نشریه زراعت

شماره ۱۰۲، بهار ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

تأثیر تلفیق مقادیر مختلف کود فسفر و باکتری حل کننده فسفات بر کمیت و کیفیت علوفه دو رقم جو

• **سید محمدرضا احتشامی**، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان (نویسنده مسئول)
• **فاطمه حکیمیان**، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد ساوه
• **مجتبی یوسفی راد**، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد ساوه
• **محمدرضا چائی چی**، عضو هیأت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۹۰
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۱۶۵۷۴۸
Email: smrehteshami@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تلفیق مقادیر مختلف کود فسفر و باکتری حل کننده فسفات *P.fluorescens* بر عملکرد کمی و کیفی علوفه دو رقم جو پائیزه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. عوامل مورد مطالعه شامل تلفیق باکتری حل کننده فسفات همراه با سطوح مختلف فسفر در ۵ سطح شامل ۱۰۰ درصد توصیه کودی فسفر و بدون تلقیح بذر، بدون کود فسفر و بدون تلقیح بذر (شاهد)، تلقیح بذر با باکتری + ٪۱۰۰ توصیه کودی فسفر، تلقیح بذر با باکتری + ٪۷۵ توصیه کودی فسفر و تلقیح بذر با باکتری + ٪۵۰ توصیه کودی فسفر و ارقام فصیح و بهمن بودند. بالاترین عملکرد علوفه تر و خشک در تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر و بدون تلقیح مشاهده شد. بیشترین تعداد برگ فعال در بوته، تعداد پنجه، وزن خشک برگ و نسبت برگ به ساقه در تیمار تلقیح با باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود فسفر حاصل شد و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین درصد قابلیت هضم علوفه خشک و درصد کربوهیدرات محلول در آب، درصد خاکستر در تیمار تلقیح با باکتری به همراه ۷۵ درصد کود فسفر مشاهده شد و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین درصد پروتئین خام و فیبر نیز به ترتیب در تیمار حاوی باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود فسفر و شاهد مشاهده شد. در بین ارقام، رقم فصیح دارای بیشترین ارتفاع، تعداد برگ فعال در بوته، طول سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، درصد قابلیت هضم علوفه خشک، درصد کربوهیدرات های محلول در آب، درصد پروتئین خام و میزان خاکستر و در سایر صفات، رقم بهمن برتری نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تلقیح بذر با باکتری حل کننده فسفات در تلفیق با کودهای شیمیائی باعث بهبود کمیت و کیفیت علوفه می شود.

کلمات کلیدی: سودوموناس، علوفه، جو، عملکرد کمی، عملکرد کیفی

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 141-150

Effect of the integration in phosphate fertilizer different levels and phosphate solubilizing bacteria on forage quantitative and qualitative of two barley cultivars

By:S.M.R. Ehteshami, (Corresponding Author; Tel:09122165748), Assistant Professor of the university of gilan, F. Hakimian and M. Yousefie Rad, M. Sc. Agronomy and Faculty member of Saveh Azad University respectively, M.R. Chaichi, Scientific Staff of Tehran University.

Received: July 2011 **Accepted: February 2012**

In order to investigate the integration of phosphorus fertilizer different levels and phosphorus solubilizing bacteria *P.fluorescens* on quantitative and qualitative forage yield of two fall barley cultivars, an experiment carried out at research farm of college of Agriculture of University of Tehran during 2009-2010. The experiment design consisted of three randomized complete blocks in a factorial arrangement. Experimental factors consisted of phosphorus fertilizer different levels and phosphorus solubilizing bacteria included from 100% recommended phosphorus fertilizer and without seed inoculation, without phosphorus fertilizer and without seed inoculation (control), seed inoculation and with application of 100% phosphorus fertilizer recommended, seed inoculation and with application of 75% phosphorus fertilizer recommended, seed inoculation and with application of 50% phosphorus fertilizer recommended, and cultivars included of Fasih and Bahman. The highest of dry and fresh forage yield obtained in without inoculation with 100% fertilizer. Seed inoculation with 100% triple super phosphate fertilizer showed that maximum of number of leaf in plant, number of tiller, leaf dry weight and leaf/stem ratio, while the lowest of them observed in control. As regards forage quality, seed inoculation with 75% triple super phosphate fertilizer showed the highest percent of dry matter digestibility, water soluble carbohydrates and total ash, while the lowest of them observed in control. The highest percent of crude protein and fiber observed in seed inoculation with 100% triple super phosphate fertilizer and without triple super phosphate fertilizer and without seed inoculation (control), respectively. Between cultivars, Fasih had the highest of height, no. leaf in plant, spike height, leaf dried weight, stem dried weight, percent of dry matter digestibility, percent of water soluble carbohydrates percent of crude protein and total ash, and in the remain of investigated characteristics, Bahman had the highest of them. The present finding showed that seed inoculation with phosphorus solubilizing bacteria *P.fluorescens* in integrated with chemical fertilizers improved forage quantity and quality.

Key Words: Pseudomonas; forage; barley; qualitative yield; quantitative yield

مقدمه

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهم ترین عناصر در تولید محصول می باشد. فسفر در تشکیل بذر نقش اساسی دارد و به مقدار زیاد در میوه و بذر یافت می شود. گزارش شده است که در اکثر خاک های مناطق مختلف جهان، کمبود فسفر مشاهده می شود (Batjes, 1997). روش متداول جهت برطرف کردن کمبود فسفر، استفاده از کودهای فسفاته است. متأسفانه مصرف غیراصولی و بی رویهٔ کودهای شیمیائی فسفره، تأثیر زیان باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است. نتایج تحقیقات نشان می دهد که افزایش مصرف کودهای فسفره طی سال های اخیر نه تنها عملکرد محصولات زراعی را چندان افزایش نداده است اصولاً فسفر این کودها به فرم قابل استفاده برای گیاه می باشد، اما در خاک به دلیل انجام واکنش های شیمیائی مثل تثبیت یا تبدیل به فرم های آلی و حتی آب شوئی، به فرم های با قابلیت دسترسی کم، تبدیل می شود که برای گیاه، قابل جذب نیست، بلکه در نتیجهٔ بر هم زدن تعادل عناصر غذائی، کاهش محصول را نیز به دنبال داشته است (Ehteshami, 2008). با توجه به این که در اکثر کشورهای پیشرفته نسبت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۱۰۰، ۴۵ و ۳۵ است، این نسبت در ایران بسیار نامتعادل و تقریباً ۱۰۰، ۱۱۱ و ۳ بوده و همیشه در مصرف کود، بیشتر به کودهای فسفاته توجه شده است (Saleh Rastin, 2004). با توجه به واردات سالانهٔ حدود ۵۰۰ هزار تن کود شیمیائی فسفاته، یافتن روشی که بتواند از مصرف بی رویهٔ این کود بکاهد، ضروری به نظر می رسد. بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و نیز توجه به قابلیت های ذاتی بسیار جالب و متنوع موجودات خاک زی و به ویژه ریزجانداران موجب گردید که یکی از مهم ترین و کاربردی ترین

