et al., 2000). در سال های اخیر،کشت زیره سیاه در نقاط مختلف کشور به صورت زراعی رواج پیدا کرده است (Askarzade et al., 2005). با توجه به سازگاری مناسب آن با شرایط جدید اگرواکولوژیکی و بومی مناطق ایران و اهمیت آن به عنوان گیاه دارویی، انجام بررسی های بیشتر روی این گیاه ضروری به نظر می رسد. اسانس دانه زیره سیاه دارای خواص آنتی اکسیدانی است که قادر است سیستم های بیولوژیک را در برابرخطر رادیکالهای آزاد و گونه های فعال اکسیژن محافظت نمایند، از این رو بهبود و افزایش خواص آنتی اکسیدانی در این گیاه نیز حائز اهمیت می باشد (Zarban et al.,2004). نیتروژن و فسفر در بین عوامل زراعی موثر بر عملکرد، مدیریت عناصر غذایی و کاربرد کود های مختلف آلی و معدنی به دلیل بهبود رشد، می تواند نقش به سزایی بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی داشته باشد (Jha et al.,2011). گیاه دارویی زیره به دو دسته زیره سبز(*Cuminum cyminum*) و زیره سیاه تقسیم می‌شود. زیره سیاه نیز شامل دو گونه زیره سیاه ایرانی(*B. Persicum* Boiss.) و زیره سیاه اروپایی(*Carum carvi* L.) است. مطالعات چندانی در رابطه با مدیریت تغذیه برای گیاه زیره سیاه ایرانی در دنیا انجام نشده است و عمده مطالعات انجام شده روی زیره سیاه اروپایی و زیره سبز بوده است. بررسی ها نشان داد که مصرف کود گاوی به طور معنی داری عملکرد دانه و بیولوژیک زیره سیاه را تحت تاثیر قرار داد(Khorramdel et al.,2011). برخی از محققین بیان داشتند که مصرف کود کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار، عملکرد را در دانه های زیره سیاه اروپایی(*Carum carvi* L.) افزایش داد (Aflatuni et al.,1993). در حالیکه برخی دیگر از محققین گزارش نمودند که مصرف ۲۰ تن در هکتار کود گاوی نتوانست عملکرد دانه را در زیره سیاه اروپایی افزایش دهد این در حالی است که زمانی که همین مقدار کود گاوی با ۵۰ درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم توصیه شده مصرف شد، بیشترین عملکرد دانه را نشان داد(Sozan & Anber, 2016). در یک آزمایش تحت عنوان بررسی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی بر عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نتیجه گیری شدکه مصرف کود گاوی باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه و بیولوژیک و ارتفاع بوته گردید (Saeed Nejhad & Rezvani Moghadam,2010). تاکنون مطالعه ای در مورد تاثیر کود بر فعالیت آنتی اکسیدان در زیره سیاه انجام نشده است اما برای گیاهان دارویی دیگر مانند آویشن صورت گرفته است. اثر تیمارهای کودی مختلف آلی و شیمیایی بر فعالیت آنتی

اکسیدانی گیاه دارویی آویشن دنایی(*Thymus deanensis* Celak) معنی دار بود و بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای پلی فنلی از تیمارکود دامی به دست آمد (Emami bistgani et al.,2014). در یک بررسی نیاز کود نیتروژن زیره سیاه ۳۰–۲۰ کیلوگرم درهکتار گزارش شد (Salma & Mohamed, 2002). برخی محققین گزارش کردند میزان مصرف ۲۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین میزان محصول را در زیره سیاه اروپایی تولید نمود (Gomaa & Youssef,2008). نوری حسینی و ذبیحی نشان دادند با مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد دانه زیره سیاه ایرانی به میزان ۱۹/۶درصد و عملکرد کاه به میزان ۲۶/۸درصد نسبت به شاهد (بدون مصرف نیتروژن) افزایش یافت. این در حالی است که در اثر مصرف سطوح بیشتر مقدار نیتروژن، پاسخ گیاه منفی بود (Nourihoseini & Zabihi,2015). در یک بررسی گزارش شد که ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بهترین میزان نیتروژن از نظر بیشترین و اقتصادی ترین عملکرد در زیره سیاه اروپایی است (Floot,1990). در گزارشی مصرف NPK به میزان ۱۰۳ کیلوگرم در هکتار(۳۷ کیلوگرم نیتروژن در هکتار،۱۷ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۴۸ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) در زیره سیاه اروپایی(*C* L.) بطور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه شد (Kozera et al.,2013). در گزارش دیگری میزان مصرف ۲۰ کیلوگرم فسفر(P_2O_5) در هکتار بیشترین میزان محصول را در زیره سیاه اروپایی(*Carum carvi* L.) تولید نمود(Gomaa & Youssef, 2008). در یک بررسی مصرف ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بیشترین عملکرد را در زیره سبز تولیدکرد (Naseripoor,1995). در بررسی دیگر گزارش شد که مصرف ۳۰ کیلوگرم فسفر در هکتار P_2O_5 عملکرد دانه زیره سیاه را به میزان ۲۹/۸درصد نسبت به شاهد (بدون مصرف فسفر) افزایش داد(Nourihoseini & Zabihi,2015). علاوه بر کودهای آلی و شیمیایی، امروزه مصرف ترکیباتی مانند اسید هیومیک نیز در افزایش تولید محصولات کشاورزی مرسوم شده است که در واقع به عنوان یک بهبود دهنده رشد و نمو گیاه و خصوصیات خاک مطرح می باشد. تا این زمان، مطالعه منتشر شده ای در رابطه با تاثیر اسید هیومیک بر گیاه دارویی زیره سیاه ایرانی گزارش نشده است، اما گوما و یوسف تاثیر اسید هیومیک را بر بهبود برخی خصوصیات رشد زیره سیاه اروپایی از جمله ارتفاع بوته و قطر ساقه را گزارش کردند (Gomaa & Youssef, 2008). در یک بررسی اسید هیومیک بر ارتفاع و تعداد برگ گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)تأثیر معنی‌داری داشت (Miri karbask et al.,2015). در راستای بومی سازی گیاه دارویی زیره سیاه و افزایش عملکرد اقتصادی محصول با توجه به اهمیت مدیریت تغذیه و تعادل عناصر غذایی، تحقیقی با هدف بررسی تاثیر منابع آلی مختلف (کود گاوی و ورمی کمپوست)، کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و اسید هیومیک و با نگاهی به کشاورزی پایدار، بر رشد و نمو، عملکرد، اجزای عملکرد و همچنین فعالیت آنتی اکسیدان گیاه دارویی زیره سیاه انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش در شرایط مزرعه بصورت فاکتوریل در قالب کرت های خرد شده در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با ۸ کرت اصلی شامل منابع آلی در۴ سطح(کودگاوی، ورمی کمپوست، اسید هیومیک و بدون مصرف کود) وکود شیمیایی در دو سطح (عدم مصرف و مصرف نیتروژن و فسفر) و دو کرت فرعی(سال اول و دوم)، در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش نیز در جدول ۱ ارائه شده است. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد در طول جغرافیایی ۵۹/۶ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶/۲ درجه شمالی و ارتفاع ۹۸۷ متری از سطح دریا واقع می باشد. نیتروژن و فسفر(P_2O_5) به ترتیب ۵۰ و ۴۰ کیلوگرم، کودگاوی ۱۰ تن، ورمی کمپوست ۵ تن و اسید هیومیک ۲/۵کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. در تحقیق حاضر از کودگاوی پوسیده، ورمی کمپوست تهیه شده از کود گاوی، پودر هیومکس ساخت امریکا (۸۰٪ اسید هیومیک و ۲۰٪ اسید فلویک)، اوره(۴۶٪ نیتروژن) و سوپر فسفات تریپل (۴۵٪ P_2O_5) استفاده شد. سطوح انتخاب شده نیتروژن و فسفر در این تحقیق بر مبنای آزمایش خاک به دست آمد. کودهای گاوی و ورمی کمپوست قبل از اجرای آزمایش آنالیز شد و میزان شوری؛ اسیدیته، کربن آلی و عناصر غذایی آنها اندازه گیری گردید که در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physico-chemical properties of the soil at experiment site

