نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد پنجم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر منبع کودی و نسبت‌های کشت مخلوط بر غلظت و جذب عناصر پرمصرف گیاه شنبلیله و سیاهدانه

مریم روستایی[1] و *سیف‌اله فلاح[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، [2]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱

چکیده

به‌منظور تأثیر منبع کودی و نسبت‌های کشت مخلوط بر غلظت و جذب عناصر پرمصرف گیاه شنبلیله و سیاهدانه، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. تک‌کشتی شنبلیله، تک کشتی سیاهدانه و همچنین سه نسبت مخلوط این دو گیاه (۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱) به عنوان عامل اول و سه منبع کودی (کود شیمیایی، کود مرغی، کود مرغی:کود شیمیایی به‌عنوان کود تلفیقی (۱:۱)) نیز به‌عنوان عامل دوم، در نظر گرفته شد نتایج نشان داد که کشت مخلوط دریافت‌کننده کود تلفیقی، غلظت نیتروژن و فسفر در گیاه سیاهدانه و همچنین جذب نیتروژن در گیاه شنبلیله را به‌ترتیب ۷۹، ۷۰ و ٤ درصد در مقایسه با تک‌کشتی دریافت‌کننده کود شیمیایی افزایش داد. بیش‌ترین جذب نیتروژن و فسفر با تک‌کشتی سیاهدانه تغذیه شده از منبع کود تلفیقی به‌دست آمد. بیش‌ترین غلظت نیتروژن و همچنین غلظت و جذب فسفر گیاه شنبلیله به‌ترتیب در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی و تک‌کشتی تحت تغذیه کود تلفیقی مشاهده گردید. تک‌کشتی شنبلیله تغذیه شده با منبع کود شیمیایی، دارای بیش‌ترین غلظت و جذب پتاسیم بود، این در حالی بود که بیش‌ترین غلظت و جذب پتاسیم گیاه سیاهدانه به‌ترتیب در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و تک‌کشتی تغذیه شده با کود تلفیقی حاصل گردید. به‌طورکلی نتیجه‌گیری می‌شود که مدیریت تغذیه تلفیقی گیاهان در سیستم‌های کشت مخلوط، می‌تواند در کاهش تلفات نیتروژن در خاک و در نتیجه حفاظت زیست‌محیطی سهیم باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، کود تلفیقی، کود مرغی، هدررفت

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان یک ماده در درمان بیماری‌ها به حدود ۵ هزار سال پیش و هم‌زمان هم‌زمان با ظهور تمدن‌های اولیه در چین، هند و خاور نزدیک برمی‌گردد (ماهش و ساتیش، ۲۰۰۸). امروزه نیز این گیاهان به‌دلیل افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی مورد توجه قرار گرفته و بنابراین تولید مناسب این محصولات از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (صالحی، ۲۰۱۳). در این ارتباط مدیریت کودی به‌دلیل تأثیر عناصر غذایی بر شاخص‌های

* مسئول مکاتبه: fallah 1357@yahoo.com

عملکرد کمی و عملکرد کیفی گیاه یکی از مهم‌ترین عوامل کشت موفق گیاهان دارویی به‌شمار می‌رود (دهقانی‌مشکانی و همکاران، ۲۰۱۱).

اگرچه کاربرد کودهای شیمیایی برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک و افزایش تولید روشی مرسوم است (باهاتچاریا و همکاران، ۲۰۰۵؛ چو و همکاران، ۲۰۰۷)، اما استفاده نامتعادل و غیراصولی از آن‌ها منجر به مشکلات متعددی از جمله آلودگی‌های زیست‌محیطی، آبشویی نیتروژن، تخریب ساختمان خاک، کاهش تنوع زیستی و اختلال در کارکردهای بوم‌سازگان شده است (کومار و همکاران، ۲۰۰۹؛ آدسموی و همکاران، ۲۰۱۰؛ سینگ و همکاران، ۲۰۱۱)، بنابراین برای جایگزینی آن‌ها می‌توان از کودهای آلی به‌عنوان نهاده‌ای پایدار استفاده نمود (کوچکی و همکاران، ۲۰۱۳). در واقع با مصرف کودهای آلی میزان مواد آلی خاک افزایش یافته و موجب بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و بهتر فراهم کردن عناصر پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه می‌شود (یادواینـدر و همکاران، ۲۰۰٤). همچنین کاربرد این کودها از جمله کود مرغی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، تعدیل دمای خاک، افزایش منافذ خاک، افزایش غلظت عناصر غذایی، افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی به‌وسیله گیاه می‌شود (اکانی و اجینی، ۲۰۰۷).

پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد دامی می‌تواند باعث افزایش مواد آلی و سلامتی خاک شود و همچنین این مواد می‌تواند عناصر غذایی را برای گیاه فراهم کند (بلدی و همکاران، ۲۰۱۰). گوش و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که کاربرد کود دامی در خاک و معدنی شدن و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی آن موجب می‌شود که محتوای نیتروژن و فسفر و برخی دیگر از عناصر ضروری گیاه در خاک بالا رفته و از این طریق گیاه می‌تواند عناصر بیش‌تری جذب کند و به خوبی رشد و گسترش یابد. ترکیب کود دامی با کود شیمیایی به‌دلیل معدنی شدن تدریجی عناصر، دسترسی و فراهمی بیش‌تر عناصر با نیاز گیاه می‌تواند نقش مهمی در جذب و غلظت عناصر گیاه و به دنبال آن افزایش عملکرد ایفا کند (صالحی، ۲۰۱۳) و در نتیجه در این سیستم می‌تواند عملکرد بالا و پایدار حاصل گردد (بایو و همکارن، ۲۰۰٦).

در بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه در گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.) بیش‌ترین جذب و غلظت نیتروژن و فسفر از سیستم تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی حاصل شد (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه‌بر این پورعزیزی و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که بیشترین جذب فسفر و پتاسیم گیاه سورگوم علوفه‌ای را در سیستم تلفیقی کودهای شیمیایی و گاوی به‌دست آمد.

گزارش‌ها بیانگر این است که فراهمی عناصر در خاک توسط کودهای شیمیایی بیش از حد نیاز گیاه علاوه‌بر تلفات عناصر غذایی (جودیت و همکاران، ۲۰۰۹)، می‌تواند موجب آلودگی زیست‌محیطی به‌ویژه آب‌های زیرزمینی گردد (چاندر اسکار و همکاران، ۲۰۰۵). در این راستا توسعه جذب عناصر توسط گسترش و تنوع در جذب ریشه از طریق کشت مخلوط ممکن است در افزایش بهره‌وری کاربرد عناصر کودی مؤثر باشد (سنگ و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه‌بر این استفاده از بقولات در مخلوط با غیربقولات مزیت تثبیت زیستی نیتروژن را نیز به چرخه عناصر غذایی می‌افزاید (هیسینجر و همکاران، ۲۰۰۳). کشت مخلوط به کشت دو و یا تعداد

بیش‌تری محصولات زراعی اطلاق می‌شود که با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک زمان کشت می‌شوند (توباستی، ۲۰۰۹). در بسیاری از نقاط جهان، این سیستم کشت به دلایل عملکرد کل بالاتر، کارایی بهتر از زمین، ثبات عملکرد و به‌کارگیری بهتر نور، آب و مواد مغذی، بهبود حفاظت خاک و کنترل بهتر آفات و علف‌های هرز، بر تک‌کشتی برتری دارد (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۱۱).

