مجله اکوفیزیولوژی بذر

جلد دوم، شماره اول، نیمه اول ۹۶

۹۳-۱۱۴

تأثیر باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر میزان عناصر غذایی بذر دو رقم گندم تحت شرایط دیم

رحیم ناصری*[۱]، مهرشاد براری[۱]، محمدجواد زارع[۱]، کاظم خاوازی[۲]، زهرا طهماسبی[۱]

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲. استاد، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۳۰

چکیده

کودهای زیستی یکی از انواع کودهای آلی هستند که با استفاده از انواع ریزجانداران، توانایی تبدیل عناصر غذایی از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای زیستی داشته و می‌تواند از طریق توسعه سیستم ریشه موجب افزایش جذب عناصر غذایی به اندام‌های هوایی و انتقال آن‌ها به دانه گردد، به همین منظور این پژوهش با هدف بررسی اثر باکتری *pseudomonas putida* و *Glomus mosseae* بر میزان عناصر غذایی بذر گندم در شرایط دیم، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو مکان در مزرعه دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام و ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل رقم گندم در دو سطح (کراس‌سبلان و ساجی) و تیمار منابع کودی در هشت سطح شامل: ۱- تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) ، ۲- ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، ۳- *P.putida*، ۴-*G.mosseae*، ۵- *P.putida* +*G.mosseae*، ۶- *P.putida* +*G.mosseae* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، ۷- *P.putida* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و ۸- *G.mosseae* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب این پژوهش نشان داد که اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر عناصر غذایی موجود در بذر دو رقم دیم در منابع کودی معنی‌دار بود. در هر دو رقم مورد استفاده در شرایط دیم استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا موجب افزایش عناصر پرمصرف و کم‌مصرف گردید، به طوری که بیشترین میزان نیتروژن (۲/۰۴ درصد)، فسفر (۰/۷۲ درصد)، پتاسیم (۰/۷۴ درصد)، روی (۲۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، منگنز (۱۶/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، منیزیم (۰/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و آهن (۱۷/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در دانه در رقم ساجی در تیمار *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین میزان عناصر عذایی موجود در بذر در رقم کراس‌سبلان و تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد. نتایج این پژوهش بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر عناصر غذایی موجود در بذر گندم در شرایط دیم بود.

واژه‌های کلیدی: آهن، دانه، روی، فسفر، نیتروژن.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: rahim.naseri@gmail.com

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) در بین غلات به صورت یک محصول استراتژیک در جهان مورد توجه می-باشد که بیشترین سطح زیرکشت (بیش از ۲۲۰ میلیون در هکتار) و بالاترین میزان تولید (بیش از ۷۵۰ میلیون تن) را در بین گیاهان مختلف زراعی دنیا دارا می‌باشد و غذای اصلی مردم جهان به شمار می‌رود (FAO, 2016). کشور ایران به لحاظ قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک جهان از نزولات آسمانی دچار محدودیت آبی است، که البته با برنامه ریزی و استفاده اصولی از امکانات می‌توان تا حدودی از کاهش تولید جلوگیری کرد (Naseri et al., 2016a). سطح زیر کشت گندم در ایران حدود ۶ میلیون هکتار برآورده شده است که ۳/۸ میلیون هکتار آن کشت دیم می‌باشد و معادل تقریبا ۶۵ درصد است، متوسط‌عملکردگندمدیمدرایران ۹۲۰ کیلوگرم‌درهکتار است (Ministry of Agriculture- Jahad, 2016).

فسفر یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهی بوده و پس از نیتروژن بیشترین مصرف را در دنیا دارد، اما به دلیل شیمی پیچیده فسفر در خاک، تقریبا ۲۰ درصد مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد و ۸۰ درصد آن در خاک تثبیت شده و به شکل غیر قابل دسترس گیاه تجمعمی یابد. تأمین فسفر مورد نیاز گیاه به‌طور معمول از طریق استفاده از کودهای شیمیایی انجام می‌شود، با وجود این، مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعداز ورود به خاک نامحلول شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود (Naseri et al., 2017a). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد مانند باکتری‌های جنس ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس، گروه ویژه‌ای از میکروارگانیسم‌های خاک هستند که با فعالیت در سطح و یا داخل ریشه باعث افزایش رشد و کارآیی جذب آب و مواد غذایی گیاه می-شوند (Naseri et al., 2017b).

یکی از مهمترین روابط همزیستی در عالم حیات که درطی دوره تکامل به وجود آمده است، همزیستی میکوریزا می‌باشد که در آن، ریشه گیاه با قارچ به صورت یک واحد زنده فعالیت می‌کنند و از یکدیگر سود برده و به رشد یکدیگر کمک می‌کنند (Naseri et al., 2016b).

اکثر نقاط دنیا کمبود عناصر کم‌مصرف علاوه برآسیب‌های جدی به رشد و عملکرد گیاهان زراعی موجبات فقر این عناصر در الگوی غذایی انسانی را نیز به وجود آورده است. در ایران نیز کمبود عناصرغذائی کم-مصرف به شکل بارزی مشاهده می‌شود (Jiriaie et al., 2015). گزارش‌های متعددی در خصوص تغییرات عناصر غذایی ناشی از فعالیت زیستی در ریزوسفر گیاهان و افزایش ذخیره عناصر غذایی در دانه گزارش شده است. سونگ (Song, 2005) اظهار داشت که دراثر مایه‌زنی قارچ میکوریزا، محیط اطراف ریشه گیاه، سیستم ریشه‌ای توسعه و موجب افزایش جذب آب و عناصرغذایی می‌گردد. قارچ میکوریزا با جذب عناصر غذایی از طریق گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه و کاوش خاک به وسیله هیف‌های خارجی در ریشه‌های مویی سبب احیاء و در نهایت با کاهش عناصر غذایی آن ناحیه به جذب آن کمک می‌کند (Khosrojerdi et al., 2013).

شارما و همکاران (Shaharoona et al., 2008) در گزارش‌های خود بر گندم نشان دادند که باکتری سودوموناس ضمن افزایش رشد گیاه موجب افزایش عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم گردید. افزایش میزان غلظت فسفر در دانه برنج در تیمارهای تلقیح شده با باکتری سودوموناس در سایرگزارش‌ها اشاره شده است (Jafarzadeh Zoghalchi et al., 2011).

براساس نتایج به دست آمده کاربرد کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر افزایش جذب کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز توسط اندام‌های هوایی داشت. استفاده همزمان فسفر و باکتری‌های حل کننده فسفات موجب افزایش قطر ساقه‌ها، عملکرد کل و جذب کل فسفر توسط سورگوم در سطح و جذب کل نیتروژن، پتاسیم، آهن و منگنز معنی‌دار گردید (Farahbakhsh et al., 2014).

باکتری سودوموناس با ترشح اسیدهای آلی و فسفاتاز منجر به آزادسازی عناصر از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند و دسترسی گیاه به عناصرغذایی از جمله منیزیم افزایش پیدا می‌کند (Rudresh et al., 2005; Jutur and Reddy, 2007). باکتری‌های حل کننده فسفات با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه، باعث حل‌شدن فسفات و کاتیون مس و در نتیجه افزایش میزان دسترسی به این عنصر و افزایش جذب آن توسط گیاه نخود زراعی شدند (Sahni et al., 2008). درگزارش‌های وینال و همکاران (Vinale et al., 2008) نشان داده شد که باکتری‌ها و قارچ‌ها با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه باعث حل‌شدن فسفات، کاتیون‌های ریز مغذی شامل منیزیم می‌گردند و بنابراین از طریق انحلال این موادمعدنی، باعث افزایش مقدار این عناصر در دانه می‌گردند. باکتری سودوموناس با افزایش سیستم ریشه‌دهی می‌توانند باعث افزایش جذب عناصر غذایی شوند، همچنین اسیدهای آلی تولید شده توسط این باکتری‌ها می‌توانند از طریق تشکیل کمپلکس-های محلول با یون‌های فلزی باعث افزایش جذب این عناصرغذایی گردند (Nikmehr and Akhgar, 2015).

