Archive of SID

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2020.126935.266

اثر تراکم بوته و منابع فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) درکشت دیم

امیر حقیقت[۱]، حمید مدنی[۲*]، حسین حیدری شریف آباد[۱]، اسلام مجیدی هروان[۱]، مهرزاد مستشاری[۳]

۱- گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۳- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته و منابع فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در شرایط دیم، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب دانشگاه تهران واقع در اراضی دیم کوهین در استان قزوین در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فسفر در سه سطح (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم فسفات، ۵۰ ٪ میزان دی‌آمونیوم فسفات + ۵۰ ٪ کود فسفر بیولوژیک و ۱۰۰٪ کود فسفر بیولوژیک) و تراکم بوته در سه سطح (۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تاثیر اثر متقابل تراکم بوته و منابع فسفر و صفت تعداد دانه در هر خانه کپسول تحت تاثیر تیمار فسفر قرار گرفتند و صفات تعداد خانه در کپسول و وزن هزاردانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه از تیمار فسفر بیولوژیک و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۰۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه نیز از تیمار فسفرشاهد و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با عملکرد ۴۲/۳۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در این پژوهش با مصرف فسفر بیولوژیک و تراکم گیاهی بالا (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) بیشترین عملکرد دانه و با مصرف کود شیمیایی به تنهایی و تراکم گیاهی بیشتر، کمترین عملکرد دانه تولید شد.

واژه‌های کلیدی : تراکم بوته، فسفر بیولوژیک، سیاهدانه،عملکرد دانه، کشت دیم

* نگارنده مسئول: *h-madani@iau-arak.ac.ir* تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۵ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک یک عامل محدودکننده مهم برای توسعه بخش کشاورزی است. در آینده نه چندان دور گرمایش جهانی و وقوع خشکسالی‌ها باعث تشدید کمبود آب در عرصه‌های طبیعی خواهد شد. از طرف دیگر تخلیه خاک از عناصرغذایی و مواد آلی به دلیل حذف بقایای گیاهی و استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی نیز اثرهای مخربی را بر ظرفیت نگهداری آب خاک و توانایی گیاهان برای سازگاری با تغییرات آب و هوایی داشته است (عباسپور و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه ایران کشوری است که در مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد با تهدید ناشی از کمبود منابع آب روبرو است، لذا استفاده بهینه از منابع آب در پهنه‌های طبیعی می‌تواند خطر بحران کم آبی را کاهش دهد (بختیاری و همکاران، ۱۳۸۸).

گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، یکی از گیاهان دارویی است که در مناطق نیمه خشک کشور دارای سابقه کشت می‌باشد و بنابراین کشت آن در اراضی دیم با توجه به میزان بارندگی و حاصلخیزی خاک و شیوه تغذیه گیاه می‌تواند ضمن رعایت اصول کشاورزی اکولوژیک، نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی و کیفی این گیاه دارویی داشته باشد (Ghamarnia *et al.*, 2010). یکی از تکنولوژی‌های نوین رایج جهت افزایش حاصلخیزی خاک، مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهانی است که با استفاده از کاربرد انواع کودهای شیمیایی، بیولوژیک و دامی یا آلی در خاک است (عباسپور و همکاران، ۱۳۹۶). از طرف دیگر امروزه به دلایل مشخص و بروز عوارض جانبی مصرف داروهای شیمیایی، رویکرد عمومی به سمت استفاده از داروهای گیاهی و گیاهان دارویی در حال افزایش است (Hecl and Sustrikova, 2006).

بنابراین از اواخر قرن بیستم رویکردی مثبت به سمت جایگزین کردن فرآورده‌های دارویی گیاهان، به جای داروهای شیمیایی بوجود آمده است. به طوری که در مقیاس جهانی رشدی معادل ۸٪ را از دهه ۹۰ به بعد برای استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌های مختلف در جهان شاهد بوده و به همین دلیل این گیاهان از اهمیت اقتصادی بسیار بالایی برخوردار و تجارت آن‌ها تبدیل به یک تجارت بین المللی شده است (امید بیگی، ۱۳۷۹). یکی از ابعاد حائز اهمیت در تولید و پرورش گیاهان دارویی، افزایش تولید آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی و یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید آن‌ها می‌باشد. مدیریت صحیح استفاده از کودهای بیولوژیک و یا باکتری‌های همزیست با گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها تاثیرگذار بوده است(Abdul-Jaleel *et al.*,2007). در بین گیاهان دارویی، برخی از گونه‌های جنس Nigella از خانواده Ranunculaceae سابقه مطلوبی در بوم نظام‌های تولید محصولات کشاورزی ایران دارند (مظفریان، ۱۳۷۵).

سیاه دانه هم یکی از گونه‌های مهم این خانواده است که به طور طبیعی در نقاط مختلف ایران رویش دارد. سیاهدانه گیاهی یکساله، گلدار و بومی منطقه جنوب غرب آسیا است و در ایران