زمینه های مورد تحقیق در مطالعات علمی روز، تلاش برای تولید کود های زیستی باشد. کودهای زیستی به مواد حاصلخیزکننده ای اطلاق می شود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند نوع از موجودات مفید خاک زی هستند که بر روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می گردند. این اصطلاح گاهی برای موادی که فقط حاوی فراورده های این موجودات هستند نیز به کار برده می شود. کودهای زیستی به صورت مایه تلقیح میکروبی برای تامین یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاه نیز تعریف می شوند (Kirchner, 1993). برخی از ریزجانداران، فسفر تثبیت شده در خاک را برای گیاهان، قابل استفاده می نمایند. این توانائی، ابزاری مهم در نقش این باکتری ها از جمله سودوموناس در افزایش عملکرد گیاهان زراعی است. باکتری های محرک رشد شامل سودوموناس، به طور طبیعی باکتری های موجود در خاک هستند که ریشه گیاه را کلونیزه می کنند و به گیاهان از طریق افزایش رشد، سود می رسانند (Saharan and Nehra, 2011). این باکتری ها و ترکیبات مترشحه از آنها می توانند کارائی جذب عناصر غذائی را افزایش دهند (Adesemoye *et al*., 2009). باکتری های مذکور باعث افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می شوند (Ashrafuzzaman *et al*., 2009). سودوموناس باعث افزایش معنی دار در عملکرد سیب زمینی و چغندرقند شده است (Farzana *et al*., 2009; Mehnaz *et al*., 2009). از جمله فعالیت های مفید این ریزجانداران می توان به تولید هورمون های محرک رشد گیاه به ویژه اکسین ها، توانایی حل فسفات های آلی و معدنی، تولید سیدروفور، اثرات مثبت روی رشد و مورفولوژی ریشه، بهبود رابطه همزیستی با گیاه لگوم میزبان و تحریک ایجاد همزیستی میکوریزی اشاره کرد (Sudha *et al*., 1999). باکتری های محرک رشد می توانند از طریق افزایش رشد برنج و تأثیر بر تولید اتیلن و قابلیت حل فسفر، عملکرد آن را افزایش دهند (Ashrafuzzaman *et al*., 2009). در تلقیح گیاه با باکتری های محرک رشد، تولید و سنتز اتیلن تنظیم می شوند که در نتیجه آن، رشد گیاه افزایش می یابد. آنزیم ۱- آمینو سیکلو پروپان ۱- کربوکسیلیک (ACC) دآمیناز تجزیه ماده ACC دآمیناز دآلفا کتوبوتیریک اسید را کاتالیز می کند (Saleem, 2007). از آنجا که ACCدآمیناز پیش ماده تولید اتیلن در گیاهان آلی است، بنابراین با حذف این ماده، مقدار اتیلن در گیاه کاهش یافته و به تبع آن، از اثرات منفی آن کاسته می شود (Mandal *et al*., 2007).

وجود ظرفیت تولید زیاد علوفه با کیفیت عالی در جو، زمانی که تولید محصول گیاهان علوفه ای چند ساله که مخصوص فصول سرد هستند، کاهش می یابد، باعث شده است که این گیاه از اهمیت به سزایی برخوردار باشد. جو به عنوان علوفه سیلویی، علوفه سبز و علوفه خشک مورد استفاده قرار می گیرد و بعد از برداشت علوفه به رشد خود ادامه می دهد و دانه تولید می کند. هدف از انجام این آزمایش نیز بررسی اثر باکتری های محرک رشد بر کمیت و کیفیت علوفه دو رقم جو پائیزه بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجراء شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار و ۱۰ تیمار اجرا شد. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل تلفیق باکتری حل کننده فسفات همراه با سطوح مختلف کود فسفر و رقم بودند. سطوح عامل اول شامل ۱۰۰ درصد توصیه کودی سوپر فسفات تریپل و بدون تلقیح، تیمار بدون کود و بدون تلقیح بذر (شاهد)، تیمار تلقیح بذر + ٪۱۰۰ کود شیمیائی، تیمار تلقیح بذر + ٪۷۵ کود شیمیائی (نسبت به تیمار واجد کود فسفره کامل)، تیمار تلقیح بذر + ٪۵۰ کود شیمیائی (نسبت به تیمار واجد کود فسفره کامل) و ارقام شامل فصیح و بهمن بودند. تلقیح بذر با باکتری *Pseudomonas fluorescense* strain 93 انجام شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت. سپس از عمق ۳۰ سانتی متری خاک محل اجرای آزمایش، نمونه گیری مرکب انجام شد تا میزان عناصر غذائی پرمصرف و کم مصرف خاک، اندازه گیری شوند (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

کربن آلی ٪	نیتروژن ٪	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	هدایت الکتریکی ds/m	منگنز (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	اسیدیته خاک	بافت خاک
۰/۵۱	۰/۱	۸/۶	۲۶۰	۴/۱	۳/۱	۱۱/۳	۰/۸	۱/۳	۸/۲	لومی رسی

هر کرت آزمایشی از ۴ ردیف کاشت به طول ۵ متر تشکیل شد. فاصله دو ردیف کاشت، ۱۵ سانتی متر و تراکم، ۳۵۰ بوته در مترمربع تعیین گردید. بین هر دو تیمار، یک ردیف به صورت نکاشت و فاصلهٔ بین دو تکرار نیز ۵ متر تعیین شد. عملیات کاشت در هفدهم آبان ماه انجام گرفت. ریزجانداران حل کنندهٔ فسفات موردنظر، ابتدا در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب، فرموله و تهیه شدند. جمعیت باکتری ها در هر گرم مایه تلقیح، $۹/۸ \times ۱۰^{۷}$ برآورد شد. در تیمارهائی که بایستی بذور با این ریزجانداران تلقیح می شدند، پس از محاسبهٔ میزان بذر برای هر تیمار و ریختن بذور جو در داخل یک کیسهٔ پلی اتیلنی، مقدار ۲۰ میلی لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد. سپس کیسهٔ حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیهٔ بذرها به طور یکنواخت چسبناک شود. پس از آن، مقدار ۲۰ گرم از مایهٔ تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه گشت و پس از ۴۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایهٔ تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایهٔ تلقیح بر روی ورقهٔ آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن شدند تا بذور، خشک شوند. سپس به سرعت نسبت به کاشت بذور اقدام شد. رقم فصیح، زمستانه و رقمی مقاوم به سرما می باشد که در مناطق مرتفع سردسیر کشت می شود. ارتفاع این رقم، متوسط (ارتفاع ساقه ۹۵ سانتیمتر) و مقاوم به خوابیدگی است. این رقم، متوسط رس و نسبتاً متحمل به ریزش دانه بوده و متوسط وزن هزاردانه آن ۳۵-۴۲ گرم می باشد. دانه این رقم ۱۳ درصد پروتئین دارد. رقم بهمن (CB 744)، بهاره- پاییزه (بینابین) و رقمی نسبتاً متحمل به خشکی و سرما و مقاوم به شوری و درجه حرارت