با توجه به کاهش رشد، عملکرد و خصوصیات دانه گندم دیم، با بررسی نقش باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر خصوصیات کیفی بذر گندم تحت شرایط دیم می‌توان به نتایجی مفیدی بر عناصر غذایی بذر گندم دست یافت. از آنجا که تحقیقاتی در مورد کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا برگندم دیم در کشور و به‌ویژه در استان ایلام گزارش نشده است، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر عناصر غذایی بذر گندم دیم با همکاری دانشگاه ایلام و ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر میزان عناصر غذایی بذر گندم در شرایط دیم، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو مکان در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام (با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا برابر با ۱۱۷۴ متر) و ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله (با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه و با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۶ دقیقه و ارتفاع ۹۷۵ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل رقم گندم در دو سطح (کراس‌سبلان و ساجی) و تیمار منابع کودی در هشت سطح شامل: ۱- تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی)، ۲- ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، ۳- *P.putida*، ۴-*G.mosseae*، ۵- *G.mosseae +P.putida*، ۶- *G.mosseae +P.putida* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، ۷- *P.putida* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و ۸- *G.mosseae*+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر بودند. ابعاد هر کرت ۸ مترمربع، تعداد خطوط ۸ ردیف و طول هر ردیف ۴ متر و فاصله هر تکرار ۱ متر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش شامل هشت خط کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ۴ متر بود. باکتری‌های حل کننده فسفات (باکتری سودوموناس پوتیدا سویه ۱۶۸) و قارچ میکوریزا (قارچ گلوموس موسه) مورد استفاده در این پژوهش از موسسه خاک و آب کرج تهیه گردید. قبل از کاشت گندم، به میزان هفت گرم مایه‌زنی که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری سودوموناس زنده و فعال و قارچ میکوریزا که هر گرم آن دارای ۱۵۰ اسپور زنده بود، بذرمال شده و پس از تهیه کردن بستر کاشت، بذور مایه-زنی شده در شیارهای ایجاد شده انداخته و با خاک پوشانده شدند. آمار هواشناسی محل مورد آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. مقدار بذر مصرفی برای هر هکتار ۱۲۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد.کودهای نیتروژن و فسفر بر اساس آزمون خاک (جدول ۳) مورد استفاده قرار گرفتند. کود نیتروژن به میزان ۱۲۰ کیلوگرم

در هکتار کود اوره در دو مرحلـه (در هنگـام کاشـت و شروع ساقه‌دهی) به زمین داده شد. درمـورد کـود فسـفره (P_2O_5) ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل ۱۰۰٪ کود توصیه شده در زمـان کاشـت مصـرف گردیـد.

جدول ۱. مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳

Table 1. Monthly mean value of temperature, precipitation and relative humidity in Agricultura Reserch Field Staion of Ilam University during 2013-2014 croping seasons

Month	ماه	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میزان بارش (میلی‌متر)	حداقل رطوبت (٪)	حداکثر رطوبت (٪)
		Min Temperature (°C)	Max Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Min. Relative Humidity (%)	Max. Relative Humidity (%)
Oct.	مهرماه	11	27	0	14	41
Nov.	آبان	7.5	25.6	163.5	45	84
Dec.	آذر	2.7	12.7	103.3	45	89
Jan.	دی	-1	10.8	89.9	42	88
Feb.	بهمن	2	11	151.3	43	89
Mar.	اسفند	5	15.8	93.1	43	85
Apr.	فروردین	6.4	19.8	32.4	27	74
May	اردیبهشت	12.8	27.1	27.2	21	59
Jun.	خرداد	16.9	32.4	0	14	39

اندازه‌گیری خصوصیات وابسته به ریشه در داخل مزرعه بعد از مرحله گرده‌افشانی با استفاده از استوانه‌ای فلزی با ابعاد طول ۳۰ سانتی‌متر و عرض دو سانتی‌متر که از قبل به صورت دستی طراحی شده بود صورت گرفت. بعد از برداشت ریشه‌ها از پنج بوته داخل خاک، آن‌ها را در داخل ظرف یکبار مصرف گذاشته و پس از انتقال به آزمایشگاه اقدام به شستشوی ریشه‌ها شد. سپس ریشه‌ها را در داخل اتانول با غلظت ۹۸ درصد قرار داده و پس از انتقال به آزمایشگاه در داخل یخچال نگهداری شدند. اندازه‌گیری حجم ریشه با استفاده از استوانه مدرج از طریق معادله زیر انجام گرفت:

$$A = B - C \qquad (۱)$$

که در آن A حجم ریشه، B مجموع حجم ریشه و اتانول و C حجم اولیه اتانول می‌باشد.

پس از برداشت نهایی گندم از هر تیمار، ۱۰۰ گرم بذر گندم تهیه و جهت اندازه‌گیری عناصر غذایی به آزمایشگاه منتقل شد. غلظت نیتروژن دانه به روش کجلدال، پتاسیم نمونه‌ها توسط دستگاه فلیم‌فتومتر، فسفر به روش کالیمتری و غلظت مس، منیزیم، روی، آهن و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Emami, 1996). به منظور اندازه‌گیری

جدول ۲. مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

Table 2. Monthly mean value of temperature, precipitation and relative humidity in Agricultura Reserch Field Staion of Sarableh during 2013-2014 croping seasons

Month	ماه	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میزان بارش (میلی‌متر)	حداقل رطوبت (٪)	حداکثر رطوبت (٪)
		Min Temperature (°C)	Max Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Min. Relative Humidity (%)	Max. Relative Humidity (%)
Oct.	مهرماه	12.3	30.6	0	15	38
Nov.	آبان	8	19.6	156.4	45	78
Dec.	آذر	3.5	13.1	100.5	54	86
Jan.	دی	-0.5	10.6	85.4	52	86
Feb.	بهمن	0.9	12	95.2	53	88
Mar.	اسفند	5	17.3	75.9	46	85
Apr.	فروردین	6.5	21.5	31.8	33	78
May	اردیبهشت	12.7	28.8	24.8	24	65
Jun.	خرداد	13	40.4	4	16	41

عملکرد دانه در برداشت نهایی، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای بوته‌های موجود (نیم متر از ابتدا و انتها) در هرکرت به مساحت ۲/۲۵ متر مربع به صورت جداگانه کف بر و محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و شکل‌ها با نرم افزار اکسل ترسیم شدند.

نتایج و بحث

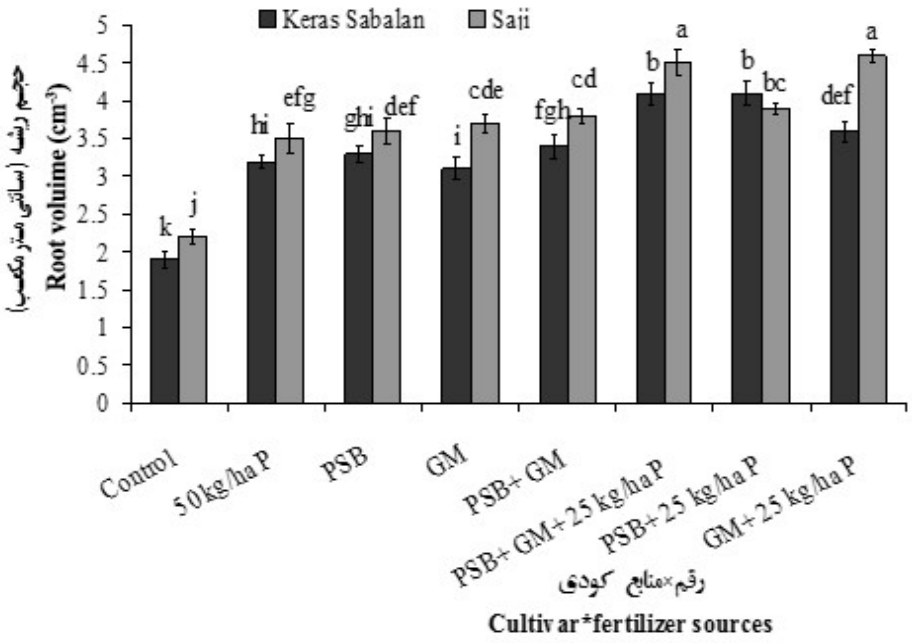
قبل از تجزیه مرکب داده‌ها، آزمون یکنواختی واریانس خطای آزمایش در دو مکان با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد. نتیجه آزمون بارتلت برای دو مکان همگن بودن واریانس‌های خطا را نشان داد.

حجم ریشه

در این آزمایش حجم ریشه تحت تاثیر برهمکنش رقم×منابع کودی معنی‌دار شد. بیشترین حجم ریشه از رقم ساجی و تحت کاربرد *G.mosseae*+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس-سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۵۳/۶ درصدی در حجم ریشه گردید (شکل ۱).

ریشه‌های گسترده از طریق افزایش جذب رطوبت و متعاقب آن افزایش تعرق، در افزایش عملکرد دانه و ثبات آن موثر است.

