نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۲/ ۱۳۹۹

نقش نیتروژن، فسفر و کودهای زیستی در بهبود عملکرد و شاخص‌های کیفی علوفه کنگر فرنگی (*Cynara Scolymus* L.)

مرضیه اله دادی[1*]، یعقوب راعی[2]، بابک بحرینی نژاد[3]، اکبر تقی زاده[4]

تاریخ دریافت ۹۸/۸/٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۱۰

۱- دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲-استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳-استادیار بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان
٤-استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ،دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه:E-mail: allahdadi_m@yahoo.com

چکیده

اهداف : با توجه به زیان‌ها و پیامدهای سوء مصرف کودهای شیمیایی و اثر مثبت کاربرد کودهای زیستی از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی، پژوهشی با هدف بررسی تأثیر این کودها بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت علوفه کنگرفرنگی در مرحله گلدهی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها : آزمایش طی دو سال متوالی (۹٤-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹٤) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اصفهان انجام شد. گیاهان در سال اول کود شیمیایی را در سه سطح توصیه شده بر اساس آزمون خاک با درصدهای ۱۰۰، ۵۰ و شاهد و کود زیستی در چهار سطح، فسفات بارور ۲، نیتروکسین، فسفات بارور ۲+ نیتروکسین و شاهد و در سال دوم کود نیتروژنی به نسبت ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (در تیمارهای دارای کود شیمیایی) دریافت کردند.

یافته‌ها : نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی در میان سطوح مختلف کود شیمیایی و سطح کود زیستی نیتروکسین+ فسفات بارور ۲ در میان سطوح کود زیستی بیشترین عملکرد علوفه خشک (۸/۲۵ و ٦/۷ تن در هکتار) و قابلیت هضم ماده آلی (۲۷/۳۱ و ۲۵/۲۳ درصد) را به خود اختصاص دادند. حداکثر پروتئین خام (۱۲/۸۵ درصد) و خاکستر (۱۷/۲۹ درصد) و حداقل میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۳۱/۰٦ درصد)، در تیمار تلفیقی اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به همراه تلقیح توأم بذور با کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی به دست آمد. همچنین کاربرد کودهای زیستی باعث بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شد.

نتیجه گیری : به طور کلی می‌توان تیمار تلفیقی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به همراه کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ را برای تولید علوفه کنگرفرنگی پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، پروتئین خام، فسفات بارور ۲، قابلیت هضم ماده آلی، نیتروکسین

Role of Nitrogen, Phosphorus and Bio-fertilizer in Improving Yield and Quality Indicators of Artichoke Fodder (*Cynara Scolymus* L.)

Marziyeh Allahdadi[1*], Yaghoub Raei[2], Babak Bahreininejad[3], Akbar Taghizadeh[4]

Received: October 26, 2019 Accepted: April 29, 2020

1- PhD In AgroEcology, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3- Assist. Prof., Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
4-Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author: allahdadi_m@yahoo.com

Abstract

Background & Objective: Considering the consequences of chemical fertilizers misuse and the positive effect of the biofertilizers application from economic and environmental aspects, this research was conducted to investigate the effect of these fertilizers on morphological traits, yield and quality of artichoke forage at the flowering stage.

Materials & Methods: A factorial experiment on the basis of randomized complete block design with three replications was conducted in Isfahan during two consecutive years (2014-2015 and 2015-2016). Plants received chemical fertilizer at three levels as 100% chemical fertilizer, 50% chemical fertilizer and control, and bio-fertilizer at four levels as control, inoculation with Nitroxin, Barvar 2 and inoculation with both bio-fertilizers in the first year and chemical fertilizer (100 kg $N.ha^{-1}$ for chemical fertilizer treatments) in the second year.

Results: The results showed that residual effect of 100% chemical fertilizer + 100 kg $N.ha^{-1}$ among different levels of chemical fertilizer and Nitroxin + Barvar 2, among biofertilizer levels had the highest dry forage yield (8.25 and 6.7 $ton.ha^{-1}$) and digestibility of organic matter (27.31% and 25.23%), respectively. Maximum crude protein (12.85%) and ash (17.29%) and minimum neutral detergent fiber (31.06%) were obtained at 100% residual chemical fertilizer combined with Nitroxin and Barvar 2 + 100 kg $N.ha^{-1}$. The application of biofertilizers also improved the morphological characteristics of the plant compared to the control treatment.