محیط بوده و در دیم زارهای مناطق معتدل و سردسیر کشور کشت می شود. متحمل به خشکی و گرمای آخر فصل می باشد. کاشت بذور بر روی خطوط کاشت در عمق ۲ تا ۳ سانتی متر انجام گرفت. پس از کاشت بذر، بلافاصله کودهای اوره، پتاسیم و فسفر (در خصوص کرت هائی که نیاز به کود شیمیائی فسفره داشتند، به میزان ۱۲۰ گرم برای تیماری که به ۱۰۰ درصد کود فسفر نیاز داشت) بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیهٔ کودی برای جو به صورت نواری به خاک داده شد. علاوه بر این، نیتروژن در دو نوبت دیگر نیز به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل واکاری، وجین، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری ها به طور همزمان و به نحو مطلوب در کلیه کرت های آزمایشی انجام گرفت. برای ارزیابی صفات کمی شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ فعال در بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور، طول سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و نسبت برگ به ساقه، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دانه، ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب، و صفات مورد نظر مورد سنجش قرار گرفتند. در زمان برداشت (در مرحله خمیری دانه‌ها) کلیه بوته های سبز در دو ردیف وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه ای و به مساحت ۲ مترمربع، شمارش و سپس از سطح خاک، قطع و برداشت گردید و عملکرد علوفه تر، توزین شد. سپس بوته های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد، خشک و به عنوان علوفه خشک توزین شد. نمونه های خشک شده، کاملاً آسیاب شده و برای انجام آزمون های کیفی، نمونه های مربوط به هر تیمار از سه تکرار به آزمایشگاه سازمان تحقیقات جنگل ها و مراتع منتقل گردید. با توجه به این که دستگاه NIR برای جو کالیبره نبود، ابتدا درصد پروتئین و فیبر نامحلول در شوینده های اسیدی یک تکرار از تمام تیمارها با روش کلدال اندازه گیری شد و به کمک این داده ها و نرم افزار مخصوص، دستگاه، کالیبره شد. پس از کالیبراسیون دستگاه NIR، اندازه گیری صفات کیفی شامل درصد قابلیت هضم علوفه خشک، درصد کربوهیدرات محلول در آب، درصد خاکستر، درصد پروتئین خام و فیبر در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع بر اساس روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد. برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون LSD با استفاده از نرم افزار SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

در ارتفاع گیاه، بین سطوح مختلف کودی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۲)، به طوری که تیمار تلقیح بذر به همراه ۷۵ درصد کود با میانگین ۹۵/۳ سانتی متر، بیشترین ارتفاع را نشان داد و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۸۴/۷ سانتی متر بود (جدول ۳). همچنین اختلاف بین ارقام در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که رقم فصیح با ارتفاع ۱۰۵/۲۰ سانتی متر نسبت به رقم بهمن با ارتفاع ۷۸/۰۶ سانتی متر، ارتفاع بیشتری را به خود اختصاص داد (جدول ۴). استفاده حداکثر از منابع و شرایط رشدی مناسب به دلیل برخورداری از منابع می تواند عامل اصلی در افزایش ارتفاع گیاه محسوب شود. برعکس به دلیل عدم دسترسی به عناصر غذائی، گیاه نمی تواند از شرایط محیطی و منابع موجود، بهره برداری بهینه ای داشته باشد که اثر این محدودیت در کاهش ارتفاع گیاه کاملاً محسوس است. البته ژنوتیپ های مختلف نیز عموماً در ارتفاع متوسط گیاه با یکدیگر تفاوت دارند. بنابراین داشتن ساقه طویل تر به معنی داشتن سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر است که باعث افزایش عملکرد گیاه می شود. اثر باکتری بر افزایش رشد ساقه به تولید اکسین و جیبرلین تعمیم داده شده است (Gutierz-Manero et al., 2001) که بر رشد ساقه و ریشه، تأثیرگذار می باشد. طبق نظر نیمیرا و همکاران (۱۹۹۵)، افزایش ارتفاع بوته های ذرت در تیمارهای تلقیح شده با قارچ میکوریزا و باکتری حل کننده فسفات، به وجود یک رابطه بین هورمون های گیاهی و ویتامین ها در تأثیر این مواد تلقیحی بر ارتفاع گیاه، نسبت داده شده است. در تعداد برگ فعال در بوته، بین سطوح مختلف کودی در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت بسیار معنی داری وجود داشت (جدول ۲)، به طوری که مقایسه بین میانگین تیمارها مشخص نمود که تیمار حاوی باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود با میانگین ۲۳ عدد، بیشترین تعداد برگ در بوته را داشت و کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد با ۱۵ عدد برگ بود (جدول ۳). همچنین بین ارقام از لحاظ تعداد برگ فعال در بوته نیز اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۲)، به طوری که رقم فصیح با ۲۱ عدد برگ نسبت به رقم بهمن با ۱۸ عدد برگ، در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۴). اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار حاوی ۱۰۰ درصد کود به همراه باکتری در رقم فصیح با ۲۸/۶۶ بیشترین تعداد برگ را داشت و کمترین تعداد، مربوط به تیمار شاهد در رقم بهمن و فصیح با میانگین ۱۳/۶۶ بود (شکل ۱). هر چند گزارش شده که در تیمارهای تلقیح بذر با ریزسازواره های حل کننده فسفات به دلیل قدرت و کارائی بالائی که در جذب عناصر غذائی و به ویژه فسفر از خود نشان می دهند، باعث تداوم طول عمر برگ در مراحل نمو گیاه شده و در نتیجه باعث قابلیت انجام فتوسنتز بیشتر می گردند که می تواند در مرحله پر شدن دانه به کمک گیاه بیاید، لیکن چون مقداری از مواد فتوسنتزی گیاه در حین رابطه همزیستی، مصرف می شود، ممکن است کاهشی در بیوماس گیاه مشاهده شود که دور از انتظار نیست. احتشامی (۲۰۰۸) و یوسفی راد (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که در تیمارهای حاوی ریزسازواره های حل کننده فسفات، تعداد برگ در بوته بیشتر است.