www.SID.ir

Archive of SID

این گیاه به ویژه در مناطق مختلف اراک و اصفهان به فراوانی می روید و به دلیل داشتن ماده‌ای موسوم به تیموکینون، دارای اثر ضد تشنجی است. روغن سیاهدانه در از بین بردن سلول‌های سرطانی نقش به سزایی دارد(Ait Mbarek *et al.,* 2007). همچنین دارای اثرات ضد توموری و ضد باکتریایی نیز است (Riaz *et al.,* 1996). سیاهدانه دارای زمینه تاریخی و مذهبی در بین اقوام و ملل است، به طوری که روزانه میلیون‌ها نفر مردمان نواحی مدیترانه و شبه قاره هند از روغن دانه آن برای پیشگیری طبیعی و یا درمان برخی بیماری‌ها از آن استفاده می‌کنند (Ghosheh *et al.,* 1998). امیدبیگی (۱۳۷۴) بیان کرد تراکم بوته از جمله عوامل زراعی مهم و تاثیرگذار بر میزان عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله سیاهدانه است. در گیاهان یکساله دلیل اصلی کاهش عملکرد، رشد رویشی ضعیف و در نتیجه سطح برگ کم در ابتدای فصل رشد می باشد و در این حالت بیشتر تشعشع خورشیدی توسط زمین جذب شده و غیر قابل استفاده باقی می‌ماند، بنابراین در چنین شرایطی افزایش تراکم گیاه در واحد سطح می‌تواند به جذب بیشتر تشعشع خورشیدی به خصوص در مراحل اولیه رشد کمک نماید (Atta, 2003). در ترکیه آزمایش‌هایی برای تعیین فاصله ردیف مناسب برای کشت سیاه دانه انجام شد و براساس نتایج منتشر شده، فاصله ردیف‌های کاشت به صورت معنی داری بر تعداد کپسول در هر بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اثر گذاشت (Kizil and Toner, 2005). از بین عناصر غذایی، فسفر بعد از نیتروژن، مهمترین عنصر موثر در رشد و نمو طبیعی و مورد نیاز گیاهان (سپهر و ملکوتی، ۱۳۸۳) و میکروارگانیسم‌ها است (صالح راستین، ۱۳۷۷). برخی محققان اعلام کرده اند کمبود فسفر و نیز جذب پایین آن به ویژه در خاک‌های قلیایی، از محدودیت‌های اصلی تولید محصولات زراعی در سیستم‌های کشاورزی مبتنی بر بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران است (Sameni and Kasraian, 2004). در اراضی دیم فسفر اهمیت زیادی در توسعه ریشه گیاه و در نتیجه تولید محصول سیاهدانه دارد، بنابراین کمبود آن ممکن است از جمله مشکلات مهم در راستای تولید سیاهدانه در شرایط کمبود آب باشد (Tuncturk *et al.,* 2011.Mohamed *et al.,* 2000 .El-Deen and Ahmed, 1997).

همچنین فسفر بر مکانیسم رشد زایشی و عملکرد سیاهدانه تاثیر مستقیم دارد (درودیان و همکاران، ۱۳۸۹) اما به دلیل آهکی بودن خاک در بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک کشور حلالیت فسفر خاک بسیار پایین است (کریمی نیا و شعبان پور، ۱۳۸۲). سایر بررسی‌ها نشان داده است در چنین شرایطی کاربرد کود بیولوژیک فسفره بارور-۲ که حاوی باکتری‌های مفید حل کننده فسفات است با اسیدی کردن ریزوسفر ریشه و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات غیر محلول فسفردار موجود در محیط اطراف ریشه می‌شود و فسفر مورد نیاز گیاه را از این شیوه به میزان قابل توجهی تامین می‌کند (Saleh Rastin, 2001).

کود بیولوژیک فسفر علاوه بر افزایش کارایی جذب عناصر، موجب افزایش قابل ملاحظه

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد محصول نیز می‌شود (Saleh Rastin, 2001). یکی از مباحث نوین کشاورزی پایدار مدیریت پایدار منابع خاک و اهمیت دادن به موجودات ذره‌بینی خاک و روابط همزیستی متقابل مفید بین اجزاء اکوسیستم در زنجیره‌های غذایی و چرخه‌های حیاتی است. بنابراین کودهای بیولوژیک و یا بیولوژیک به منظور تأمین پایدار عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان دارای اهمیت و جایگاه ویژه ای می‌باشند (Yazdani *et al.*, 2010). به عبارت دیگر کاربرد انواع باکتری‌های مفید در تغذیه گیاهان و تاثیر آن‌ها به عنوان محرک رشد می‌تواند امکان برقراری رابطه هم افزایی و تشدیدکنندگی بین گیاه با محیط را فراهم نماید که نتیجه آن تولید بیشتر محصول می‌باشد (Nezarat and Gholami, 2009).

توسعه ریشه گیاهان در شرایط کمبود آب ناشی از تغذیه متناسب فسفر می‌تواند موجب بهبود ریشه زایی و افزایش میزان دسترسی ریشه به آب و عناصر غذایی محلول در آن شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹).

کودهای بیولوژیک در برخی مواقع به عنوان محرک رشد همانند هورمون‌های گیاهی به ویژه اکسین‌ها عمل کرده و موجب تحریک رشد گیاه و ایجاد توازن در آن می‌گردد (Vessy, 2003). همچنین کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر، در بهبود عملکرد و خصوصیات کمی گیاه دارویی سیاهدانه تاثیرات مثبتی را نشان داده است (خرمدل و همکاران،۱۳۸۹). کود فسفر بیولوژیک حاوی یک یا چند نوع باکتری حل کننده فسفات است که با استفاده از دو ساز و کار ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول در خاک شده و در نتیجه امکان جذب شدن این عنصر را برای گیاهان فراهم می‌کند. هدف از انجام این تحقیق اولا بررسی امکان کشت دیم گیاه دارویی سیاهدانه در اراضی دیم و در تناوب با غلات پاییزه بوده و همچنین به مقایسه اثر کود بیولوژیک و شیمیایی فسفر و کاربرد تلفیقی آن‌ها و تاثیر آن بر عملکرد محصول و نیز دستیابی به مناسبترین تراکم جهت کشت دیم سیاهدانه در منطقه مورد آزمایش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب دانشگاه تهران واقع در اراضی دیم منطقه کوهین استان قزوین واقع در ۴۲ کیلومتری شهر قزوین با مختصات جغرافیایی ´۳۷ ´۲۲ °۳۶ شمالی و ´۱۰ ´۳۵ °۴۹ شرقی و در سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۵ انجام شد. اراضی دیم این منطقه دارای بارندگی سالانه با میانگین ۲۹۹/۹ میلی‌متر و ۱۴۰۰ متر ارتفاع از سطح دریاهای آزاد می‌باشد. کوهین در پاییز دارای اقلیم سرد-معتدل، سرد-نیمه خشک است. قبل از انجام تحقیق، از نقاط مختلف خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری مرکب صورت گرفت و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌ها به آزمایشگاه مرجع خاکشناسی ارسال و نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد

www.SID.ir

Archive of SID

که در این آزمایش عامل کود فسفر در سه سطح کود شیمیایی فسفر به عنوان شاهد (۱۵۰ کیلوگرم دی‌آمونیوم فسفات)، ۵۰٪ کود فسفر شیمیایی+۵۰٪ کود فسفر بیولوژیک و ۱۰۰٪ کود فسفر بیولوژیک در کرت‌های اصلی و تراکم بوته در سه سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

جدول ۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش

Soil texture	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	PH	EC ($dS.m^{-1}$)	N (٪)	O.C (٪)	P (p.p.m)	K (p.p.m)
لومی- رسی	۲۳	۴۴	۳۳	۷/۶۶	۰/۴۷	۰/۰۴۹	۰/۴۹	۷/۶	۳۳۸