نشان داده شده است که مجموع طول ریشه مهمترین صفت برای گیاه می‌باشد که گیاه را قادر می‌سازد که آب بیشتری را از لایه پایین‌تر خاک جذب نماید (Serraj et al., 2004). باکتری‌های افزاینده رشد در محدوده ریشه، در واقع موجب کاهش تولید اتیلن در ریشه‌های تلیقح شده می‌شوند که نتیجه آن تحریک و افزایش رشد ریشه می‌گردد (Shaharoona et al., 2008). قارچ‌های میکوریزا به دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به وسیله گیاهان می‌شوند. علاوه بر این به علت تأثیر قارچ میکوریزا بر هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز گیاهان تلقیح شده با میکوریزا نسبت به گیاهان تلقیح نشده، بیش‌تر می‌باشد (Esmaielpour and Amani, 2014)



شکل ۱. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر حجم ریشه دو رقم گندم دیم (میله‌ها نشان‌هنده خطای معیار می‌باشند)

به ترتیب تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، باکتری سودوموناس پوتیدا، قارچ گلوموس موسه، باکتری سودوموناس پوتیدا+ قارچ گلوموس موسه، باکتری سودوموناس پوتیدا+ قارچ گلوموس موسه+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر، باکتری سودوموناس پوتیدا+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و قارچ گلوموس موسه+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر.
میانگین‌های هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig 1. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on root volume in two dryland wheat cultivars (Bars is indication of SE)

Control, 50 kg/ha P, *P.putida* (PSB), *G.mosseae* (GM), *P.putida* + *G.mosseae*, *P.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P, *P.putida* +25 kg/ha P and *G.mosseae* +25 kg/ha P, respectively.
Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05 by LSD test.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام و ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی سرابله در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲.

Table 3- Soil physical and chemical properties of experimental site in Agricultura Reserch Field Staion of Ilam University and Agricultura Reserch Field Staion of Sarableh during 2013-2014 croping seasons.

مکان Location	بافت خاک Soil texture	آهن Fe ($mg\ kg^{-1}$)	روی Zn ($mg\ kg^{-1}$)	مس Cu ($mg\ kg^{-1}$)	منگنز Mn ($mg\ kg^{-1}$)	منیزیم Mg ($mg\ kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total N ($mg\ kg^{-1}$)	کربن آلی Organic Carbon (%)	هدایت الکتریکی E.C (dS/m)	اسیدیته خاک pH
ایلام	**لومی شنی** Sandy loam	9.16	1	1	5.04	3.6	7.2	310	0.12	1.28	0.97	7.2
سرابله	**لومی رسی** Clay loam	5.71	1	1.1	7.78	2.4	6.2	270	0.13	1.4	0.45	7.31
	حد بحرانی عناصر غذایی Nutrients crtical thershold	<2.5	<0.5	<0.25	<1	<1	<10	<120	-	-	-	-

جدول ۴-میانگین مربعات عناصر غذایی موجود در دانه دو رقم گندم دیم و تیمار منابع کودی.

Table 4. Mean squares of seed nutrient ellments in two dryland wheat cultivars and fertilizer sources.

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی d.f	روی Ze	منگنز Mn	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
مکان	Location (L)	1	212.5*	73.5*	70.7*	25.4**	0.0019ns	0.02ns	0.06ns	0.18ns
بلوک داخل مکان	Block in location	4	21.4	9.3	8.7	0.59	0.00015	0.058	0.22	0.044
رقم	Cultivar (C)	1	126.5**	37.1**	34.6**	1.6**	0.00042**	0.058**	0.64**	0.47**
منابع کودی	Fertilizer sources (FS)	7	112.9	50.6**	289.4**	35.4ns	0.054**	0.21**	1.2**	0.16**
رقم×منابع کودی	C×FS	7	6.3**	7.04**	7.2**	0.36	0.00068**	0.0067**	0.04**	0.16**
مکان×رقم	L×C	1	1.3	0.16	1.8*	0.73	0.000029	0.0000008	0.004	0.00010
مکان×منابع کودی	L×FS	7	0.54	0.76**	1.05*	0.40	0.000029	0.0008	0.01	0.0010
مکان×رقم×منابع کودی	L×C×FS	7	0.42	0.32	0.11	0.11	0.00030	0.0006	0.007	0.0047
خطا	Error	60	0.63	0.20	0.31	0.20	0.000060	0.0004	0. 027	0.0033
ضریب تغییرات (درصد)	C.V (%)	-	5.08	3.6	5.3	8.2	4.1	1.1	17.9	11.7

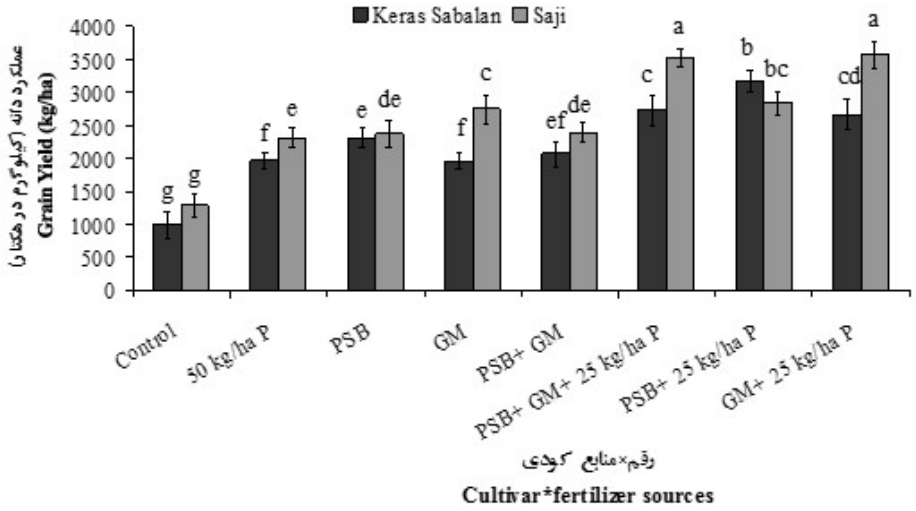
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1%, respectively.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تاثیر برهمکنش رقم×منابع کودی اختلاف معنی‌دار نشان داد. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی نشان داد که رقم ساجی در *G.mosseae*+ ۲۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر و *G.mosseae* +*P.putida*+ ۲۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر و کراس‌سبلان و *P.putida* + ۲۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. کمترین عملکرد دانه در رقم کراس‌سبلان و تیمار شاهد (عدم مصرف منابع کودی) بدست آمد، که نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش ۷۲ درصدی در عملکرد دانه گردید (شکل ۲). تان‌وار و همکاران (Tanwar et al., 2002) با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفره و باکتری باسیلوس نشان دادند که اثر متقابل بین فسفر و کود زیستی معنی‌دار و مایه‌زنی با مایه تلقیح باعث تولید بالاترین عملکرد دانه گردید. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد توأم کودهای شیمیایی و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی می‌باشند (Moradi et al., 2011). تحقیقات دیگر نیز نشان داده که برخی از سویه‌های سودوموناس می‌توانند از طریق تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش قابلیت جذب آب و عناصر غذایی به طور مستقیم نیز در افزایش رشد گیاه موثر واقع شوند (Sharma, 2002).

به نظر می‌رسد که میسیلیوم‌های قارچ با پراکنش در اطراف ریشه‌های گیاه میزبان، سطح جذب آب بالاتری را فراهم آورده و باعث می‌شوند تا در شرایط یکسان گیاهان مایه‌زنی شده نسبت به گیاهان شاهد، آب بیشتری را در اختیار داشته باشند. با توجه به نتایج محققان دیگر نیز قارچ میکوریزا در فراهمی و متابولیسم عناصر موردنیاز گیاه تأثیر مهمی داشته و سبب می‌گردد تا میزان این عناصر در گیاهان مایه‌زنی شده افزایش یابد. این امر خصوصاً در شرایط دیم برای گیاهان دارای اهمیت زیادی است. در آزمایش بث و همکاران (Bath et al., 2005) کاربرد قارچ مایکوریزا باعث افزایش عملکرد دانه در گندم شد.



شکل ۲. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر عملکرد دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 2. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on grain yield in two dryland wheat cultivars

عناصر غذایی

عناصر کم‌مصرف

عنصر روی دانه باتوجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم× منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین عنصر روی در دانه از رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida +G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس-سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۴۹/۷ درصدی درعنصر روی در دانه گردید. کاربرد *P.putida+* ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۴۰/۷ درصدی عنصر روی در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *G.mosseae+* ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۴۵/۱ درصدی عنصر روی در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۳). اثر ساده مکان بر میزان عنصر روی در دانه معنی‌دار گردید (جدول ۵). به طوری‌که بیشترین میزان عنصر روی در دانه در منطقه سرابله حاصل شد (جدول ۶).