اثر سطوح مختلف کود فسفره بر تعداد پنجه معنی دار نشد (جدول ۲)، با این حال مقایسه بین میانگین تیمارها نشان داد که تیمار حاوی باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود، بیشترین تعداد پنجه را داشت و کمترین پنجه در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). تفاوت بین ارقام و همچنین اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز معنی دار نبود (جدول ۲). پاملا و استیون (۱۹۸۲) نشان دادند که مصرف باکتری باعث افزایش تعداد پنجه در جو می شود. همچنین یافته ها نشان داده است که کاربرد کود فسفر به همراه باکتری، باعث تسریع مراحل رشد در سویا می گردد (Shah *et al*., 2001). در تعداد پنجه بارور بین سطوح مختلف کودی، تفاوت ها معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که به جز تیمار شاهد، بقیه تیمارها از نظر تعداد پنجه بارور همه در یک سطح قرار داشتند، اما تیمار شاهد نسبت به بقیه تیمارها در سطح پائین تری قرار گرفت (جدول ۳). همچنین تفاوت بین ارقام، معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که رقم بهمن با ۳ پنجه بارور نسبت به رقم فصیح در سطح معنی دار و بالاتری قرار گرفت (جدول ۴). اثر متقابل سطوح کودی در رقم در تعداد پنجه بارور تفاوت معنی داری را

نشان داد (جدول ۲)، به طوری که تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در رقم بهمن با میانگین ۳/۶۶ بیشترین تعداد پنجه بارور را داشت و کمترین تعداد در تیمار شاهد در رقم فصیح ۱/۳۳ عدد بود (شکل ۲). تجزیه واریانس داده ها نشان داد که در طول سنبله، بین سطوح مختلف کودی، تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۲)، با این حال مقایسه داده ها نشان داد که تیمار حاوی ٪۱۰۰ کود و تلقیح باکتریائی، بیشترین طول سنبله را داشت و کمترین طول سنبله مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). هر چند که بین تیمار حاوی کود و باکتری + ٪۱۰۰ کود از نظر طول سنبله اختلاف معنی داری وجود نداشت. کمترین طول سنبله نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین تفاوت بین ارقام، معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که رقم فصیح با ۷/۸۶ سانتی متر نسبت به رقم بهمن با ۵/۴۰ سانتی متر، طول سنبله بیشتری را به خود اختصاص داد (جدول ۴). بر خلاف نتایج این تحقیق و نتایج یوسفی راد (۲۰۰۷)، حسن زاده و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که اثر باکتری بر طول سنبله، معنی دار نبوده است.

در وزن خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد، تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۲)، به طوری که تیمار تلقیح بذر به همراه ۱۰۰ درصد کود، بیشترین وزن خشک برگ را با میانگین ۶/۵ گرم در بوته به خود اختصاص داد و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). همچنین تفاوت بین ارقام، معنی دار بود (جدول ۲)، به طوری که رقم فصیح با ۶/۰۹ گرم در بوته نسبت به رقم بهمن با میانگین ۴/۸۵ گرم در بوته در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۴). همچنین اثر متقابل سطوح کودی در رقم، اختلاف معنی داری را نشان داد. بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به همراه باکتری در رقم فصیح با میانگین ۸/۵۹ گرم در بوته بود و کمترین وزن خشک را تیمار شاهد در رقم بهمن با مقدار ۴/۴۴ گرم در بوته به خود اختصاص داد (شکل ۳).

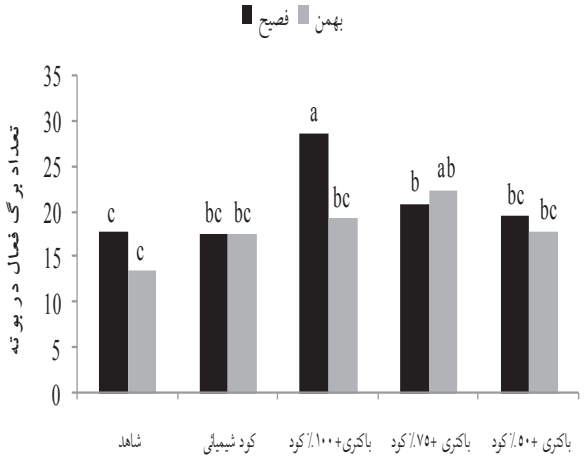
اثر سطوح کودی بر وزن خشک ساقه معنی دار نبود، اما تفاوت بین ارقام در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنی دار شد (جدول ۲)، به طوری که رقم فصیح با میانگین ۳۹/۸۴ گرم در بوته نسبت به رقم بهمن با میانگین ۲۹/۰۸ گرم در بوته در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۴). اثر متقابل سطوح کودی در رقم در این صفت تفاوت معنی داری را نشان داد، به طوری که مقایسه بین تیمارها نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد کود در رقم فصیح و تیمار شاهد در رقم بهمن، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). آدریانوآنایاب و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که تلقیح مخلوطی از *G. mosseae* با *Gluconacetobacter sp*. تأثیری بر وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و عملکرد گیاه ندارد. در این رابطه، نتایج متناقضی نیز وجود دارد. شبدر برسیم تلقیح شده با *G. intraradices* وزن خشک ساقه بالاتری نسبت به شبدر غیرمیکوریزائی داشت. این اثر سودمند تلقیح با ریزجاندار حل کننده فسفات به کلونیزه شدن ریشه و افزایش جذب فسفر و نیتروژن، نسبت داده شده است (Li *et al*., 2005). مشاهده شده است وزن خشک بالای ساقه می تواند ناشی از افزایش جذب گیاه به واسطه همزیستی باشد (Khalil *et al*., 1999). گالنرا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تلقیح ذرت با *G. intraradices* و *G. mosseae* وزن خشک اندام هوائی را بسته به ترکیب گونه و مایه تلقیح، افزایش می دهد.

بین سطوح مختلف کودی در نسبت برگ به ساقه، تفاوت معنی داری وجود نداشت و همچنین اختلاف معنی داری نیز بین ارقام مشاهده نشد (جدول ۲)، با این حال در مقایسه بین سطوح کودی، تیمار حاوی باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود، بیشترین نسبت برگ به ساقه را به خود اختصاص داد و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۳). اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز اختلاف معنی داری را در نسبت برگ به ساقه مشخص کرد، به طوری که تیمار ۱۰۰ درصد کود به همراه باکتری در رقم فصیح، بیشترین نسبت برگ به ساقه را داشت و کمترین آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود در رقم فصیح بود (شکل ۵).