بافت خاک textural class	پتاسیم قابل‌استفاده k_{ave} ($mg.kg^{-1}$)	فسفرقابل‌استفاده P_{ave} ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	کربن آلی OC (%)	مواد خنثی شونده TNV (%)	درصد اشباع SP (%)	pH	هدایت EC ($dS.m^{-1}$)	عمق Depth (cm)
لوم- سیلتی Silty -loam	219	10.2	0.04	0.23	14.9	31.5	8.1	0.9	0-30

جدول ۲- آنالیز کود های گاوی ، ورمی کمپوست و هومیک اسید مورد استفاده در آزمایش

Table 2 – Chemical analysis of cattle manure, vermi-compost and humic acid used in the experiment

	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	pH	کربن آلی OC (%)	نیتروژن N (%)	فسفر(درصد) P (%)	خاکستر Ash (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N
کود گاوی Cattle manure	12.6	7.9	27.3	2.6	1.4	41	10.5
ورمی کمپوست Vermi-compost	9.2	8.2	29.3	2.8	1.5	44	10.4
اسید هیومیک Humic acid (Humax 95-WSG)	80% Humic Acid, 15% Fluvic Acid, 12% K_2O(within the humic acid molecule)						

عملیات آماده سازی زمین و تهیه بستر کاشت شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت بندی در ابتدای شروع آزمایش (هفته اول شهریور ۱۳۹۳) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی(کودهای گاوی، ورمی کمپوست، اسید هیومیک، کود های نیتروژن و فسفر) به تفکیک در کرتهای مربوطه به خاک اضافه شد و با لایه ۳۰- ۰ سانتی متری خاک مخلوط گردید. اسید هیومیک (هیومکس) و دو سوم از کود اوره همراه با اولین آب آبیاری مصرف شد. مابقی اوره به صورت سرک در مرحله شروع گلدهی زیره سیاه (هفته دوم فروردین ماه۱۳۹۴) مصرف گردید. در این آزمایش از غده های با وزن بین ۴-۳ گرم که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شده بود، برای کاشت استفاده شد. عملیات کاشت دستی غده های زیره سیاه در هر کرت در سه پشته ۵۰ سانتیمتری و در شش ردیف (در دو طرف هر پشته) بطول سه متر در عمق ۱۰ سانتی متر و با تراکم ۲۰ غده در متر مربع در هفته سوم شهریور ماه سال ۱۳۹۳ انجام شد. کنترل علف های هرز در سه مرحله رشد قبل از سبز شدن، ظهور برگ واقعی و تشکیل چتر با دست انجام شد. در طول اجرای آزمایش به دلیل عدم مشاهده آفات و بیماریها از هیچگونه سموم شیمیایی استفاده نشد. در طول فصل رشد در هر سال چهار نوبت آبیاری انجام شد. زمان آبیاری بر اساس ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در نظر گرفته شد (براساس برداشت نمونه خاک از ۳۰-۰ و تعیین ظرفیت زراعی و رطوبت خاک). میزان آب مصرفی در دوره رشد گیاه، حدود ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار با روش اندازه گیری دبی خروجی لوله برآورد شد. در پایان فصل رشد به منظور بررسی ارتفاع بوته و اجزای عملکرد شامل تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه، تعداد پنج بوته بطور تصادفی از هر کرت برداشت و صفات مورد نظر اندازه گیری شد. برای تعیین عملکرد زیست توده و دانه پس از زرد شدن بوته ها از سطحی معادل۴/۵ متر مربع، تمامی بوته ها برداشت گردید و پس خشک کردن در سایه، عملکرد زیست توده تعیین و سپس دانه ها از کاه وکلش جدا شد. ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدان در اسانس دانه زیره سیاه، با روش تست DPPH انجام شد.۳/۹ میلی لیتر از DPPH استوک ساخته شده را داخل کوت ریخته و جذب آن توسط دستگاهUV در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد (دستگاه قبلاً توسط اتانول صفر گردید)، سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره به آن اضافه و جذب آن در همین طول موج هر دقیقه یک بار به مدت ۳۰ دقیقه خوانده شد. این عمل برای هر نمونه ۳ بار تکرار گردید. سپس درصد مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH توسط معادله زیر محاسبه شد. .(McDonald et al., 2001).

درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH= $(1-A_A/A_B)\times 100$

A_B = جذب شاهد(جذب اولیه DPPH به تنهایی)

A_A=جذب نمونه و

داده های حاصل با استفاده از نرم افزارSAS و به صورت فاکتوریل در قالب کرتهای خرد شده در زمان تجزیه شدند. از آزمون چند دامنه

ای دانکن (p≥۰/۰۵) جهت مقایسه میانگین ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

اثر مصرف منابع آلی و کود شیمیایی بر عملکرد دانه زیره سیاه در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول۳). بیشترین عملکرد دانه از مصرف اسید هیومیک با ۲۹/۸۹ گرم دانه در متر مربع و کمترین آن از تیمار شاهد با ۱۶/۳۵ گرم دانه در متر مربع به دست آمد. مصرف اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۸۲٪ شد (جدول۴). اسید هیومیک در واقع یک بهبود دهنده رشد و نمو گیاه می باشد. این ترکیب می تواند بطور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد، رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می شود، ولی اثر آن روی ریشه برجسته تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می گردد. اسید هیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می دهد (Liu et al.,1998). اسید هیومیک به علت خواص سایتوکینینی موجب به تاخیر انداختن تجزیه کلروفیل و پروتئین ها در برگ و پیری در گل ها می‌شود و این ترکیبات نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها به جوانه های در حال رشد نقش اساسی دارند و از این طریق موجب افزایش میزان ماده خشک در گل ها و افزایش طول عمر آنها می شوند (Arteca,1996). در تایید این نتایج (Gomaa & Youssef, 2008) اعلام کردند کاربرد اسید هیومیک باعث بهبود عملکرد دانه و برخی خصوصیات رشدی در زیره سبز (*Cuminum cyminum*) شد. مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث افزایش ۳۴ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با عدم مصرف کود شیمیایی گردید (جدول۵). در بررسی انجام شده در کشور هندوستان، حاکی از آن است که زیره سیاه برای تولید یک تن بذر ۷۲ کیلوگرم نیتروژن و ۳۲ کیلوگرم اکسید فسفر از خاک جذب می نماید، لذا به نظر می رسد عناصر غذایی نقش موثری در افزایش عملکرد زیره سیاه دارد (Askarzade et al., 2005). محققین گزارش کردند که افزایش نیتروژن در سال اول کاشت زیره سیاه، موجب افزایش میزان گلدهی و عملکرد دانه در فصل بعد خواهد شد (Salma & Mohamed, 2002 ; Weglars, 2006). (Weglars, 2006) در یک آزمایش گلدانی، گزارش کرد گیاهانی که در سال اول به‌خوبی تغذیه نشده بودند در بهار سال بعد اندام های زایشی کوچکی را تولید کردند و این درحالی بود که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر در سال اول باعث افزایش معنی دار وزن دانه در بوته شد. وی همچنین اعلام کرد که مصرف دو برابر کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر در زیره سیاه، سبب افزایش وزن دانه در بوته از ۰/۹۸ به ۳/۰۲ گرم شد. (Kozera and et al., 2013) اعلام داشتند مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر در زیره سیاه اروپایی (*Carum carvi* L.) بطور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه شد. (Ehtramian, 2002) در آزمایشی تأثیر مقادیر نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز در منطقه کوشکک فارس گزارش کرد۳۰ کیلوگرم