Conclusion: In general, the combination of 100% chemical fertilizer with Nitroxin and Barvar 2 can be recommended for artichoke forage production.

Keywords: Crude Protein, Neutral Detergent Fiber, Nitroxin, Organic Matter Digestibility, Phosphate Barvar 2

مقدمه

کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) گیاهی چندساله از خانواده Asteraceae است. ساقه این گیاه راست و شیاردار به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر است که در سال دوم رویش از مرکز برگ‌های طوقه‌ای می‌روید. ریشه حجیم و برگهای بسیار بزرگ، منقسم به قطعات نامنظم و دندانه

دار دارد. کاپیتول آن کروی فشرده، بسیار بزرگ و دارای گلهای لوله‌ای به رنگ آبی متمایل به بنفش محصور در براکته‌هایی با ظاهر متفاوت (بر حسب نژادهای مختلف گیاه) است (شرف الدین و همکاران ۲۰۰۷). این گیاه در بسیاری از نقاط جهان به عنوان علوفه خشک یا سیلو شده برای تغذیه دام‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (سلمان و همکاران ۲۰۱٤، اله دادی ۲۰۱۸، اله دادی و بحرینی نژاد ۲۰۱۸).

نیتروژن یکی از اجزای مهم کلروفیل و پروتئین است که رشد رویشی را تحریک می‌کند و همچنین کیفیت و تولید زیست توده محصولات علوفه‌ای را با افزایش محتوای پروتئین و عملکرد ماده خشک بهبود می‌دهد. فسفر به تدریج ارتفاع گیاه، قطر ساقه تعداد برگ‌ها و سطح برگ و عملکرد علوفه را افزایش می‌دهد (کوشوا و همکاران ۲۰۱۸).

کودهای زیستی، از جمله دستاوردهای کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شوند (آذرنیا و همکاران ۲۰۱۵). استفاده از این کودها به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار است (آروودا و همکاران ۲۰۱۳). کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده و جمعیت متراکمی از یک یا چند نوع موجود زنده مفید خاکزی و یا فراورده متابولیکی آن‌ها هستند (ورما و همکاران ۲۰۱٤). از مهمترین مزایای این کودها می‌توان به تأمین عناصر غذایی به صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیتهای حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و حفظ و حمایت از منابع خاک و آب و منابع انرژی غیرقابل تجدید اشاره کرد (آروودا و همکاران ۲۰۱۳.، ورما و همکاران ۲۰۱٤). این کودها به اندازه کودهای شیمیایی تأثیر آنی بر رشد ندارند، بنابراین کشاورزان اغلب سعی می‌کنند برای رشد و نمو محصول زراعی از کودهای شیمیایی استفاده کنند، اما بدیهی است که کودهای شیمیایی دوستدار محیط زیست نیستند و موجب آلودگی آب، هوا و خاک و از بین بردن باروری و حاصلخیزی خاک در درازمدت می‌شوند (آذرنیا و همکاران ۲۰۱۵). در چند سال اخیر نتایج زیادی در مورد اثر مثبت کودهای زیستی در گیاهان زراعی گزارش شده است. دربانی و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که کود زیستی نیتروکسین در تولید محصول ارزن علوفه‌ای (*Panucum miliaceum* L.) با کیفیت بالا مفید بود. در پژوهش کوشوا و همکاران (۲۰۱۸) به موازات کاربرد کود شیمیایی نیتروژنی و فسفردار استفاده از کودهای زیستی به ویژه آزوتوباکتر و آزوسپیریلوم به افزایش رشد، عملکرد و کیفیت سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) کمک کرد. در بررسی دیگر کاربرد قارچ مایکوریزا و باکتری تیوباسیلوس به همراه ورمی کمپوست، سبب بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کاسنی (*Cichorium intybus* L.) گردید و عملکرد ماده خشک، عملکرد پروتئین خام و عملکرد کربوهیدرات-های محلول در آب را افزایش داد (محمدزاده توتونچی و همکاران ۲۰۱۹).

