



## اثر کشت مخلوط سویا (*Glycine max*) و بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica*) بر کارایی جذب عناصر غذایی ضروری تحت سیستم کوددهی آلی و غیر آلی

مریم روستایی<sup>۱</sup>، \*سینا فلاح<sup>۲</sup> و علی عباسی سورکی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، استاد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد،

<sup>۲</sup>آستادیار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** کشت مخلوط رشد دو یا چند گیاه به‌طور هم‌زمان در یک مکان است و به‌عنوان روشی پایدارتر برای افزایش محصول در مقایسه با کشت خالص مطرح است. سیستم ریشه‌ای گسترده و توزیع‌یافته و نیز معماری کارآمدتر آن در کشت مخلوط، ممکن است جذب و کارایی عناصر را افزایش دهد. از سوی دیگر کاربرد کودهای آلی آلودگی‌های محیطی را کاهش می‌دهد و منجر به بازچرخش طولانی‌تر عناصر در سیستم‌های کشاورزی می‌شود. با توجه به این موضوع، این مطالعه با هدف ارزیابی کارایی عناصر کشت مخلوط سویا-بادرشبویه تحت تغذیه کود دامی و کود شیمیایی اجرا شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهرکرد در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. پنج الگوی کشت شامل کشت خالص سویا، کشت خالص بادرشبویه و سه نسبت مخلوط این دو گیاه (۱:۱، ۲:۱ و ۱:۲) به‌عنوان فاکتور اول در دو منبع کودی (کودهای شیمیایی و کود مرغی) به‌عنوان فاکتور دوم ارزیابی شد. گیاه بادرشبویه و سویا به‌ترتیب در مرحله گلدهی و در مرحله رسیدگی برداشت شدند. غلظت عنصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، آهن، روی و منگنز تعیین گردید. سپس جذب هر عنصر از حاصل‌ضرب غلظت عنصر در عملکرد محصول محاسبه شد. عملکرد نسبی محصول و عملکرد نسبی عناصر در کشت مخلوط محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد بیش‌ترین جذب نیتروژن (۱۰/۵۹ گرم در مترمربع) و فسفر (۱/۷۹ گرم در مترمربع) به‌ترتیب در کشت خالص سویا و کشت خالص بادرشبویه تیمار شده با کود آلی به‌دست آمد که با نسبت مخلوط سویا:بادرشبویه (۱:۱) تحت کاربرد کود آلی تفاوت معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین جذب پتاسیم، آهن، روی و منگنز به‌ترتیب با ۱۴، ۰/۲۵۳، ۰/۰۶۵ و ۰/۰۸۰ گرم در مترمربع در کشت خالص بادرشبویه تیمار شده با کود آلی به‌دست آمد. در حالی که برای مس بیش‌ترین جذب (۰/۱۳۵ گرم در مترمربع) در کشت خالص بادرشبویه حاوی کود آلی

\* مسئول مکاتبه: [falah1357@yahoo.com](mailto:falah1357@yahoo.com)

حاصل شد که با کشت خالص بادرشوبویه تیمار شده با کود شیمیایی و تیمار سویا: بادرشوبویه (۱:۲) حاوی کود آلی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بیش‌ترین عملکرد نسبی نیتروژن (۱/۰۴)، فسفر (۱/۰۹)، آهن (۱/۰۳) در سویا: بادرشوبویه (۱:۱) تحت کاربرد کود آلی به‌دست آمد. بیش‌ترین عملکرد نسبی پتاسیم (۱/۰۷)، مس (۱/۳۲)، منگنز (۱/۰۳) در تیمار سویا: بادرشوبویه (۱:۲) تحت کاربرد کود آلی مشاهده شد. در این آزمایش، کود آلی از لحاظ جذب عناصر برتری معنی‌داری نسبت به کود شیمیایی داشت. علاوه بر این، کارایی جذب عناصر در الگوهای کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود.

**نتیجه‌گیری:** الگوهای کشت مخلوط به‌ویژه در شرایط کاربرد کود دامی، کارایی عناصر را افزایش می‌دهد. بنابراین افزایش کارایی جذب، نیاز به مصرف کودها در مزرعه را کاهش می‌دهد که علاوه بر آسیب‌های زیست‌محیطی کم‌تر، در افزایش بهره‌وری اقتصادی نیز سهیم می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی کشت، عناصر کم‌مصرف، فسفر، کارایی جذب، نیتروژن

#### مقدمه

عنصر نیتروژن، فسفر، آهن و روی در اندام هوایی در مقایسه با کود شیمیایی گردید (۴۲).

در کشت خالص توزیع ریشه در خاک یکنواخت است، این در حالی است که سیستم کشت مخلوط توسعه انواع مختلف ریشه را فراهم می‌کند و در واقع توزیع ریشه را تغییر می‌دهد و از این طریق ممکن است در دسترسی به عناصر غذایی کم‌تحرک نقش داشته باشد (۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴ و ۲۶). علاوه بر این در الگوهای مخلوط دارای گونه لگوم، بخش عمده نیتروژن مورد نیاز گونه لگوم و بخشی از نیتروژن مورد نیاز گونه غیرلگوم از طریق تثبیت زیستی نیتروژن فراهم می‌گردد (۶ و ۱۶). در واقع گونه لگوم بخش زیادی از نیتروژن مورد نیاز خود را از تثبیت بیولوژیکی به‌دست می‌آورد، حال این‌که گونه همراه نیتروژن را از خاک می‌گیرد، در نتیجه رقابت برای این عنصر مهم کاهش می‌یابد (۱۰ و ۱۹). از طرفی دیگر گیاه لگوم به‌واسطه تثبیت نیتروژن، سبب آزادسازی پروتون می‌شود. اسیدیته شدن ریزوسفر حلالیت فسفر را در خاک‌هایی با pH بالا افزایش داده و سبب فراهمی بیش‌تر عنصر فسفر می‌شود (۲۵). همچنین

حفظ باروری گیاه و استفاده کافی و مناسب از عناصر غذایی یکی از عوامل کلیدی در افزایش عملکرد می‌باشد (۹). اگرچه کودهای شیمیایی، جز ضروری سیستم‌های زراعی هستند و در افزایش عملکرد گیاهان نقش زیادی دارند، اما استفاده طولانی‌مدت این کودها سبب آلودگی زیست‌محیطی و نامتوازن شدن سیستم اکولوژیکی خاک می‌گردد (۳) و این امر سبب تمایل به استفاده از کودهای آلی جایگزین شده است. در این ارتباط می‌توان به کودهای آلی اشاره نمود که علاوه بر تأمین عناصر غذایی ضروری گیاهان، موجب افزایش ماده آلی خاک و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند (۳۴، ۴۰ و ۴۱). پژوهشگران افزایش جذب عناصر ضروری گیاه، ناشی از کاربرد کود آلی و در نهایت افزایش عملکرد را از مزایای این کودها عنوان کرده‌اند. نتایج مختلف نشان می‌دهد که کود دامی سبب افزایش غلظت نیتروژن و فسفر گیاه سیاه‌دانه، بادرشوبویه و سویا گردید (۲، ۱۲ و ۳۹). کاربرد کود گاوی در گیاه دارویی ریحان سبب افزایش جذب

باشد. از طرفی دیگر نتایج پژوهش‌های انجام شده در نقاط مختلف دنیا در طی سال‌های اخیر، بیانگر تأثیر مثبت کودهای آلی بر کارایی عناصر غذایی می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی جذب عناصر (پرمصرف و کم‌مصرف) در کشت خالص و مخلوط سویا و بادرشبویه در شرایط کاربرد کود آلی و شیمیایی در راستای بهبود کیفیت عناصر غذایی و همچنین کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد (طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. کشت خالص سویا و بادرشبویه همراه با سه نسبت مخلوط شامل یک ردیف سویا: دو ردیف بادرشبویه (۱:۲)، یک ردیف سویا: یک ردیف بادرشبویه (۱:۱) و دو ردیف سویا: یک ردیف بادرشبویه (۲:۱) به‌عنوان فاکتور اول و کوددهی از منبع شیمیایی و دامی به‌عنوان فاکتور دوم مورد مقایسه قرار گرفتند.