جدول ۲- میزان بارندگی و درجه حرارت منطقه کوهین در سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۵

ماه‌های سال	سال ۱۳۹۵						سال ۱۳۹۶			
	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
بارندگی (میلی متر)	۱۴	۵۸/۹	۱۸/۱	۳۳/۴	۵۶/۵	۶۷/۶	۳۵/۱	۰	۰/۳	۲
دما (سانتی‌گراد)	۴/۸	۱/۱	-۰/۱	-۱/۹	۵/۶	۱۰/۶	۱۸	۲۱/۲	۲۳/۵	۲۳/۵

هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کشت به طول ۲۰ متر و فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر طراحی شد که تنظیم تراکم بر اساس فاصله بین بوته‌ها از هم و بر اساس تراکم مورد نظر در آزمایش تغییر می‌کرد. همچنین فاصله بین تکرارها ۲ متر و بین کرت‌های بزرگ نیز یک متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین در ابتدای پاییز انجام شد و براساس تیمارهای آزمایش و بر اساس نتایج آزمون خاک و بنا بر توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب، تیمار کود فسفر یا شاهد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در تیمار فسفر ۵۰٪، ۷۵ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم فسفات استفاده شد. کود فسفر بیولوژیک مصرفی از نوع کود بیولوژیک فسفر بارور۲ حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفر[1] ($CFU.10^8.g^{-1}$) و به صورت خاک مصرف استفاده گردید. لازم به ذکر است در این آزمایش از کود ازته مجزا استفاده نشد.

بذر سیاهدانه مورد استفاده در این آزمایش نیز از توده‌های بومی سیاهدانه یا اکوتیپ اصفهان و تولیدی سال ۱۳۹۴ مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه و استفاده گردید. سپس با توجه به تراکم‌های مورد نظر در تاریخ ۱۴ آبان اقدام به کشت بذر سیاهدانه و در اوایل بهار و پس از رفع سرمای زمستانه اقدام به تنک بوته‌ها گردید. شایان ذکر است که در زمان کاشت، تراکم هر کرت با توجه به نقشه آزمایش

[1] *Pantoea agglomerans* strains P5 and *Pseudomonas putida* strain P13.

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص گردید و با توجه به اینکه فاصله دو ردیف کشت در همه کرت‌ها یکسان (۴۰ سانتی‌متر)، اما فاصله بین دو بوته بر روی هر ردیف کاشت با توجه به تراکم هر کرت متغیر بود، لذا با توجه به شرایط آزمایش (کشت دیم) و جهت سبز شدن یکنواخت هر کرت، پس از مشخص کردن فاصله بین دو بوته بر روی ردیف براساس تراکم مورد نظر بوسیله متر، در هر نقطه مشخص شده به جای یک بذر سیاهدانه، چند بذر قرار گرفت و در اوایل بهار و فوراً پس از جوانه‌زنی و سبز شدن یکنواخت بوته‌ها و اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر هر کرت، بوته‌های اضافی از هر نقطه کاشت حذف گردید و تنها یک بوته باقی ماند تا تراکم مورد نظر (۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) در هر تیمار حفظ گردد. در اواخر فروردین ماه و پس از استقرار کامل بوته‌ها، محلول کود فسفر بیولوژیک به میزان ۲۰۰ گرم کود بیولوژیک باکتری فسفر در هکتار (۱۰۰ لیتر محلول) تهیه و در کرت‌های مورد نظر به میزان توصیه شده در کنار بوته‌ها اعمال گردید. در مرحله برداشت، دو ردیف کناری هر کرت و نیم متر ابتدا و آخر هر کرت به عنوان اثر حاشیه حذف و نمونه برداری از بوته‌های باقیمانده جهت اندازه‌گیری صفات صورت گرفت. صفات مورد بررسی شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد خانه در کپسول، تعداد دانه در هر خانه کپسول، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. پس از اندازه گیری صفات و یادداشت برداری، داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاصل از اندازه‌گیری و سنجش کمی صفات نشان داد اثر تراکم بوته در واحد سطح و اثر متقابل فسفر و تراکم بر تعداد کپسول در بوته از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار فسفر شاهد و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸/۷۶، ۵۰٪ فسفر شیمیایی+۵۰٪ بیولوژیک و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۷/۷۶ کپسول، ۵۰٪ فسفر شیمیایی +۵۰٪ بیولوژیک و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸/۵۴ و فسفر بیولوژیک و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۷/۱۷ کپسول بیشترین تعداد کپسول در بوته را تولید کردند. همچنین کمترین تعداد کپسول در بوته نیز از تیمار فسفر شاهد و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲/۶۶ عدد بدست آمد (نمودار ۱). نتایج این تحقیق با نتایج (Ghosh *et al.*, 1981) که به بررسی اثر تراکم و نتایج تحقیقات (Shaalan, 2005) که به بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر سیاهدانه اختصاص داشت، مطابقت دارد. براساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد تیمارهای مورد آزمایش بر صفت تعداد خانه در کپسول از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند (جدول ۳). اثر فسفر بر صفت تعداد دانه در هر خانه از کپسول سیاهدانه از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار شد ولی اثر تراکم از نظر

www.SID.ir

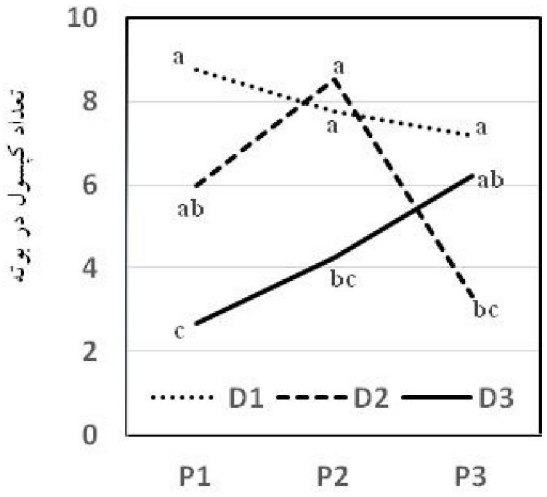
Archive of SID

آماری بر این صفت اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول۳).