عنصر منگنز در دانه با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین میزان منگنز در دانه رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida +G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۵۳/۳ درصدی درعنصر منگنز در دانه گردید. کمترین میزان منگنز در رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) مشاهده شد. کاربرد *G.mosseae+P.putida* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۴۲/۹ درصدی عنصر منگنز در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *P.putida+ G.mosseae+* ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۴۷/۲ درصدی عنصر منگنز در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۴). اثر برهمکنش مکان × منابع کودی بر منگنز دانه نیز معنی‌دار گردید (جدول ۷). نتایج نشان داد که بیشترین میزان عنصر منگنز در دانه از منطقه سرابله در تیمار *G.mosseae+P.putida* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین میزان عنصر منگنز در دانه از منطقه ایلام در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل گردید (جدول ۷).

عنصر آهن در دانه با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین عنصر آهن در دانه از رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida +G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۹۷/۲ درصدی درعنصر آهن در دانه گردید. کاربرد *P.putida +G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۹۵/۷ درصدی عنصر آهن در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *P.putida +G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۹۶/۲ درصدی عنصر آهن در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۵). اثر برهمکنش مکان × رقم بر عنصر آهن در دانه معنی‌دار گردید (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین میزان عنصر آهن در دانه از منطقه سرابله و در رقم ساجی و کمترین میزان عنصر آهن در دانه از منطقه ایلام و رقم کراس‌سبلان حاصل گردید (جدول ۶). اثر برهمکنش مکان×منابع کودی بر میزان عنصر آهن دانه نیز معنی‌دار گردید(جدول ۴). بیشترین میزان عنصر آهن در دانه از

منطقه سرابله و تیمار باکتری *P.putida + G.mosse* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین میزان عنصر آهن در دانه از منطقه ایلام و تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل گردید (جدول ۷).

در این پژوهش نشان داده شد که عنصر مس در دانه تحت تاثیر عوامل اصلی رقم و منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). رقم ساجی دارای بیشترین عنصر مس در دانه و رقم کراس‌سبلان کمترین عنصر مس در دانه بود (جدول ۸). بیشترین عنصر مس در دانه، در تیمار *P.putida+ G.mosseae*+۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر مشاهده شد. در این پژوهش اثر ساده مکان بر محتوی مس دانه معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین میزان عنصر مس در دانه از منطقه سرابله و کمترین میزان عنصر مس در دانه از منطقه ایلام حاصل گردید (جدول ۵).

عنصر منیزیم در دانه با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین عنصر منیزیم در دانه از رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida +G.mosseae+* ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۳۹/۱ درصدی درعنصر منیزیم در دانه گردید. کاربرد *P.putida +G.mosseae+* ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۳۰ درصدی عنصر منیزیم در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *G.mosseae+P.putida* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۳۴/۷ درصدی عنصر منیزیم در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۶).

در منطقه سرابله به دلیل بافت خاک مناسب، میزان رطوبت خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی به دلیل بافت رسی (جدول۳) و سیستم ریشه گسترده شرایط بهتر جذب عناصر غذایی را برای گیاه فراهم آورده است. سرعت رشد، عمق ریشه دوانی و تراکم آن (طول ریشه در واحد حجم خاک) از جمله ویژگی‌های شناخته شده ریشه هستند که در جذب عناصر غذایی نقش مهمی دارند (King et al., 2003)، که این خصوصیات ریشه‌ای در منطقه سرابله و هچنین تیمار *P.putida* و *G.mosseae* موجب افزایش جذب عناصر غذایی در اندام‌های هوایی و دانه گردید.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رقم ساجی به دلیل داشتن سطح و حجم ریشه قوی‌تر نسبت به رقم کراس‌سبلان توانست سطح بیشتری از ریزوسفر خاک را مورد استفاده قرار دهد (شکل ۱). نتایج این پژوهش بیانگر افزایش جذب عناصر غذایی توسط رقم ساجی در شرایط تلقیح با قارچ *G.mossea* می‌باشد، که توان بالای قارچ *G.mossea* در سیستم ریشه‌دهی در ارقام مورد بررسی گندم، به ویژه رقم ساجی را نشان می‌دهد. استفاده از باکتری سودوموناس به طور معنی‌داری باعث افزایش میزان عنصر منگنز در قسمت‌های هوایی گندم در هر دو رقم گردید. باکتری سودوموناس با ترشح اسیدهای آلی و فسفاتاز منجر به آزادسازی عناصر از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند که سبب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی روی، منگنز، آهن و منیزیم می‌شود (Rudresh et al., 2005; Jutur and Reddy, 2007).

چن و همکاران (Chen et al., 2006) بیان داشتند که باکتری *P.putida* با تولید سیدروفور، حلالیت عنصر روی و میزان جذب آن توسط گیاه را افزایش می‌دهد. قارچ میکوریزا با جذب مواد مغذی از طریق گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه و کاوش و جستجوی خاک به وسیله هیف-های خارجی در ریشه‌های مویی و کاهش روی، آهن، مس و منیزیم آن ناحیه به جذب موادغذایی کمک می‌کند (Khosrojerdi et al., 2013).

به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش در شرایط دیم غلظت عناصرغذایی نسبت به تیمار

شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) کاهش پیدا کرد، اما تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا توانستند اثرات نامطلوب در شرایط دیم را در گیاه تعدیل کنند. نتایج این پژوهش با یافته‌های اسماعیل‌پور و امانی (Esmaielpour and Amani, 2014) و مهجن آبادی و سپهری (Mahjen Abadi and Sepehri, 2014) همخوانی دارد. آن‌ها در نتایج خود نشان دادند استفاده از قارچ میکوریزا موجب افزایش معنی‌دار غلظت عنصر روی در اندام‌های هوایی می‌شود. بهبود تولید در گیاهان تلقیح با قارچ میکوریزا را به غلظت بیشتر عناصر غذایی غیرمتحرک مانند فسفر، روی و مس نسبت می‌دهند (Ghazi aand John Zak, 2003).

سونگ (Song, 2005) گزارش نمود در اثر تلقیح با قارچ میکوریزا، ریزوسفر خاک بهبود یافته و در اثر توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب عناصر غذایی افزایش یافت. در بررسی‌های انجام شده مشخص شد که قارچ میکوریزا با فراهم کردن بیشتر میزا نفسفر، منگنز و آهن در اندام‌هوایی گیاه دارویی آویشن موجب افزایش تعداد شاخ و برگ، وزن خشک برگ، سطح برگ و وزن خشک ساقه این گیاه شد (Dolatabadi et al.,. 2012).

جذب عناصر کم‌مصرف بخصوص آهن، مربوط به توانایی تولید سیدروفر گیاهان یا سیدروفرهای میکروبی می‌باشد. سیدروفرها ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم و با میل ترکیبی شدید و اختصاصی برای کمپلکس شدن با برخی کاتیون‌ها بخصوص آهن هستند. تولید سیدروفر در باکتری‌های حل کننده فسفات مانند جنس سودوموناس به اثبات رسیده است (Young et al., 2013). ساهنی و همکاران (Sahni et al., 2008) بیان کردند که باکتری‌های حل کننده فسفات با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه، باعث حل‌شدن فسفات و کاتیون مس و در نتیجه افزایش میزان دسترسی به این عناصر و افزایش جذب آن‌ها توسط گیاه نخود زراعی شد. نشان داده شده است که قارچ میکوریزا از طریق ایجاد شبکه گسترده هیف خود در داخل خاک و در محیط ریزوسفر سبب جذب عناصر فسفر، نیتروژن، روی، مس و انتقال این عناصر به گیاه میزبان می‌گردد (Asrar and Elhindi, 2011.).

در رقم ساجی و کراس سبلان، باکتری *P.putida* موجب جذب بالاتر عناصر غذایی گردید که نشان می‌دهد باکتری سودوموناس از طریق اسیدی کردن محیط اطراف ریشه موجب جذب عناصر ریزمغذی می‌گردد. یافته‌های این پژوهش با گزارش‌های وینال و همکاران (Vinale et al., 2008) مطابقت دارد. آن‌ها بیان داشتند که باکتری سودوموناس میزان منیزیم دانه را افزایش می‌دهد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که باکتری‌ها و قارچ‌ها با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه باعث حل‌شدن فسفات و کاتیون‌های ریزمغذی مانند منیزیم شده و افزایش مقدار این عناصر در دانه را سبب می‌شوند.