جدول ۳- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سیاه،۹۵-۱۳۹۳

Table 3- Analysis of variance (Mean Square) for the effect of studied treatments on quantitative and qualitative criteria of black zira, 2014-2016

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	عملکر د دانه Seed yeild	عملکرد بیولوژیک Biological yeild	ارتفاع بوته plant height	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umblet number per umbel	وزن هزار دانه 1000-seed weight	فعالیت آنتی اکسیدان Antioxidant activity
تکرار (R) Replication(R)	2	273.3*	1130.0^{ns}	25.60^{ns}	16.50^{ns}	1.02^{ns}	0.060^{ns}	204.3^{ns}
منابع آلی(A) Organic resources (A)	3	422.5**	4613.6*	3.18^{ns}	42.52**	8.96*	0.196*	494.7*
کود شیمیایی(B) Chemical fertilizer (B)	1	559.6**	9265.7**	391.00**	102.00**	20.02**	0.002^{ns}	947.2*
منابع آلی× کود شیمیایی (A x B)	3	52.7^{ns}	1315.0^{ns}	11.70^{ns}	9.86^{ns}	6.57^{ns}	0.050^{ns}	1038.1**
خطای اصلی Error of main plot	14	67.7	1056.8	52.12	7.40	5.94	0.087	98.1
سال(C) year(C)	1	2844.0**	63329.0**	22.68**	8.30**	0.52^{ns}	0.003^{ns}	223.3^{ns}
تکرار × سال R × C	2	21.7^{ns}	78.4^{ns}	0.06^{ns}	0.14^{ns}	1.02^{ns}	0.004^{ns}	68.7^{ns}
منابع آلی × سال A x C	3	112.7^{ns}	2221.0^{ns}	2.79^{ns}	0.20^{ns}	1.07^{ns}	0.015^{ns}	154.2^{ns}
کود شیمیایی×سال B x C	1	6.8^{ns}	602.7^{ns}	0.02^{ns}	0.00^{ns}	1.02^{ns}	0.048^{ns}	193.3^{ns}
منابعآلی× کود شیمیایی×سال A x B x C	3	42.7^{ns}	19.5^{ns}	0.91^{ns}	1.00*	0.13^{ns}	0.003^{ns}	101.5^{ns}
خطای فرعی Error of sub plot	14	51.3	839.9	1.25	0.26	0.38	0.019	59.4

*, ** and ^{ns} show the significant level at $p<0.05$, $p<0.01$ and non-significant, respectively.

علائم *، * * و ns به ترتیب معنی دار بودن در سطوح ۰،۰۵ و ۰،۰۱ آماری و عدم معنی داری --

نیتروژن برای دستیابی به حداکثر عملکرد زیره سبز کفایت می نماید. عملکرد دانه زیره سیاه در طی دو سال اجرای آزمایش اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۳و۴) بطوریکه در سال اول میزان عملکرد دانه ۳۰/۸۵ گرم در مترمربع شد و در سال دوم این میزان کاهش یافت (جدول۴).

به نظر می رسد علت این امر در سال دوم بدلیل عدم دریافت دوره سرمایی مورد نیاز غده ها در طول فصل پاییز و زمستان ۹۵-۱۳۹۴ باشد (جدول ۴). ضرورت وجود دوره ۳۰ تا ۴۰ روزه سرما در مرحله ابتدایی رشد بذور و غده های زیره سیاه توسط محققین دیگر گزارش شده است (Sharma & Saeidnejad et al., 2012 ;Sharma, 2010). اثر متقابل منابع آلی و کود شیمیایی بر عملکرد دانه زیره سیاه معنی دار نبود (جدول ۳) با این حال بیشترین عملکرد دانه از تیمار هیومیک اسید و نیتروژن و فسفر به میزان ۳۳/۱۸ گرم در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۵). تحقیقات انجام شده روی زیره سیاه نشان داد که تیمار اسید هیومیک و مخلوط کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشترین افزایش عملکرد و ارتفاع بوته را در سطح ۱ درصد نشان دادند (Sozan & Anber, ; Gomaa & Youssef, 2008 .(2016).

اجزای عملکرد دانه (تعداد چتر، تعداد چترک و وزن هزار دانه)

مصرف منابع آلی و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر ، تعداد چتر در هر بوته، تعداد چترک در هر چتر و وزن هزار دانه زیره سیاه را تحت تاثیر قرار داد (جدول۳). بیشترین تعداد چتر در هر بوته از مصرف کود گاوی و اسید هیومیک به ترتیب با ۱۷/۷۵ و ۱۷/۴۲ و کمترین آن از

جدول۴- میزان بارندگی و متوسط درجه حرارت ماهانه فصل رشد مشهد در سالهای ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 4- Precipitation and monthly average temperature for the growing seasons of 2014–15 and 2015–16 in Mashhad, Iran

ماه Month	بارندگی(میلیمتر) Precipitation (mm)		متوسط درجه حرارت(سانتیگراد) Average temperature (◦C)	
	۱۳۹۳-۹۴ 2014–15	۱۳۹۴-۹۵ 2015–16	۱۳۹۳-۹۴ 2014–15	۱۳۹۴-۹۵ 2015–16
خرداد June	4.3	0.3	27.7	26.9
تیرJuly	0	0	28.4	29.7
مرداد August	0	0	27.8	27.8
شهریور September	0	0.4	23.8	21.9
مهر October	16.7	13.8	17.2	18.6
آبان November	30.6	17.6	8.3	11.2
آذر December	21.8	16.0	5.1	6.2
دیJanuary	20.9	12.7	6.3	7.3
بهمن February	38.7	13.7	7.5	5.8
اسفند March	41.6	58.4	5.7	12.1
فروردین April	26.1	94.6	14.9	13.6
اردیبهشت May	23.8	41.3	21.4	21.2
کل Total	224.5	268.8		
متوسط Average			16.1	16.9