ابتدا از کود مرغی و خاک محل آزمایش نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه ویژگی‌های آن‌ها تعیین گردید (جدول ۱). سپس با احتساب ۵۰ درصد معدنی شدن نیتروژن کل کود مرغی، برای تأمین ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۷/۴ تن در هکتار کود مرغی استفاده شد. کودهای شیمیایی مصرفی شامل اوره و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به میزان ۱۵۲ و ۱۴۱ کیلوگرم در هکتار بود. به دلیل مطلوب بودن پتاسیم خاک، از کود شیمیایی پتاسیم‌دار استفاده نشد. برای تأمین عناصر کم‌مصرف در تیمار کود شیمیایی از

گزارش برخی پژوهشگران بیانگر آن است که کشت مخلوط سبب محرک‌سازی<sup>۱</sup> و فراهمی بیشتر عناصر کم‌مصرف می‌شود (۴۶ و ۴۷). در بررسی کشت مخلوط شنبلیله و سیاه‌دانه بیش‌ترین جذب عنصر نیتروژن، فسفر و آهن به الگوی شنبلیله: سیاه‌دانه (۲:۱) حاوی کود تلفیقی (کود مرغی + کود شیمیایی) اختصاص داشت (۳۷ و ۳۸). این در حالی است که در کشت مخلوط خلر و ارزن، بیش‌ترین جذب عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و کم‌مصرف (مس، روی و منگنز) در الگوی ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر به‌دست آمد (۳۳). پژوهشگران بهبود وضعیت تغذیه‌ای در کشت مخلوط را به اثرات متقابل ریشه و اثرات ریزوسفری که به‌واسطه اجزای مختلف مخلوط اتفاق افتاده، نسبت دادند (۱۸ و ۲۲).

بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی معطر و یک‌ساله است که از خانواده نعناعیان می‌باشد که بومی آسیای مرکزی می‌باشد (۱۳). این گیاه در تهیه غذا و چای مورد استفاده قرار می‌گیرد و در درمان ناراحتی معده، اختلالات کبدی، دندان‌درد، سردرد و احتقان کاربرد دارد (۱۳). به‌علت وجود ژرانیول و سیترات در اسانس بادرشبویه خواص آرام‌بخشی هم دارد (۲۹). سویا (*Glycine max* L.) گونه‌ای از تیره بقولات است که نیتروژن را از طریق همزیستی با باکتری *Bradyrhizobium japonicum* تثبیت می‌نماید. سویا با ۳۶ درصد پروتئین و ۳۰ درصد کربوهیدرات از مقادیر بسیار خوب فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل شده است (۱).

با توجه به این‌که جذب عناصر غذایی تا حد زیادی تحت تأثیر الگوی ریشه‌دهی قرار دارد. بنابراین متفاوت بودن ریشه اجزای مخلوط ممکن است بر کارایی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و عناصر کم‌مصرف که در خاک‌های آهکی تحرک کم‌تری دارند، مؤثر

### 1- Mobilization

با نام تجاری "بایوسوی" به وسیله یک آبافشان بر روی بذرهای سویا پاشیده شد، تا همه بذرها به طور کامل و یکنواخت با مایه تلقیح آغشته شوند و بعد از مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بذور کاشته شدند. این مایه تلقیح از شرکت "فن آوری زیستی طبیعت گرا" تهیه گردید. بذر بادرشوبیه و رقم M9 سویا به ترتیب از شرکت پاکان بذر اصفهان و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان تهیه گردید. روش آبیاری به صورت نواری انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت انجام و آبیاری های بعدی در طول فصل رشد با توجه به نیاز آبی گیاه و شرایط محیطی صورت گرفت. در طول فصل کشت، کنترل آفات، وجین علف های هرز (وجین دستی) صورت گرفت.

سولفات مس (۱/۲۴ کیلوگرم در هکتار)، سولفات منگنز (۴/۷۶ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی (۳/۷۹ کیلوگرم در هکتار) و سکوسترین آهن (۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. در اواخر اردیبهشت ماه، با مساعد شدن شرایط محیطی عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح انجام شد. پس از تهیه بستر، تیمارهای کودی بر اساس نقشه طرح در کرت های مورد نظر اعمال و سپس با خاک مخلوط گردید. در سوم خرداد ماه، کشت سویا و گیاه بادرشوبیه به صورت هم زمان در ردیف هایی به فاصله ۴۰ سانتی متر در کرت هایی به ابعاد ۵×۲ متر انجام شد. فاصله بین کرت ها و فاصله بین بلوک ها به ترتیب ۰/۵ و ۱ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، مایه تلقیح باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم (*Bradyrhizobium Japonicum*)

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

Table 1. Some physical and chemical properties of soil and used broiler litter.

کود مرغی Broiler litter	خاک Soil	واحد Unit	ویژگی Property
-	لومی رسی Clay loam	-	بافت Texture
5.57	0.587	دسی زیمنس بر متر dS/m	هدایت الکتریکی EC
7.56	8.09	-	اسیدیته pH
19.1	0.59	گرم بر کیلوگرم g.kg <sup>-1</sup>	نیتروژن N
6.9	0.021	گرم بر کیلوگرم g.kg <sup>-1</sup>	فسفر* P
12.9	0.3	گرم بر کیلوگرم g.kg <sup>-1</sup>	پتاسیم* K
86.12	0.77	میلی گرم بر کیلوگرم mg.kg <sup>-1</sup>	مس* Cu
976.35	4.32	میلی گرم بر کیلوگرم mg.kg <sup>-1</sup>	آهن* Fe
411.53	7.46	میلی گرم بر کیلوگرم mg.kg <sup>-1</sup>	منگنز* Mn
355.01	0.66	میلی گرم بر کیلوگرم mg.kg <sup>-1</sup>	روی* Zn

\* فرم قابل دسترس این عناصر در خاک اندازه گیری شده است.

(۱) عملکرد نسبی محصول = عملکرد کشت مخلوط / عملکرد کشت خالص

(۲) عملکرد نسبی عنصر = عنصر جذب شده به وسیله کشت مخلوط / عنصر جذب شده به وسیله کشت خالص

داده‌های حاصل از آزمایش توسط SAS V9.2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

### نتایج و بحث

**عملکرد:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل بر عملکرد دو گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۱ ارائه شده است کاربرد کود آلی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد مجموع در کشت خالص بادرشوبویه و الگوهای مختلف مخلوط شد. به طوری که کاربرد کود آلی در کشت خالص بادرشوبویه، تیمار سویا: بادرشوبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب سبب افزایش ۲۶، ۵۲، ۳۵ و ۲۰ درصدی عملکرد در مقایسه با کود شیمیایی گردید.

کم‌ترین عملکرد در کشت خالص سویا حاوی کود آلی و شیمیایی به دست آمد. بیش‌ترین عملکرد (۷۴۵ گرم در مترمربع) به کشت خالص بادرشوبویه حاوی کود آلی اختصاص داشت. با این وجود بررسی عملکرد اندام هوایی بادرشوبویه نشان داد که عملکرد این گیاه در الگوهای سویا: بادرشوبویه (۱:۲) در سیستم کود دامی و الگوی سویا: بادرشوبویه (۱:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی در مقایسه با کشت خالص مربوطه افزایش یافت (جدول ۳).

برداشت گیاه بادرشوبویه و سویا به ترتیب در مرحله گلدهی (۱۰۲ روز پس از کاشت) و هم‌زمان با زرد شدن بیش‌تر برگ‌ها و غلاف‌ها (۱۲۶ روز بعد از کاشت) صورت گرفت. به این صورت که ابتدا بوته‌های بادرشوبویه به مساحت یک مترمربع از هر کرت برداشت شدند و در سایه خشک شدند. بوته‌ها پس از خشک شدن، توزین شدند و عملکرد بر حسب گرم در مترمربع تعیین گردید. برداشت گیاه سویا به مساحت یک مترمربع از وسط کرت‌ها با رعایت اثر حاشیه از هر کرت انجام شد. پس از جداسازی بذرها از غلاف‌ها، بذرها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و سپس توزین شدند و در نهایت عملکرد دانه بر حسب گرم در مترمربع محاسبه شد.

اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم بدین‌صورت انجام گرفت که پس از برداشت گیاه سویا و گیاه بادرشوبویه، ۵ گرم از دانه سویا و اندام هوایی گیاه بادرشوبویه به‌طور تصادفی انتخاب و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه خشک گردید و سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و آرد حاصل با الک ۲ میلی‌متری غربال گردید. نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Pharmacia LKB-Novaspec- II و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل Jenway-PEF7 اندازه‌گیری شد. عناصر کم‌مصرف با دستگاه جذب اتمی PerkinElmer AAnalyst 400 اندازه‌گیری شد. سپس جذب هر عنصر نیز از حاصل ضرب غلظت عنصر در عملکرد تولیدی تعیین شد.

جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص، عملکرد نسبی محصول و عملکرد نسبی عناصر هر گیاه در کشت مخلوط از رابطه‌های زیر تعیین شد و سپس مجموع عملکرد نسبی محصول و مجموع عملکرد نسبی عناصر محاسبه گردید (۱۷):

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی.

**Table 2. Analysis of variance (mean squares) of yield, nitrogen, phosphorous and potassium uptake of soybean and dragonhead under cropping pattern and fertilization source.**

جذب پتاسیم Potassium uptake	جذب فسفر Phosphorous uptake	جذب نیتروژن Nitrogen uptake	عملکرد Yield	درجه آزادی df	منبع تغییرات S.O.V.
0.43 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.063 <sup>ns</sup>	374 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
37.69**	0.2**	3.33**	153017**	4	الگوی کشت (Cp) Cropping pattern
53.05**	0.88**	49.32**	109000**	1	منبع کودی (Fs) Fertilization source
6.72**	0.08**	2.05**	8629**	4	Cp×Fs
0.59	0.015	0.06	521	18	خطای آزمایشی Error
8.79	9.35	2.85	5.07	-	CV (%)

<sup>ns</sup> و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد می باشند.

<sup>ns</sup> and \*\* are not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

آب، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، قابلیت دسترسی بیش تر عناصر پرمصرف و کم مصرف و افزایش جذب آنها توسط گیاه می باشد (۴، ۳۳، ۳۹ و ۴۰).

گزارش مشابهی با نتایج پژوهش پیش رو وجود دارد که در آن مجموع عملکرد دانه شنبلله و سیاه دانه در کشت مخلوط افزایش یافت (۳۷). بدلزاده و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند کاربرد کود دامی (در سطوح مختلف آبیاری) سبب افزایش عملکرد بادرشبویه در مقایسه با کود شیمیایی و تیمار بدون کود شد (۷). پاسبان و همکاران (۲۰۱۵) و عادل و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه سویا مشاهده کردند که کاربرد کود دامی (گاوی و مرغی)، سبب افزایش عملکرد دانه این گیاه شد (۲ و ۳۵)، که این امر می تواند به افزایش عرضه عناصر غذایی توسط کود دامی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و افزایش تسهیم مواد در مخازن نسبت داده شود (۴۵).

همچنین بررسی عملکرد گیاه سویا نشان داد که عملکرد دانه این گیاه در الگوی مخلوط سویا: بادرشبویه (۲:۱) و (۱:۱) در سیستم کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافته است (جدول ۳). به طور کلی عملکرد مجموع (سویا + بادرشبویه) در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) حاوی کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافته است (جدول ۳). افزایش عملکرد در این تیمارها ناشی از الگوهای مکملی استفاده از منابع و اثرات متقابل تسهیل کنندگی بین دو گیاه باشد. بنابراین به نظر می رسد که در این الگوهای کشت به دلیل ایجاد ساختار کانوپی و آرایش مطلوب، شرایط مناسبی برای بوته ها جهت دستیابی به منابع محیطی (آب، عناصر و نور) فراهم شده باشد. همچنین افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد کود آلی، احتمالاً به دلیل بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری

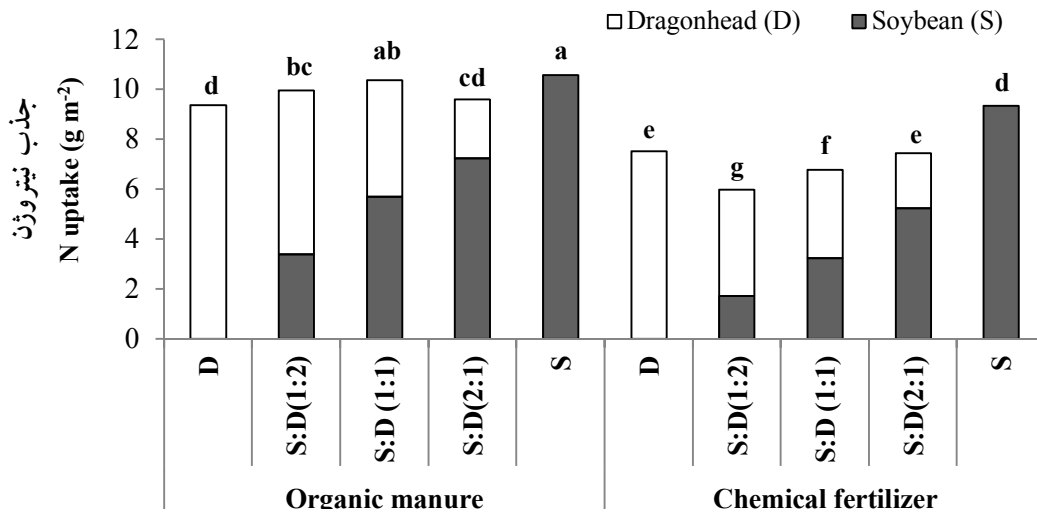


منجر به افزایش انتقال نیتروژن خاک به دانه گردیده است. این حالت در کاهش باقی مانده نیتروژن معدنی در خاک و در نتیجه کاهش آبشویی این عنصر مؤثر است (۳۹).

نتایج لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط نخودفرنگی با غلات (گندم و چاودار) بیانگر آن است که در کشت مخلوط نخودفرنگی و گندم بیشترین جذب عنصر نیتروژن در الگوی مخلوط به دست آمد که در مقایسه با کشت خالص نخودفرنگی افزایش معنی داری نشان داد. این در حالی بود در کشت مخلوط نخود فرنگی و چاودار، بیشترین جذب نیتروژن در الگوی مخلوط بود اما با کشت خالص نخودفرنگی اختلاف معنی داری نداشت (۲۷). همچنین عادلی و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی گیاه سویا گزارش کردند که کود مرغی میزان جذب نیتروژن این گیاه در مقایسه با کود شیمیایی افزایش داد (۲).

کشت خالص مربوطه افزایش یافت. جذب نیتروژن گیاه بادرشبویه در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) در منبع کود دامی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت (جدول ۳). همانطور که در جدول ۳ ارائه شده است جذب نیتروژن مجموع (سویا + بادرشبویه) در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) تحت تغذیه کود آلی با افزایش همراه بوده است.

تثبیت نیتروژن توسط گیاه لگوم (سویا) و انتقال آن به گیاه بادرشبویه سبب افزایش نیتروژن قابل استفاده گیاه بادرشبویه شده است. سازوکارهای احتمالی انتقال نیتروژن از لگوم به غیرلگوم در کشت مخلوط شامل تراوش مستقیم، پوست اندازی گره‌ها، پوسیدگی ریشه‌ها، شستشوی برگ‌گی و تجزیه برگ‌های ریخته شده است (۵، ۲۸ و ۳۱). بیش‌تر بودن جذب نیتروژن دانه هر گیاه در شرایط کاربرد کود دامی بیانگر این است که دسترسی بهتر به عنصر نیتروژن



شکل ۲- جذب نیتروژن سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

Figure 2. Nitrogen uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead+one row of soybean, one row of dragonhead+one row of soybean and one row of dragonhead+two rows of soybean, respectively.