با توجه به زیان‌ها و پیامدهای سوء مصرف کودهای شیمیایی و به خطر افتادن حیات و سلامتی انسان‌ها و سایر موجودات و همچنین با نظر به این مساله که کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثر مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی می‌توانند به عنوان جایگزین یا همراه مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشند، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف حاصلخیزی خاک (زیستی، شیمیایی و تلفیقی) بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت علوفه کنگرفرنگی در شرایط اقلیمی اصفهان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (زیستی، شیمیایی و تلفیقی) بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت علوفه کنگرفرنگی، پژوهشی در قالب

فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۱۲ متر از سطح دریا) طی دو سال متوالی (۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴) به اجرا در آمد. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	رس	سیلت (٪)	شن	بافت خاک
۲/۸	۷/۷	۰/۰۶۵	۰/۰۴	۱۲	۲۵۰	۳۱	۲۴	۴۵	لومی رسی

جدول ۲- میزان نیتروژن خاک در شروع سال دوم آزمایش

	نیتروژن کل (٪)
میانگین تیمارهای شیمیایی سال ۱۳۹۴	۰/۰۶
میانگین تیمارهای تلفیقی سال ۱۳۹۴	۰/۰۶

تیمارهای مورد آزمایش به صورت استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنی و فسفردار در سه سطح، A_1=عدم مصرف، A_2= ۵۰ درصد میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک و A_3= ۱۰۰ درصد میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک و سطوح کود زیستی در چهار سطح، B_1= نیتروکسین، B_2= فسفات بارور۲، B_3= فسفات بارور۲+ نیتروکسین و B_4= شاهد (عدم تلقیح) اعمال شدند. کودهای شیمیایی به نسبت ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره (نیمی در زمان کاشت و بقیه به صورت سرک در مرحله ۸-۷ برگی) و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار به صورت P_2O_5 (از منبع سوپر فسفات تریپل) مورد استفاده قرار گرفتند. کودهای زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری-های *Azotobacter / Azospirillum* و *Pseudomonas* تهیه شده از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا) به مقدار یک لیتر در هکتار و فسفات بارور ۲ (حاوی باکتری *Pseudomonas putida*-p13 و *Pantoea agglomerans*-p5 تهیه شده از شرکت زیست فناور سبز) به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار به صورت بذرمال در زمان کشت مورد استفاده قرار گرفتند. مجموع واحدهای آزمایشی ۳۶ عدد بود. طول هر کرت ۵ متر و عرض آن ۳/۵ متر در نظر گرفته شد که مشتمل بر ۵ ردیف با فاصله ۷۰ سانتی‌متر بود. فواصل بوته‌ها روی پشته ۳۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند (بحرینی نژاد و همکاران ۲۰۰۴). بذرها در تاریخ ۱۳۹۳/۰۲/۰۶ در وسط هر پشته کشت شدند و اولین آبیاری در همان روز انجام شد، آبیاری‌های بعدی در فاصله زمانی یک هفته انجام شد. در طول دوره داشت وجین علف‌های هرز به روش دستی صورت گرفت. با توجه به چند ساله بودن گیاه کنگرفرنگی، در سال دوم آزمایش عملیات کاشت انجام نشد و گیاهان در بهار پس از سپری نمودن فصل سرما به دلیل رشد مجدد به رشد طبیعی خود ادامه دادند. در سال دوم گیاهان مطابق نتایج آزمون خاک، کود نیتروژنی به نسبت ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (در مورد تیمارهای دارای کود شیمیایی) دریافت کردند و اثر باقیمانده کودهای سال قبل به همراه کود نیتروژن تکمیلی بر ویژگی‌های مختلف گیاه