اصغرپور و رفیعی (۲۰۱۰) با مقایسه کشت مخلوط و تک‌کشتی اسفرزه و عدس، بیش‌ترین غلظت نیتروژن کل گیاه اسفرزه را در کشت مخلوط مشاهده نمودند. همچنین در کشت مخلوط ذرت با باقلا و گندم (تحت سطوح پایین و بالای کود فسفر)، میزان فسفر باقلا و همین‌طور غلظت فسفر اندام هوایی و تجمع فسفر گندم نسبت به تک‌کشتی افزایش نشان دادند (زانگ و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به این‌که سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) از نظر خواص دارویی متعدد از جمله ضد ویروس، ضد باکتری، ضد تومور، کاهش‌دهنده قند خون و شل‌کننده عضلات صاف، محرک ایمنی اهمیت بالایی دارد (بسیم‌آتا و همکاران، ۲۰۰۳). از طرفی، گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) به‌عنوان بقولات تثبیت‌کننده نیتروژن دارای طیف وسیعی از اثرات درمانی مانند پایین‌آورنده قند خون، درمان‌کننده دیابت و کاهش‌دهنده چربی خون است (ابوبکر و همکاران، ۲۰۰۵)، تولید پایدار آن‌ها به‌خصوص تحت شرایط استفاده از کودهای غیرشیمیایی اهمیت زیادی دارد. از این‌رو این پژوهش با هدف تأثیر منبع کودی و نسبت‌های کشت مخلوط بر غلظت و جذب عناصر پرمصرف در گیاه شنبلیله و سیاهدانه، در راستای بهبود کیفیت عناصر غذایی محصول و همچنین کاهش مشکلات متعدد ناشی از مصرف کودهای شیمیایی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ٤۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با سه تکرار انجام شد. تک‌کشتی شنبلیله، تک‌کشتی سیاهدانه و همچنین سه نسبت مخلوط این دو گیاه (۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱) به‌عنوان عامل اول و سه منبع کودی (کود شیمیایی، کود مرغی، کود مرغی:کود شیمیایی) نیز به‌عنوان عامل دوم، در نظر گرفته شد.

قبل از اعمال تیمارها از کود مرغی و عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات آن‌ها تعیین گردید (جدول ۱). عملیات آماده‌سازی بستر در اواسط اردیبهشت‌ماه صورت گرفت. برای تهیه بستر ابتدا زمین شخم زده شد و سپس دو بار دیسک اعمال گردید. کودهای شیمیایی مصرفی شامل اوره (۱۷۵ کیلوگرم در هکتار) و سوپر فسفات تریپل (۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. برای تیمار کود مرغی نیز مقدار ۷/۷ تن در هکتار (با احتساب ۵۰ درصد معدنی شدن نیتروژن کل) کود مرغی و برای تیمار کود تلفیقی نیز میزان ۵۰ درصد از تیمار کود شیمیایی و ۵۰ درصد از کود مرغی مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع کودهای مورد استفاده یک روز قبل از کاشت به هر کرت اضافه شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کود مرغی مورد استفاده.

ویژگی	واحد	خاک	کود مرغی
بافت	-	لومی رسی	-
EC	دسی‌زیمنس بر متر	۱/۰۱	٦/۲۳
pH	-	۷/۹٦	۷/۹۱
N	گرم بر کیلوگرم	۰/۸۲	۲۱/۱
P	گرم بر کیلوگرم	۰/۰۱۰۸	۸/۳
K	گرم بر کیلوگرم	۰/۳۹۱	۱۸/٦
OC	گرم بر کیلوگرم	۹/۹۵	۲۷۱/۲۷۸/۸۱
C/N	-	۱۳/۱۲	۱۳/۱۸

کاشت هر دو گیاه به‌طور هم‌زمان در ۲٦ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ در ردیف‌هایی به فواصل ۲۵ سانتی‌متر با تراکم بالا صورت گرفت و بلافاصله آبیاری انجام شد. آبیاری‌های بعدی در طول دوره رشد با توجه به نیاز آبی این گیاهان و شرایط محیطی به روش بارانی انجام شد. عملیات تنک برای رسیدن به تراکم مطلوب (۵۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب برای شنبلیله و سیاهدانه) در مرحله ٤ برگی انجام شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم از جمله وجین علف‌های هرز صورت گرفت.

در هنگام رسیدگی کامل (زرد شدن بیش‌تر برگ‌ها و غلاف ها در شنبلیله و قهوه‌ای شدن کپسول‌ها در سیاهدانه) برداشت گیاهان صورت گرفت. برای تعیین عملکرد در واحد سطح پس از حذف دو ردیف کناری و ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، بوته‌های موجود برداشت شده و عملکرد دانه تعیین گردید. سپس نمونه‌هایی جهت تعیین وزن خشک درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند و به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و در نهایت توزین انجام شد. همچنین پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه با رطوبت ۸ درصد و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه بدین صورت انجام گرفت که پس از برداشت گیاه شنبلیله و گیاه سیاهدانه و از عملکرد دانه هر گیاه ۲ گرم دانه به‌طور تصادفی انتخاب و به‌مدت ٤۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه خشک گردید و سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و آرد حاصل با الک ۲ میلی‌متری غربال گردید. سپس نیتروژن کل به روش کجلدال (بریمنر، ۱۹۹٦)، فسفر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Pharmacia LKB-Novaspec-11 (اولسن و سومرز، ۱۹۸۲)، پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر (سیمارد، ۱۹۹۳) مدل Jenway-Pfp7، اندازه‌گیری شد. جذب هر عنصر نیز از حاصلضرب غلظت عنصر در عملکرد تولیدی به‌دست آمد (قاسمی‌سیانی، ۲۰۱۰). داده‌های به دست آمده از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها اثرات اصلی و اثرات متقابل نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

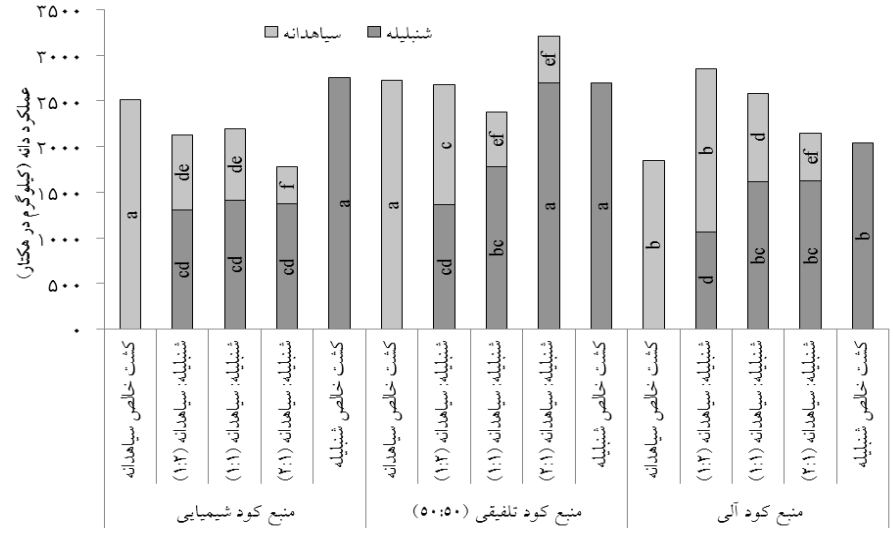
عملکرد دانه: همان‌طورکه در جدول ۲ ارائه شده است اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر عملکرد گیاه