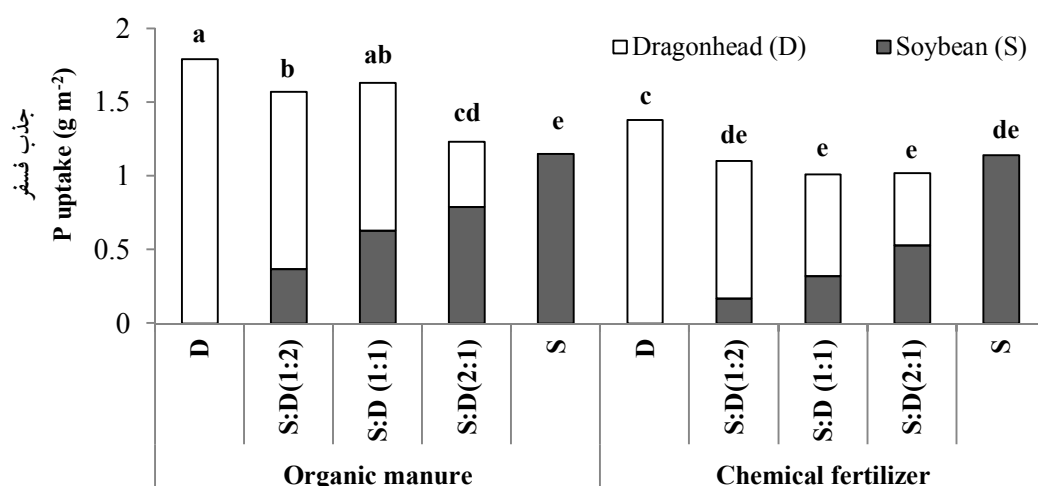


شدن ریزوسفر حلالیت فسفر را در خاک افزایش داد و به موجب آن جذب فسفر افزایش یافته است (۲۵). فسفر کود دامی نسبت به کود شیمیایی قابل دسترس تر است چون کود دامی فسفر را به مدت طولانی تر در خاک به صورت محلول نگه می‌دارد. همچنین آزادسازی اسیدهای آلی در طی تجزیه کود مرغی می‌تواند با آلومینیوم و آهن موجود در خاک تشکیل کمپلکس دهد و باعث کاهش تثبیت فسفر و افزایش قابلیت دسترسی آن گردد. این مکانیسم‌ها می‌توانند منجر به افزایش فسفر به شکل‌های قابل دسترس گیاهان گردند (۴۴). مصرف مواد آلی در خاک سبب افزایش جمعیت ریزجانداران مفید شده و از این طریق نیز بر فراهمی و جذب فسفر به وسیله ریشه گیاه اثر می‌گذارد (۱۵ و ۲۸).

نتایج روستایی (۲۰۱۴) در بررسی کشت مخلوط شنبلله و سیاه‌دانه بیانگر آن است که بیش‌ترین جذب فسفر در الگوی شنبلله: سیاه‌دانه (۲:۱) تحت تغذیه کود تلفیقی (مرغی + شیمیایی) به دست آمد که با کشت خالص شنبلله تفاوت معنی‌داری نشان نداد (۳۷). در بررسی کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت مشاهده شد که کشت مخلوط سبب افزایش جذب فسفر دو گیاه در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان گردید (۱۴). سینگ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند کاربرد کود دامی باعث افزایش ۵۸ درصدی جذب فسفر در مقایسه با کود شیمیایی گردید (۴۲).

فسفر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل بر جذب فسفر دو گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود کاربرد کود دامی سبب افزایش معنی‌دار جذب فسفر در کشت خالص بادرشوبویه و الگوهای سویا: بادرشوبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب به میزان ۲۹، ۴۲، ۶۰ و ۲۰ درصد در مقایسه با کود شیمیایی شد. جذب فسفر کشت خالص گیاه سویا در هر دو منبع کودی (آلی و شیمیایی) مشابه بود. کشت خالص بادرشوبویه حاوی کود آلی دارای بیش‌ترین جذب فسفر (۱/۷۹ گرم در مترمربع) بود که با تیمار سویا: بادرشوبویه (۱:۱) تفاوت معنی‌داری نداشت. بررسی جذب فسفر هر گیاه نشان داد که جذب فسفر سویا در تیمار سویا: بادرشوبویه (۲:۱) و (۱:۱) تحت سیستم کود دامی نسبت به کشت خالص افزایش یافت (جدول ۳). همچنین بررسی جذب فسفر بادرشوبویه در الگوی سویا: بادرشوبویه (۱:۲) و (۱:۱) در سیستم کود دامی و الگوی سویا: بادرشوبویه (۱:۲) و (۲:۱) در سیستم کود شیمیایی در مقایسه با کشت خالص مربوطه افزایش یافت. به‌طورکلی جذب فسفر مجموع (سویا + بادرشوبویه) در تیمار سویا: بادرشوبویه (۱:۱) حاوی کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافته است (جدول ۳).

در الگوهای مخلوط، سویا از طریق تثبیت نیتروژن می‌تواند  $H^+$  به محیط تراوش کرده در نتیجه اسیدی

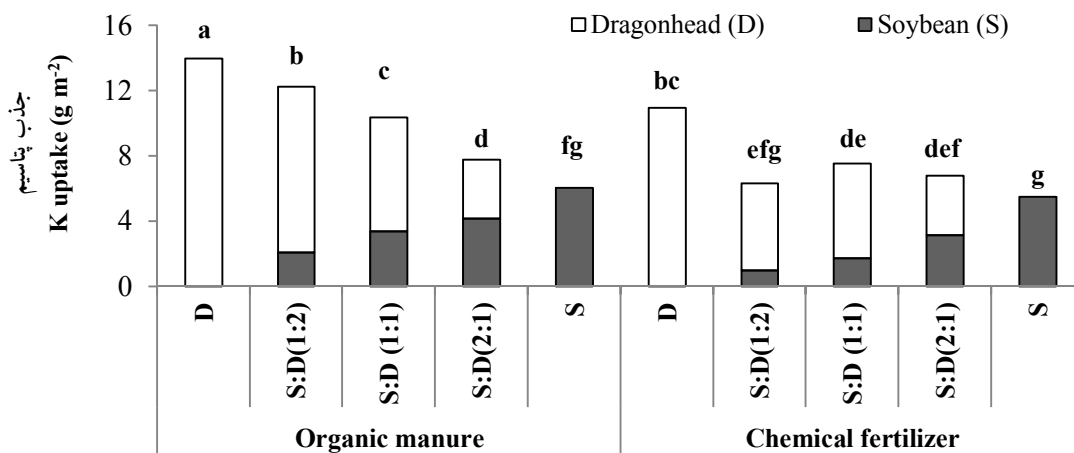


شکل ۳- جذب فسفر سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

**Figure 3. Phosphorous uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.**

با توجه به این‌که پتاسیم موجود خاک مطلوب بود (جدول ۱) در تیمارهای شیمیایی کود پتاسیم استفاده نشد. این در حالی بود که با افزودن کود دامی، پتاسیم بیشتری در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد. بوته‌های بادرشبویه در شرایط عدم حضور بوته‌های سویا از فراهمی پتاسیم کود دامی استفاده کردند و پتاسیم بیشتری جذب کردند. در سیستم‌های کشت مخلوط، گیاهان لگوم رقابت‌کننده‌های ضعیفی در مقایسه با گیاه همراه در عناصر تک‌ظرفیتی از جمله پتاسیم می‌باشند (۱۱) که با نتیجه این پژوهش مطابقت دارد.

پتاسیم: جذب پتاسیم دو گیاه پاسخ معنی‌داری به الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد کود آلی در کشت خالص بادرشبویه و تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) باعث افزایش معنی‌دار جذب پتاسیم در مقایسه با کود شیمیایی گردید (شکل ۴)، این در حالی بود جذب پتاسیم در کشت خالص سویا و سویا: بادرشبویه (۲:۱) در هر دو سیستم کودی مشابه بود. بیشترین و کمترین جذب پتاسیم به ترتیب به کشت خالص بادرشبویه حاوی کود آلی و کشت خالص سویا حاوی کود شیمیایی اختصاص داشت.



شکل ۴- جذب پتاسیم سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

**Figure 4. Potassium uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.**

پتاسیم گیاه دارویی ریحان در مقایسه با کود شیمیایی و تیمار شاهد (بدون کود) شد (۴۲).

مس: اثر الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل بر جذب مس دو گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. (جدول ۴). مقایسه میانگین در شکل ۵ نشان می‌دهد که جذب مس کشت خالص بادرشبویه، کشت خالص سویا و سویا: بادرشبویه (۲:۱) و (۱:۱) در هر دو سیستم کودی مشابه بود. این در حالی بود که کاربرد کود دامی در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) سبب افزایش ۵۴ درصدی جذب مس در مقایسه با کود شیمیایی شد. کشت خالص بادرشبویه حاوی کود دامی دارای بیشترین جذب مس بود که با کشت خالص بادرشبویه تحت سیستم کود شیمیایی و تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) حاوی کود دامی مشابه بود.