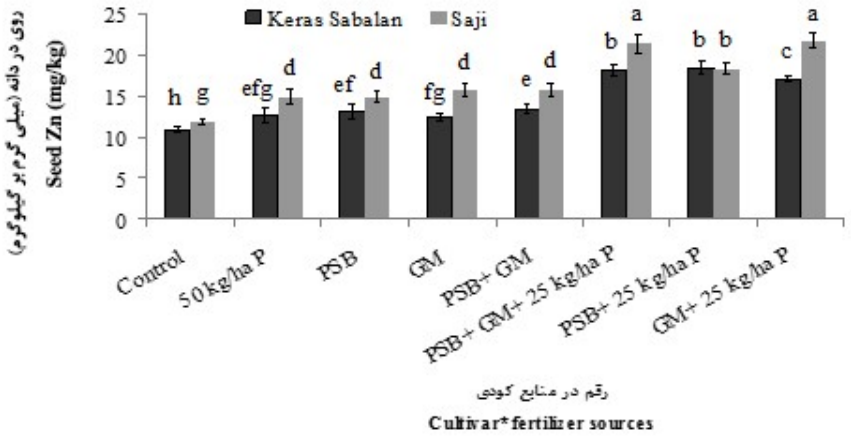
جدول ۵. مقایسه میانگین اثر مکان بر عنصر روی و مس در دانه دو رقم گندم دیم

Table 5. Mean comparisons of location effect on Zn and Cu in two dryland wheat seed cultivars.

مکان	Location	عنصر روی در دانه grain (mg kg^{-1})	عنصر مس در دانه grain (mg kg^{-1})
ایلام	Ilam	14.2 (±0.45)b	5.02 (±0.26)b
سرابله	Sarableh	17.1 (±0.52)a	6.05 (±0.22)a

میانگین‌های هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

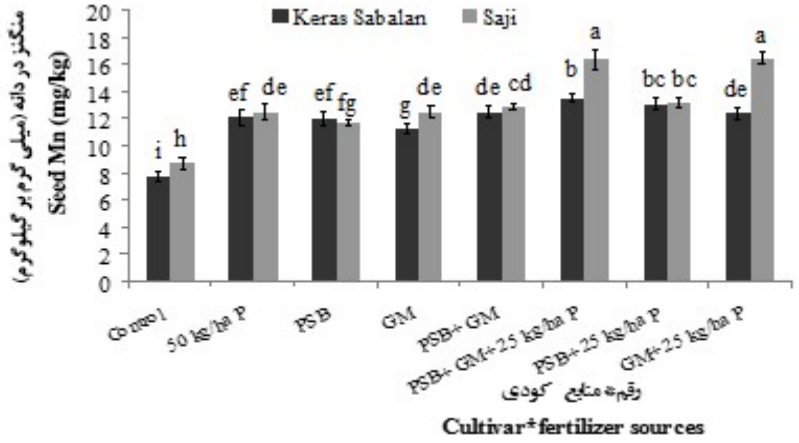
Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05 by LSD test



شکل ۳. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر عنصر روی در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

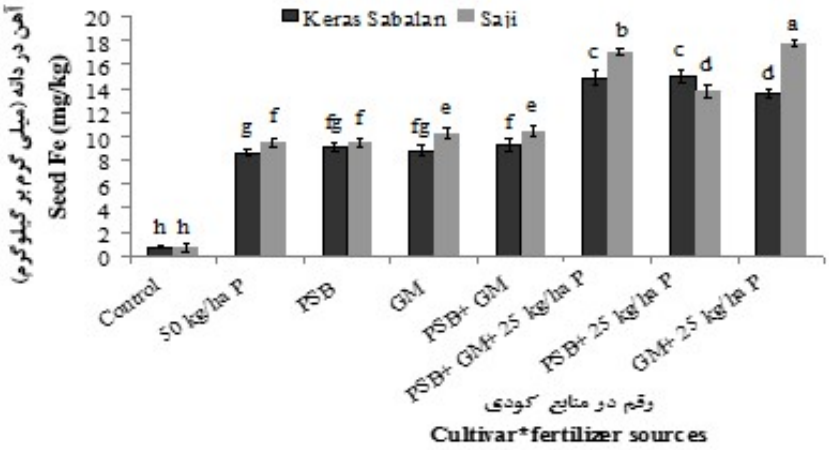
Fig 3. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on Zn in seed in two dryland wheat cultivars



شکل ۴. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر عنصر منگنز در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 4. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on Mn in seed in two dryland wheat cultivars



شکل ۵. اثر برهمکنش رقم×منابع کودی بر بر عنصر آهن در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 5. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on Fe in seed in two dryland wheat cultivars

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر برهمکنش مکان × رقم بر غلظت آهن دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم) دو رقم گندم دیم

Table 6. Mean comparison interaction effect of location× cultivar on Fe concentration (mg kg-1) in two dryland wheat cultivars

مکان Location	رقم Cultivar		دانه Seed
ایلام Ilam	Keras Sabalan	کراس‌سبلان	9.3 (±0.95)b
	Saji	ساجی	10.2 (±1.1)bc
سرابله Sarableh	Keras Sabalan	کراس‌سبلان	10.7 (±0.88)b
	Saji	ساجی	12.2 (±0.97)a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a common letter are not significantly different at α= 0.05 by LSD test.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر برهمکنش مکان × منابع کودی بر غلظت منگنز و آهن دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم) دو رقم گندم دیم

Table 7. Mean comparisons of interaction effect of location× fertilizer on Mn and Fe concentration (mg kg-1) in two dryland

		Control	50 kg/ha P	PSB	GM	PSB+GM	PSB+GM+ 25 kg/ha P	PSB+25 kg/ha P	GM+25 kg/ha P
منگنز Mn	ایلام Ilam	7.3 (±0.31)g	11.2 (±0.33)e	11.3 (±0.39)e	11.3 (±0.59)e	11.6 (±0.34)e	13.8 (±0.82)c	12.4 (±0.25)d	13.6 (±0.92)c
	سرابله Sarableh	9.09 (±0.46)f	13.4 (±0.36)c	12.4 (±0.17)d	12.6 (±0.28)d	13.9 (±0.32)c	16.2 (±0.75)a	13.8 (±0.36)c	15.3 (±0.99)b
آهن Fe	ایلام Ilam	0.72 (±0.31)i	8.4 (±0.51)h	8.5 (±0.2)h	8.55 (±0.57)h	8.8 (±0.53)h	14.8 (±0.82)c	13.3 (±0.26)d	14.8 (±1.07)c
	سرابله Sarableh	1.1 (±0.12)i	9.8 (±0.43)g	10.1 (±0.19)fg	10.6 (±0.34)ef	10.8 (±0.37)e	17.1 (±0.60)a	15.5 (±0.43)b	16.5 (±0.87)b

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a common letter are not significantly different at α= 0.05 by LSD test.

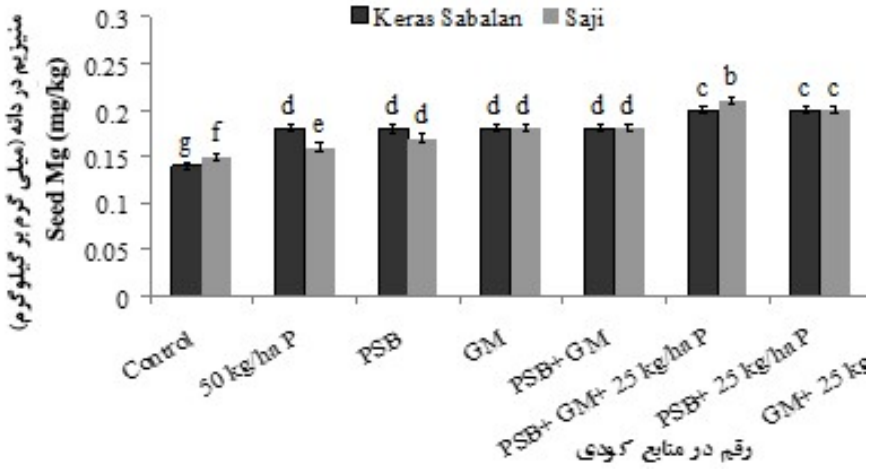
جدول ۸. مقایسه میانگین اثر رقم و منابع کودی بر عنصر مس در دانه دو رقم گندم دیم

Table 8. Mean comparisons of cultivar and fertilizer sources effect on Cu in seed in two dryland wheat cultivars

	رقم Cultivar	دانه grain (mg kg-1)
کراس‌سبلان	Kers Sabalan	5.4 (±0.25)b
ساجی	Saji	5.6 (±0.25)a
	منابع کودی Fertilizer sources	
عدم مصرف هیچ منبع کودی	Control	2.1 (±0.1)d
۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر	50 kg/ha P	5.05 (±0.18)c
P.putida	PSB	4.9 (±0.13)c
G.mossea	GM	5 (±0.16)c
G.mossea + *P.putida*	PSB+GM	5.4 (±0.18)b
G.mossea + *P.putida* +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر	PSB+GM+25 kg/ha P	7.3 (±0.13)a
P.putida +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر	PSB+25 kg/ha P	7.1 (±0.23)a
G.mossea +۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر	GM+25 kg/ha P	7.2 (±0.22)a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a common letter are not significantly different at α= 0.05 by LSD test.