شنبلیله در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۱ می‌توان بیان داشت که عملکرد دانه تک‌کشتی گیاه شنبلیله تحت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شیمیایی و تلفیقی مشابه و بیش‌تر از کود مرغی بود. همچنین عملکرد دانه شنبلیله کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) که کود شیمیایی و کود مرغی دریافت کرده بودند در سطح آماری یکسانی قرار داشتند و به‌طوری معنی‌داری کم‌تر از تیمار کود تلفیقی بود. اثر کود شیمیایی و کود مرغی و تلفیقی بر عملکرد دانه گیاه شنبلیله در نسبت مخلوط (۱:۱) و (۱:۲) مشابه بود (شکل ۱). اگرچه بیش‌ترین عملکرد گیاه شنبلیله به تک‌کشتی شنبلیله حاوی منبع کودی شیمیایی تعلق داشت اما با تک‌کشتی و نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده از منبع تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. به‌نظر می‌رسد در کشت خالص، بوته‌های شنبلیله بدون ایجاد رقابت با گیاه سیاهدانه، علاوه‌بر تثبیت زیستی نیتروژن، از نیتروژن منبع کود شیمیایی که در اوایل دوره رشد به آسانی در دسترس گیاه قرار گرفته است، سود برده و توانسته بیش‌ترین عملکرد را به دنبال داشته باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر عملکرد دانه، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه		غلظت نیتروژن		غلظت فسفر		غلظت پتاسیم	
		شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه
تکرار	۲	۹۱۳۵۷^{ns}	۲۵۳۱۴۷۷^{ns}	۳۵/۶^{ns}	۲/۰۵۳^{ns}	۰/۱۰۳^{ns}	۰/۱۴۱^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۰/۷۴^{ns}
نسبت مخلوط (I)	۳	۲۵۹۹۴۶۸**	۱۵۵۵۳۷۲**	۶۳/۴*	۹۴/۰۱**	۱/۵۴*	۴/۶۴**	۱۰/۶^{ns}	۱۱/۳۱**
منبع کودی (S)	۲	۲۹۲۷۷۸۸**	۴۶۱۵۵۹*	۳۴/۶^{ns}	۵۶/۳^{ns}	۱/۱۹*	۰/۹۵^{ns}	۲۵/۳**	۲۶/۳**
IxS	۶	۶۹۶۹۰۱*	۷۷۸۴۶۸**	۱۱۳/۳**	۵۲/۳۱*	۱/۰۷*	۰/۲۷۰^{ns}	۱۱/۶*	۶/۸*
خطای آزمایشی	۲۲	۱۸۸۰۰۵	۸۳۱۲۹	۲۰/۷	۱۷/۰۱	۰/۳۲۴	۰/۳۱	۳/۷	۱/۸۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۲	۱۵/۶	۹/۸	۱۴/۴۲	۱۱/۳۷	۱۱/۵۴	۷/۲۷	۹/۳۴

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.



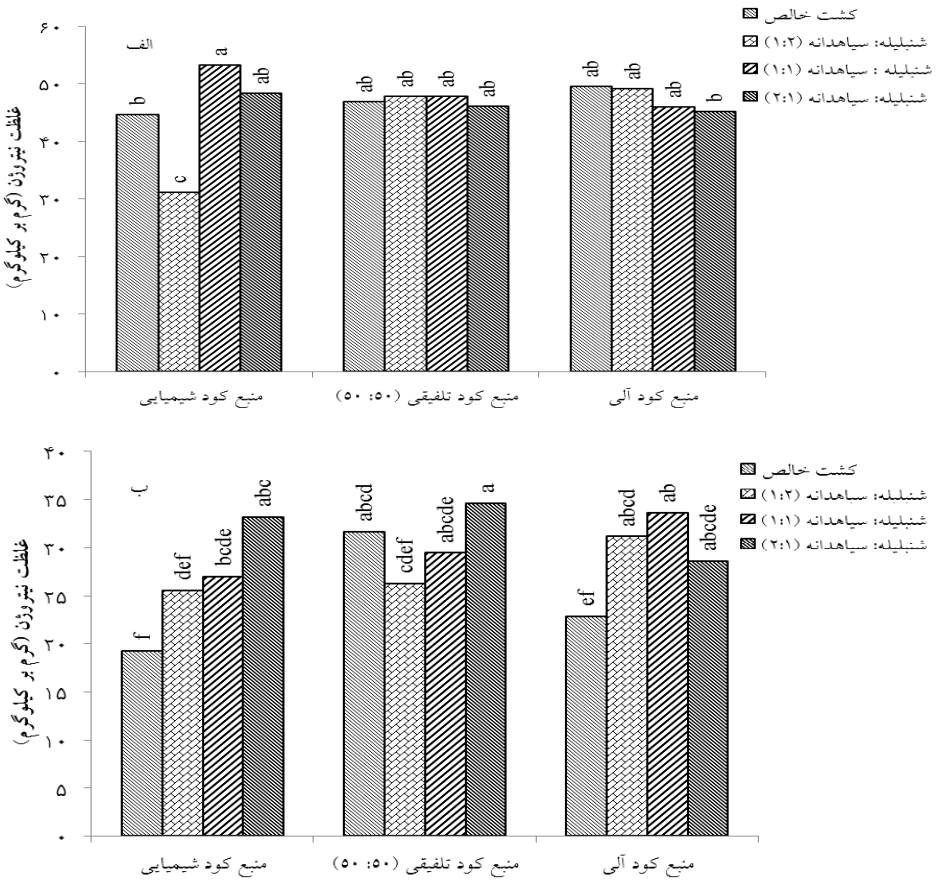
شکل ۱- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر عملکرد دانه گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

عامل منبع کودی بر عملکرد دانه سیاهدانه و همین‌طور نسبت مخلوط و اثرات متقابل این دو عامل به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به شکل ۱ می‌توان مشاهده کرد که اثر منبع کودی شیمیایی و کود تلفیقی بر عملکرد دانه گیاه سیاهدانه در تک‌کشتی مشابه بود، اما با منبع کودی مرغی اختلاف معنی‌داری نشان دادند، به‌طوری‌که تیمار کود مرغی کم‌ترین عملکرد دانه را حاصل نمود. عملکرد دانه سیاهدانه در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) با منابع مختلف کودی، مشابه بود. نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده با کود شیمیایی دارای عملکرد دانه مشابهی با کود تلفیقی و کود مرغی بود، اما در تیمار تغذیه شده با کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری با کود مرغی مشاهده گردید. در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) با افزایش میزان به‌کارگیری کود مرغی، عملکرد دانه سیاهدانه نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، این در حالی بود که در تغذیه با کود آلی سیاهدانه اگرچه عملکرد تک‌کشتی کم‌تری داشته است ولی فراهم بودن عناصر غذایی در طی پرشدن دانه با افزایش وزن دانه موجب برتری عملکرد در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) شده است (اکبری‌نیا و همکارن، ۲۰۰۵). بیش‌ترین عملکرد دانه گیاه سیاهدانه به تک‌کشتی سیاهدانه تغذیه شده از منبع تلفیقی اختصاص داشت که با تک‌کشتی حاوی کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. ترکیب کودهای آلی و غیرآلی ممکن است هم‌زمانی آزادسازی عناصر با نیاز گیاه را افزایش و تلفات عناصر را با تبدیل نیتروژن غیرآلی به نیتروژن آلی کاهش دهد (آبانیو و همکاران، ۲۰۰۷).

غلظت نیتروژن: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نسبت مخلوط و همین‌طور اثرات متقابل نسبت مخلوط با منبع کودی بر غلظت نیتروژن دانه گیاه شنبلیله به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود، این در حالی بود که غلظت نیتروژن گیاه شنبلیله تحت‌تأثیر منبع کودی قرار نگرفت (جدول ۲). غلظت نیتروژن گیاه شنبلیله در تک‌کشتی و نسبت‌های مختلف مخلوط که با منابع کود مرغی و یا تلفیقی تغذیه شده بودند مشابه بود و تفاوت معنی‌داری با تک‌کشتی شنبلیله و نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده با کود شیمیایی، نداشتند. این در حالی بود که در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت شرایط کود شیمیایی میزان غلظت نیتروژن دانه از تک‌کشتی شنبلیله تغذیه شده با کود شیمیایی و نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده با کود مرغی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (شکل ۲- الف).

اثر نسبت مخلوط و اثرات متقابل این نسبت مخلوط با منبع کودی بر غلظت نیتروژن دانه گیاه سیاهدانه به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود، این در حالی بود که این صفت تحت‌تأثیر منبع کودی قرار نگرفت (جدول ۲).