بررسی جذب پتاسیم گیاه سویا و بادرشبویه نشان داد که جذب پتاسیم گیاه سویا در الگوهای مختلف مخلوط در منبع کود دامی و جذب پتاسیم گیاه بادرشبویه در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) در منبع کود دامی و سویا: بادرشبویه (۱:۱) حاوی کود شیمیایی نسبت به کشت خالص مربوطه افزایش یافت (جدول ۳). چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود به‌طورکلی جذب پتاسیم مجموع (سویا + بادرشبویه) در الگوهای سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) تحت تغذیه کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش نشان داد. در کشت مخلوط ارزن و خلر، بیشترین و کمترین جذب پتاسیم به ترتیب تیمار ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر و کشت خالص خلر اختصاص داشت (۳۳). همچنین سینگ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش جذب

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) جذب مجموع مس، آهن، روی و منگنز گیاه سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی.

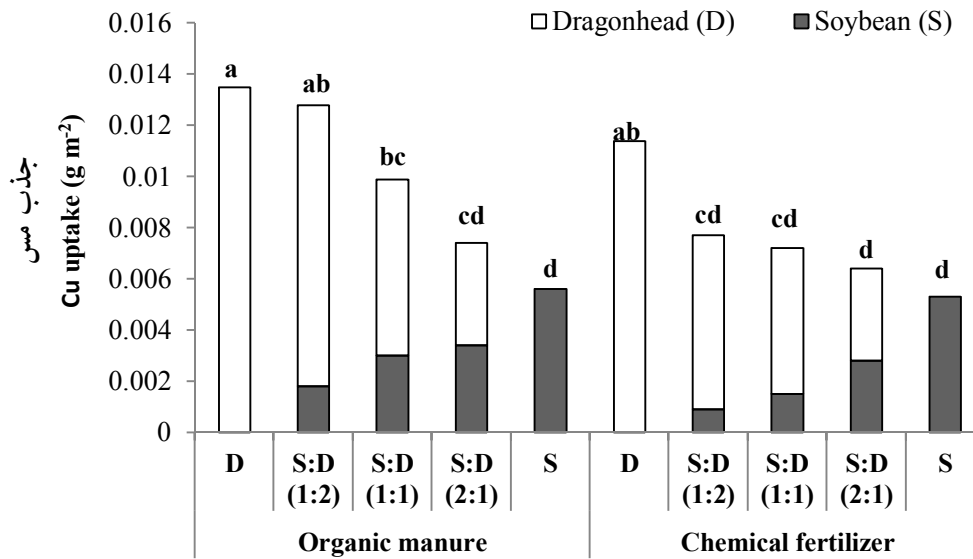
**Table 4. Analysis of variance (mean squares) of copper, iron, zinc and manganese uptake of soybean and dragonhead under cropping pattern and fertilization source.**

جذب منگنز Manganese uptake	جذب روی Zinc uptake	جذب آهن Iron uptake	جذب مس Copper uptake	درجه آزادی df	منبع تغییرات S.O.V.
0.00003	0.000002 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>	0.0000003 <sup>ns</sup>	2	تکرار Replication
0.0015**	0.0015**	0.026**	0.00004**	4	الگوی کشت (Cp) Cropping pattern
0.0015**	0.0006**	0.007**	0.00003**	1	منبع کودی (Fs) Fertilization source
0.00015**	0.00004*	0.001**	0.000003**	4	Cp×Fs
0.000008	0.000015	0.0001	0.0000004	18	خطای آزمایشی Error
6.23	10.34	7.87	7.34	-	CV (%)

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند. <sup>ns</sup>، \*\* and \* are not significant, significant at 1% and 5% level of probability, respectively.

(جدول ۵). همچنین برتری جذب مس در الگوهای مخلوط در سیستم کود دامی را به می توان به فراهمی بیش تر عنصر مس از منبع کود آلی (جدول ۱) و اثرات متقابل ریشه و اثرات ریزوسفری که به واسطه اجزای مختلف مخلوط و در نتیجه بهبود دسترسی بیش تر عنصر مس نسبت داد (۳۰). در بررسی کشت مخلوط ارزن و خلر، بیش ترین جذب مس در الگوی ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر به دست آمد که با کشت خالص ارزن اختلاف معنی داری نشان نداد (۳۳).

بررسی جذب مس سویا نشان داد که جذب این گیاه در الگوی سویا: بادرشبویه (۱:۱) تحت تغذیه کود آلی و جذب مس بادرشبویه در الگوهای مختلف مخلوط حاوی کود آلی در مقایسه با کشت خالص مربوطه افزایش یافت. همچنین جذب مس بادرشبویه در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت (جدول ۵). به طور کلی جذب مس مجموع دو گیاه در الگوهای سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) تحت تغذیه کود آلی با افزایش همراه بود



شکل ۵- جذب مس سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

Figure 5. Copper uptake of soybean and dragonhead under cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean: Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.

جدول ۵- عملکرد نسبی مس، آهن، روی و منگنز در کشت مخلوط بادرشبویه و سویا.

Table 5. Relative yield of copper, iron, zinc and manganese in dragonhead and soybean intercropping.

عملکرد نسبی منگنز			عملکرد نسبی روی			عملکرد نسبی آهن			عملکرد نسبی مس			تیمارها Treatment
Relative manganese yield			Relative zinc yield			Relative iron yield			Relative copper yield			
D+S	S	D	S+D	S	D	S+D	S	D	S+D	S	D	
1.03	0.31	0.72	1.06	0.34	0.72	0.98	0.32	0.66	1.32	0.32	1	S:D(1:2);OM
0.82	0.16	0.66	0.83	0.16	0.67	0.77	0.17	0.60	0.77	0.16	0.61	S:D(1:2);CF
0.97	0.51	0.46	1.08	0.57	0.51	1.03	0.56	0.47	1.22	0.53	0.69	S:D(1:1);OM
0.81	0.32	0.49	0.77	0.28	0.49	0.85	0.34	0.51	0.79	0.28	0.51	S:D(1:1);CF
0.88	0.62	0.26	1.09	0.82	0.27	0.97	0.71	0.26	1	0.6	0.4	S:D(2:1);OM
0.91	0.56	0.35	0.82	0.52	0.30	0.82	0.5	0.32	0.84	0.52	0.32	S:D(2:1);CF

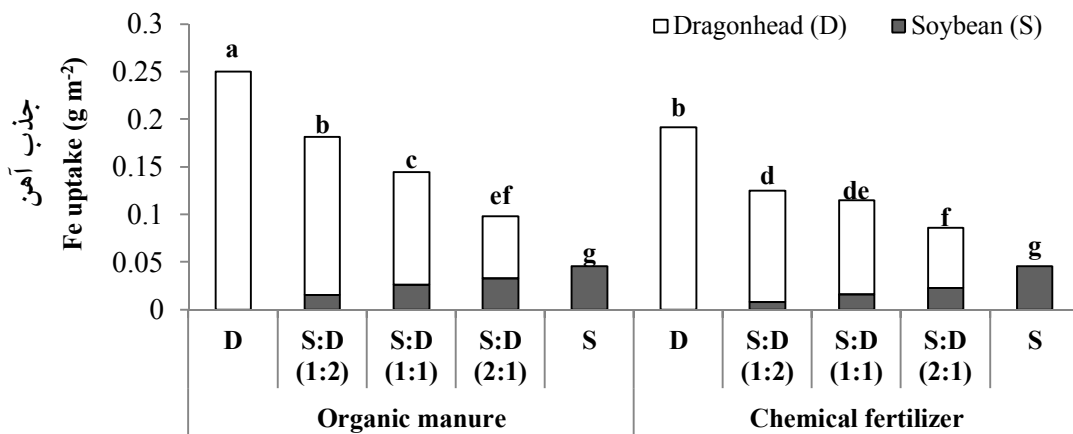
D, S, OM and CF are presented dragonhead, soybean, organic manure and chemical fertilizer, respectively.