شکل ۶. اثر برهمکنش رقم × منابع کودی بر عنصر منیزیم در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 6. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on Mg in seed in two dryland wheat cultivars

عناصر پرمصرف

عنصر نیتروژن در دانه با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۵). بیشترین عنصر نیتروژن در دانه از رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۲۱/۵ درصدی درعنصر نیتروژن در دانه گردید. کاربرد *P.putida* +*G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۲۰/۷ درصدی عنصر نیتروژن در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۱۹/۵ درصدی عنصر نیتروژن در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۷).

عنصر فسفر در دانه با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین عنصر فسفر در دانه از رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین آن از رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) حاصل شد، که در رقم ساجی نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۶۶/۱ درصدی در عنصر فسفر در دانه گردید. کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۵۱/۴ درصدی عنصر فسفر در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۵۱/۴ درصدی عنصر فسفر در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۸).

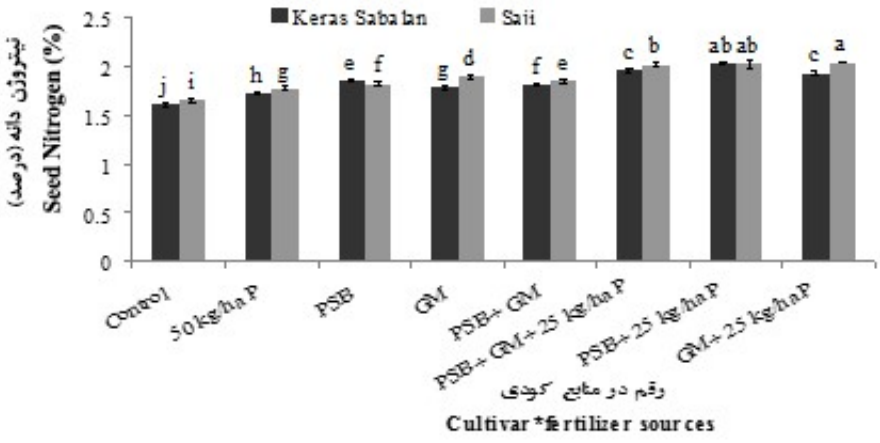
با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب تحت تاثیر برهمکنش رقم × منابع کودی غلظت پتاسیم در دانه معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین غلظت پتاسیم دانه در رقم ساجی و تحت کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) موجب افزایش ۶۴/۸ درصدی درعنصر پتاسیم در دانه گردید. کمترین غلظت پتاسیم در رقم کراس‌سبلان و در تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) مشاهده شد. کاربرد *P.putida* + *G.mosseae* +۲۵ کیلوگرم در هکتار

کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۵۱/۸ درصدی عنصر پتاسیم در دانه در رقم کراس‌سبلان نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید. کاربرد *G.mosseae +P.putida* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر موجب افزایش ۵۵/۴ درصدی عنصر پتاسیم در دانه در رقم ساجی نسبت به عدم کاربرد هیچ منبع کود زیستی و شیمیایی گردید (شکل ۹).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رقم ساجی به دلیل داشتن سطح ریشه قوی‌تر نسبت به رقم کراس-سبلان توانست سطح بیشتری از ریزوسفر خاک را مورد استفاده قرار دهد. در واقع تغییرات مورفولوژی ریشه از طریق افزایش حجم خاک در دسترس ریشه، افزایش سطوح جذب کننده، افزایش ترشحات ریشه‌ای و همچنین افزایش وزن یا طول ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه می‌شوند (Baghban-Tabiat and Rasouli-Sadaghiani, 2012). در منطقه سرابله، استفاده از تیمار منابع کودی سبب تولید سیستم ریشه‌دهی قوی و در نهایت جذب بیشتر عناصر غذایی گردید. در گزارش‌های اسرار و ال هیندی (Asrar and Elhindi, 2011) نشان داده شد که قارچ میکوریزا از طریق ایجاد شبکه گسترده هیف خود در داخل خاک و در محیط ریزوسفر سبب جذب عناصر فسفر، نیتروژن، روی، مس و انتقال این عناصر به گیاه میزبان شد. محققان نشان داده‌اند که تلقیح با قارچ میکوریزا سبب افزایش میزان نیتروژن در بافت‌های گیاهی در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده گردید (Esmaielpour and Amani, 2014).

در آزمایش‌های رودرش و همکاران (Rudresh et al., 2005) باکتری‌های حل کننده فسفات جذب نیتروژن در دانه و اندام‌های هوایی در گیاه زراعی نخود را افزایش داد. حضور کودهای زیستی می‌تواند باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عناصر ریزمغذی شود، این اثرات در حضور کودهای شیمیایی تشدید می‌شوند (Eydizadeh et al., 2010) و ممکن است از طریق گسترش ریشه و افزایش جذب عناصرغذایی از جمله نیتروژن موجب افزایش اجزای عملکرد دانه گندم گردیدند (Amiri Farsani et al., 2013).

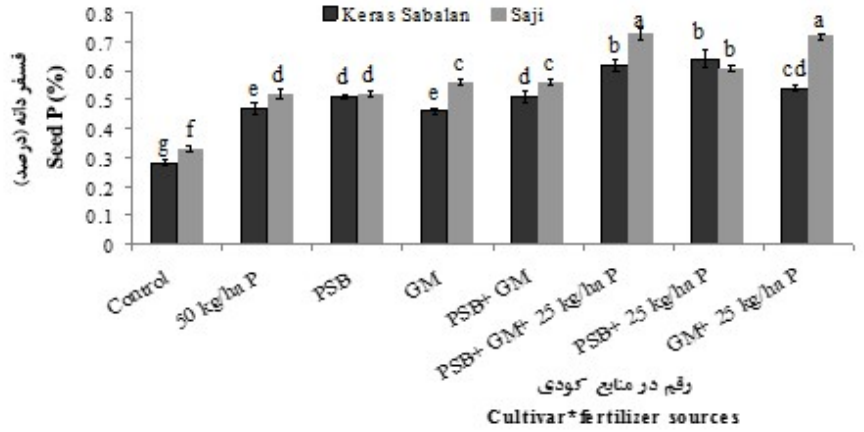
افزایش میزان عناصرغذایی در گیاه پس از تلقیح با باکتری سودوموناس عمدتاً به دلیل تولید تنظیم کننده-های رشد گیاه توسط باکتری و اثر آن بر رشد ریشه است که جذب آب و موادغذایی از خاک را بهبود می‌بخشد. افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌تواند منجر به افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در ساقه‌ها و برگ‌های گیاه شود. به این ترتیب در طول دوره زایشی مواد معدنی تجمع یافته به اندام‌های زایشی منتقل و در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Fallah Nosrat Abad and Shariati, 2014). علاوه بر جذب فسفر، قارچ میکوریزا سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود (Ardakani et al., 2013). قارچ میکوریزا میزان قابلیت جذب نیتروژن را افزایش می‌دهد (Subramanian and Charest, 1999). تحقیقات نشان داده است که گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا علاوه بر فسفر، جذب نیتروژن را بالا برده‌اند. بهبود تولید در گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا را به غلظت بیشتر عناصر غذایی غیرمتحرک مانند فسفر نسبت می‌دهند (Ghazi and John Zak, 2003). در تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی افزایش وزن خشک گیاه می-تواند به علت افزایش جذب عناصرغذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در نتیجه گسترش ریشه باشد (Rouzbeh et al., 2009). راثی‌پور و همکاران (Rasipour and Aliasgharzadeh, 2007) اظهار داشتند که باکتری‌های حلکننده فسفات وزن خشک، درصد فسفر، پتاسیم و نیتروژن بخش هوایی را بطور معنی‌داری افزایش دادند.



شکل ۷. اثر برهمکنش رقم × منابع کودی بر درصد نیتروژن در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

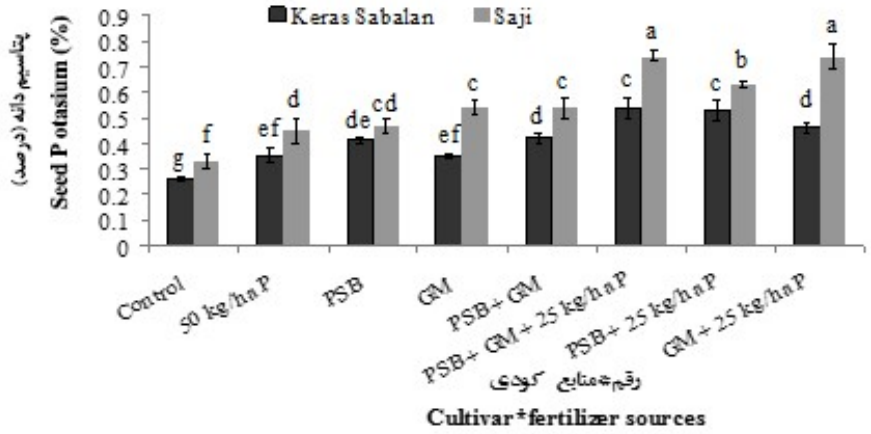
Fig 7. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on N percent in two dryland wheat seed cultivar



شکل ۸. اثر برهمکنش رقم × منابع کودی بر درصد فسفر در دانه دو رقم گندم دیم (نان و دوروم)

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 8. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on P percent in two dryland wheat seed cultivar



شکل ۹. اثر برهمکنش رقم × منابع کودی بر درصد پتاسیم در دانه دو رقم گندم دیم

برای توضیحات بیشتر به شکل ۱ مراجعه نمایید.