جدول ۳ – تجزیه واریانس اثر منابع فسفر و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)								
		تعداد کپسول در بوته	تعداد خانه در کپسول	تعداد دانه در هر خانه کپسول	تعداد دانه در کپسول	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار (R)	۲	۶/۶۸ ns	۰/۰۹ ns	۱/۶۳ ns	۴۱/۹ ns	۱۶۴۳۶/۲۶*	۰/۰۷*	۲۵۸۸/۳۸ ns	۱۳۸۷۲/۷۲ ns	۶/۲۳ ns
فسفر (P)	۲	۴/۱۲ ns	۰/۰۶ ns	۸/۲۵**	۳۸۰/۲۲**	۳۴۴۰/۳۶ ns	۰/۰۰۷ ns	۸۱۳/۷۲ ns	۱۴۵۵۲/۷۶ ns	۱۵۳/۴۸**
خطای P	۴	۲/۲۸	۰/۰۷	۰/۵۴	۱۴/۸۹	۱۸۹۲/۸۳	۰/۰۰۹	۵۹۵/۳۶	۸۶۵۰/۹۴	۹/۱۲
تراکم (D)	۲	۲۷/۹۸**	۰/۲ ns	۰/۱ ns	۱۵/۷۲ ns	۴۴۱۴۷/۷۳**	۰/۰۴ ns	۲۹۵/۲۹ ns	۳۷۸۴/۹۹ ns	۲۱/۷۴ ns
اثرات متقابل P×D	۴	۱۳/۸۴**	۰/۰۹ ns	۱/۹۵ ns	۲۳۹/۸۲**	۴۷۱۷۹/۰۴**	۰/۰۰۹ ns	۱۳۳۴۲/۱۶**	۱۱۸۹۶۴/۴۷**	۴۴/۴۸*
خطای کل	۱۲	۲/۳۳	۰/۱۶	۰/۶۱	۲۸/۲۸	۳۵۳۰/۳۹	۰/۰۲	۶۹۲/۷۳	۸۸۱۰/۹۶	۹/۲۶
ضریب تغییرات٪		۲۵/۱۵	۶/۶۳	۱۰/۳۲	۱۱/۶۶	۲۴/۳۵	۵/۵۱	۲۳/۱۱	۱۸/۳۷	۱۱/۹۶

ns، *،** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



نمودار ۱– اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر تعداد کپسول در بوته

(P_1: شاهد، P_2: ۵۰ ٪ شیمیایی + ۵۰ ٪ بیولوژیک و P_3:فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)

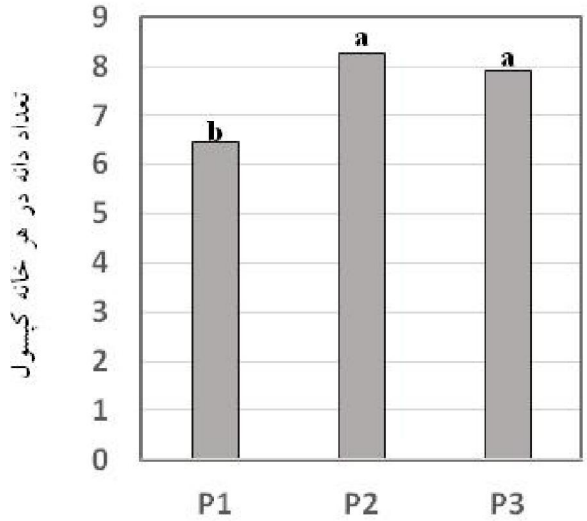
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای ۵۰٪ فسفر شیمیایی+۵۰٪ بیولوژیک و فسفر بیولوژیک به ترتیب با میانگین ۸/۲۶ و ۷/۹۱ بیشترین تعداد دانه در هر خانه کپسول را تولید کردند و تیمار شاهد با میانگین ۶/۴۵ کمترین تعداد دانه در هر خانه کپسول را تولید کرد (نمودار۲). نتایج حاصله با بررسی‌های کیانی‌راد (۱۳۷۴) که به

www.SID.ir

Archive of SID

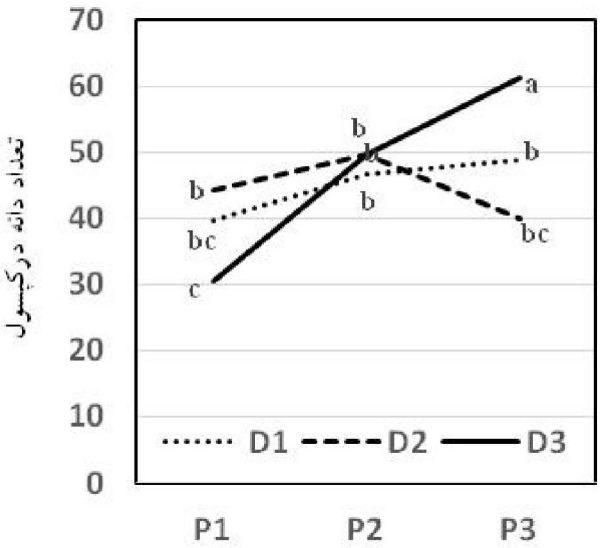
بررسی اثر تلقیح بذور نخود با باکتری حل کننده فسفات اختصاص داشت، مطابقت دارد.

در این بررسی اثر تیمار فسفر و اثر متقابل فسفر و تراکم بر تعداد دانه در کپسول در سطح ۱٪ از نظر آماری معنی‌دار شد (جدول ۳). در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه فسفر و تراکم بر تعداد دانه در کپسول مشاهده شد که تیمار فسفر بیولوژیک و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۶۱/۱۷ بیشترین و تیمار فسفر شاهد و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۰/۴۴ دانه، کمترین تعداد دانه در کپسول را تولید کرد (نمودار ۳).