شکل ۲- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر غلظت نیتروژن گیاه شنبلیله (الف) و سیاهدانه (ب).

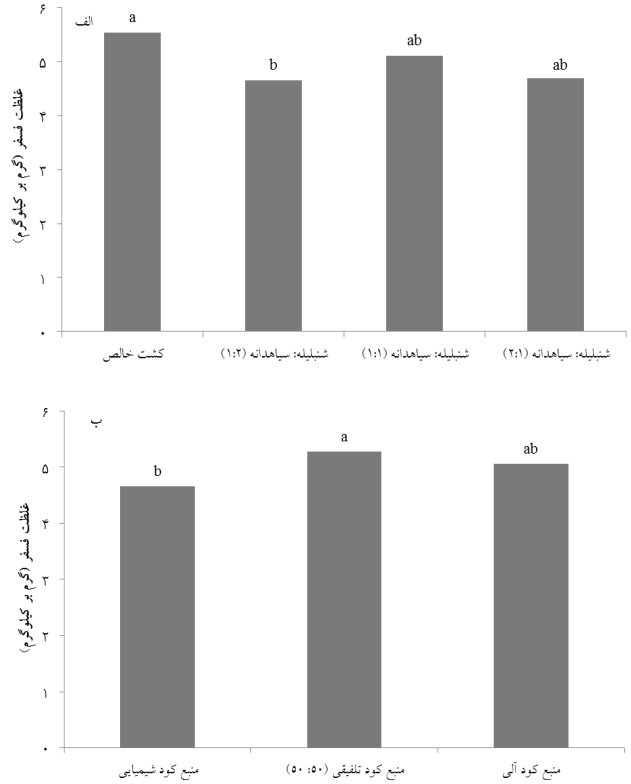
در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

همان‌طورکه در شکل ۲- ب نیز نشان داده شده است برای گیاه سیاهدانه نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) که با منابع کودی مختلف تغذیه شده بودند دارای غلظت مشابهی از نیتروژن بودند، اما در تک‌کشتی سیاهدانه غلظت نیتروژن در تیمار تغذیه شده با شیمیایی و مرغی مشابه بود و کاهش معنی‌داری در مقایسه با تیمار تغذیه شده با کود تلفیقی نشان دادند. اگرچه بیش‌ترین غلظت نیتروژن سیاهدانه به نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) که با کود تلفیقی تغذیه شده بود اختصاص داشت ولی با دیگر نسبت‌های مخلوط به استثنای تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) در شرایط تلفیقی و تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۱:۱) در شرایط کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲- ب). علاوه‌بر این در تیمار شیمیایی با افزایش تراکم شنبلیله در کشت مخلوط غلظت نیتروژن سیاهدانه روند صعودی داشت (شکل ۲- ب). در تأیید این نتایج می‌توان به گزارش سلطانی‌نژاد (۲۰۱۳) اشاره نمود که بیش‌ترین غلظت نیتروژن در گیاه خرفه را در تیمار کود شیمیایی مشاهده کرد. همچنین در کشت مخلوط خیار و بامیه، افزایش ۱۶ درصدی غلظت نیتروژن خیار نسبت به تک‌کشتی مشاهده شد (نادری و همکاران، ۲۰۱۰). به‌نظر می‌رسد که در شرایط تلفیقی، گیاه شنبلیله علاوه‌بر میزان تثبیت نیتروژنی که داشته است، توانسته از نیتروژن کود شیمیایی که در اوایل رشد به آسانی در دسترس بوده استفاده کند، و غلظت بیش‌تری از نیتروژن را به دانه منتقل سازد. اما در کشت خالص و

مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) احتمالاً فراهمی زیاد نیتروژن شیمیایی میزان تثبیت نیتروژن را کاهش داده و در نتیجه غلظت نیتروژن دانه شنبلیله تحت این تیمارها در سطح پایین‌تری قرار گرفته است (شکل ۲- الف). اما گیاه سیاهدانه کشت شده به‌صورت مخلوط با شنبلیله تحت شرایط کود شیمیایی از تسهیل یا تثبیت ناشی از شنبلیله بهره بهتری برده است (شکل ۲- ب)، به‌طوری‌که غلظت نیتروژن دانه‌های این محصول با محیط کودی مرغی و یا تلفیقی برابری نموده است. در دیگر آزمایش‌های انجام شده برای گیاه زنیان و گیاه سیاهدانه نیز بیش‌ترین غلظت نیتروژن در سیستم تلفیقی (کود دامی- کود شیمیایی) به‌دست آمد (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۵؛ صالحی، ۲۰۱۳).

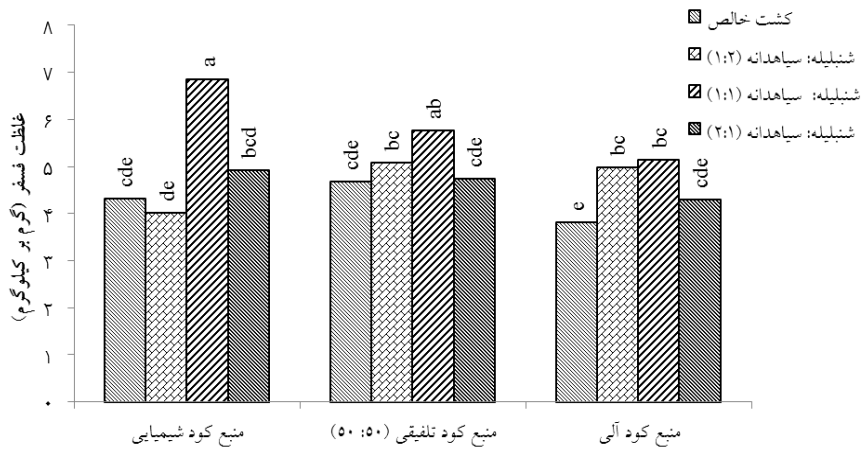
غلظت فسفر: اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر غلظت فسفر شنبلیله در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آن‌ها غلظت فسفر سیاهدانه اثری نداشت (جدول ۲). همان‌طورکه در شکل (۳- الف) نیز ارائه شده است اگرچه بیش‌ترین میانگین غلظت فسفر به تیمارهای کشت خالص شنبلیله و شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تعلق داشت ولی میانگین غلظت فسفر گیاه شنبلیله در تیمارهای مختلف مخلوط دارای اختلاف آماری معنی‌داری نبود.

میانگین غلظت فسفر سیستم تغذیه مرغی با کود تلفیقی و همین‌طور کود شیمیایی با کود مرغی مشابه بود اما میانگین غلظت فسفر تحت سیستم تغذیه تلفیقی در مقایسه با کود شیمیایی افزایش معنی‌داری (۱۱ درصد) نشان داد (شکل ۳- ب).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی نسبت مخلوط (الف) و منبع کودی (ب) بر غلظت فسفر گیاه شنبلیله.
میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر نسبت مخلوط و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی بر غلظت فسفر گیاه سیاهدانه به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود، این در حالی بود که منبع کودی بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت. تک‌کشتی و نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم‌های مختلف تغذیه دارای غلظت فسفر مشابهی بودند. نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) که با منابع کودی تلفیقی و مرغی تغذیه شده دارای غلظت مشابهی بودند اما با سیستم تغذیه شیمیایی اختلاف معنی‌داری داشتند. در واقع در سیستم تغذیه شیمیایی مقادیر فسفر در شنبلیله:سیاهدانه (۱:۲) پایین و در شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) بسیار زیاد بود (شکل ٤). در این ارتباط نادری و همکاران (۲۰۱۰) در کشت مخلوط بامیه و خیار، بیش‌ترین غلظت فسفر خیار را در کشت خالص خیار به‌دست آوردند. پوریوسف و همکاران (۲۰۱۲) نیز در گیاه دارویی اسفرزه و اکبری‌نیا و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه دارویی زنیان بیش‌ترین غلظت فسفر را در سیستم تلفیقی مشاهده نمودند. به‌نظر می‌رسد در سیستم تلفیقی، کود دامی مورد استفاده علاوه‌بر اضافه نمودن فسفر به خاک با افزایش مواد آلی و هوموس خاک، موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و پوشاندن سطح ذرات رس مانع تثبیت شدن فسفر در خاک می‌شود و در نتیجه فسفر موجود در خاک به خوبی می‌تواند در اختیار گیاه قرار بگیرد (اویلو و همکاران، ۲۰۰۵). گیاه سیاهدانه با استفاده از همراهی گیاه شنبلیله در کشت مخلوط و همین‌طور فسفر منبع شیمیایی که در اوایل فصل نسبت به فسفر موجود در کود دامی قابلیت دسترسی بیش‌تری داشته در افزایش غلظت فسفر موفق‌تر عمل نموده است.