ارزیابی گردید. صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد برگ در بوته و طول برگ در مرحله گلدهی تعیین شدند. برداشت نمونه‌ها جهت تعیین عملکرد و صفات کیفی در زمان گلدهی (۹٤/۰٤/۱۰) با حذف اثر حاشیه‌ای انجام گرفت. برای تعیین عملکرد علوفه یک متر مربع از هر کرت برداشت و بلافاصله در مزرعه وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه-گیری وزن خشک نمونه‌های برداشت شده از هر کرت به آزمایشگاه منتقل و در سایه خشک شده و سپس توزین شدند. یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر کرت جهت انجام تجزیه کیفی جدا شد و به اندازه یک میلی‌متر آسیاب شده و شاخص‌های کیفی شامل پروتئین خام[1]، قابلیت هضم ماده آلی[2]، الیاف نامحلول در شوینده خنثی[3] و خاکستر اندازه گیری شدند. پروتئین خام (CP) نمونه-ها با استفاده از روش میکرو کجلدال و از طریق اعمال ضریب ٦/۲۵ در میزان نیتروژن کل نمونه محاسبه شد. برای اندازه گیری مقدار خاکستر، از کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (انجمن شیمی دانان کشاورزی ۲۰۰۷). برآورد میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) به روش ون سست (۱۹۹۱) و با استفاده از دستگاه تعیین فیبر انجام شد. درصد قابلیت هضم ماده آلی (OMD) با استفاده از روش اندازه‌گیری تولید گاز به روش فدوراک و هرودی (۱۹۸۳) و معادله ارائه شده توسط منکی و همکاران (۱۹۷۹) و منکی و استنگیس (۱۹۸۸) محاسبه گردید.

$$OMD\ (\%DM) = 9+0.9991\times GP+0.0595\times CP+0.0181\times CA\ (n=200,\ r^2=0.92) \quad (\text{رابطه } ۱)$$

GP تولید گاز (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) در ۲٤ ساعت،CP پروتئین خام و CA درصد خاکستر تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با نرم افزار SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

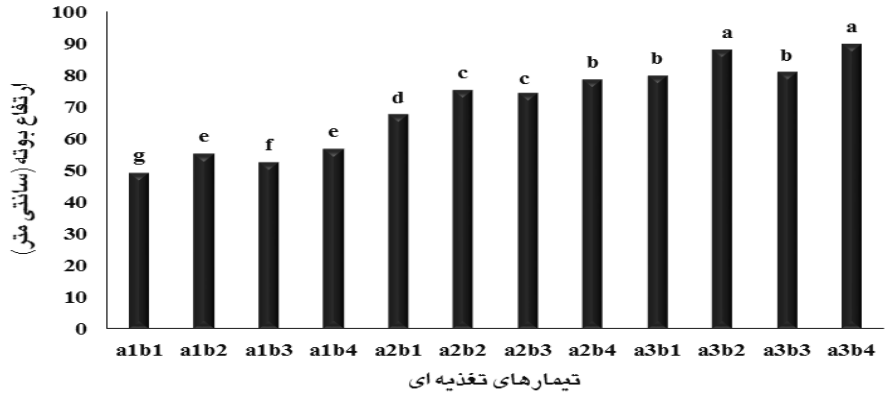
نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژیکی

ارتفاع بوته

اثرات اصلی و بر همکنش کودهای زیستی و شیمیایی بر ارتفاع بوته کنگرفرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در تمامی تیمارهای اعمال شده، ارتفاع گیاه افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. با افزایش سطوح کود شیمیایی از صفر تا ۱۰۰ درصد توصیه شده در کلیه سطوح کود زیستی ارتفاع بوته افزایش یافت. مصرف توأم دو کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در مقایسه با مصرف جداگانه هر یک از دو کود تأثیر بیشتری بر ارتفاع بوته کنگرفرنگی داشته است. بالاترین ارتفاع بوته با میانگین ۸۹/٦٦ و ۸۷/٦٦ سانتی‌متر به ترتیب به تیمارهای ترکیبی اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ نیتروکسین + فسفات بارور ۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی و اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ نیتروکسین+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی تعلق داشت و اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد (شکل ۱). ارتفاع بوته یک صفت ژنتیکی می‌باشد و تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرد و در این ارتباط مدیریت زراعی از جمله کاربرد مواد غذایی در خاک از عوامل عمده تأثیرگذار بر آن می‌باشد. اصولا علت افزایش ارتفاع در اثر کاربرد کود نیتروژنی را می-توان به اثر تشدید کنندگی نیتروژن در رشد رویشی و تقسیمات سلولی در اندام‌های گیاه به خصوص ساقه نسبت داد (مقدم و همکاران ۱۹۹۷). علاوه بر این می‌توان گفت باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر

[1] Crude protein
[2] Organic matter digestibility
[3] Neutral detergent fiber



شکل ۱- تأثیر کودهای شیمیایی بر ارتفاع بوته کنگرفرنگی در سطوح مختلف کودهای زیستی در مرحله گلدهی (شاهد(a1)، ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده +۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a2)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a3)، شاهد(b1)، نیتروکسین(b2)، فسفات بارور۲(b3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲(b4)) ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

تثبیت نیتروژن اتمسفری، با حل کردن مواد معدنی مانند فسفات و تولید سیدروفورها، تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و جیبرلین را افزایش داده و از این طریق ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد گیاه را افزایش می‌دهند که در نهایت منجر به افزایش طول میانگره‌ها می‌شوند. همچنین، یکی از مکانیزم‌های احتمالی دیگر این است که میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس برای باکتری، باعث افزایش تثبیت نیتروژن و در نتیجه افزایش رشد گیاه و به خصوص بخش هوایی آن شده است، زیرا برای تثبیت نیتروژن، انرژی فراوانی مورد نیاز است که با وجود فسفر کافی و ATP فراوان تأمین می‌شود (اولیورا و همکاران ۲۰۰۲). دلیل دیگر تاثیر کودها بر افزایش ارتفاع بوته را می‌توان اینگونه توجیه کرد که با مصرف کود، گیاهان آسانتر به عناصر غذایی دسترسی داشته و بهتر استقرار می‌یابند. بنابراین نیازی ندارند که حجم ریشه را افزایش دهند، در نتیجه انرژی زیادتری برای توسعه بخشهای هوایی صرف می‌کنند (زارع و همکاران ۲۰۱۳). ال آبجی (۱۹۹۳)، در پژوهشی در مصر با بررسی ۳ سطح پایین (۷۱ کیلوگرم کود نیتروژنی، ۵۷ کیلوگرم کود فسفردار و ۱۱۹ کیلوگرم کود پتاسه)، متوسط (۱۴۲ کیلوگرم کود نیتروژنی، ۱۱۴ کیلوگرم کود فسفردار و ۲۳۸ کیلوگرم کود پتاسه) و بالای مواد غذایی (۲۱۳ کیلوگرم کود نیتروژنی، ۱۷۱ کیلوگرم کود فسفردار و ۳۵۷ کیلوگرم کود پتاسه) بر ویژگی‌های مختلف گیاه کنگرفرنگی اظهار داشت که سطح متوسط مواد غذایی بهتر عمل نموده و باعث افزایش ارتفاع گیاه و تعداد برگها درگیاه کنگرفرنگی شد. بسیاری از محققین نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتری‌های محرک رشد و میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات را در گیاهان مختلف گزارش کردند. نجات زاده برندوزی و غلامی بروجنی (۲۰۱۴) با بررسی اثر کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی فسفات آمونیوم بر شوید (*Anethum graveolens* L.) اظهار داشتند که بالاترین ارتفاع گیاه در تیمار تلقیح با کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته جو بهاره (*Hordeum vulgare* L.) با مصرف ۵۰ درصد اوره+ کود زیستی فسفات بارور ۲ به دست آمد (کنعانی الوار و همکاران