عدم مصرف کود با ۱۴/۲۵ بدست آمد و نسبت به شاهد به ترتیب ۲۴درصد و ۲۲ درصد افزایش نشان دادند. این در حالی است که بیشترین تعداد چترک (۱۵) تنها از مصرف کود گاوی بدست آمد که نسبت به شاهد(۱۳/۶۷) تنها ۱۰ درصد افزایش نشان داد. مصرف اسید هیومیک وزن هزار دانه را در زیره سیاه نسبت به شاهد ۲۱ درصد افزایش داد. این در حالی است که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش وزن هزار دانه به میزان ۱۸ درصد نسبت به شاهدگردید. این دو تیمار اختلاف معنی داری با یکدیگرنداشتند (جدول۵). مشابه این نتایج توسط تعدادی از محققین گزارش شده است. (Khorramdel et al., 2011) گزارش کردند که میزان مصرف کود گاوی به طور معنی داری تعداد چتر و وزن هزار دانه را در زیره سیاه تحت تأثیر قرار داد. در تحقیقی کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، تعداد چتر و تعداد چترک و کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را در گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) افزایش داد (Forouzande et al., 2015). بیشترین تعداد چتر و چترک از مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب با ۱۷/۴۲ و ۱۴/۵۴ و کمترین آن از عدم مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب با ۱۴/۵۰ و ۱۳/۲۵ بدست آمد. با مصرف نیتروژن و فسفر تعداد چتر و تعداد چترک به ترتیب ۲۰ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. مصرف نیتروژن و فسفر تاثیری بر وزن هزار دانه در زیره سیاه نشان نداد (جدول ۵). نتایج این تحقیق با نتایج (Afshari et al.,2008) مطابقت دارد آنها اعلام کردند نیتروژن و توده های بذور مناطق مختلف بر وزن هزار دانه زیره سبز اثر معنی داری نداشتند. (Naseripoor,1995) نیز گزارش نمود که سطوح نیتروژن بر وزن هزاردانه زیره سبز در شرایط مشهد بی تاثیر بود. (Sefa, 1986) بیان کرد که استفاده از ۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به اضافه همین مقدار پنتا اکسید فسفر(P_2O_5)، اقتصادی ترین تیمار کودی از لحاظ رشد و عملکرد زیره سبز بود. در یک آزمایش مصرف تیمار ۱۰۰کیلوگرم در هکتارکود اوره بیشترین تعداد چتر در گیاه زیره سبز را به همراه داشت (Bagheri,2004). (Nourihoseini & Zabihi,2015) گزارش کردند که مصرف۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر(P_2O_5)عملکرد دانه زیره سیاه را به میزان ۲۹/۸درصد، عملکرد کاه را به میزان ۱۹/۲درصد، تعداد چتر در بوته را به میزان ۲۶/۲درصد و ارتفاع بوته را به میزان ۶ درصد نسبت به شاهد(بدون مصرف فسفر) افزایش داد. بررسی ها و مطالعات نشان داده است که اثر متقابل نیتروژن و فسفر در بابونه آلمانی(*Matricaria chmomilla* L.) (Franz et al.,1983) و زیره سبز (Fagaria,1972) منجر به بهبود محصول در آنها شد.

اثر متقابل مصرف منابع آلی با مصرف کود شیمایی نیتروژن و فسفر بر اجزای عملکرد دانه زیره سیاه معنی دار نشد (جدول۶). با این حال بیشترین تعداد چتر در بوته و بیشترین وزن هزار دانه از مصرف اسید هومیک با کود شیمیایی نیتروژن و فسفر عایدگردید(جدول۶). همچنین بیشترین تعداد چترک در چتر ار مصرف کود دامی و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بهدست

آمد (جدول۶). نتایج این تحقیق با نتایج (Gomaa & Youssef,2008) و Akbarinia et al.,2003) مطابقت دارد آنها اعلام داشتند که استفاده از اسید هیومیک و کود گاوی با کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفرو پتاسیم به صورت تلفیقی در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از آنها عملکرد و اجزای عملکرد دانه را در زیره سیاه اروپایی (*Carum carvi* L.) و زنیان (*Trachyspermum ammi*) افزایش می دهد.

عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته

مصرف منابع آلی و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد بیولوژیک زیره سیاه معنی دار شد($p\geq ۰/۰۱$) این در حالی است که مصرف منابع آلی بر ارتفاع بوته تاثیری نداشت، اما مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک از مصرف هیومیک اسید به میزان ۱۰۲/۵ گرم در متر مربع به‌دست آمد و کمترین

جدول ۵- میانگین اثرات منابع آلی، کودهای شیمیایی و سال بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سیاه

Table 5- Mean comparison for the effects of organic resources, chemical fertilizers, and year on black zira yield and yield components

تیمار های آزمایش Experimental treatments	عملکرد دانه(گرم بر مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biologic yield($g.m^{-2}$)	ارتفاع بوته(سانتیمتر) plant height (cm)	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umblet number per umbel	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
منابع آلی Organic resources						
کود گاوی Cattle Manure	25.83 ^{ab}	89.41 ^{ab}	67.17 ^{a}	17.75 ^{a}	15.00 ^{a}	1.23 ^{ab}
ورمی کمپوست Vermi-compost	20.54 ^{bc}	66.46 ^{b}	67.92 ^{a}	14.42 ^{b}	14.00 ^{ab}	1.4 ^{a}
اسید هیومیک Humic acid	29.89 ^{a}	102.5 ^{a}	68.17 ^{a}	17.42 ^{a}	12.92 ^{b}	1.43 ^{a}
شاهد Control	16.35 ^{c}	60.64 ^{b}	68.33 ^{a}	14.25 ^{b}	13.67 ^{ab}	1.18 ^{b}
کود شیمیایی Chemical fertilizer						
نیتروژن و فسفر NP	26.57 ^{a}	93.65 ^{a}	70.75 ^{a}	17.42 ^{a}	14.54 ^{a}	1.32 ^{a}
بدون نیتروژن و فسفر Without NP	19.74 ^{b}	65.86 ^{b}	65.04 ^{b}	14.50 ^{b}	13.25 ^{a}	1.31 ^{a}
سال Year						
سال اول First year	30.85 ^{a}	116.1 ^{a}	68.58 ^{a}	16.38 ^{a}	14.00 ^{a}	1.32 ^{a}
سال دوم Second year	15.45 ^{b}	43.43 ^{b}	67.21 ^{b}	15.54 ^{b}	13.79 ^{a}	1.31 ^{a}

در هر ستون تیمارها یی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند

In each column, the treatments with at least one common letter, are not significantly difference at 5% level

جدول ۶- میانگین اثرات متقابل منابع آلی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سیاه

Table 6- Mean comparison for the interaction effects of organic resources and chemical fertilizers on black zira yield and yield components