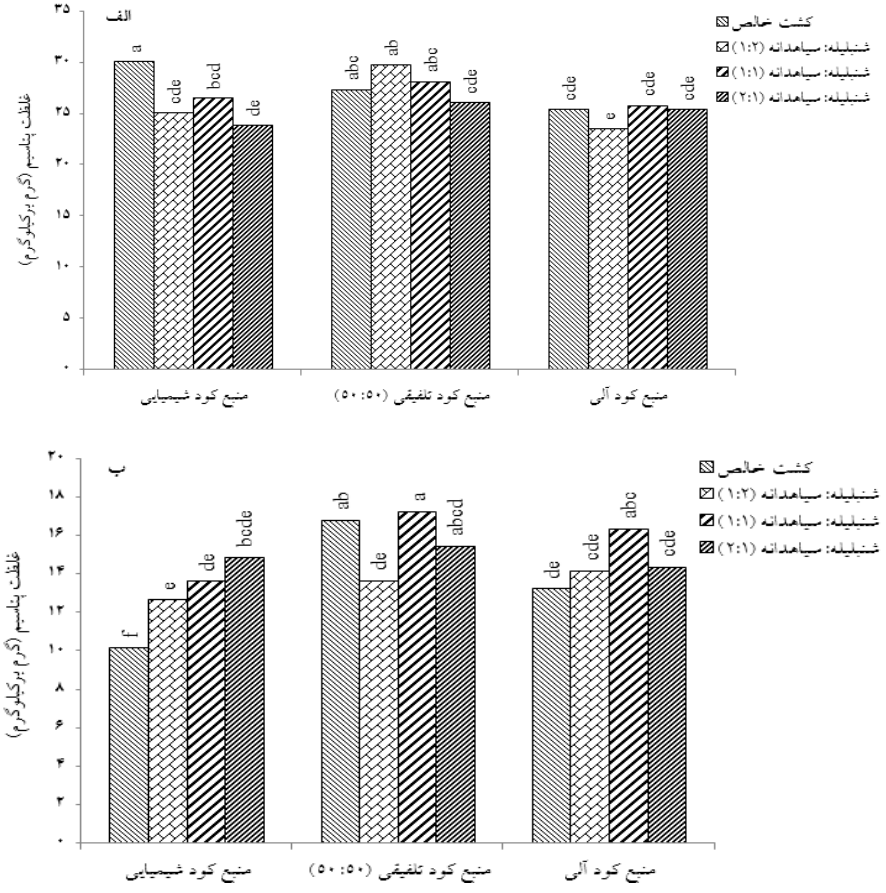
شکل ٤- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی مختلف بر غلظت فسفر گیاه سیاهدانه.

میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

غلظت پتاسیم: همان‌طورکه در جدول ۲ نیز مشاهده می‌شود اثر نسبت منبع کودی و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی بر غلظت پتاسیم دانه گیاه شنبلیله معنی‌دار بود ولی غلظت عنصر پتاسیم تحت‌تأثیر نسبت مختلف مخلوط قرار نگرفت. غلظت پتاسیم گیاه شنبلیله برای تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) و (۱:۱) که با کودهای مختلف تغذیه شده بودند مشابه بود. همچنین غلظت پتاسیم در تک‌کشتی تغذیه

شده با کود شیمیایی مشابه تیمار تغذیه شده با تلفیقی بود اما برتری معنی‌داری بر تیمار کود مرغی داشت. در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) غلظت پتاسیم که با تیمار شیمیایی و مرغی تغذیه شده بودند مشابه بود این در حالی بود که این دو تیمار در مقایسه با تیمار کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان دادند (شکل ۵- الف).

اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر پتاسیم سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲). شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۲:۱) که با منابع کودی مرغی و شیمیایی تغذیه شده بودند دارای غلظت پتاسیم مشابهی بودند. برای تک‌کشتی سیاهدانه، تیمار کود تلفیقی دارای بیش‌ترین غلظت پتاسیم بود و برای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تیمار تغذیه شده با کود تلفیقی و کود مرغی دارای غلظت بالایی از پتاسیم بودند برتری معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی داشتند (شکل ۵- ب). در تیمار شیمیایی با افزایش تراکم شنبلیله در کشت مخلوط بر غلظت پتاسیم سیاهدانه افزوده شد ولی این روند برای سیستم تغذیه کود مرغی و تلفیقی مشاهده نشد (شکل ۵- ب). تغییرات غلظت پتاسیم در دو گیاه بیانگر آن است که در شرایطی که میزان پتاسیم دانه برای شنبلیله افزایش یافته می‌توان غلظت پایین‌تر این عنصر را برای گیاه سیاهدانه مشاهده نمود و این رابطه مکملی می‌تواند بیانگر وضعیت متفاوت رقابت برای این عنصر در کشت مخلوط باشد. در آزمایشی بیش‌ترین پتاسیم گیاه دارویی اسفرزه در سیستم تلفیقی کود شیمیایی و دامی به دست آمد (پوریوسف و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۵- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر غلظت پتاسیم گیاه شنبلیله (الف) و سیاهدانه (ب).

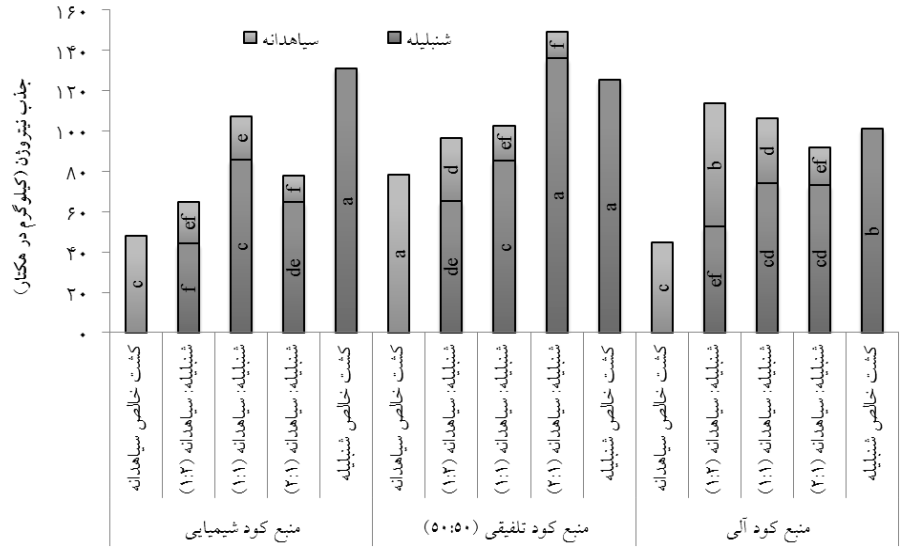
در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جذب نیتروژن: همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود جذب نیتروژن گیاه شنبلیله تحت‌تأثیر نسبت مخلوط، منبع کودی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. تک‌کشتی شنبلیله تحت سیستم تغذیه شیمیایی و تلفیقی دارای جذب نیتروژن مشابه بود و بیش‌تر از سیستم تغذیه مرغی بود ($P\leq$۰/۰۱). همچنین نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت سیستم‌های مختلف تغذیه دارای جذب نیتروژن مشابهی بودند. جذب نیتروژن در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت کودی شیمیایی با کود مرغی مشابه ولی کم‌تر از سیستم تغذیه تلفیقی بود. تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم تغذیه تلفیقی و همچنین تک‌کشتی این محصول با تغذیه کود شیمیایی و یا تلفیقی دارای بیش‌ترین جذب نیتروژن بودند (شکل ٦).