۲۰۱۳). تلفیق باکتری‌های محرک رشد سودوموناس فلورسنت و سودوموناس پوتیدا باعث افزایش ارتفاع بوته ذرت سیلویی (*Zea mays* L.) نسبت به شاهد شد (عباسی و همکاران ۲۰۱۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و کودهای زیستی بر خصوصیات مورفولوژیکی کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	تعداد کاپیتول در بوته	طول برگ	تعداد برگ در بوته
تکرار	۲	۲۹/۳۶ ns	۰/۷۷ns	۱۳/۲۷ *	۲/۵۸**
کود شیمیایی	۲	۳۰۰۷/۵۳**	۹٤/٦۹**	۱۰۹۲/۷۷*	۹۱**
کود زیستی	۳	۱۵۷/۲٦**	۵/٤۳**	۱٤/۵٤*	۸/۵٤**
کود شیمیایی× کود زیستی	٦	۷/٤۵ **	۰/٤۳ ns	۰/۵۵۸ ns	۰/٤۰ns
خطا	۲۲	۲/۳۰	۰/۲۰	۱/٤۸	۰/٤۳
ضریب تغییرات(٪)		۲/۱۵	۷/۳۵	۱/۸٤	۳/۰۱

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

جدول ۴ - مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

کود شیمیایی	تعداد کاپیتول در بوته	طول برگ (cm)	تعداد برگ در بوته
شاهد	۲/٦٦ c	۵٦/٦۷ c	۹/۹۱ c
اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی+ ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی	٦ b	٦٦/٤۵ b	۱۲/۹۱ b
اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی	۸/۲۵ a	۷۵/۷۵ a	۱۵/٤۱ a

ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی بر خصوصیات مورفولوژیک کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

کود زیستی	تعداد کاپیتول در بوته	طول برگ (cm)	تعداد برگ در بوته
شاهد	٤/۸۸ c	٦۵/۱۱ c	۱۱/٦٦ c
نیتروکسین	۵/۷۷ b	٦٦/۷۲ b	۱۲/۸۸ b
فسفات بارور ۲	۵/۲۲ c	٦۵/٤٤ c	۱۲/٤٤ b
نیتروکسین+ فسفات بارور ۲	٦/٦٦ a	٦۷/۸۸ a	۱٤ a

ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

تعداد کاپیتول در بوته

نتایج تجزیه واریانس تعداد کاپیتول در بوته کنگرفرنگی حاکی از آن است که فقط اثرات اصلی کودهای شیمیایی و زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش سطوح کود شیمیایی از صفر تا ۱۰۰ درصد تعداد کاپیتول در بوته افزایش یافت. طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد کاپیتول در بوته مربوط به سطح اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی با میانگین ۸/۲۵ و کمترین تعداد کاپیتول مربوط به سطح شاهد با میانگین ۲/٦٦ می‌باشد (جدول ٤). در میان سطوح کود زیستی تیمار تلقیح توأم بذور نیتروکسین و فسفات بارور۲ و تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ٦/٦٦ و ٤/۸۸ بیشترین و کمترین تعداد کاپیتول در بوته را داشتند. همچنین تاثیر نیتروکسین بر تعداد کاپیتول بیشتر از فسفات بارور ۲ بود (جدول ٥). تأثیر مثبت نیتروژن و فسفر در افزایش تعداد گل در بوته در آزمایشات صورت گرفته روی گیاهان مختلف گزارش شده است. الدین و همکاران (۲۰۰۸) طی تحقیقی با کاربرد باکتری *Bacillus subtilis* در کشت گیاه زعفران اعلام کردند که استفاده از این باکتری تعداد گل در بوته را افزایش می‌دهد. در آزمایشی دیگر، اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد زعفران بررسی شده و مشخص گردید که اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن تر وخشک گل معنی‌دار شده و استفاده از کود زیستی می‌تواند تا ۲٦ درصد به افزایش تعداد گل و عملکرد کلاله نسبت به شاهد کمک کند (کوچکی و همکاران ۲۰۱۱). کریم نژاد و پازوکی (۲۰۱۵) با مطالعه تأثیر کود شیمیایی نیتروژنی و کود زیستی بر بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) مشاهده کردند که یک روند افزایشی بین مصرف کود نیتروژنی و افزایش تعداد کاپیتول در بوته بابونه آلمانی وجود داشت. بیشترین تعداد کاپیتول در بوته به تیمار کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن متعلق بود و کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تعداد کاپیتول در بوته را ۲۱/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