منابع آلی Organic resources	کود شیمیایی Chemical fertilizers	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biologic yield ($g.m^{-2}$)	ارتفاع بوته (سانتیمتر) plant height (cm)	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umblet number per umbel	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
کود گاوی Cattle Manure	نیتروژن و فسفر NP	32.07 a	111.9 a	69.50 a	19.17 a	15.73 a	1.09 a
	بدون نیتروژن و فسفر Without NP	19.58 a	66.90 a	64.83 a	16.33 a	14.67 a	1.27 a
ورمی کمپوست Vermi-compost	نیتروژن و فسفر NP	21.73 a	69.77 a	70.17 a	15.33 a	15.17 a	1.42 a
	بدون نیتروژن و فسفر Without NP	19.35 a	63.15 a	65.67 a	13.50 a	12.83 a	1.41 a
اسید هیومیک Humic acid	نیتروژن و فسفر NP	33.18 a	125.8 a	70.67 a	20.17 a	12.67 a	1.49 a
	بدون نیتروژن و فسفر Without NP	26.60 a	79.25 a	65.67 a	14.67 a	13.17 a	1.37 a
شاهد Control	نیتروژن و فسفر NP	19.28 a	67.13 a	72.67 a	15.00 a	15.00 a	1.28 a
	بدون نیتروژن و فسفر Without NP	13.42 a	54.15 a	64.00 a	13.50 a	12.33 a	1.18a

در هر ستون تیمارها یی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ٪۵ ندارند

In each column, the treatments with at least one common letter, are not significantly difference at 5% level

عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد (بدون مصرف کود) به میزان ۶۰/۶۴ گرم در متر مربع مشاهده شد. مصرف هومیک اسید نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد بیولوژی به میزان ۶۹ درصد گردید (جدول۵). بر اساس گزارشات موجود استفاده از اسید هیومیک در زیره سبز باعث افزایش کلروفیل a و b و کربوهیدرات ها شد (Gomaa & Youssef,2008). در یک تحقیق کاربرد ترکیبات آلی نظیر کود گاوی، میزان کربو هیدرات ها را در زیره سبز افزایش داد (El-Khayat, & Zaghloul, 1999).

مصرف نیتروژن و فسفر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک به میزان ۹۳/۶۵ گرم در متر مربع شد که نسبت به عدم مصرف آن (۶۵/۸۶ گرم در متر مربع)، ۴۲ درصد افزایش نشان داد (جدول۵). (Fagaria, 1972) در یک خاک شنی لومی در یک آزمایش ۳ ساله اختلاف معنی داری بین عملکرد حاصل از استفاده سطوح مختلف کودی یعنی صفر تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر در هکتار در کشت

زیره سبز ملاحظه کرد حداکثر تعداد چترها، تعداد شاخه‌ها و حداکثر محصول در فرمول کودی ۵۰-۵۰ کیلوگرم درهکتار به‌دست آمد.

مصرف کود گاوی، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته زیره سیاه تاثیری نداشت، اما مصرف نیتروژن و فسفر ارتفاع بوته را به‌صورت معنی داری افزایش داد (جدول۳). مصرف نیتروژن و فسفر سبب افزایش ارتفاع بوته به میزان ۷۰/۷۵ سانتی متر شد که نسبت به شاهد به میزان ۱۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج فوق با نتایج آزمایشات برخی محققین در زیره سبز (El-Khayat & Zaghloul, 1999) و زیره سیاه اروپایی(Badran et al,2007) مشابه می باشد. بر خلاف نتایج این آزمایش (Afshari et al., 2008) اعلام کردند نیتروژن اثر معنی داری بر ارتفاع بوته نداشت. (Gomaa & Youssef,2008) اعلام کردند کاربرد اسید هیومیک و کودگاوی به تنهایی ارتفاع بوته را افزایش نداد، ولی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث افزایش ارتفاع زیره سیاه شد. نتایج تحقیق (Dadkhah et al.,2012) و (*Franz et al.,1983*) نشان داد که کاربرد کود نیتروژن و فسفر باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی و فرعی گل دهنده در گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) شد. این می تواند به دلیل تاثیر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در تحریک رشد رویشی و طولانی کردن دوره رشد باشد که منجر به تولید شاخه های بیشتر در بوته شد. دلیل دیگر تاثیر کودها بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد ساقه های اصلی و فرعی را می توان این‌گونه توجیه کرد که با مصرف کود، گیاهان آسان تر به عناصرغذای دسترسی داشته و بهتر استقرار می یابند.

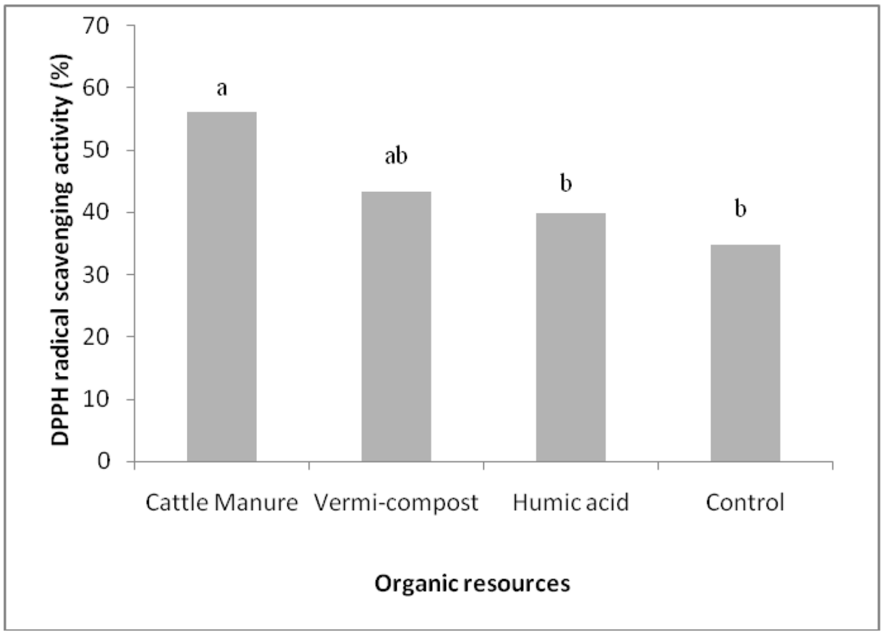
فعالیت آنتی اکسیدان اسانس

مصرف منابع آلی و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر فعالیت آنتی اکسیدان در اسانس دانه زیره سیاه معنی دار شد (جدول ۳). کود گاوی میزان فعالیت آنتی اکسیدان را نسبت به شاهد ۶۰ درصد(از ۳۴/۷ درصد به ۵۶ درصد) افزایش داد (شکل ۱). به نظر می رسد که کود گاوی احتمالاً با تاثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ماده آلی خاک و همچنین قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی بیشتر، باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدان در اسانس دانه شده است. در تایید این نتایج نیز (Emami bistgani et al.,2014) گزارش کردند بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدان از تیمار کود دامی در گیاه دارویی آویشن دنایی(*Thymus deanensis* Celak) به دست آمد. در یک مطالعه روی گیاه خار مریم (*Silybum marianum* L.) اعلام گردید که مصرف کودهای آلی منجر به افزایش میزان سیلیمارین(silymarin) در این گیاه دارویی شد (Abdolah zareh et al.,2013). سیلیمارین دارای خاصیت آنتی هپاتوتوکسیتی (antihepatotoxicity) است که مکانیزم آن مشابه آنتی اکسیدان است. نتایج یک تحقیق نشان داد که در روش تغذیه آلی با افزایش مقدار کود دامی، مقدار اسید کلروژنیک غنچه کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*) افزایش یافت (Fateh,2009). اسیدکلروژنیک به عنوان یک آنتی اکسیدان در سیستم عصبی انسان فعالیت می‌کند و عوامل ایجاد کننده التهاب در سیستم

عصبی را سرکوب می‌نماید.