بین سطوح مختلف کودی در قابلیت هضم علوفه[1] تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما تفاوت بین ارقام معنی دار بود (جدول ۵)، به طوری که رقم فصیح با میانگین ۵۶/۷۱ درصد نسبت به رقم بهمن با میانگین ۵۳/۳۷ درصد در رتبه بالاتر قرار گرفت (جدول ۷). افزایش درصد قابلیت هضم به عنوان مهمترین صفت اساسی در تعیین کیفیت علوفه شناخته شده است (Fateh, 2009). وارد و همکاران (۲۰۰۱) با تحقیقی که بر روی گیاهان علوفه ای یک ساله تابستانه انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که ماده خشک قابل هضم، همبستگی منفی با درصد پروتئین خام، درصد فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر دارد. همچنین نشان دادند که عوامل محیطی مانند دما، تنش رطوبتی، سایه، بافت خاک و غیره بر قابلیت هضم تاثیر دارند. عنوان شده است که در سورگوم علوفه ای، قابلیت هضم علوفه خشک تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد (Ortega-Ochoa, 2005).

بین سطوح مختلف کودی در درصد کربوهیدرات های محلول در آب[2] تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، اما با این حال مقایسه بین میانگین تیمارها بیانگر آن بود که تیمار حاوی باکتری به همراه ۷۵ درصد کود با میانگین ۱۳/۶ درصد بیشترین WSC را داشت و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۱۲/۱ درصد بود (جدول ۶). تفاوت بین ارقام و همچنین اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۵). بالا بودن درصد کربوهیدرات محلول در آب نشان از کیفیت بالاتر علوفه دارد. بین سطوح مختلف کودی در درصد پروتئین خام[3] اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، اما با این حال مقایسه بین میانگین تیمارها نشان داد که تیمار تلقیح بذر به همراه ۱۰۰ درصد کود، بیشترین CP را داشت و کمترین مقدار CP مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). تفاوت بین ارقام و همچنین اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز معنی دار نبود (جدول ۵). بالا بودن پروتئین، یکی از مهم ترین ویژگی های کیفی گیاهان علوفه ای می باشد و بالا بودن آن یک فاکتور موثر در انتخاب علوفه برای تغذیه دام محسوب می شود. درصد پروتئین در علوفه از نظر قابلیت هضم زیاد آن غالباً به عنوان شاخصی از قابلیت هضم در نظر گرفته می شود (Fateh, 2009). درصد پروتئین به تنهایی نمی تواند معرف کیفیت علوفه تولید شده باشد، زیرا ممکن است درصد پروتئین بالا در اثر پایین بودن عملکرد تولیدی، چندان قابل توجه نباشد و یا ممکن است گیاهی با درصد پروتئین کم، ولی تولید ماده خشک بالاتر، پروتئین بیشتری تولید کرده و در نتیجه، اهمیت بیشتری داشته باشد. لذا عملکرد پروتئین در هکتار که برآیندی از عملکرد ماده خشک و درصد پروتئین می باشد، دارای اهمیت زیادی در تعیین ارزش کیفی گیاهان علوفه ای است (Fateh, 2009). بین سطوح مختلف کودی در فیبر، تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، اما مقایسه بین میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین فیبر را تیمار شاهد با میانگین ۴۶/۵۹ درصد داشت

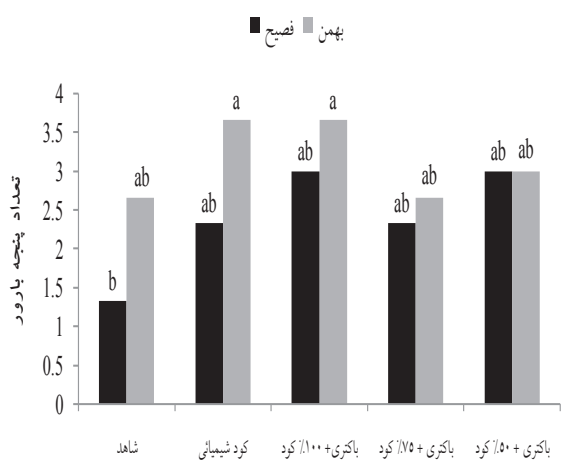
و کمترین مقدار با میانگین ۴۵/۲ درصد در تیمار تلقیح بذر به همراه ۷۵ درصد کود مشاهده شد (جدول ۶). همچنین اختلاف بین ارقام، معنی دار بود (جدول ۵)، به طوری که رقم بهمن با میانگین ۴۷/۳۵ درصد نسبت به رقم فصیح با میانگین ۴۴/۶۳ درصد در رتبه بالاتر قرار گرفت (جدول ۷). بین سطوح مختلف کودی در درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز[۴] اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، اما مقایسه بین سطوح نشان داد که تیمار تلقیح بذر به همراه ۱۰۰ درصد کود بیشترین ADF را داشت و کمترین آن در تیمار تلقیح بذر به همراه ۵۰ درصد کود مشاهده شد (جدول ۶). تفاوت بین ارقام در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنی دار بود (جدول ۵)، به طوری که رقم بهمن با میانگین ۳۸/۹۳ درصد نسبت به رقم فصیح با میانگین ۳۶/۱۴ درصد در رتبه بالاتر قرار گرفت (جدول



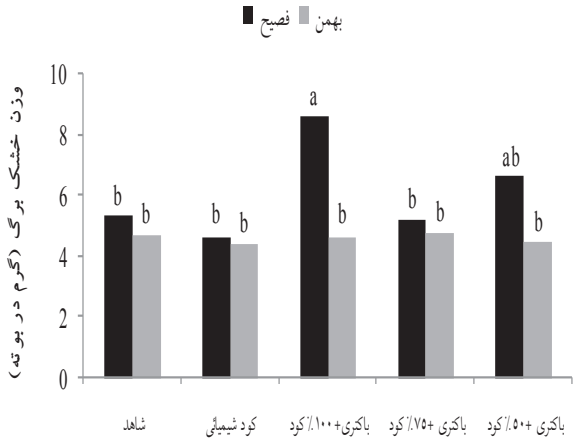
شکل ۱: اثر متقابل سطوح مختلف کودی در رقم بر تعداد برگ فعال در بوته

بین ارقام و نیز اثر متقابل سطوح کودی در رقم نیز اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۵) تجزیه واریانس داده ها نشان داد که بین سطوح مختلف کودی، رقم و اثر متقابل سطوح کودی در رقم از نظر عملکرد علوفه تر اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، هر چند که تیمار حاوی ۱۰۰ درصد کود شیمیائی، بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در عملکرد علوفه خشک بین سطوح مختلف کودی، اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۵). مقایسه بین میانگین تیمارها حاکی از آن بود که تیمار حاوی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، بیشترین مقدار عملکرد را داشت و تیمار شاهد نیز واجد کمترین آن بود (جدول ۶).