آهن: جذب آهن دو گیاه پاسخ معنی‌داری به الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل نشان داد (جدول ۵). همان‌طور که در شکل ۶ ارائه شده است کاربرد کود دامی سبب افزایش معنی‌دار جذب آهن در کشت خالص بادرشبویه و الگوهای سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) به ترتیب میزان ۳۱، ۴۴ و ۲۶

آهن: جذب آهن دو گیاه پاسخ معنی‌داری به الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل نشان داد (جدول ۵). همان‌طور که در شکل ۶ ارائه شده است کاربرد کود دامی سبب افزایش معنی‌دار جذب آهن در کشت خالص بادرشبویه و الگوهای سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) به ترتیب میزان ۳۱، ۴۴ و ۲۶

کودهای دامی روی جذب آهن می‌تواند ناشی از این باشد که کود دامی علاوه بر این که خود دارای عنصر آهن می‌باشد به شکل یک منبع انرژی برای ریزجانداران خاک بوده و طی فرآیند معدنی‌شدن با آزادسازی اسیدهای آلی و همچنین افزایش غلظت ترکیبات کی‌لیت‌کننده و ترکیبات فنلی سبب کاهش موضعی pH خاک شده و جذب آهن توسط گیاه افزایش می‌یابد (۳۰ و ۳۲). در گیاه دارویی ریحان کاربرد کود گاوی سبب افزایش ۳۲ و ۵۳ درصدی جذب آهن در مقایسه با کود شیمیایی و شاهد گردید (۴۲). نتایج روستایی و فلاح (۲۰۱۵ الف) در بررسی کشت مخلوط شنبلیله و سیاه‌دانه بیانگر آن است، که بیش‌ترین جذب آهن دو گیاه در تیمار شنبلیله: سیاه‌دانه (۲:۱) در منبع کود تلفیقی به‌دست آمد که با کشت خالص سیاه‌دانه تحت تغذیه کود تلفیقی و شیمیایی مشابه بود (۳۸).

درصد در مقایسه با کود شیمیایی شده است. جذب آهن در تیمار سویا: بادرشویه (۲:۱) و کشت خالص سویا در سیستم کود آلی و شیمیایی مشابه بود. بیش‌ترین جذب آهن (۰/۲۵ گرم در مترمربع) در کشت خالص بادرشویه حاوی کود آلی به‌دست آمد. بررسی جذب آهن هر گیاه نشان داد که جذب آهن گیاه سویا در الگوی سویا: بادرشویه (۲:۱) و (۱:۱) در سیستم کود آلی افزایش یافت. همچنین جذب آهن بادرشویه در الگوی سویا: بادرشویه (۱:۱) در سیستم کود شیمیایی افزایش یافت (جدول ۵). همان‌طور که در جدول ۵ ارائه شده است به‌طورکلی جذب آهن مجموع دو گیاه در الگوی سویا: بادرشویه (۱:۱) تحت تغذیه کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت. افزایش جذب آهن در این تیمار می‌تواند به اثرات متقابل ریشه و اثرات ریزوسفری ایجاد شده به‌واسطه اجزای مختلف مخلوط و در نتیجه بهبود دسترسی بیش‌تر عنصر آهن نسبت داد. اثر

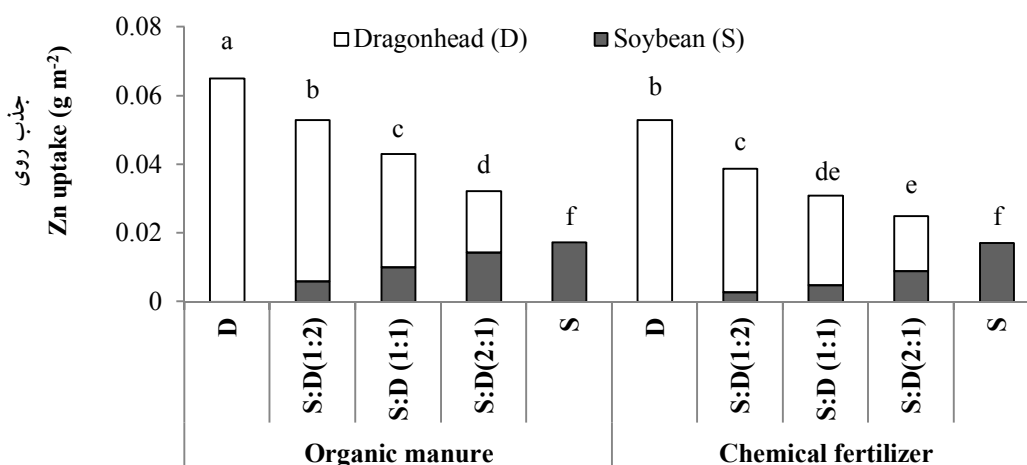


شکل ۶- جذب آهن سویا و بادرشویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به‌ترتیب بیانگر بادرشویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به‌ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشویه می‌باشد.

Figure 6. Iron uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.

روی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد جذب روی دو گیاه به اثر الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل پاسخ معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). جذب روی در تیمار کشت خالص سویا در هر دو سیستم کودی مشابه بود (شکل ۷). این در حالی بود که کاربرد کود آلی در کشت خالص بادرشبویه و تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) سبب افزایش معنی‌دار جذب روی در مقایسه با کود شیمیایی گردید. بررسی جذب روی هر گیاه بیانگر آن است که جذب گیاه سویا در الگوهای مختلف مخلوط در سیستم کود آلی افزایش یافت. همچنین جذب روی گیاه بادرشبویه در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) در سیستم کود آلی و الگوی سویا: بادرشبویه

(۱:۲) در سیستم کود شیمیایی در مقایسه با کشت خالص مربوطه افزایش یافت (جدول ۵). به‌طور کلی جذب روی مجموع دو گیاه در الگوهای مختلف مخلوط تحت تغذیه کود آلی افزایش یافت (جدول ۵). محیط ریزوسفر توسط ریشه سویا و بادرشبویه اصلاح شده و سبب افزایش قابلیت جذب روی شده است در نتیجه جذب عنصر روی در الگوهای مختلف مخلوط افزایش یافته است (۳۰). تأثیر کودهای آلی بر فراهمی عناصر روی را می‌توان به دو صورت مستقیم مانند افزایش غلظت عنصر روی در خاک به علت مقدار زیاد آن عنصر در کود و غیرمستقیم مانند تأثیر بر pH، شوری غلظت‌های یونی، فعالیت‌های میکروبی و رشد ریشه در خاک نسبت داد (۳۶).



شکل ۷- جذب روی سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشد. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

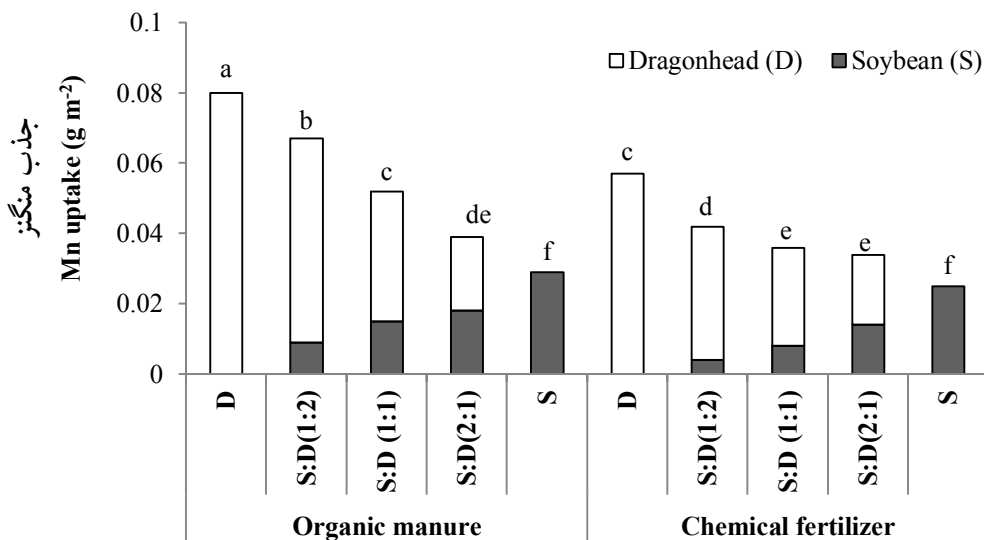
**Figure 7. Zinc uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.**

(۳۳ و ۳۸). همچنین نتایج سینگ و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی گیاه دارویی ریحان بیانگر آن است که استفاده کود گاوی سبب افزایش جذب روی این گیاه در مقایسه با کود شیمیایی و تیمار بدون کود شد (۴۲).