جدول ۳- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		جذب نیتروژن		جذب فسفر		جذب پتاسیم	
		شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه
تکرار	۲	۲۷/۸^{ns}	۰/۱٤^{ns}	۱/٤۱^{ns}	۰/۵۹۷^{ns}	۲۱/۲^{ns}	۱٤/۹^{ns}
نسبت مخلوط (I)	۳	٦۵۲۱/٦**	۳۰٤۱/۲**	۱۰۱/۹**	۱۰۰/٤**	۲٤۵٦/۲**	۱۰۲۹/۳**
منبع کودی (S)	۲	۲۵٤۵/٤**	۵۷۰/۵**	٤٤/۷**	۲/۹۳^{ns}	۷۵۲/٤**	۱۷۲**
I×S	٦	۱۰۷۹/۵**	٦۷۲/۸**	۱۰/۱۲**	۱٦/۹**	٤۱٦/۷**	۱۵۲/۷**
خطای آزمایشی	۲۲	۷۲/۷	۲۰/۹٤	۲/۸۲	۰/۸٦	۲٤/۲	۱۰/٦۱
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۸٤	۱۳/٦۹	۱۸/۲۸	۱۵/۹٤	۱۰/۳۱	۱۸/۷۳

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.



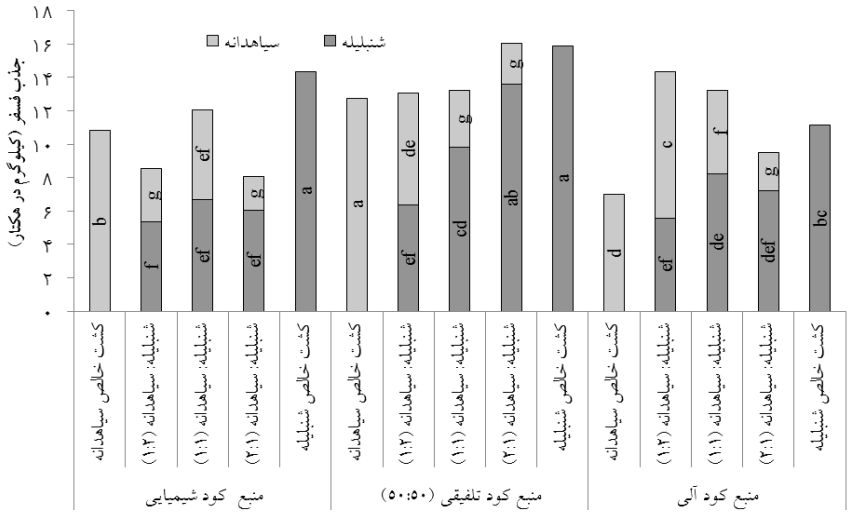
شکل ٦- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر جذب نیتروژن گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

اثر نسبت مختلف مخلوط و منبع کودی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر جذب نیتروژن گیاه سیاهدانه تأثیرگذار بود (جدول ۳). جذب نیتروژن سیاهدانه در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) که با کود شیمیایی و تلفیقی تغذیه شده بود، مشابه بود. همان‌طورکه در شکل ٦ ارائه شده است تک‌کشتی سیاهدانه حاوی کود شیمیایی و کود مرغی دارای جذب نیتروزن مشابهی بودند اما در مقایسه با منبع کود تلفیقی کاهش معنی‌داری نشان دادند. به‌طورکلی بیش‌ترین جذب نیتروژن به تک‌کشتی تغذیه شده با کود تلفیقی اختصاص داشت. در شرایط تغذیه با کود شیمیایی و کود تلفیقی با کاهش تراکم سیاهدانه در کشت مخلوط جذب نیتروژن سیاهدانه کاهش یافت ولی این روند در شرایط تغذیه با کود مرغی ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ٦). بیش‌تر بودن تجمع نیتروژن دانه هر گیاه در شرایط تلفیقی بیانگر این است که تولید ماده خشک (شکل ۱) هم‌زمان با دسترسی بهتر به عنصر نیتروژن (شکل ۲- الف و ب) منجر به افزایش انتقال نیتروژن خاک به دانه گردیده است. این حالت در کاهش باقی‌مانده نیتروژن معدنی در خاک و در نتیجه کاهش آبشویی این عنصر مؤثر است.

در آزمایش دئوودی و همکاران (۲۰۰۸) نیز بالاترین جذب نیتروژن اسفرزه (٦۹/۳ کیلوگرم بر هکتار) با جایگزینی ۷۵ درصد کود شیمیایی توسط کود گاوی به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم تغذیه تلفیقی با استفاده از آزادسازی تدریجی نیتروژن کود مرغی، توانسته با داشتن غلظت و عملکرد بالا توانسته نیتروژن بیش‌تری جذب کند. نتایج اصغرپور و رحیمی (۲۰۱۰) بیانگر آن است که در کشت مخلوط اسفرزه و عدس، بیش‌ترین جذب نیتروژن هردو گیاه را در تک‌کشتی به‌دست آمد. در آزمایش صالحی (۲۰۱۳) نیز بیش‌ترین میزان جذب نیتروژن را در سیستم تلفیقی کود گاوی و دامی مشاهده نمود. همچنین ترکیب کودهای آلی و غیرآلی ممکن است هم‌زمانی آزادسازی عناصر با نیاز گیاه را افزایش و تلفات عناصر را با تبدیل نیتروژن غیرآلی به نیتروژن آلی کاهش دهد (آبانیو و همکاران، ۲۰۰۷).

جذب فسفر: همان‌طورکه در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود اثر نسبت مخلوط و منبع کودی و اثرات متقابل آن‌ها بر جذب فسفر گیاه شنبلیله تأثیرگذار بود. تک‌کشتی شنبلیله که با سیستم شیمیایی و تلفیقی تغذیه شده بودند دارای جذب فسفر مشابه و به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سیستم تغذیه مرغی بود. مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم‌های تغذیه دارای جذب فسفر مشابهی بودند. جذب فسفر در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) که از منابع کودی شیمیایی و مرغی تغذیه شده بودند، مشابه بود اما با سیستم تغذیه تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان دادند. جذب فسفر در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت سیستم تغذیه شیمیایی و مرغی و همین‌طور تلفیقی و مرغی مشابه بود اما سیستم تغذیه شیمیایی و تلفیقی با هم دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در سیستم تغذیه تلفیقی با افزایش تراکم شنبلیله در واحد سطح میزان جذب فسفر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما در دو سیستم تغذیه‌ای دیگر این افزایش تنها در کشت خالص اتفاق افتاد (شکل ۷).