نمودار ۲-اثر منابع مختلف فسفر بر تعداد دانه در هر خانه کپسول

(P_1:شاهد، P_2: ۵۰ ٪ شیمیایی+ ۵۰ ٪ بیولوژیک و P_3:فسفر بیولوژیک)



نمودار ۳- اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر تعداد دانه درکپسول

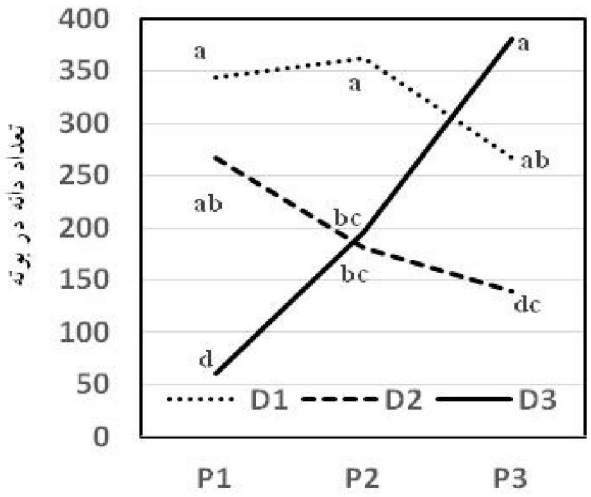
(P_1: شاهد، P_2: ۵۰ ٪ شیمیایی + ۵۰ ٪ بیولوژیک و P_3:فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی ضریب همبستگی بین صفات نشان داد تعداد دانه در کپسول با تعداد دانه در هر خانه کپسول همبستگی معنی دار و مثبت داشت (جدول ۴). بر اساس یافته‌های خرمدل و همکاران (۱۳۸۹) تعداد دانه در کپسول، در حقیقت ظرفیت مخزن گیاه را تعیین می‌کند و هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و در نهایت افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد.

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در بوته از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه فسفر و تراکم بر تعداد دانه در بوته مشاهده شد که تیمارهای فسفر شاهد و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۴۳/۵۱، تیمار ۵۰٪ فسفر شیمیایی + ۵۰٪ بیولوژیک و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۶۲/۱۳، فسفر بیولوژیک و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۸۰/۷۹ بیشترین و تیمار فسفر شاهد و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۶۰/۴۲ دانه، کمترین تعداد دانه در بوته را تولید کردند (نمودار ۴). بررسی ضریب همبستگی بین صفات نشان داد صفت تعداد دانه در بوته با صفت تعدادکپسول در بوته رابطه معنی دار و مثبت دارد (جدول ۴).



نمودار ۴- اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر تعداد دانه در بوته

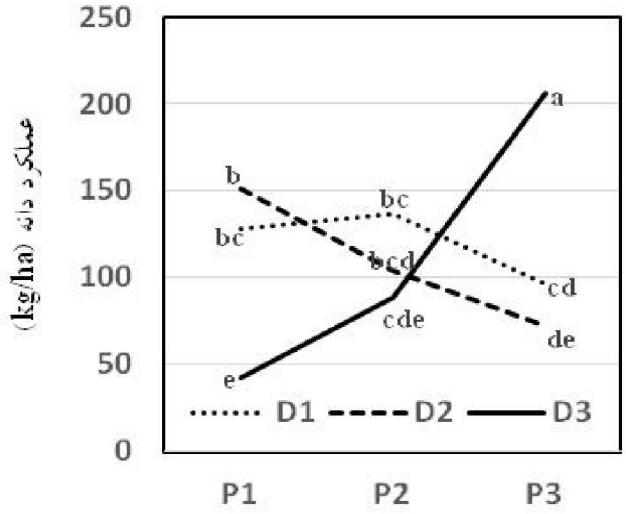
(P_1: شاهد، P_2: ۵۰ ٪ شیمیایی + ۵۰ ٪ بیولوژیک و P_3:فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)

بر اساس بررسی نتایج تجزیه واریانس مشخص شد از لحاظ آماری تیمارهای مورد آزمایش بر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد وزن هزار دانه هر گیاه از خصوصیاتی است که بیشتر تحت کنترل ژنتیکی قرار داشته و از توارث پذیری بالایی برخوردار است، بنابراین کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفته است (جوادی ۱۳۸۷). نتایج حاصله با نتایج تحقیقات رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۳) که به بررسی اثر کودهای بیولوژیک و نیز بررسی‌های مودی و راشد محصل (۱۳۷۶) که به اثر تراکم گیاهی بر

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد و اجزاء عملکرد سیاهدانه اختصاص داشت، مطابقت دارد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل فسفر و تراکم گیاهی بر عملکرد دانه از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). در بررسی مقایسه میانگین اثرمتقابل فسفر و تراکم گیاهی بر عملکرد دانه مشاهده شد تیمار فسفر بیولوژیک با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۰۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار فسفر شاهد با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۴۲/۳۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کردند (نمودار ۵).



نمودار ۵- اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر عملکرد دانه

(P_1: شاهد (۱۵۰ کیلوگرم فسفر)، P_2: ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ بیولوژیک و P_3:فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)

افزایش عملکرد دانه در پاسخ سیاهدانه به وجود کودهای بیولوژیک فسفر، تابع تاثیر باکتری‌های آزادکننده فسفر وتاثیر آن بر فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای گیاه بوده که در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها خواهد شد (خرمدل و همکاران، ۱۳۸۹). سایر بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش سرعت و دوام فتوسنتز شده و راندمان انتقال مواد به دانه را افزایش می‌دهد و در نتیجه تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد (Richter et al., 2005)که این امر منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود Copetta *et al.*, (2006). تعیین ضریب همبستگی بین صفات نشان داد عملکرد دانه با صفات تعداد دانه درکپسول و تعداد دانه در بوته رابطه معنی دار و مثبت دارد (جدول ۴). همانطور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود در تراکم‌های گیاهی کمتر، کارایی کود شیمیایی فسفره بهتر از کود بیولوژیک ولی در تراکم‌های گیاهی بیشتر، عملکرد کود بیولوژیک بهتر از کودهای شیمیایی است، به نظر می‌رسد فعالیت این گروه از کودهای بیولوژیک که منشاء زیستی داشته و حاوی باکتری‌های متنوعی می‌باشد از آنجائی‌که باکتری‌های آزادزی در داخل خاک و در اطراف ریشه مستقر می‌شوند از ترشحات