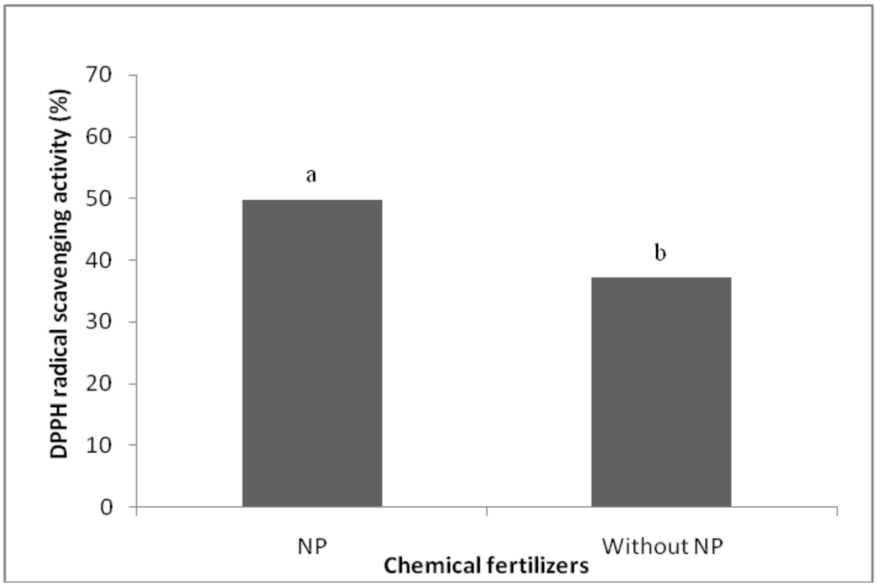
مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث شد که فعالیت آنتی اکسیدان دانه زیره سیاه از۳۷/۲ درصد در تیمار شاهد به ۴۹/۸ درصد افزایش یابد (شکل۲). به نظر می رسد مصرف کود های شیمیایی نیتروژن و فسفر بدلیل قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد دانه زیره سیاه و میزان فعالیت آنتی اکسیدان دانه شد. بررسی میزان جذب نیتروژن و فسفر دانه با میزان فعالیت آنتی اکسیدان دانه زیره سیاه توسط نویسندگان بررسی شده است که در مقاله بعدی گزارش خواهد شد. نتایج تحقیقی روی آویشن دنایی (*Thymus deanensis* Celak) نشان داد که مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم میزان ماده خشک و فعالیت آنتی اکسیدان را در برگ این گیاه افزایش داد، اما افزایش فعالیت آنتی اکسیدان معنی دار نبود (Emami bistgani et al.,2014).

اثرات متقابل مصرف منابع آلی و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر میزان فعالیت آنتی اکسیدان دانه زیره سیاه از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). بر این اساس بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدان از مصرف کود گاوی به علاوه کود شیمیایی NP به میزان ۶۶/۲ درصد به‌دست آمدکه نسبت به شاهد (۴۷ درصد) ۴۰ درصد افزایش نشان داد (شکل۳). به نظر می رسد کود گاوی با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی و کود شیمیایی با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی نیتروژن و فسفر برای گیاه، توانسته است میزان فعالیت آنتی اکسیدان را در دانه زیره سیاه افزایش دهد. در تایید نتایج این تحقیق (Fateh,2009) بیان کرد که مصرف تیمارهای تلفیقی کود دامی و شیمیایی سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدان در برگ کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*) شد. (Hasanzadeh et al.,2014) در آزمایشی اعلام



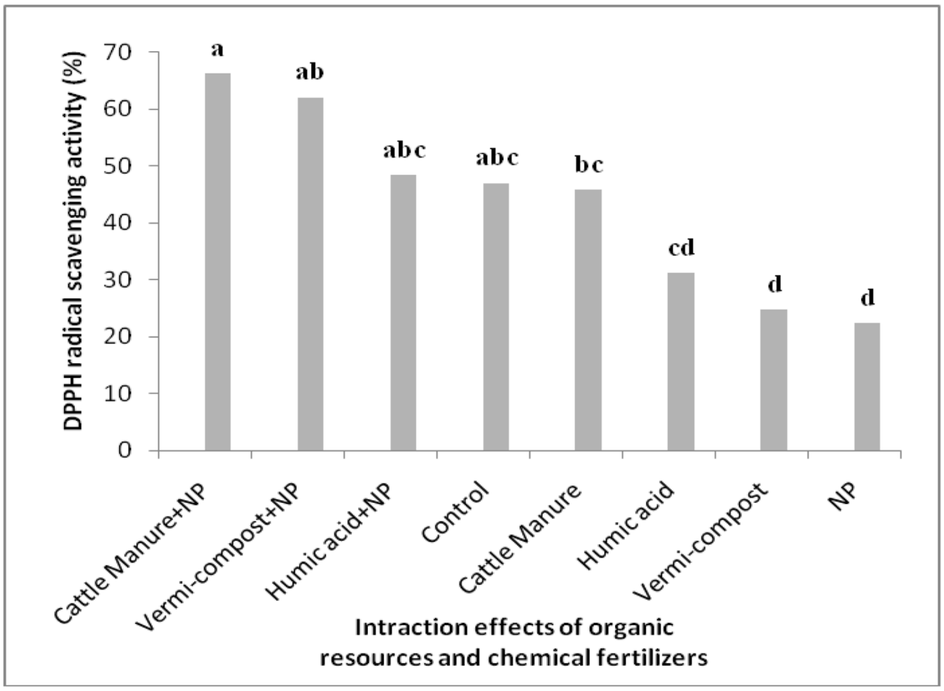
شکل ۱- مقایسه میانگین منابع آلی بر فعالیت آنتی‌اکسیدان در زیره سیاه

Fig.1- Mean comparison for the effects of organic resources on black zira Antioxidant activity



شکل ۲- مقایسه میانگین کود شیمیاییNP بر فعالیت آنتی‌اکسیدان در زیره سیاه

Fig.2- Mean comparison for the effects of chemical fertilizers on black zira Antioxidant activity



شکل ۳- میانگین اثرات متقابل منابع آلی و کودهای شیمیایی بر فعالیت آنتی‌اکسیدان در زیره سیاه

Table 6- Mean comparison for the interaction effects of organic resources and chemical fertilizers on black zira Antioxidant activity

داشتند کاربرد کودهای آلی و مواد شیمیایی بر درصد اسانس و فعالیت آنتی اکسیدان گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تاثیر گذار بود.