شکل ۷- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر جذب فسفر گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

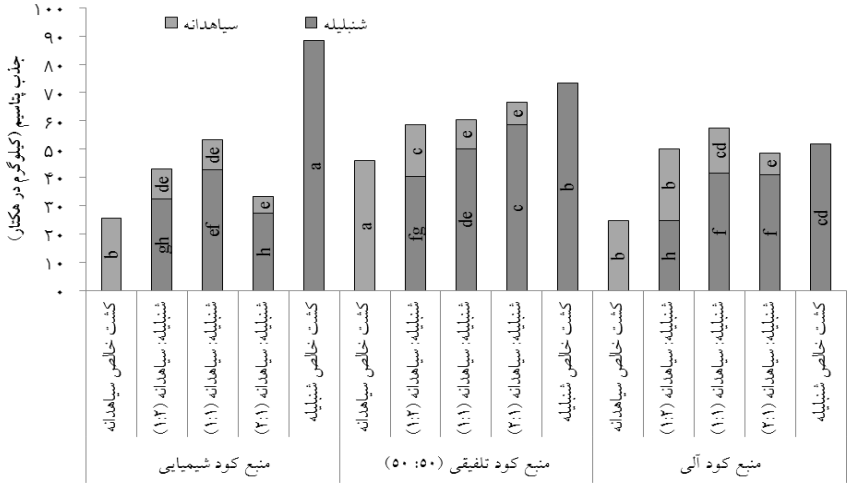
جذب فسفر گیاه سیاهدانه تحت‌تأثیر نسبت مخلوط و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. این در حالی بود که منبع کودی بر جذب فسفر تأثیری نداشت (جدول ۳). جذب فسفر سیاهدانه شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت تغذیه منابع مختلف کودی مشابه بود. جذب فسفر در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) که با منابع کودی شیمیایی و مرغی مشابه بود اما برتری معنی‌داری بر تیمار کود تلفیقی نشان داد. تک‌کشتی تغذیه شده با کود تلفیقی دارای بیش‌ترین جذب فسفر بود و تغذیه این تک‌کشتی با کود شیمیایی و کود مرغی به‌ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفت. در تیمار تغذیه شده با منبع تلفیقی با افزایش تراکم سیاهدانه میزان جذب فسفر سیاهدانه افزایش یافت که این افزایش برای تغذیه با کود مرغی تا نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) روند افزایشی و سپس کاهش یافت. به‌علاوه برای شرایط کود شیمیایی روند منظمی دنبال نشد و با افزایش تراکم سیاهدانه، جذب فسفر تابعی از درجه ۲ محدب بود (شکل ۷). اگرچه جذب فسفر تک‌کشتی سیاهدانه تحت شرایط کود شیمیایی با کود تلفیقی قابل مقایسه بود ولی مجموع جذب فسفر در تیمارهای مخلوط و همچنین تک‌کشتی سیاهدانه تغذیه شده از منبع کود شیمیایی در مقایسه با تیمار تلفیقی کم‌تر بود. کارایی بیش‌تر جذب فسفر تحت تیمارهای تلفیقی توسط قاسمی‌سیانی (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است و بیش‌ترین جذب فسفر اسفرزه در تیمار تلفیقی (۲۵ درصد کود شیمیایی+ ۷۵ درصد کود مرغی) مشاهده نمود. احتمالاً علت بالاترین جذب فسفر در تیمار تلفیقی این است که تکمیل کود مرغی با کود شیمیایی کارایی برداشت فسفر توسط بافت گیاهی را افزایش می‌دهد (تئولد و همکاران، ۲۰۰۷).

جذب پتاسیم: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) بیانگر آن است که عامل نسبت مخلوط، منبع کودی و اثرات متقابل این دو عامل بر جذب پتاسیم گیاه شنبلیله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته شنبلیله جذب پتاسیم این محصول تحت منابع مختلف کودی به استثنای تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم‌های تغذیه شیمیایی و مرغی افزایش یافت. به‌طوری‌که میزان افزایش برای

تک‌کشتی تغذیه شده با کود شیمیایی بسیار زیاد بود، تلفیق کود شیمیایی با کود مرغی نیز افزایش جذب پتاسیم به‌نسبت زیادی را نسبت به کاربرد کود مرغی نشان داد (شکل ۸).

همان‌طورکه در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود جذب پتاسیم سیاهدانه تحت‌تأثیر نسبت مخلوط و منبع کودی و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. افزایش تراکم کشت سیاهدانه در سیستم تغذیه با کود مرغی و یا تلفیقی منجر به افزایش معنی‌دار جذب پتاسیم گردید ولی در سیستم تغذیه با کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری بین نسبت‌های مخلوط مشاهده نشد و فقط تک‌کشتی افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای مخلوط نشان داد (شکل ۸). تک‌کشتی شنبلیله تحت سیستم تغذیه شیمیایی با داشتن غلظت و عملکرد بالا توانسته در جذب بهتر پتاسیم موفق‌تر عمل کند.

در آزمایش قاسمی‌سیانی (۲۰۱۰) نیز بیش‌ترین جذب پتاسیم را در سیستم تلفیقی (۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود مرغی) حاصل شد. این تیمار به‌علت دارا بودن غلظت و عملکرد بالا و از طرفی دیگر با استفاده از سیستم تلفیقی توانسته پتاسیم بیش‌تری جذب کند. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی با کاربرد هم‌زمان کودهای آلی و شیمیایی و جذب بیش‌تر آن‌ها توسط گیاه در نتیجه رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ‌ها از عوامل افزایش عملکرد در سیستم‌های حاصلخیزی تلفیقی می‌باشد (اکبری و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۸- اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر جذب پتاسیم گیاه شنبلیله و سیاهدانه.

در هر گیاه میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD بدون تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت کاربرد تلفیقی کود مرغی با کود شیمیایی، سبب افزایش غلظت و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه سیاهدانه و همچنین افزایش غلظت و جذب نیتروژن، جذب فسفر در گیاه شنبلیله گردید. علاوه‌بر این کشت مخلوط در گیاه سیاهدانه منجر به افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد و افزایش غلظت و جذب نیتروژن در گیاه شنبلیله را نیز به دنبال داشت. بنابراین، استفاده از مدیریت تغذیه تلفیقی

گیاهان در سیستم‌های کشت مخلوط، می‌تواند در کاهش تلفات عناصر نیتروژن در خاک و در نتیجه حفاظت زیست‌محیطی سهیم باشد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Abunyewa, A.A., Osei, C., Asiedu, E.K., and Safo, E.Y. 2007. Integrated manure and fertilizer use, maize production and sustainable soil fertility in subhumid zone of West Africa. J. Agron. 6: 302-309.

2.Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., and Kloepper, J.W. 2010. Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depletedfertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. Applied Soil Ecology. 46: 54-58.

3.Akanni, D.I., and Ojeniyi, S.O. 2007. Effect of different levels of poultry manureon soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Res. J. Agron. 1: 1-4.

4.Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, S.A.M. 2009. Effects of different nutrition systems (organic, chemical and integrated) and biofertilizer on yield and other agronomic traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Sust. Agric. Prod. Sci. 19: 83-93. (In Persian)

5.Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., Sharifi Ashorabadi, E., and Banj Shafieei, S. 2005. Effect of different nutrition systems on soil properties, elemental uptake and seed yield of Ajowan (*Carum copticum*). (Pajouhesh Sazanegi. 62: 11-19. (In Persian)

6.Asgharipour, M., and Rafiei, M. 2010. Intercropping of Isabgol (*Plantago ovate* L.) and Lentil as Influenced by Drought Stress. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 9: 1. 62-69.

7.Baldi, E., Toselli, M., and Marangoni, B. 2010. Nutrient partitioning in pottedpeach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. J. Plant Nut. 33: 2050-2061.

8.Bassim Atta, A. 2003. Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chem. 83: 63-68.

9.Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S., and Alemu, G. 2006. Effect of farmyard manner and inorganic fertilizers on sorghum growh, yield and nitrogen use in a semi-arid area of Ethipia. J. Plant Nut. 29: 2. 391-407.

10.Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K., and Chakraborty, A. 2005. Microbialbiomass and enzyme activities in submergedrice soil amended with municipal solid waste compost and decomposed cow manure. Chemosphere. 60: 310-318.

11.Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total, P 1085-1121. In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA and ASA, Madison, WI. Pp: 1085-1121.