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه در ناحیه ریزوسفر تغذیه می‌نمایند، لذا زمانی که تعداد بوته‌های بیشتری از گیاهان در یک ناحیه استقرار پیدا کند کارایی این باکتری‌ها نیز بیشتر خواهد شد. به عبارت دیگر فعالیت کودهای بیولوژیک زمانی به حداکثر می‌رسد که عامل تراکم گیاهی به میزان لازم افزایش یافته تا حجم ریشه و ترشحات آن در واحد سطح افزایش یافته و تشکیل تعداد کلنی‌های بیولوژیک از باکتری‌ها تابع تامین نیاز غذایی آن‌ها افزایش یابد. در نتیجه افزایش فعالیت این باکتری‌ها حلالیت فسفر در ناحیه ریزوسفر نیز افزایش و یون فسفر بیشتری در محلول خاک آزاد می‌شود تا در اختیار گیاه قرار گیرد. فسفر نیز به عنوان یکی از عناصر ضروری و پر مصرف سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود. به همین دلیل زمان استفاده از کودهای بیولوژیک و شیمیایی در مزرعه نیز با هم متفاوت می‌باشد. معمولا زمان مصرف کودهای شیمیایی فسفره در فصل پاییز و قبل از کشت گیاه و زمان مصرف کودهای بیولوژیک تابع زمان استقرار کامل گیاه خواهد بود. برخی محققان نیز با بررسی تاثیر تراکم و کودها در زراعت برنج اعلام نمودند بیشترین کارایی کودهای بیولوژیک در تراکم‌های گیاهی بالاتر حاصل می‌شود(Zia,1987) که این یافته با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل فسفر و تراکم بر عملکرد بیولوژیک از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار شد(جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار فسفر بیولوژیک با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۷۲۸/۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار فسفر شاهد با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۰۶/۴۶ کیلوگرم در هکتار و فسفر بیولوژیک با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۸۵/۹۶ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را تولید کردند (نمودار۶).

نتایج این آزمایش با نتایج بررسی موسی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) که به بررسی اثر تراکم و نیز بررسی(Yazdani *et al.,* 2010) و خرمدل و همکاران (۱۳۸۹) که به ترتیب به مطالعه اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد ذرت و سیاهدانه اختصاص داشت، مطابقت دارد. بررسی ضریب همبستگی بین صفات مشخص کرد صفات عملکرد بیولوژیک سیاهدانه با تعداد دانه درکپسول و عملکرد دانه همبستگی مستقیم و معنی داری دارد (جدول ۴) .مطابق با نتایج مندرج در جدول ۳ ، اثر تیمار فسفر بر شاخص برداشت دانه سیاهدانه از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار بوده و اثر متقابل فسفر و تراکم نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید.

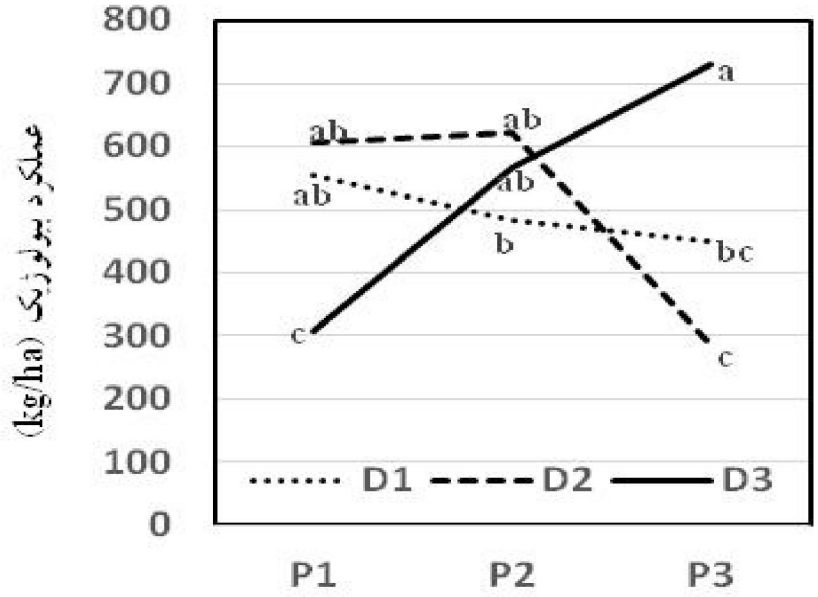
مقایسه میانگین سطوح مختلف تیمار فسفر و تراکم گیاهی بر شاخص برداشت تیمار کاربرد فسفر بیولوژیک به تنهایی و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۰/۸۱٪ بیشترین و تیمار فسفر شاهد یا مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی دی‌آمونیوم فسفات و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۷/۵۳٪ کمترین شاخص برداشت را دارا بودند (نمودار ۷).

نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات محققین (امام و ایلکایی، ۱۳۸۲) که اعلام کردند استفاده از کودهای بیولوژیک سبب افزایش توسعه ریشه، جذب بهتر آب و موادغذایی، افزایش فتوسنتز،

www.SID.ir

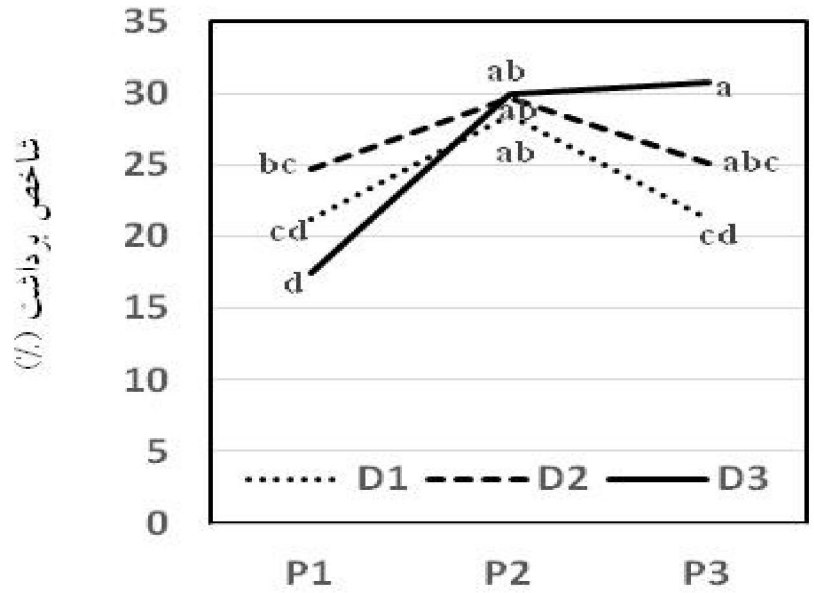
Archive of SID

افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت افزایش شاخص برداشت خواهد شد مطابقت دارد. بررسی ضریب همبستگی بین صفات مشخص کرد صفت شاخص برداشت با صفات تعداد دانه در هر خانه کپسول و نیز تعداد دانه درکپسول همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد (جدول ۴).