در کشت مخلوط شنبلیله و سیاه‌دانه، بیش‌ترین جذب روی در تیمار شنبلیله: سیاه‌دانه (۱:۲) تحت تغذیه کود دامی و در کشت مخلوط خلر و ارزن در تیمار ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد خلر به‌دست آمد

+ (بادرشبویه) در الگوی سویا: بادرشبویه (۱:۲) در منبع کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت. افزایش جذب منگنز در این تیمار می‌تواند به اثرات متقابل ریشه و اثرات ریزوسفری ایجاد شده به واسطه اجزای مختلف مخلوط و در نتیجه بهبود دسترسی بیش‌تر عنصر منگنز نسبت داد. افزایش قابلیت جذب منگنز ممکن است به علت فراهمی بیش‌تر منگنز کود دامی نسبت داد. همچنین در شرایط کاربرد ترکیب آمونومی نیتروژن در مقایسه با نیتروژن نیتراتی محیط ریزوسفری اسیدی شده و ممکن است قابلیت جذب منگنز افزایش یابد (۴۳). نتایج روستایی و همکاران (۲۰۱۵ الف) در کشت مخلوط شبلیله و سیاه‌دانه، بیانگر آن است که بیش‌ترین جذب عنصر منگنز در کشت خالص سیاه‌دانه تحت تغذیه کود مرغی به دست آمد (۳۸). در کشت مخلوط ارزن و خلر نیز بیش‌ترین جذب منگنز در تیمار ارزن ۷۵ درصد به علاوه ۲۵ درصد خلر گزارش شده است (۳۳).

منگنز: اثر الگوی کشت، منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل بر جذب منگنز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها در شکل ۸ نشان می‌دهد کاربرد کود دامی سبب افزایش معنی‌دار جذب منگنز در کشت خالص بادرشبویه و الگوهای سویا: بادرشبویه (۱:۲) و (۱:۱) به ترتیب میزان ۴۰، ۵۸ و ۴۳ درصد در مقایسه با کود شیمیایی شد. جذب منگنز در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۲) و کشت خالص سویا در سیستم کود آلی و شیمیایی مشابه بود. بیش‌ترین جذب عنصر منگنز به کشت خالص بادرشبویه حاوی کود آلی اختصاص داشت. جذب منگنز گیاه بادرشبویه در الگوی سویا: بادرشبویه (۱:۲) در سیستم کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت (جدول ۵). همچنین جذب منگنز گیاه سویا در تیمار سویا: بادرشبویه (۱:۱) حاوی کود آلی در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت. چنان‌چه در جدول ۵ مشاهده می‌شود به‌طور کلی جذب منگنز مجموع (سویا



شکل ۸- جذب منگنز سویا و بادرشبویه تحت تأثیر الگوی کشت و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند. D و S به ترتیب بیانگر بادرشبویه و سویا می‌باشند. سویا: بادرشبویه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به ترتیب بیانگر یک ردیف سویا + دو ردیف بادرشبویه، یک ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه و دو ردیف سویا + یک ردیف بادرشبویه می‌باشد.

Figure 8. Zinc uptake of soybean and dragonhead as influenced by cropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ) based on LSD test. D and S are presented dragonhead and soybean, respectively. Soybean:Dragonhead (1:2), (1:1) and (2:1) are presented two rows of dragonhead + one row of soybean, one row of dragonhead + one row of soybean and one row of dragonhead + two rows of soybean, respectively.



کارایی جذب نیاز به کاربرد کودها در مزرعه را کاهش می‌دهد. بنابراین ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی موجب کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها می‌شود و روشی مناسب برای تولید سالم و پایدار تولیدات گیاهی می‌باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی در این پژوهش، برتری آشکار تیمار کود دامی در افزایش جذب عناصر غذایی ضروری، نشان‌دهنده کارایی و سودمندی این سیستم کودی در مقایسه با کود شیمیایی می‌باشد. علاوه بر این، کارایی جذب عناصر در الگوهای کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود. به‌طورکلی می‌توان بیان نمود افزایش

### منابع

1. Abdraimova, N.A., Umbetov, A.K., Yeleshev, R.E., and Goos, R.J. 2014. Effect of mineral and organic fertilizers on the soybean (*Glycine max*) yield and fertility of the irrigated soils. *Life Science J.* 11 :11. 256-261.
2. Adeli, A., Sistani, K.R., Rowe, D.E., and Tewolde, H. 2005. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. *Agron. J.* 97: 1. 314-321.
3. Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siah sar, B., Haydari, M., Ramroodi, M., and Mousavinik, S.M. 2011. Study of chamomiles yield and its components under drought stress and organic and inorganic fertilizers usage and their residue. *J. Microbiol. Antimicrobial.* 3: 2. 23-28.
4. Akanni, D.I., and Ojeniyi, S.O. 2007. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Res. J. Agron.* 1: 1. 1-4.
5. Allen, J.R., and Eburna, P.K. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. *Agron. J.* 75: 6. 1005-1009.
6. Askegaard, M., and Eriksen, J. 2007. Growth of legume and nonlegume catch crops and residual-N effects in spring barley on coarse sand. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 170: 6. 773-780.
7. Badalzadeh, A., Rafieiohossaini, M., Abdolrazzagh Danesh Shahraki, A.R., and Ghobadina, M. 2016. The effect of water deficit and different levels of cattle manure, chemical fertilizers and their combination on yield and some agro-morphological characteristics of Moldavian balm medicinal plant. *Agricultural Crop Management.* 18: 1. 141-156. (In Persian)
8. Bargaz, A., Isaac, M.E., Jensen, E.S., and Carlsson, G. 2015. Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. *Procedia Environmental Sciences.* 29: 111-112.
9. Caliskan, S., Ozakaya, I., Caliskan, M.E., and Arslan, M. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean type soil. *Field Crop Research.* 108: 2. 126-132.
10. Carof, M. 2006. Fonctionnement de peuplements en semis direct associant du ble tendre d'hiver (*Triticum aestivum* L.) a differents plantes de couverture en climat tempere. INAPG (AgroParisTech). PhD thesis. Institut National Agronomique ParisGrignon Ecole doctorale ABIES. 115p.
11. Chowdhury, M.K., and Rosario, E.L. 1994. Comparison of nitrogen, phosphorus and potassium utilization efficiency in maize mungbean intercropping. *J. Agric. Sci.* 122: 2. 193-199.
12. Darzi, M.T., and Haj Seyed Hadi, M.R. 2016. The role of separated and integrated application of organic and biological inputs on n, p and k concentration, essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *J. Agric. Sci. Sust. Prod.* 26: 3. 101-114. (In Persian)

13. Dastmalchi, K., Dorman, H.G., Kosar, M., and Hiltunen, R. 2007. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. LWT-Food Science and Technology. 40: 2. 239-248.
14. Eskanderi, H., and Ghanbari, A. 2011. Evaluation of competition and complementarity of corn (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*) intercropping for nutrient consumption. J. Agric. Sci. Sust. Prod. 21: 2. 67-75.
15. Fageria, N.K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Fl. USA. 448p.
16. Fustec, J., Lesuffleur, F., Mahieu, S., and Cliquet, J.B. 2010. Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. Agronomy for Sustainable Development. 30: 1. 57-66.
17. Ghosh, P.K., Tripathi, A.K., Bandyopadhyay, K.K., and Manna, M.C. 2009. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. Europ. J. Agron. 31: 1. 43-50.
18. Gunes, A., Inal, A., Adak, M.S., Alpaslan, M., Bagci, E.G., Erol, T., and Pilbeam, D.J. 2007. Mineral nutrition of wheat, chickpea and lentil as affected by mixed cropping and soil moisture. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 78: 1. 83-96.
19. Hauggaard-Nielsen, H., Jornggaard, B., Kinane J., Jensen, E.S. 2008. Grain legume-cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renewable Agriculture and Food Systems. 23: 1. 3-12.
20. Hauggaard-Nielsen, H., and Jensen, E.S. 2005. Facilitative root interactions in intercrops. Plant and Soil. 274: 237-250.
21. Hinsinger, P., Bengough, A.G., Vetterlein, D., and Young, I.M. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. Plant and Soil. 321: 1-2. 117-152.
22. Inal, A., and Gunes, A. 2008. Interspecific root interactions and rhizosphere effects on salt ions and nutrient uptake between mixed grown peanut/maize and peanut/barley in original saline-sodic-boron toxic soil. J. Plant Physiol. 165: 5. 490-503.
23. Latati, M., Bargaz, A., Belarbi, B., Lazali, M., Benlahrech, S., Tellah, S., Kaci, G., and Ounane, S.M. 2016. The intercropping common bean with maize improves the rhizobial efficiency, resource use and grain yield under low phosphorus availability. Europ. J. Agron. 72: 80-90.
24. Latati, M., Blavet, D., Alkama, N., Laoufi, H., Drevon, J.J., Gerard, F., Pansu, M., and Ounane, S.M. 2014. The intercropping cowpea-maize improves soil phosphorus availability and maize yields in an alkaline soil. Plant and Soil. 385: 1-2. 181-191.
25. Li, H., Shen, J., Zhang, F., Clairotte, M., Drevon, J.J., Le, Cadre, E., and Hinsinger, P. 2008. Dynamics of phosphorus fractions in the rhizosphere of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.) grown in monocropping and intercropping systems. Plant and Soil. 312: 139-150.
26. Li, L., Tilman, D., Lambers, H., and Zhang, F.S. 2014. Plant diversity and overyielding: insights from belowground facilitation of intercropping in agriculture. New phytologist. 203: 1. 63-69.
27. 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. Europ. J. Agron. 34: 4. 287-294.
28. Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. Third ed. Academic Press, USA. 649p.
29. Martínez-Vázquez, M., Estrada-Reyes, R., Martínez Lurrabaquio A., López-Rubalcava, C., and Heinze, G. 2012. Neuropharmacological study of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) in mice: Sedative effect and chemical analysis of an aqueous extract. J. Ethnopharmacol. 141: 3. 908-917.
30. Najafi, N., and Mostafae, M. 2015. Improvement of corn plant nutrition by farmyard manure application and