تعداد برگ در بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳)، اثر اصلی کودهای شیمیایی و زیستی برای صفت تعداد برگ در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین سطوح کود شیمیایی نشان می‌دهد که سطح اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی بیشترین تعداد برگ در بوته را با میانگین ۱۵/٤۱ تولید کرد و کمترین تعداد برگ با میانگین ۹/۹۱ به سطح عدم به کارگیری کود تعلق داشت. به طور کلی، با افزایش سطوح کود شیمیایی تعداد برگ در بوته افزایش یافت (جدول ٤). تلقیح توأم بذور با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در میان سطوح کود زیستی بیشترین تعداد برگ در بوته را با میانگین ۱٤ به خود اختصاص داد و سطوح تلقیح بذور با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به صورت جداگانه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ٥). محققان نشان دادند که کاربرد عناصری مانند نیتروژن (لانکنیگر و رابسون ۱۹۹٤) و فسفر (پیسل ۱۹۷۷)، به دلیل افزایش سرعت ظهور برگ منجر به افزایش تعداد برگ در بوته می‌شود. نتایج یک پژوهش نشان داد که حداکثر تعداد برگ ذرت در تیمار کاربرد همزمان باکتری‌های محرک رشد و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و به همراه مقادیر کاهش یافته نیتروژن و فسفر همراه با پتاسیم توصیه شده حاصل شد (عباس و همکاران ۲۰۱۳). مطالعات ابوالیزید و ابوعلی (۲۰۱۱) نشان داد که تعداد برگ گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) تحت تأثیر کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات همراه با سنگ فسفات در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود و علت این مسأله را مقادیر بالای فسفر

قابل دسترس در مقایسه با سایر تیمارها ذکر نمودند. عباسی و همکاران (۲۰۱٦) گزارش دادند که تعداد برگ ذرت سیلویی در تلقیح با باکتری‌های سودوموناس فلورسنت و سودوموناس پوتیدا باعث افزایش تعداد برگ نسبت به شاهد شد و تاثیر تلقیح با باکتری فلورسنت بیشتر از تلقیح با باکتری پوتیدا بود. در تحقیقی ساکیا و همکاران (۲۰۱۰) افزایش تعداد برگ لگومها در اثر کاربرد کود اوره را به تأثیر عنصر نیتروژن بر فرآیند فتوسنتز و تقسیم سلولی که منجر به افزایش رشد رویشی و سطح سبز گیاه می‌شود نسبت دادند. حکم علی پور و همکاران (۲۰۱۲) علت افزایش تعداد برگ در گیاه جو را تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (به کارگیری توأم ازتوباکتر و آزوسپریلوم) که سبب افزایش سرعت ظهور برگ می‌گردد بیان نمودند.

طول برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی کودهای شیمیایی و زیستی بر طول برگ کنگرفرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش سطوح کود شیمیایی از صفر تا ۱۰۰ درصد، طول برگ گیاه به صورت معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین میزان آن در سطح اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی حاصل شد (جدول ٤). تلقیح توام بذور با نیتروکسین و فسفات بارور ۲ بیشترین طول برگ را تولید کرد و تیمار کاربرد فسفات بارور ۲ هم از لحاظ آماری با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٥). افزایش نیتروژن قابل دسترس در طول دوره رشد گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه طول و عرض آن می‌شود (بوالحسنی و همکاران ۲۰۱٤). نتایج سایر محققین نیز تأثیر مثبت کودهای زیستی بر طول برگ را مورد تأیید قرار می‌دهد. حجازی و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیشترین طول برگ گیاه کنگرفرنگی را با مصرف ۲٥۰ کیلوگرم اوره در هکتار گزارش کردند. به گزارش رسولی و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد، سبب افزایش طول و شاخص سطح برگ زعفران (*Crocus sativus* L.) گردید. همچنین نتایج پژوهش بلندنظر و همکاران (۲۰۱٤) نشان داد که طول برگ پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) رقم آذرشهر در اثر تلقیح با کود زیستی بارور ۲ افزایش داشته است.