نمودار ۶- اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک

(P_1: شاهد، P_2: ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ بیولوژیک و P_3: فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)



نمودار ۷- اثر متقابل منابع مختلف فسفر و تراکم بوته بر شاخص برداشت

(P_1: شاهد، P_2: ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ بیولوژیک و P_3: فسفر بیولوژیک و D_1: ۲۰، D_2: ۳۰ و D_3: ۴۰ بوته در مترمربع)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- ضریب همبستگی صفات مورد آزمایش گیاه دارویی سیاهدانه

صفات	تعداد کپسول در بوته	تعداد خانه در کپسول	تعداد دانه درهر خانه کپسول	تعداد دانه در کپسول	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تعداد کپسول در بوته	۱								
تعداد خانه در کپسول	۰/۵۳	۱							
تعداد دانه درهر خانه	۰/۴۱	۰/۰۳	۱						
تعداد دانه در کپسول	۰/۴۱	۰/۱۳	۰/۹۲ **	۱					
تعداد دانه در بوته	۰/۷ *	۰/۶۱	۰/۴۴	۰/۶۳	۱				
وزن هزار دانه	۰/۴	۰/۰۷	۰/۴۵	۰/۳۲	۰/۲۳	۱			
عملکرد دانه	۰/۵۲	۰/۴	۰/۵۱	۰/۷۵ *	۰/۶۶ **	۰/۴۳	۱		
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۶۴	۰/۷۹ *	۰/۶۶ **	۰/۳۸	۰/۵۵ **	۱	
شاخص برداشت	۰/۲۵	-۰/۱۲	۰/۸۶ **	۰/۸۰ *	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۵۵ **	۰/۶۵	۱

*،** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

نتیجه گیری نهایی

با توجه به تحقیق انجام شده می‌توان نتیجه گرفت در صورت مصرف کود فسفر بیولوژیک در شرایط دیم، به دلیل اینکه بخشی از فسفر غیر محلول موجود در محیط ریزوسفر گیاه بر اثر فعالیت باکتری‌های آزاد کننده فسفر به صورت قابل جذب برای گیاه تبدیل می‌شود، لذا حاصلخیزی نسبی خاک افزایش یافته و در این شرایط می‌توان تراکم گیاهی را تا تعداد ۴۰ بوته در مترمربع افزایش داد که در نتیجه این افزایش تراکم و تسریع تکامل کانوپی و افزایش راندمان جذب نور دربوته و در سطح مزرعه اولا موجب کاهش میزان تبخیر و ثانیا سبب حفظ بیشتر رطوبت در خاک می‌گردد مه این عوامل در دیمزارها موجب افزایش عملکرد محصول می‌گردد. اما افزایش تراکم بوته به میزان ۴۰ بوته در مترمربع و غیاب فسفر قابل جذب مکفی و یا در صورت عدم مصرف کود بیولوژیک، مانع از توسعه عمقی ریشه گیاه و در نهایت سبب کاهش عملکرد محصول می‌گردد. علت این امر عدم وجود فسفر قابل جذب در خاک و عدم توان جذب فسفر بالا توسط گیاه و در اصل محدودیت منبع و افزایش عامل رقابت می‌باشد.

بنابراین می‌توان بیان نمود در شرایط محدودیت رطوبت خاک و در دیمزارهای منطقه مورد بررسی، کارایی کودهای بیولوژیک فسفر با افزایش نسبی تراکم گیاهی به تدریج افزایش یافته و موجبات افزایش معنی‌دار در عملکرد سیاهدانه را فراهم می‌کند. بنابراین توصیه می‌شود در شرایط کشت سیاهدانه با تراکم گیاهی مناسب، می‌توان از کودهای بیولوژیک فسفره جهت بهبود شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصول استفاده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

امام یحیی، ایلکایی محمد نبی. ۱۳۸۲. تأثیر تراکم بوته و کلرمکوات کلرید (CCC) بر ویژگی‌های ظاهری و عملکرد دانه کلزای پاییزه رقم طلایه. علوم زراعی ایران. ۱: ۸-۱.

امیدبیگی رضا. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد ۱، انتشارات طراحان نشر.

بختیاری بهرام، لیاقت عبدالمجید، خلیلی علی. ۱۳۸۸. تأثیر مقیاس‌های زمانی اندازه گیری متغیرهای هواشناسی برآورد میزان نیاز به آب مرجع محصول در منطقه کرمان. نشریه آبیاری و زه کشی ایران. ۴: ۸۹-۸۳.

جوادی حامد. ۱۳۸۷. اثر تاریخ‌های کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) پژوهشهای زراعی ایران ۶(۱):۶۶-۵۹.

خرم دل سرور، کوچکی علیرضا، نصیری محلاتی مهدی، قربانی رضا.۱۳۸۹. اثرکودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه. پژوهشهای زراعی ایران ۸(۵):۷۷۶-۷۶۸ .

دورودیان حمیدرضا، بشارتی کلایه حسین، فلاح نصرت آباد علیرضا، حیدری شریف آبادی حسین، درویش فرخ، اله وردی عاصفه. ۱۳۸۹. بررسی امکان تغییر فسفر قابل جذب خاک‌های آهکی و اثر آن بر عملکرد ذرت. بوم شناسی گیاهان زراعی ۱۸: ۳۵-۲۷.

رضوانی مقدم پرویز، سیدی سیدمحمد، آزاد مسعود. ۱۳۹۳. اثرات کودهای آلی و بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). پژوهشهای زراعی ایران ۱۲(۴):۵۶۷-۵۷۳.

سپهر ابراهیم، ملکوتی محمد جعفر. ۱۳۸۳. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی: گامی موثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور (مجموعه مقالات). خانیران. ۴۶۴ صفحه

سرمدنیا غلامحسین، کوچکی عوض. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه

صالح راستین ناهید. ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار. علوم آب و خاک ۳: ۴۵-۱.

عباسپور فاطمه، اصغری حمیدرضا، رضوانی مقدم پرویز، عباسدخت حمید، شباهنگ جواد، بیگ بابایی عادل. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد بیوچار بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در شرایط کم آبیاری. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۳(۵): ۸۵۲-۸۳۷.