Fig 9. Interaction effect of cultivar × fertilizer sources on K percent in two dryland wheat seed cultivar

به نظر می‌رسد باکتری‌های جنس *P.putida* با فعالیت بیشتر، رشد گیاه را به وسیله تغییر توازن هورمونی تسهیل و با تولید هورمون اکسین بر برخی از قسمت‌های گیاه از قبیل افزایش طول سلول، تقسیم سلولی، تمایز ریشه، بیوسنتز اتیلن و تغییر بیان ژن‌های خاص اثر می‌گذارند (Rahimi et al., 2013). باکتری‌های حل کننده فسفات قادرند با مکانیسم‌هایی مانند تولید و ترشح اسیدهای آلی بخصوص ۲-کتواگزالیک، سیتریک، مالیک و سوکسینیک در حلالیت فسفاهای معدنی کم محلول موثر باشند. بعلاوه بسیاری از این باکتری‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی را موجب می‌شود. باکتری‌های حل کننده فسفات تولید هورمون‌هایی مثل اکسین و جیبرلیک اسید را موجب می‌گردد (Hasan Zadeh et al., 2011).

با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا باعث توسعه ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند. در این پژوهش باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا از طریق توسعه مکانیسم‌هایی همچون توسعه رشد و زیست‌توده ریشه موجب افزایش جذب عناصر غذایی و توسعه سطوح فتوسنتزکننده شده و گیاه موادپرورده تولید شده را جهت توسعه اندام‌های خود اختصاص داد و درنهایت عناصر غذایی داخل بذر افزایش پیدا کرد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر برهمکنش رقم × منابع کودی بر عناصر غذایی موجود در بذر دو رقم دیم در منابع کودی معنی‌دار می‌باشد. در هر دو رقم مورد استفاده در شرایط دیم، استفاده از باکتری-های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا موجب افزایش عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در بذر گندم گردید، به طوری که بیشترین میزان نیتروژن، پتاسیم، روی، منگنز، منیزیم و آهن در بذر در رقم ساجی در تیمار *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر و کمترین میزان عناصر عذایی موجود در بذر در رقم کراس‌سبلان و تیمار شاهد (عدم مصرف هیچ منبع کودی) بدست آمد. بنابراین با توجه به نتایج، رقم ساجی در تیمار *G.mosseae* + ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر در شرایط دیم می-تواند نقش مهمی در افزایش رشد گندم و در نهایت عناصر غذایی دانه داشته باشد.

منابع

Amiri Farsani, F., Chorom, M., Enayatizamir. N., 2013. Effect of biofertilizerand chemical fertilizer on wheat yield under two soil types. in experimental greenhouse. Soil and Water. 27 (2), 441-451. [In Persian with English Summary].

Ardakani, M.R., Rezvani, M., Zaefarian, F., Rejali F., 2013. 32P usage for assessment of the effective mycorrhizal fungus strain for symbiosis with barley (*Hordeum vulgare* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.). Journal of Soil Management and Sustainable Production. 3 (1), 231-241. [In Persian with English Summary].

Asrar, A.W.A., Elhindi, K.M.,2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. Saudi Journal of Biological Sciences. 18, 93–98.

Baghban-Tabiat, S., Rasouli-Sadaghiani, M., 2012. Investigation of Zn utilization and acquisition efficiency in different wheat genotypes at greenhouse conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless CultureResearchCenter. 2 3 (2), 17-32. [In Persian with English Summary].

Bath, SA., Thenua, OVS., Shivakumar, BG, Malik, JK., 2005. Performance of summer green gram [*Vigna radiate* (L.) Wilczek] as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. *Haryana*. Journal of Agronomy. 21, 203-205.

Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arunshen, A.B., Lai, W.A., Young, C.C., 2006.Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. Applied Soil Ecology. 34, 33-41.

Dolatabadi, H., Mohammadi Goltapeh, E., Moieni, A., and Varma, A., 2012. Evaluation of different densities of auxin and endophytic fungi (*Piriformospora indica* and *Sebacina vermifera*) on *Mentha piperita* and *Thymus vulgaris* growth. Journal of Biotechnology.11 (7), 1644-1650.

Emami, A., 1996. Plant analysis methods. Tehran Press. 231 Pp. [In Persian].

Esmaielpour, B., and Amani, N., 2014. Investigating the effect of mycorrhizal inoculation on growth and uptake of nutrients in *lactuca sativa* cv Syaho. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 4 (2), 49-68.

Eydizadeh, K., Mahdavi Damghani, A., Sabahi, H.,. soufizadeh, S., 2010. Effect of integrated application of biofertilizer and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shushtar. Journal of Agroecology. 2 (2), 292-301. [In Persian with English Summary].

Fallah Nosrat Abad A., Shariati, Sh., 2014. Effect of *Pseudomonas* and *Bacillus* bacteria on Yield and Nutrient Uptake in Comparison with Chemical and Organic Fertilizers in Wheat. Journal of Water and Soil. 28 (5), 976-986. [In Persian with English Summary].

FAO. 2016. http://www.fao.org/faostat/en/#data

Ghazi, A.K., John Zak, B. M., 2003. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza. 14, 263-269.

Hasan Zadeh, A., Mazaheri, D., Cheichi, M.R., Khavazi, K., 2011. Efficiency of Phosphate Solubilizing Bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components. Pajoohesh Sazandeghi. 77, 111-118. [In Persian with English Summary].

Jiriaie, M., Fateh E., Aynehband, A., Sepehr, E., 2015. Changes in Nutrient Content of Root and Grain of Wheat Cultivars Inoculated by Azospirillum and Mycorrhiza. Journal of Water and Soil. 29 (1), 102-113. [In Persian with English Summary].

Farahbakhsh, A.R., Ziaeyan, A.H., Besharati, H., Joukar, L., 2014. Phosphate solubilizing bacteria roles on the mineral nutrition uptake and yield of sorghum. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 4 (2), 239-253. [In Persian with English Summary].

Jafarzadeh Zoghalchi, H., Fallah Nosratabadi, A., Rajabi, C., Mohammadzadeh, Nuri, J. 2011. Study the effect of PGPR with the ability of phosphate solubilizing on decreasing of phosphate chemical fertilizer uses in rice (*Oriza sativa* L.). 12th Iranian Soil Science Congress. University of Tabriz, Tabriz, Iran. [In Persian with English Summary].

Jutur P.P., Reddy, A.R., 2007. Isolation, purification and properties of new restriction endonucleases from *Bacillus badius* and *Bacillus lentus*. Microbiological Research. 162, 378-383.

Khosrojerdi, M., Shahsavani, Sh., Gholipor, M., Asghari, H.R., 2013. Effect of Rhizobium inoculation and mycorrhizal fungi on some nutrient uptake by chickpea at different levels of iron sulfate fertilizer. Eloctronic Journal of Crop Production. 6 (3), 71-87.

King, J., Gay, A., Sylvester-Bradley, R., Bingham, I., Foulkes, J., Gregory, P., Robinson, D., 2003. Modeling cereal root systems for water and nitrogen capture: Towards an economic optimum. Annals of Botany. 91, 383–390.

Mahjen Abadi., J., Sepehri, M., 2014. Effect of Piriformospora indica fungus inoculation on uptake and transportation of some nutrients in two wheat cultivars. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 4 (2): 155-173.

Manoharan, P.,Pandi, M.,Shanmugaiah, V., Gomathinayagam,S.,andBalasubramanian, N. 2008. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus on the physiology and biochemical changes of five different tree seedlings grown under nursery conditions. African Journal of biotechnology. 7(19), 3431-3436.

Moradi, M., Siadat, S.A., Khavazi, K., Naseri, R., Maleki, A., Mirzae, A., 2011. Effect of Application of Biofertilizers and Phosphorus Fertilizers on Qualitative and Quantitative Traits of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Crop and Weed Ecophysiology. 5 (3), 51-66. [In Persian with English Summary].

Ministry of Agriculture- Jahad.2016. Agricultural statistic.