نتیجه گیری

تیمارهای آزمایش به طور معنی‌داری خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و فعالیت آنتی اکسیدان اسانس دانه

گیاه دارویی زیره سیاه را تحت تأثیر قرار داد؛ مصرف اسید هیومیک موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد. اسید هومیک به عنوان یک بهبود دهنده رشد و نمو گیاه احتمالاً با تحریک رشد ریشه باعث جذب بیشتر عناصر از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی توسط گیاه می شود (جذب عناصر توسط گیاه در مقاله بعدی مورد بررسی قرار خواهدگرفت). کودگاوی از طریق افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک شد همچنین فعالیت آنتی اکسیدان اسانس دانه را تا ۶۰ درصد نیز افزایش داد. علاوه بر این مصرف نیتروژن و فسفر (۵۰ و ۴۰ کیلوگرم به ترتیب نیتروژن و P_2O_5 در هکتار) موجب بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک ، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، ارتفاع بوته و فعالیت آنتی اکسیدان دانه شد. مصرف نیتروژن و فسفر بر وزن هزار دانه تاثیری نداشت. مصرف متعادل عناصر نیتروژن و فسفر توانسته است نیازهای گیاه زیره سیاه را به این عناصر بر طرف نموده و باعث افزایش عملکرد دانه در زیره سیاه شوند. بر اساس نتایج، جهت دستیابی به بهترین عملکرد و فعالیت آنتی اکسیدان در دانه گیاه دارویی زیره سیاه، مصرف ۱۰ تن در هکتار کود گاوی توام با ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ کیلو گرم فسفر خالص در هکتار مناسب می باشد.

Reference

Abdolahzareh, S., Fateh, A., and Ayneband, A. 2013. Effect of Planting date and chemical, organic and integrated fertilizers on the amount of active ingredient seed of marythistle (*Silybum marianum* L.). *Medicinal and Aromatic Plants Research*, 29:486-501(In Persian).

Aflatuni, A., Palevitch, D., and Putievsky, E. 1993. The effect of manure composted with drumcomposter on aromatic plants. *Acta Horticulturae,* 344**:** 63–68.

Afshari, M., Valadabadi, A., Daneshian J., and Akbarinia. A. 2008. Study of the properties crops local population of cumin in conditions of different nitrogen amounts. *New agricultural findings*, 3: 223-213 (In Persian).

Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaei, M. B. and Sharifi ashurabadi, A. 2003. The effect of chemical fertilizers, manure and combined on seed yield and essential oil of the Ajowan. *Research and development*,16: 42-32. (In Persian).

Arteca, R.N.1996. *Plant Growth Substances: Principle and Applications*. Chapman and Hall. New Yourk.

Askarzade, M., Gholami B., and Negari. E. 2005. Study of qualitative and quantitative yeild of mountain cumin *(Bunium persicum)* Iran ecotypes in Mashhad weather condition.In: National Conference on Sustainable Development medicinal plants, Mashhad,Iran,17-19 septamer 2005, p.327-328. (In Persian).

Azizi, M., Davareenejad, G.H., Bos, R., Woerdenbag, Herman, J., and Kayser, O. 2009. Essential oil content and constituents of black zira (*Bunium persicum* [Boiss.] B. Fedtsch.) from Iran during field cultivation (Domestication). *Essential Oil Researches,* 21: 78-82.

Badran, F.S., Aly, M.K., Hassan, E.A. and Shalatet, S.G. 2007. Effect of organic and biofertilization treatments on cumin plants. In:The Third Confrance of Sustainable Agriculture Development, Al Fayoum, Egypt,12-14 November 2007, p. 371-380.

Bagheri, A. 2004. Determine the optimum amount of nitrogen, row spacing cultivation of cumin in the Fars province.In: The first National Conference of cumin, Sabzevar, Iran.2-3 December, 2004, P.90-93 (In Persian).

Dadkhah, A, Aminidahchi, M. and Kafi M. 2012. The effect of different levels of nitrogen and phosphorus on qualitative and quantitative yield of German chamomile (*Matricaria recutita*), *Crop Researches,*10: 326-321. (In Persian).

Ehtramian, K. 2002. *The effect of nitrogen fertilization and sowing date on yield and yield components of cumin in Kooshkak in Fars province.* MS M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Iran (In Persian with English Summary).

El-Khayat, A.S.M. and Zaghloul, R.A. 1999. Biofertiliztion and organic manuring efficiency on growth and yield of caraway plants (*Carum carvi,* L)**.** *Annals of Agriculture Sciences*,37: 1379-1397.

Emami bistgani, Z., Syadat, S. E., Bakhshande, E., and Ghasemi pirbaloti, E. 2014.The effect of chemical, organic fertilizers and chitosan on physiological characteristics and the Phenolic Compounds of thyme daenensis(*Thymus deanensis* Celak) in shahrekord area. *Better crops research*, 7:1-11. (In Persian with English Summary).

Fagaria, N. K. 1972. Effect of nitrogen, phosphous and potassium fertilization on yield and yield attributing characters of cumin crop. *Plant Nutrition and Soil Science*, 132:30-34.

Fateh, A.2009. Investigate the impact of soil fertility systems (organic and chemical) on forage yield and properties of artichokes *(Cynara scolymus*). PhD dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tehran,Iran(In Persian with English Summary).

Floot, H., W., G. 1990. Effect of nitrogen rate and split nitrogen application on caraway yield and quality. (In Dutch). Annual Report 1989/1990. Publication 54, Research Station for Arable Farming and Field Production of Vegetables (PAGV), 84-87.

Forouzande, M., Karimian, M. and Mohkami, Z. 2015. Effect of drought stress and different types of organic fertilizers on yield of cumin components in sistan region. *European Journal of Medicinal Plants*, 5: 95-100.

Franz C., Hoelzl J., and Kirsch, C. 1983. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on Chamomile*(Matricaria chmomilla L.). International Society for Horticultural Science,* 48: 17-22.

Gomaa, A .O. and Youssef, A.S. .2008 Efficiency of bio and chemical fertilization in presence of humic acid on growth performance of caraway.In: 4th Scientific Conference of the Agricultural and Biological Research Division, Moshtohor, Egypt. 5-6 May 2008.

Hasanzade, K., Hemati, K. and Alizade, M. 2014. The impact of organic fertilizers and salicylic acid on some secondary metabolites of lemon balm(*Melissa officinalis* L .), The first national conference on new ideas in sustainable agriculture, Islamic Azad University Boroujerd,Iran http://www.civilica.com/Paper-idehnowin01_083.html (In Persian).

Jha, P., Ram, M., Khan, M.A., Kiran, U., Uzzafar, M., and Abdinb, M.Z. 2011. Impact of organic manure and chemical fertilizers on artemisinin content and yield in *Artemisia annua* L. *Industrial Crops* and *Products*, 33(2): 396-301.

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, Gh., Seyedi, S.M. and Azizi, E.2015. The effect of manure and weight of tubers on yield, yield components and essential oil of Black caraway *(Bunium Persicum Bioss.)*. *Plant Production Researches*, 22(4),P:133-155(In persian).

Khosravi, M. 1994. *Bunium persicum*, botany, ecology and investigation the possibility of crop production. M.Sc. Dissertation.Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad,Iran. (InPersian).

Kozera,W., Majcherczak, E. and Barczak, B. 2013. Effect of varied NPK fertilization on the yield size, content of essential oil and mineral composition of caraway fruit (*Carum carvi* L.*)*. *Journal of Elementology*. 2: 255–267.

Liu, C., Cooper, R.J. and Bowman, D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient content of bentgrass. *Hortcal Science*, 33(6), 1023-1025.

McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M., and Robards, K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food chemistry*, 73:73-84.

Miri karbask, A., Ebrahimi, M., and Bidarnameni, F. 2015. The effect of humic acid on height and number of leaves medicinal plant Psyllium *(Plantago ovate).* In: Second National Conference of medicinal plants, Hamedan, Iran. 27 August 2015, (In Persian with English Summary).