کریمی نیا آرمین، شعبان پورشهرستانی محمود. ۱۳۸۲. ارزیابی توان اکسایش گوگرد توسط میکروارگانیسم‌های هتروتروف در خاکهای مختلف. علوم خاک و آب. ۱: ۷۹-۶۸.

کیانی راد مهران. ۱۳۷۴ . بررسی میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و تاثیر آنها در کاهش مصرف کودهای فسفره درکشت سویا .پایان نامه دانشگاه تهران. دانشکده کشاورزی، ۱۱۷ صفحه.

مظفریان ولی الله. ۱۳۷۵. فرهنگ اسامی گیاهان ایران .فرهنگ معاصر،تهران، ۵۹۶ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

مودی حسین، راشد محصل محمدحسن. ۱۳۷۶. اثر تراکم گیاهی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیاه دانه . چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات.

موسی‌زاده مریم، برادران رضا، تقه الاسلامی محمدجواد.۱۳۸۹. مطالعه اثر تراکم گیاهی و زمان محلول پاشی اوره بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت سیاه دانه(*Nigella sativa* L.). پژوهشهای زراعی ایران ۸(۱):۴۲-۴۸.

Abdul-Jaleel CP, Manivannan B, Sankar A, Kishorekumar R, Gopi R, Somasundaram Panneerselvam R. 2007. Pseudomonas fluorescence enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Bio interfaces 60: 7–11.

Ait Mbarek L, Ait Mouse H, Elabbadi N, Bensalah M, Gamouh A, Aboufatima R, Benharref A, Chait A, Kamal M, Dalal A, Zyad A. 2007. Anti-tumor properties of black seed (*Nigella sativa* L.) extracts. Brazilian Journal of Medicine and Biology Research 40(6): 839-847.

Atta MB. 2003. Some characteristics of (*Nigella sativa* L.) Seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chemistry Journal 83 (1): 63 – 68.

Copetta A, Lingua G, Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza 16: 485-494.

El-Deen E, Ahmed T. 1997. Influence of plant distance and some phosphorus fertilization sources on black cumin (*Nigella sativa* L.) plants. Assist Journal of Agricultural Sciences 28:39-56.

Ghamarnia H, Khosravy H, Sepehri S. 2010. Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semi-arid region in the West of Iran. Journal of Medicinal Plants 4: 1612–1616.

Ghosh D, Roy K, Mallik SC. 1981. Effect of fertilizers and spacing on yield and other characters of black cumin (*Nigella sativa* L.). Indian Journal of Agricultural Research 25:191-197.

Ghosheh AO, Houdi AA, Crooks AP. 1998. High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinines and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.). Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 19: 757-762.

Hecl J, Sustrikova A. 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production pp.69.

Kizil S, Toner O. 2005. Effect of row spacing on seed yield, yield components, fatty oil and essential oil of Nigella sativa L. Crop Research (Hisar) 30(1): 107 – 112.

Mohamed SA, Medani RA. Khafaga ER. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus applications with or without micronutrients on black cumin (*Nigella sativa* L.) plants. Annals of Agricultural Science 3:1323-1338.

Nezarat S, Gholami A. 2009. The effect of co-inoculation of Azospirillum and Pseudomonas rhizobacteria on nutrient of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy 1: 25-32.

Riaz M, Syed M, Chaudhary FM. 1996. Chemistry of the medicinal plants of the genus Nigella. Hamdard Medicus 39(2): 40-45.

www.SID.ir

Archive of SID

Richter J, Stutzer M, Schellenberg I. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (Thymus vulgaris L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapes, Hungary.

Sameni AM. Kasraian A. 2004. Effect of agricultural sulfur on characteristics of different calcareous soils from dry regions of Iran. II. Reclaiming effects on structure and hydraulic conductivity of the soils under saline-sodic conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis 35: 1235-1246.

Shaalan MN. 2005. Influence of bio fertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (Nigella sativa L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research 83:811-828.

Tuncturk M, Tuncturk R. Yildirim B. 2011. The effects of varying phosphorus doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella Sativa* L.). Advances in Environmental Biology 5:371-374.

Vessy K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizars. Plant and Soil 255: 571-586.

Yazdani A, Pirdashti H, Esmaeili MA, Bahmaniar MA. 2010. Effect of phosphate solubilization microorganism (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal 86:58-64.

Zia M S, 1987. Effect of plant density and fertilization on rice yield and fertilizer efficiency. International Rice Research Newsletter12: 56.

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22092/idaj.2020.126935.266

Effect of plant density and phosphorus resources on yield and yield components of Black cumin (*Nigella sativa* L.) medicinal plant in dryland farming

Amir Haghighat[1], Hamid Madani[2*], Hosein Heidari Sharif Abad[1], Eslam Majedi Heravan[1], Mehrzad Mostashari[3]

1- *Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

2- *Department of Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran*

3- *Soil and Water Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran*

Abstract

In order to investigate the effect of plant density and phosphorus resources on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.), medicinal plant, at dryland conditions, a split-plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Soil and Water Conservation Research Center, University of Tehran, located in kouhin dryland farms in Qazvin Province, Iran in 2016-2017. Phosphorus resources were chemical Phosphorus (150 kg/ha di-ammonium phosphate or control) (p_1), 50% chemical Phosphorus + 50% biological Phosphorus (p_2), biological Phosphorus Barvar II® alone (p_3) and plant density levels were (d_1)20, (d_2) 30 and (d_3)40 plants/m^2. Results showed that interaction effect between plant density and phosphorus resource were significant on number of capsule per plant, number of grain per capsule, number of grain per plant, grain yield, biological yield and harvest index. Also number of grain per carpels was affected by phosphorus treatment, but the number of carpels per capsule and 1000 grain weight were not significant. The highest grain yield (206.25 kg/ha) was obtained from biological Phosphorus fertilizer application (P_3) with 40 plants/m^2 plant density and the lowest grain yield (42.34 kg/ha) was recorded for control (P_1) treatment with 40 plants/m^2 plant density. So, application of biological phosphorus and high plant density (40 plant/m^2) had the highest grain yield however, chemical phosphorus (control) in high plant density produced the lowest grain yield.

Keywords: Plant density, Biological Phosphorus, Black cumin, Grain yield, Dryland farming

* *Corresponding author: h-madani@iau-arak.ac.ir* *Received:2019/07/6 Accepted: 2020/03/18*

www.SID.ir