- intercropping with bean and bitter vetch in a calcareous soil. *J. Soil Manage. Sust. Prod.* 5: 1. 1-22. (In Persian)
31. Ofori, F., and Stern, W.R. 1987. Cereal-legume intercropping system. In *Advances in Agronomy.* 41: 41-90.
  32. Ouda, B.A., and Mahadeen, A.Y. 2008. Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). *Inter. J. Agric. Biol.* 10: 6. 627-632.
  33. Pakgohar, N., and Ghanbari, A. 2014. Evaluation of competition and nutrient consumption of nitrified millet and green pea in intercropping. *Agricultural Crop Management.* 15: 4. 137-150. (In Persian)
  34. Pandey, V., Patel, A., and Patra, D.D. 2016. Integrated nutrient regimes ameliorate crop productivity, nutritive value, antioxidant activity and volatiles in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products.* 87: 124-131.
  35. Pasban, F., Balouchi, H.R., Alireza Yadavi, A.R., Salehi, A., and Attarzadeh, M. 2015. The role organic and biological fertilizers in qualitative and quantitative yield of soybean (*Glycine max* L.) cv williams. *J. Agric. Sci. Sust. Prod.* 25: 3. 137-149. (In Persian)
  36. Penney, D. 2004. Micronutrients, agriculture, food and rural development, Alberta Government. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/aesa1851?op=endocument](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/aesa1851?op=endocument).
  37. Rostaei, M. 2014. Effect of solitary and combined application of chemical fertilizers and poultry manure on various production aspects of fenugreek and black cumin in intercropping. M.Sc. Thesis, of Agronomy, Shahrekord University, 170p. (In Persian)
  38. Rostaei, M., and Fallah, S. 2015a. Effects of chemical fertilizers and organic manure, and their combinations on micronutrient concentration and uptake of fenugreek-black cumin under different planting patterns. *J. Agroecol.* 5: 1. 84-101. (In Persian)
  39. Rostaei, M., and Fallah, S. 2015b. Effects of fertilizer source and intercropping ratios on fenugreek and black cumin: Macronutrients concentration and uptake. *J. Soil Manage. Sust. Prod.* 5: 1. 43-60. (In Persian)
  40. Schlegel, A.J., Assefa, Y., Bond, H.D., Wetter, S.M., and Stone, L.R. 2015a. Soil physicochemical properties after 10 years of animal waste application. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 79: 3. 711-719.
  41. Schlegel, A.J., Assefa, Y., Bond, H.D., Wetter, S.M., and Stone, L.R. 2015b. Corn response to long-term applications of cattle manure, swine effluent, and inorganic nitrogen fertilizer. *Agron. J.* 107: 5. 1701-1710.
  42. Singh, K., Chand, S., and Yaseen, M. 2014. Integrated nutrient management in Indian basil (*Ocimum basilicum*). *Industrial Crops and Products.* 55: 225-229.
  43. Thompson, D.C., Clarke, B.B., and Heckman, J.R. 1995. Nitrogen form and rate of nitrogen and chloride applications for the control of summer patch in Kentucky bluegrass. *Plant Disease.* 79: 51-55.
  44. Toor, G.S. 2009. Enhancing phosphorus availability in low-phosphorus soils by using poultry manure and commercial fertilizer. *Soil Science.* 174: 6. 358-364.
  45. Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadva, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). *J. Med. Arom. Plant Sci.* 25: 668-671.
  46. Zheng, Y., Zhang, F., and Li, L. 2003. Iron availability as affected by soil moisture in intercropped peanut and maize. *J. Plant Nutr.* 26: 12. 2425-2437.
  47. Zuo, Y., Li, X., Cao, Y., Zhang, F., and Christie, P. 2003. Iron nutrition of peanut enhanced by mixed cropping with maize: possible role of root morphology and rhizosphere microflora. *J. Plant Nutr.* 26: 10-11. 2093-2110.



## Effects of intercropping of soybean with dragonhead on main nutrient efficiency nourished with organic and inorganic resources

M. Rostaei<sup>1</sup>, \*S. Fallah<sup>2</sup> and A. Abbasi Sourki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Agronomy, University of Shahrekord, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy, University of Shahrekord

Received: 02.15.2018; Accepted: 06.18.2018

### Abstract

**Background and Objectives:** Intercropping defined as growing two or more crops simultaneously in the same field, considering for its more sustainability and higher yields compared to sole-cropping. More developed and distributed root systems besides efficient architecture may enhance uptake and efficiency of nutrients. Application of organic fertilizers, on the other hand reduces environmental pollution and lead to longer nutrients recycling in agricultural systems. Considering these issues, this study aimed to evaluate nutrient efficiency of dragonhead - soybean intercropping nourished with organic manure and chemical fertilizer.

**Materials and Methods:** A RCBD factorial experiment with three replications was conducted at Shahrekord University research farm in 2016. Five sowing patterns include: Sole-cropping of soybean (S), sole cropping of dragonhead (D) and three intercropping ratios of them (S:D 2:1, 1:1 and 1:2) as first factor were evaluated at two fertilization sources (chemical fertilizer and broiler litter) as second factor. Dragonhead and soybean were harvested at flowering and maturity stages, respectively. Concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, copper, iron, zinc and manganese were determined for each plot. Finally, uptake of nutrients was calculated by multiplying the concentration by yield. The relative crop yield and relative nutrients yield in intercropping were calculated. The analysis of variance for the obtained data was done by statistical analysis system (SAS V.9) software. The mean comparison was done using the least significant difference (LSD) test at the 5% probability level.

**Results:** The result showed that the maximum uptake of nitrogen ( $10.59 \text{ g.m}^{-2}$ ) and phosphorus ( $1.79 \text{ g.m}^{-2}$ ) were obtained in sole cropped soybean and dragonhead treated with organic manure, did not show significant difference with intercropped ratio of soybean: dragonhead (1:1) under the usage of organic manure. The highest uptake of potassium ( $14 \text{ g.m}^{-2}$ ), iron ( $0.253 \text{ g.m}^{-2}$ ), zinc ( $0.065 \text{ g.m}^{-2}$ ) and manganese ( $0.080 \text{ g.m}^{-2}$ ) were achieved in sole cropped dragonhead treated with organic manure too. While for copper the highest ones ( $0.0135 \text{ g.m}^{-2}$ ) were obtained in sole cropped dragonhead under the application of organic manure, showing no significant difference with sole cropped dragonhead treated with chemical fertilizer and soybean: dragonhead (1:2) ratio under the application of organic manure. The highest relative yield of nitrogen (1.04), phosphorus (1.09) and iron (1.03) was obtained in soybean: dragonhead (1:1) under the application of organic manure. The greatest relative yield of potassium (1.07), copper (1.32) and manganese (1.03) was observed in soybean: dragonhead (1:2) under the usage of organic manure. In this study, organic manure showed significant gains in terms of nutrient uptake compared to chemical fertilizer. In addition to, uptake efficiency of nutrient was higher compared with sole cropping.

**Conclusion:** Intercropped patterns especially for organic manure application enhances nutrient efficiency. So, enhancement of uptake efficiency reduces the need for fertilizers in farm, in addition to lower environmental hazards contributes to increasing economic efficiency.

**Keywords:** Cropping pattern, Micronutrient, Nitrogen, Phosphorus, Uptake efficiency

\* Corresponding Author; Email: falah1357@yahoo.com