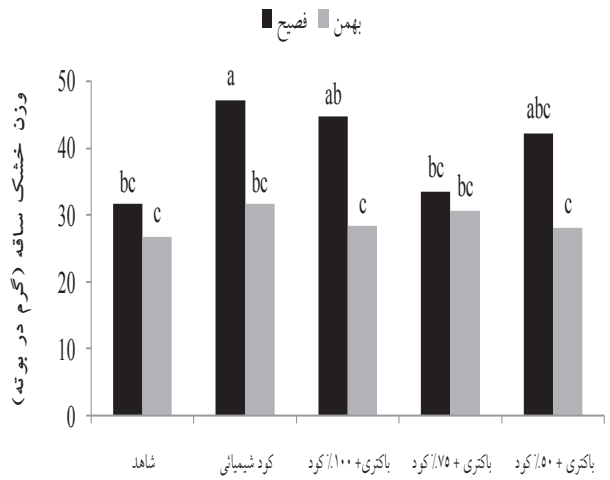
۷). افزایش درصد فیبر نامحلول منجر به کاهش قابلیت هضم علوفه و در نتیجه، کاهش کیفیت آن می گردد. در درصد خاکستر کل[۵] بین سطوح مختلف کودی، تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۵)، اما مقایسه بین میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار ASH را تیمار تلقیح بذر به همراه ۷۵ درصد کود به خود اختصاص داد و کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶). همچنین بین ارقام، اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۵)، به طوری که رقم فصیح با میانگین ۶/۲۰ درصد نسبت به رقم بهمن با میانگین ۵/۷۲ درصد در سطح اول قرار گرفت (جدول ۷). افزایش درصد خاکستر علوفه می تواند سبب کاهش قابلیت هضم و خوش خوراکی علوفه شود.



شکل ۲: اثر متقابل سطوح مختلف کودی در رقم بر تعداد پنجه بارور

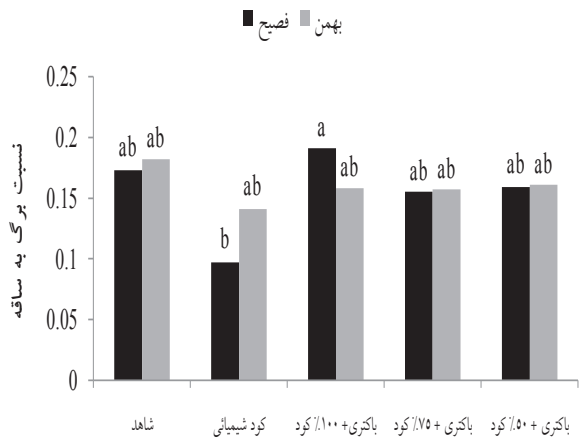


شکل ۳: اثر متقابل سطوح مختلف کودی در رقم بر وزن خشک برگ



سطوح کودی

شکل ۴: اثر متقابل سطوح مختلف کودی در رقم بر وزن خشک ساقه



سطوح کودی

شکل۵: اثر متقابل سطوح مختلف کودی در رقم بر نسبت برگ به ساقه

جدول ۲: جدول میانگین مربعات صفات کمی ارقام مختلف جو در سطوح مختلف فسفر در مرحله علوفه‌ای

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ فعال در بوته	تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور	طول سنبله	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت برگ به ساقه
تکرار	۲	٤٤/٦٣ ns	۱۰/۰۰ ns	۰/۱۰ ns	۱/٦۳*	۲/۰۳ ns	٤/۹۸**	۱۰٥/۰۷*	۰/۰۰۲*
سطوح کودی	٤	۱۰۲/۳٦*	٤۲/٥۰**	۲/۱٦ ns	۱/۱۳*	۱/۱۱ ns	۳/۳٤**	۳۸/۰۳ ns	۰/۰۰۱ ns
رقم	۱	٥٥۲۱/٦۳**	٥۸/۸۰**	۰/۱۳ ns	٤/۰۳**	٤٥/٦۳**	۱۷/۰۸**	۸٦۸/۷٦**	۰/۰۰۰۱ ns
رقم*کود	٤	٤٤/۱۳ ns	٤۷/۳۸**	۱/٤٦ ns	۱/۰۳*	۲/۳۸ ns	٤/۲۱**	۱۱٦/۸٦**	۰/۰۰۳**
خطا	۱۸	۲۷/۱۱	٤/۰۳	۰/۸٤	۰/۳۰	۱/۲۹	۰/٤٥	۲۱/۰٤	۰/۰۰۰٦
ضریب تغییرات	–	٥/٦۸	۱۰/۲٥	۲۲/۹۲	۱۹/۷۹	۱۷/۱۳	۱۲/٥۸	۱۳/۳۰	۱٥/۷۹

**اختلاف بسیار معنی‌دار * اختلاف معنی‌دار ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ۳: جدول مقایسهٔ میانگین‌ها مربوط به صفات کمی بین سطوح مختلف فسفر

سطوح کودی	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ فعال در بوته	تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور	طول سنبله (سانتی‌متر)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	نسبت برگ به ساقه
بدون کود	۸٤/۷۰c	۱٥/۸۰c	۳/۲۰c	۲b	٦c	٤/۷۰d	۳۱/۱۰b	۰/۱٤c
کود+بدون تلقیح	۹٤b	۲۰b	٤/۲۰b	۳a	٦/۸۰ab	٤/۸۰cd	۳٦/۹۰a	۰/۱٦b
۱۰۰٪ کود+تلقیح	۹۲ab	۲۳/۳۰a	٤/۸۰a	۳a	۷/۲۰a	٦/٥۰a	۳٦/۳۰a	۰/۱۷a
۷۵٪ کود+تلقیح	۹٥/۳۰a	۱۹/۳۰b	٤b	۳a	٦/۷۰b	٥/٦۰b	۳۲/٥۰b	۰/۱٥c
۵۰٪ کود+تلقیح	۹۲/۲۰b	۱۹/٥۰b	۳/۸۰b	۲/۸۰a	٦/٥۰b	٥/۱۰c	۳٥/۳۰a	۰/۱٦b

اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴: جدول مقایسهٔ میانگین‌ها مربوط به صفات کمی بین دو رقم جو

رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ فعال در بوته	تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور	طول سنبله (سانتی‌متر)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	نسبت برگ به ساقه
فصیح	۱۰۵/۲۰ a	۲۱ a	۳/۹۳ a	۲/٤۰ b	۷/۸۷ a	٦/۱۰ a	۳۹/۸۵ a	۰/۱۵ a
بهمن	۷۸/۰۷ b	۱۸/۲۰ b	٤/۰۷ a	۳/۱۳ a	۵/٤۰ b	٤/۵۹ b	۲۹/۰۹ b	۰/۱٦ a

اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

جدول ۵: جدول میانگین مربعات عملکرد و صفات کیفی ارقام مختلف جو در سطوح مختلف فسفر در مرحله علوفه‌ای

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	DMD	WSC	CP	Fiber	ADF	Ash
تکرار	۲	۱۴/۲۵*	۶۱۳۱۳۲۰/۰*	۴۶/۳۳**	۸/۲۱**	۱۵/۹۸*	۱۶/۶۶*	۴۳/۱۴**	۰/۳۸ ns
سطوح کودی	۴	۱/۶۳ ns	۷۴۸۵۸۷۸/۳**	۰/۴۰ ns	۱/۹۶ ns	۳/۳۲ ns	۱/۹۹ ns	۰/۶۸ ns	۰/۰۷ ns
رقم	۱	۳/۶۵ ns	۵۲۶۶۸۳۰/۰ ns	۸۳/۶۶**	۵/۳۳ ns	۱۰/۲۹ ns	۵۵/۱۳**	۵۷/۶۰**	۱/۶۸*
رقم×کود	۴	۴/۴۱ ns	۳۶۸۸۶۸۸/۳ ns	۵/۸۶ ns	۰/۶۰ ns	۳/۹۲ ns	۳/۶۲ ns	۵/۵۶ ns	۰/۱۲ ns
خطا	۱۸	۳/۶۸	۱۴۸۶۴۹۴/۰۷	۳/۵۶	۱/۲۲	۳/۱۲	۴/۲۰	۲/۲۸	۰/۲۶
ضریب تغییرات	-	۱۲/۶۳	۸/۰۵	۳/۴۲	۸/۵۷	۱۳/۵۳	۴/۴۵	۴/۰۲	۸/۵۸

**اختلاف بسیار معنی‌دار * اختلاف معنی‌دار ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ٦: جدول مقایسهٔ میانگین ها مربوط به عملکرد و صفات کیفی بین سطوح مختلف فسفر

سطوح کودی	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)	DMD (%)	WSC (%)	CP (%)	Fiber (%)	ADF (%)	Ash (%)
بدون کود	۱۳۵۱۰/۰۰d	۸۴۳۵/۷۰b	۵۴/۸۰a	۱۳/۲۰b	۱۲/۳۰c	۴۶/۵۹a	۳۷/۶۴a	۵/۸۵b
کود+بدون تلقیح	۱۶۴۹۸/۳۰a	۱۲۷۶۵/۸۰a	۵۴/۸۰a	۱۲/۱۰c	۱۲/۸۰bc	۴۶/۵۶ab	۳۷/۶۰a	۵/۹۳.ab
۱۰۰٪ کود+تلقیح	۱۴۶۷۱/۷۰c	۱۰۲۴۹/۷۰b	۵۵/۰۰a	۱۲/۸۰b	۱۴/۲۰a	۴۵/۷۶bc	۳۷/۸۱a	۵/۸۷b
۷۵٪ کود+تلقیح	۱۵۳۹۰/۰۰b	۱۱۸۹۲/۲۰ab	۵۵/۴۰a	۱۳/۶۰a	۱۲/۵۰c	۴۵/۲۵c	۳۶/۹۶b	۶/۱۱a
۵۰٪ کود+تلقیح	۱۵۵۹۵/۰۰b	۱۲۳۵۱/۶۰a	۵۵/۲۰a	۱۲/۹۰b	۱۳/۴۰b	۴۵/۸۰abc	۳۷/۷۱a	۶/۰۴ab

اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷: جدول مقایسهٔ میانگین‌ها مربوط به عملکرد و صفات کیفی بین دو رقم جو

رقم	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)	DMD (%)	WSC (%)	CP (%)	Fiber (%)	ADF (%)	Ash (%)
فصیح	۱۴/۸۵ b	۱۴۷۱۴ b	۵۶/۷۱ a	۱۳/۳۳ a	۱۳/۶۴ a	۴۴/۶۴ b	۳۶/۱۶ b	۶/۲۰ a
بهمن	۱۵/۵۵ a	۱۵۵۵۲ a	۵۳/۳۷ b	۱۲/۴۹ b	۱۲/۴۷ b	۴۷/۳۵ a	۳۸/۹۳ a	۵/۷۳ b

اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

افزایش جذب عناصر غذائی به ویژه فسفر، مهم ترین عاملی است که وزن خشک گیاه را در همزیستی با این ریزسازواره ها تحت تأثیر قرار می دهد. البته سایر جنبه های بیوشیمیائی گیاه میزبان در همزیستی با این ریزسازواره ها می تواند اندازه اندام گیاه میزبان را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین اندازه گیاه و تناسب اندام درون گیاه از قبیل نسبت ساقه به ریشه، برگ، اندام زایشی و ... می تواند دستخوش تغییر به دلیل وجود روابط همزیستی شود، مخصوصاً زمانی که عامل محدود کننده وجود داشته باشد (Auge, 2001). لی و همکاران (۲۰۰۵) نیز به دنبال بررسی اثر تلقیح لوبیا با باکتری های محرک رشد گزارش کردند که استفاده از این باکتری ها منجر به افزایش وزن خشک می گردد. سایر محققین (Valentine, et al., 2006 Celebi, et al., 2010) نیز به نتایج مشابه دست یافته اند. پاملا و استیون (۱۹۸۲) نیز اثر باکتری های محرک رشد در افزایش عملکرد علوفه سورگوم را به دلیل جذب بیشتر فسفر گزارش کرده است.

نتیجه گیری

به طور کلی، تلقیح بذر جو با باکتری حل کننده فسفات *P.fluorescens* بر عملکرد کمی و کیفی علوفه گیاه از طریق افزایش جذب مواد غذائی به ویژه فسفر اثر مثبتی داشت. بالاترین عملکرد علوفه تر و خشک در تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر و بدون تلقیح مشاهده شد. بیشترین تعداد برگ فعال در بوته، تعداد پنجه، وزن خشک برگ و نسبت برگ به ساقه در تیمار تلقیح با باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود فسفر حاصل شد و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین درصد قابلیت هضم علوفه خشک و درصد کربوهیدرات محلول در آب، درصد خاکستر در تیمار تلقیح با باکتری به همراه ۷۵ درصد کود فسفر مشاهده شد و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین درصد پروتئین خام و فیبر نیز به ترتیب در تیمار حاوی باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود فسفر و شاهد مشاهده شد. در بین ارقام، رقم فصیح دارای بیشترین ارتفاع، تعداد برگ فعال در بوته، طول سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، درصد قابلیت هضم علوفه خشک، درصد کربوهیدرات های محلول در آب، درصد پروتئین خام و میزان خاکستر و در سایر صفات، رقم بهمن برتری نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تلقیح بذر با باکتری حل کننده فسفات در تلفیق با کودهای شیمیائی باعث بهبود کمیت و کیفیت علوفه می شود. در حقیقت این آزمایش نشان داد که این ریزسازواره ها بر حسب ویژگی های خاک، ژنوتیپ گیاه و شرایط اقلیمی، خود را با محیط سازگار می نمایند و برای این که خود را در خاک تثبیت کنند، نیاز به زمان دارند. به این ترتیب پیش بینی می شود که در صورت تکرار آزمایش در محدوده ای وسیع از خاک، شرایط اقلیمی و عملیات زراعی، وضعیت سازگاری این ریزسازواره ها به محیط و نیز توانائی آنها در افزایش عملکرد گیاه در شرایط متفاوت اقلیمی، بیشتر آشکار خواهد شد.