12.Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. J. Agri. Techonol. 1: 2. 223-234.

13.Chu, H., Lin, X., Fujii, T., Morimoto, S., Yagi, K., and Zhang, J. 2007. Soil microbial biomass, dehydrogenase activitybacterial community structure in response to long-term fertilizer management. Soil Biol. Biochem. 39: 2971-2976.

14.Dehghani Moshkani, M.R., Naghdi Badi, H.A., Darzi, M.T., Mer Afarin, A., Rezazadeh, Sh.A., and Kadkhoda, Z. 2011. Effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield (*Matricaria recutita* L.). J. Med. Plant. 38: 35- 48. (In Persian)

15.Dwivedi, R.S.P., Dwivedi, K.N., Namdeo, K.N., Satyajit, P., and Mittoliya, V.K. 2008. Effect of row spacing and nitrogen source on nutrient contents and uptake of isabgol (*Plantago ovate Forsk.*) varieties. Crop Res. (Hisar). 36: 354-358.

16.Ebubekir, A., Engin, O., and Faruk, T. 2005. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. J. Food Eng. 71: 37-43.

17.Ewulo, B.S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. J. Anim. Vet. Adv. 4: 10. 839-841.
18.Ghasemi Siyani, E. 2010. Study on seed quantity and quality *of plantago ovate* under different nitrogen levels and irrigation regimes. M.Sc. Thesis, of Agronomy, Shahrekord University, 98p. (In Persian)
19.Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhay, K.K., Tripathi A.K., Hati, K.M., and Misra, A.K. 2004.Comparative effectivenss of catle manure, poultry manure, phosocompost and fertilizer NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. crop yield and systems in performance. Bioresour. Technol. 95: 77-83.
20.Hinsinger, P., Plassard, C., Tang, C., and Jaillard, B. 2003. Origins of root-mediated pHchanges in the rhizosphere and their responses to environmental constraints:a review. Plant Soil. 248: 43-59.
21.Judith, N., Chantigny, M., Dayegamite, A., and Laverdiere, M. 2009. Dairy cattle manure improves productivity in low residue rotation systems. Agron. J. 101: 207-214.
22.Koochaki, A.R., Amir Moradi, Sh., Shabahang, J., and Kalantari Khandani, S. 2013. Effect of organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of medicinal plants (*Plantago Forssk. Ovate*), (*Alyssum homolocarpum* L.), (*Lepidium perfoilatum* L.) and (*Lalementia iberica* L.). J. Agroecol. 1: 16-26. (In Persian)
23.Kumar, S., Pandey, P., and Maheshwari, D.K. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growthenhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent Pseudomonasaeruginosa LES4. Eur J. Soil Biol. 45: 334-340.
24.Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content and competition in pea-cereal intercropping system. Eur. J. Agron. 34: 287-294.
25.Mahesh, B., and Satish, S. 2008. Antimicrobial activity of some important medicinal plant against plant and human pathogens. World J. Agric. Sci. 4: 839-843.
26.Nadri, R., Kashi, A.K., and Sam Daliri, M. 2010. Effect growth and yield (*Cucumis sativus* L.) and (*Abelmoschus esculentus* L.) in intercropping. J. New Agric. Sci. 19: 89-100. (In Persian)
27.Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus, P 403-431. In: A.L. Page, A.L., R.H. Miller, R.H., and D.R. Keeney, D.R., (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2: hemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy Madison, WI, USA. Pp: 403-431.
28.Pourazizi, M., Fallah, S., and Iranipour, R. 2013. Effect of different N sources and rates on dry matter and uptake of primary macronutrients in forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Elec. J. Crop Prod. 2: 185-202. (In Persian)
29.Pouryousef, M., Mazahri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, E., and Tavakolie, A. 2012 OR 2011. Effect of differnt soil fertilizering teraments (chmical, organic and integrated) on yield, yield components and seed mineral nutrients content of isabgol (*Plantago ovate* Forsk). Pajouhesh Sazandegi. 93: 8-18. (In Persian)
30.Salehi, A. 2013. Effect of solitary and integrated application of cattle manutre and urea fertilizer on soil CO2 flux, growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). M.Sc. Thesis, of Agroroecology, Shahrekord University, 134p. (In Persian)
31.Simard, R.R. 1993. Ammonium acetate-extractable elements, P 39-42. In: M.R. Carter (Ed.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Boca Raton F.L. USA: Lewis Publishers, Pp: 39-42.
32.Singh, J.S., Pandey, V.C., and Singh, D.P. 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainableagriculture and environmental development. Agric. Ecosyst. Environ. 140: 339-353.
33.Soltaninejad, F. 2013. Effect of solitary and integrated application of urea fertilizer and cattle manutre on cadmium concentration and yield of purslane (*Portulace oleraceae*). M.Sc. Thesis of Agroroecology, Shahrekord University, 107p. (In Persian)
34.Song, Y.N., Zhang, F.S., Marchner, P., Fan, F.L., Gao, H.A., Bao, X.G., Sun, J.H., and Li, L. 2007. Effect of intercropping on crop yield and chemical and microbiological properties in rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). Boil. Fert. Soils. 43: 565-574.

35. Tewolde, H., Sistani, K.R., Rowe, D.E., and Adeli, A. 2007. Phosphorus extraction by cotton fertilized with broiler litter. Agron. J. 99: 999-1008.
36. Thobasti, T. 2009. Growth and yeild responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in a intercropping system. M.Sc. Thesis., University of Pretoria, 149p.
37. Yadvinder, S., Ladha, B.S., Khind, J.K., Gupta, C.S., Meelu, R.K., and Pasuquin, O.P. 2004. Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in rice-wheat rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 845-853.
38. Zhang, Y., Chen, F., Li, L., Chen, Y., Liu, B., Zhou, Y., Yuan, L., Zhang, F., and MI, G. 2012. The role of maize root size in phosphorus uptake and productivity of maize/faba bean and maize/wheat intercropping systems. Sci. China Life Sci. 11: 993-1001.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 5(1), 2015
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effects of fertilizer source and intercropping ratios on fenugreek and black cumin: Macronutrients concentration and uptake

M. Rostaei[1] and *S. Fallah[2]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Shahrekord University,
[2]Associate Prof., Dept. of Agronomy, Shahrekord University
Received: 05/12/2014; Accepted: 07/23/2014

Abstract

In order to study the effects of fertilizer source and intercropping ratios on macronutrients concentration and uptake of fenugreek and black cumin, a factorial experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at Shahrekord University research farm in 2013. Sole cropping of fenugreek (F) and sole cropping of black cumin (B) and three intercropping ratios (F:B 2:1, F:B 1:1 and F:B 1:2) were evaluated as the first factor and three sources of fertilizer (chemical fertilizer, chemical fertilizer: broiler litter as 50:50 and broiler litter) as the second factor. Results indicated that nitrogen and phosphorus concentration of black cumin and nitrogen uptake of fenugreek increased in intercropping treated with integrated fertilizer, by 79%, 70% and 4%, respectively, compared with monocropping treated with inorganic fertilizers. The highest nitrogen and phosphorous uptake obtained in sole black cumin treated with integrated fertilizer. The greatest nitrogen concentration of fenugreek and concentration and uptake of phosphorus were observed in B:F (1:1) treated with inorganic fertilizer and monocropping treated with integrated fertilizer, respectively. The highest concentration and uptake of potassium were recorded in sole fenugreek treated with inorganic fertilizer, however the maximum concentration and uptake of potassium in fenugreek achieved in B:F (1:1) treatment and monocropping treated with integrated fertilizer, respectively. These results suggest that, for intercropping systems, integrated nutrient management can reduce losses of nitrogen and thus may contribute to the environmental protection.

Keywords: Broiler litter, Integrated fertilizer, Intercropping, Losses

* Corresponding Authors; Email: fallah 1357@yahoo.com