Naseri, R., Barary, Zarea, M.J., Khavazi, K., Tahmasebi, Z., 2016a. Studying root morphological characteristics of seminalroots systems of durum and bread wheat cultivars.

Journal of Crop Ecophysiology. 10 (2), 477-492. [In Persian with English Summary].

Naseri, R., Barary, Zarea, M.J., Khavazi, K., Tahmasebi, Z., 2016b. Effect of phosphate solubilizing bacteria and Mycorrhizal fungi on agronomic important traits in two wheat cultivars under dryland conditions. Journal of Agroecology. In press. [In Persian with English Summary]

Naseri, R., Barary, M., Zarea, M.J., Khavazi, K., Tahmasebi, Z., 2017a. Effect of Phosphate Solubilizing Bacteria and Mycorrhizal fungi on some activities of antioxidative enzymes, physiological characteristics of wheat under dry land conditions. Iranian Journal of Dryland Agriculture. 6 (1), 1-34. [In Persian with English Summary]

Naseri, R., Barary, Zarea, M.J., Khavazi, K., Tahmasebi, Z., 2017b. Effect of plant growth promoting bacteria and Mycorrhizal fungi on growth and yield of wheat under dryland conditions. Journal of Soil Biology. 5 (1), 49-67. [In Persian with English Summary].

Nikmehr, S., Akhgar, A., 2015. Effect of Combined Application of Phosphate Solubilizing Bacteria and Phosphrous Fertilizer on Growth and Yield of Sesame. Journal of Water and Soil. 29, 991-1003.[In Persian with English Summary].

Rahimi, A., Jamialahmadi, M., Khavazi, K., Sayyari-Zahan, M., Yazdani, R., 2013. Effects of different pseudomonas flluoresence bacterium strains on yield, yield components and some traits of safflower. Journal of Plant Ecophysiology. 5 (14), 1-16. [In Persian with English Summary].

Rasipour, L., Aliasgharzadeh, N., 2007. Interactive Effect of Phosphate Solubilizing Bacteria and *Bradyrhizobium japonicum* on Growth, Nodule Indices and Some Nutrient Uptake of Soybean. Journal of Water and Soil Science Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 11 (40), 53-63. [In Persian with English Summary].

Rouzbeh, R., Daneshian, J., and Farahani, H.A., 2009. Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. Journal of Plant Breeding and Crop Science. 1, 293-297.

Rudresh, D.L., Shivaprakash, M.K., Prasad, R.D., 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma spp*. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Applied Soil Ecology. 28, 139-146.

Sahni, S., Sarma, B. K., Singh, D. P., Singh, H. B., Singh, K. P., 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. Crop Protection. 27, 369-376.

Serraj, R., L. Krishnamurty, J. Kashiwagi, J.K. Kumar, S. Chandra and J.H. Crouch. 2004. Variation in root traits of chickpea (*Cicer aretinum* L.) grown under terminal drought. Field Crops Research. 88, 115-127.

Shaharoona, B., Naveed, M., Arshad, M., and Zahir, Z.A., 2008. Fertilizer-dependent efficiency of *Pseudomonas* for improving growth, yield and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). Microbial Biotechnology. 79, 147-155.

Song, H., 2005. Effects of VAM on host plant in condition of drought stress and its mechanisms. Electronic Journal of Biology. 1 (3), 44-48.

Subramanian, K.S., Charest, C., 1999. Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well watered conditions. Mycorrhiza. 9, 69–75.

Tanwar SPS., Sharma, GL., Chahar, MS., 2002. Effects of phosphorus and biofertilizers on growth and productivity of black gram. Annuals of Agricultural Research. 23 (3), 491-493.

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Woo, S.L., Lorito, M., *2008. Trichoderma*-plant-pathogen interactions. SoilBiology and Biochemistry. 40, 1-10.

Young, L.S., Hameed, A., Peng, S.Y., Shan, Y.H., and Wu, S.P., 2013. Endophytic establishment of the soil isolate *Burkholderia* sp. CC-Al74 enhances growth and P-utilization rate in maize (*Zea mays* L.). Applied Soil Ecology. 66, 40-47.

Journal of Seed Ecophysiology

Vol 2, No 1, 2017

93 - 114

University of Birjand

Effect of Phosphate Solubilizing Bacteria and Mycorrhizal fungi on nuntrient elements content of seed in two wheat cultivars under dry land conditions

Rahim Naseri [1*], Mehrshad Barary [1], Mohammad Javad Zarea[1], Kazem Khavazi[2], Zahra Tahmasebi[1]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Professor, Water and Soil Research Institute, Karaj, Iran

Received 6November2017; Accepted 20January 2017

Abstract

Introduction: Beneficial free-living rhizobacteria, which have been shown to improve plant health or increase yield, are usually referred to as plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Mycorrhiza, which is a symbiotic fungus, has been under researches for more than a century. Inoculation of plant roots with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi may be effective in improving crop production under drought conditions. Improved productivity of AM plants was attributed to enhanced uptake of immobile nutrients such as phosphorus, zinc and copper. In addition, other factors associated with AM colonization may influence plant resistance to drought. Therefore the main of this study was to effect of phosphate solubilizing bacteria and Mycorrhizal fungi on yield, yield components and its associated in two dryland wheat cultivars.

Materials and methods: An experiment was carried out in factorial arrangement using randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station of Ilam University and Sarableh Agricultural and Research, Recources Center during 2013-2014 cropping season. Experiment factors consisted of two dry land wheat cultivars (Keras Sablan and Saji) and fertilizer sources treatment including of 1- without application of phosphorious chemical fertilizer, 2- 50 kg/ha P, 3- *p. putida*, 4- *G.mosseae*, 5- *p.putida* + *G.mosseae*, 6- *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P, 7- *p.putida* + 25 kg/ha P and 8- *G.mosseae* +25 kg/ha P. At full maturity, Seed nutrients such as nitrogen, phosphorous, potassium, Zn, Mg, Mn, Fe and Cu were recorded using a sample plants from the middle ridges of each plot. The data were analyzed statistically by SAS program and the data means were compared by LSD test.

Results and discussion: Results indicated that interaction effect between cultivar ×fertilizer sources had significant effect on nitrogen, phosphorous, potassium, Zn, Mg, Mn, Fe in seed wheat. Using of bio-fertilizer had positive and significant effect total studied traits in two dryland wheat under dry land condition. The highest zinc element in seed was obtained from Saji cultivar and using *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the least of it was Keras Sabalan cultivar in control treatment, which increased to 49.7% in the zinc element in the seed. The highest amount of manganese in seed was from Saji cultivar in the application of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the least manganese obtained from Keras Sabalan cultivar in control treatment, which increased 53.3% in the manganese element in the seed. The highest iron element in the seed belonged to Saji cultivar

*Correspondent author Email: rahim.naseri@gmail.com

and using of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the lowest from Keras Sabalan cultivar in control treatment, which caused an increase 97.2% in iron element in grain. The highest magnesium content in the seed was obtained from Saji cultivar and using of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the lowest from Keras Sabalan cultivar in control treatment, which increased 39.1% in the magnesium element in the seed. The highest nitrogen content in the seed was from Sagi cultivar in the application of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the lowest nitrogen content indicated in Keras Sabalan cultivar in the control treatment, which caused an increase of 21.5% in nitrogen in grain. The highest P content in the seeds was from Saji cultivar and the application of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the least P content was cultivar Keras Sabalan in control treatment, which increased 66.1% in phosphorus in grain. The highest element of potassium in seed was obtained Saji cultivar and using of *p.putida* + *G.mosseae* +25 kg/ha P and the least Pseudomonas potassium indicated in Keras Sabalan cultivar in control treatment, which caused an increase 64.8% of potassium content was in the seed. There was significant different between cultivars to response of Using of phosphate solubilizing bacteria and mycorrhizal fungi, so that Sji cultivars had the best response to mycorrhizal fungi.

Conclusion: In this study indicated that GM and PSB had positive affect on seed quality and seed nutrients had the better status in presence of inoculationwithGM and PSB. Application of GM and PSB with fertilizer levels significantly increased the macro and micro elements uptake thad was recorded from Saji Cultivar × GM + 25 kg/ha P. The decrease in available N, P, K, and Fe, Mn, Mg, Ze status of seed was recorded in control where no fertilizer (control treatment). The increased uptake of the nutrients was due to added supply of nutrient and well developed root system resulting in better absorption of water and nutrient. According to the results, the use of GM and PSB cause root development and provide conditions for the absorption of nutrients. In this study, GM and PSB through the development of mechanisms such as root growth have increased the absorption of nutrients and the development of photosynthetic surfaces and the plant produced materials for the development of their organs. Finally, the nutrients in the seeds increased.

Keywords:: Fe, Grain, N, P, Zn.