Naseripoor,M.T. 1995. Effects of NPK on growth and yield of cumin.M.Sc. Dissertation.Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University,Tehran, Iran (In persian).

Nourihoseini, M. and Zabihi, H. 2015, Optimum management of fertilizer recommendation in land under cultivation Black Caraway (*Bunium persicum***)**. *Land Management,* 3(1): 49-60. (In Persian).

Robbins, C.W., Freeborn, L.L. and Westermann, D.T. 2000. Organic phosphorus source effects on calcareous soil phosphorus and organic carbon. *Environmental Quality*. 29(3):973- 978.

Saeed Nejhad, A.H., Kafi, M. and Pessarakli, M. 2012. Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of *Bunium persicum* under different thermal conditions. *Agriculture and Crop Sciences*, 4:1266-1271, (In Persian).

Saeed Nejhad, A.H., and Rezvani Moghadam P. 2010**.** Evaluation of consumption of compost, vermicompost and manure fertilizers on yield,yield components of Cumin and essence percentage. *Journal of Horticulture Sciences*142-148:(2) 24 , . (In Persian with English Summary).

Salma, A., and Mohamed, M. A. 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with macro and onicro elements. *Food Chemistry*.77:75-80.

Sharma, R. and Sharma, S. 2010. Effect of storage and cold-stratification on seed physiological aspects of *Bunium persicum*: A threatened medicinal herb of Trans-Himalaya. *International Journal of Botany*, 6: 151-156.

Sefa, S. 1986. Nitrogen and phosphorus requirements of cumin growth under dry and irrigated conditionsin eskise hir province. *Horticultural Science Abstracts,* 58:331.

Sozan, A. A., and Anber, M.A.H. 2016. Growth, yield and seed quality of caraway under chemical, organic or biological production in new reclaimed soil of upper Egypt. *Horticultural Science & Ornamental Plants,* 8 (2): 66-73.

Weglars, Z. 2006. Production of biennial caraway for seed and essential oil. In E., nemeth(ed*).* *Handbook: Caraway,The Genus Carum*. Harwood academic publishers, Amsterdam, p.129-140.

Zarban, A., Molkane, M., Hasanpour, M., Najari M.T., and Abad M.2004. Evaluation of antioxidant properties 28 medicinal plants in Iran, Birjand University of Medical Sciences, 11(1) :5-13 (In Persian).

Effect of Different Fertilizer Resources and Humic acid on some Morphological Criteria,Yield and Antioxidant Activity of Black Zira Seed (*Bunium persicum* Boiss.)

S.M. Nourihoseini[1], R. Khorassani[2*], A.R. Astaraei[3], P. Rezvani Moghadam[4] and H.R. Zabihi[5]

1. PhD student, Department of Soil Science and Scientific staff of Soil and Water Research Department Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, Agricultural Research, Education & Extension organization, Iran
2. Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad,Iran (Corresponding author)
3. Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
4. Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
5. Assistant Professor of Soil and Water Research Department Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, Agricultural Research, Education & Extension organization, Iran.

Received: April 2017 Accepted: August 2017

Extended Abstract

Nourihoseini, S.M., Khorassani, R., Astaraei, A.R., Rezvani Moghadam, P., Zabihi ,H.R., Effect of Different Fertilizer Resources and Humic acid on some Morphological Criteria,Yield and Antioxidant Activity of Black Zira Seed (*Bunium persicum* Boiss.)
Applied Field Crops Research Vol 29, No. 4, 2016 P: 23-24: 88-105 (in Persian)

Introduction: Black zira (*Bunium persicum*Boiss.) is a perennial and aromatic plant from Apiaceae family. Black zira seeds are used in culinary and traditional medicine practices. Black zira has high economic value due to its use in pharmaceutical and food industries. In recent years, black zira cultivation is getting more popular among farmers (Askarzade et al.,2005). Nutrient management and application of organic and chemical fertilizers play an important role in increasing quality and quantity of black zira production. There are few studies which show the importance of nutrients management in Black zira (*Bunium persicum* Boiss.). Many recent studies have focused on caraway (*Carumcarvi* L.) (Gomaa and Youssef, 2008) and cumin (*Cuminum cyminum*) (Saeed Nejhad and Rezvani Moghaddam, 2010). In the current study, the effect of cattle manure, vermicompost, humicacid and chemical fertilizers (nitrogen and phosphorus) was studied on yield, yield components and antioxidant activity of black zira.

Materials and methods: The experiment was conducted in the Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran in 2013-2015. The experiment was designed based on randomized complete block design arranged in a split plot in time with three replicates, consisting of eight main plots [organic sources (cattle manure (10 t. ha^{-1}), vermicompost (5 t. ha^{1}),

Email address of the corresponding author: khorasani@um.ac.ir

humic acid (2.5 $kg.ha^{-1}$Humax) and control) × chemical fertilizer (N (50 $kg.ha^{-1}$) P (40 $kg.ha^{-1}P_2O_5$) and without NP)] and two sub-plots (first and second year).In this experiment the 3-4 g bulbs were used as seed. In the end of each year, seed yield, biological yield, plant height, umbel number per plant, umblet number per umbel, 1000-seed weight and antioxidant activity were determined. The obtained data were analyzed in a factorial split plot design in time by using SAS, and means were compared by Duncan's Multiple Range test at 5% probability level.

Results and discussion: The results showed that all morphological characteristics, seed yield, yield components and antioxidant activity were affected significantly by studied treatments ($p\leq0.01$). The humic acid application improved seed and biological yield, umbel number per plant and 1000-seed weight compared with control treatment. Humic acid increased seed yield from 16.35 to 29.89 g m^{-2}. Cattle manure improved umbel number per plant, umblet per umbel, seed and biological yield. Seed yield increased by cattle manure application by 57% compared with control treatment. Humic acid and cattle manure improved seed antioxidant activity. Cattle manure increased antioxidant activity by 60% compared with control treatment. The application of NP improved seed and biological yield, umbel number per plant, umblet numberper umbel and plant height. Nitrogen and phosphorus treatment increased seed yield from 19.74 to 26.57 $g.m^{-2}$. The application of NP had no significant effect on 1000-seed weight.The application of NP also increased antioxidant activity by 40% compared with control treatment.

Conclusion: Based on the results cattle manure plus NP treatment is recommended to gain the highest seed yield and antioxidant activity in black zira.

Key words: Medicinal plant, Organic Fertilizer, Mineral Fertilizer, Humic substances, radical scavenging activity

References

Askarzade, M., Gholami B.,and. Negari. E.2005. Study of qualitative and quantitative yield of mountain cumin (*Buniumpersicum*) Iran ecotypes in Mashhad weather condition.In: National Conference on Sustainable Development medicinal plants, Mashhad, Iran,17-19 September 2005 (In Persian).

Gomaa, A.O. and Youssef, A.S.2008.Efficiency of bio and chemical fertilization in presence of humic acid on growth performance of caraway.In: 4th Scientific Conference of the Agricultural and Biological Research Division, Moshtohor, Egypt,5-6 May 2008.

Saeed Nejhad, A.H., and Rezvani Moghaddam P. 2010**.** Evaluation of consumption of compost, vermicompostand manure fertilizers on yield,yield components of Cumin and essence percentage. *Journal of Horticulture Science*, 24 (2):142-148. (In Persianwith English Summary).