پاورقی ها

1. In Vitro Dry Matter Digestibility (DMD)
2. Water Soluble Carbohydrates (WSC
3. Crude Protein (CP)
4. Acid Detergent Fiber (ADF)
5. Total ASH

منابع مورد استفاده

1. Adesemoye A, Torbert H, Kloepper J, 2009. Plant growth-promoting Rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. Microbial Ecology, 58 (Suppl 4): 921-929.
2. Adriano-Anayab, M. L., Salvador-Figueroab, M., Ocampoa, J. A. and Garcia-Romeraa, I. 2006. Hydrolytic enzyme activities in maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) roots inoculated with *Gluconacetobacter diazotrophicus* and *Glomus intraradices*. Soil Biology and Biochemistry, 38: 879–886.
3. Ashrafuzzaman, M., Hossein, F.A., Razi Ismail, M., Anamul Hoque, M. D., Zahurul Islam, M., Shahidullah, S. M. and Meon, S., 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. African Journal of Biotechnology, Vol. 8(7), 1247-1252.
4. Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza, 11: 3–42.
5. Batjes, N. H. 1997. A world data set of derived soil properties by Fao- UNESCO soil unit for global modelling. Soil Use Management, 13: 9-16.
6. Celebi, S. Z., Demir, S., Celebi, R., Durak, E. D. and Yilmaz, I. H. 2010. The effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) applications on the silage maize (*Zea mays* L.) yield in different irrigation regimes European Journal of Soil Biology, In Press, Corrected Proof, Available online 29 June 2010.
7. Ehteshami, S. M. R. 2008. Effect of phosphate biofertilizers on quantitative and qualitative indices of grain corn (Zea mays L.) under water deficit stress. Ph.D Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
8. Farzana Y, Saad ROS, Kamaruzaman S, 2009. Growth and storage root development of Sweet potato inoculated with rhizobacteria under glasshouse conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3 (Suppl 2): 1461-1466.
9. Fateh, E. 2009. Effect of soil fertility different systems (organic, integrated and chemical) on forage yield and medical characteristics of kangar. Ph.D Thesis, Tehran University, Iran.
10. Gollnera, M. J., Puschelb, D., Rydlovab, J., Jana, D. and Vosatka, M. 2006. Effect of inoculation with soil yeasts on mycorrhizal symbiosis of maize. Pedobiologia, 50: 341-345.
11. Gutierrez-Manero, F. J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F. R. and Talon, M. 2001. The plant-growth-promoting Rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. Plant Physiology, 111: 206–211.

12. HassanZadeh, E., D. Mazaheri, M. R. Chaichi and K. Khavazi. 2008. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon dar Kavir). Pajouhesh and Sazandegi, 77: 111-118.
13. Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A., and Walsh, E.K., 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish journal of agricultural and food research, 42: 293-299.
14. Khalil, S., Loynachan, T. E. and Tabatabai, M. A. 1999. Plant determinants of mycorrhizal dependency in soybean. Agronomy Journal, 91: 135–141.
15. Kirchner, M., 1993. Soil microbial population and activities in reduced chemical input agroecosystems. SSSAJ. 57:1289-1295.
16. Li, H. Y., Zhu, Y. G., Marschner, P., Smith, F. A. and Smith, S. E. 2005. Wheat responses to arbuscular mycorrhizal fungi in a highly calcareous soil differ from those of clover, and change with plant development and P supply. Plant Soil, 277: 221–232.
17. Mandal, A., Patra, A.K., Sinjh, D., Swarup, A., and Ebhin Masto, R., 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stage.Bioresource Technology, 98: 3585-3592.
18. Mehnaz S, Weselowski B, Aftab F, Zahid S, Lazarovits G, Iqbal J, 2009. Isolation, characterization, and effect of *fluorescent pseudomonads* on micropropagated sugarcane. Canadian Journal of Microbiology, 55 (Suppl 8): 1007–1011.
19. Niemira, B. A., Safir, G. R., Hammerschmidt, R. and Bird, G. W. 1995. Production of prenuclear minitubers of potato with peat-based arbuscular mycorrhizal fungal inoculum. Agronomy Journal, 87: 942-946.
20. Ortega-Ochoa, C. 2005. Effect of levels of irrigation on forage standing crop and quality of WW-B. Dahl (*Bothriochloa bladhii*) pasture under summer grazing. Ph. D. Thseis.
21. Pamella, A. C. S. and H. Steven. 1982. Inorganic phosphate solubilization by rhizosphere in a zostera marin community. Canadian Journal of Microbiology, 28: 605–610.
22. Saharan, B. S., V. Nehra. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. Life Sciences and Medicine Research, Vol. 21: 1-28.
23. Saleem, M., 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress. Agriculture, 34: 635-648.
24. SalehRastin, N. 2004. Sustainable management from viewpoint soil biology. Necessity of biofertilizers industrial production in Iran (Proceeding of papars, second publications). Eds: Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., and Malakouti, M. J. pp. 5-32. Water and Soil Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Agriculture, 439p.
25. Shah, P., K. M. Kakar and K. Zaha. 2001. Phosphorus use efficiency of soybean as effected by phosphorus application and inoculation. Plant Nutrition Food Security and Sustainabiliy of AgroEcosystem. 670-671.
26. Sudha, S. N., Jayakumar, R., and Sekar, V., 1999. Introduction and expression of the cry1Ac gene of *Bacillus thuringiensis* in a cereal-associated bacterium, *Bacillus polymyxa*. Current Microbiology, 38: 163–167.
27. Valentine, A. J., Mortimer, P. E., Lintnaar, A., and Borgo, R. 2006. Drought responses of Arbuscular mycorrhizal grepvines. Symbiosis. 41: 127-133.
28. Ward. J. D., D. D. Redfearn, M. E. McCormick, and G. J. Cuomo. 2001. Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. Dairy Science. J. 84: 177-182.
29. YousefiRad, M. 2007. Effects of mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on tolerance to salinity of barley cultivars. Ph.D Thesis, Islamic Azad University, Science and Researches Branch.