عملکرد و شاخص‌های کیفی علوفه

عملکرد علوفه تر

اثرات اصلی کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد علوفه تر کنگرفرنگی در مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). بیشترین میزان عملکرد با میانگین ٦٦/۰٥ تن در هکتار از تیمار اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار اثر باقیمانده ٥۰ درصد کود شیمیایی+ ٥۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی و شاهد داشت (جدول ۷). استفاده از کودهای زیستی نیز سبب افزایش عملکرد علوفه نسبت به سطح شاهد گردید و بیشترین میزان عملکرد با میانگین ٥۳/٦ تن در هکتار به تیمار کاربرد همزمان نیتروکسین و فسفات بارور ۲ اختصاص داشت که با تیمار نیتروکسین اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۸). نتایج آزمایشی نشان داد که افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، عملکرد علوفه تر ذرت، ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) و سورگوم را افزایش داد و بین سطوح کودی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری معنی-داری وجود نداشت (خالص‌رو و همکاران ۲۰۱۲). کمترین عملکرد هم در تیمار شاهد بدست آمد. بیشترین عملکرد علوفه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با کاربرد کود تلفیقی نیتروکسین و فسفات فسفات بارور ۲ و با کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل حاصل شد (آقا بابا دستجردی و همکاران ۲۰۱٤). مصرف کود شیمیایی و کودهای زیستی (ریزوبیوم، آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و

سودوموناس) سبب افزایش عملکرد علوفه تر ذرت علوفه‌ای به نسبت ٤٢ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد (برومند و همکاران ۲۰۱۲).

عملکرد علوفه خشک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد علوفه خشک کنگرفرنگی در مرحله گلدهی به لحاظ آماری به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد اما بر همکنش آنها در مورد این صفت معنی‌دار نبود (جدول ٦). مقایسه میانگین مربوط به اثر اصلی کود شیمیایی بر عملکرد علوفه کنگرفرنگی نشان داد که اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی بیشترین عملکرد علوفه با میزان ۸/۲۵ تن در هکتار را به خود اختصاص داد که درصد قابل ملاحظه‌ای نسبت به سطح شاهد افزایش نشان داد (جدول ۷). در بین سطوح کود زیستی، تلقیح همزمان بذور با نیتروکسین و فسفات بارور ۲ بیشترین عملکرد را به میزان ٦/۷ تن در هکتار داشت که با سطح تلقیح بذور با نیتروکسین در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۸). افزایش در عملکرد ماده خشک گیاه، می‌تواند در ارتباط با افزایش سطح برگ، تعداد برگ‌ها و همچنین افزایش میزان فتوسنتز، ناشی از تأثیر عمده نیتروژن در تیمارهای کودی باشد. در تیمار تلقیح با کود زیستی نیتروکسین تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش رشد پیکره رویشی و بیوماس و در نتیجه افزایش عملکرد علوفه شد. باکتری-های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس با تولید ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می‌شوند. اثرات هم افزایی متقابل باکتری-ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید ماده خشک در گیاه است. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی با تولید هورمون‌های محرک رشد باعث توسعه سیستم ریشه‌ای و در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شوند که این امر موجب بهبود عملکرد گیاه می‌شود. ال آبجی (۱۹۹۳)، در پژوهشی در مصر با کاربرد سه سطح پایین، متوسط و بالای مواد غذایی در کشت کنگرفرنگی، نتیجه گرفت که سطح متوسط مواد غذایی بهتر عمل نموده و باعث افزایش وزن خشک و تر گیاه می‌شود. بررسی اثر مقادیر مختلف کود زیستی نیتروکسین بر گیاه علوفه‌ای تاج

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و برخی صفات کیفی علوفه کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	پروتئین خام	خاکستر	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	قابلیت هضم ماده آلی
تکرار	۲	۳۱۱/٤۸**	٤/۸٦**	۱/۲۷**	۲/۱۱**	۱۲/۹٦**	٦/۷۲**
کود شیمیایی	۲	۲۷٤۰/٤۷**	٤۲/۸۲**	۲۸/٤۳**	۱۹/٦٥**	٥۷۱/۷۹**	۱٤۹/۹۸**
کود زیستی	۳	٦۰/۷۰*	۰/۹٤*	۲/٦۱**	۳/۱**	۳۲/٥٥**	۱۲/۲٤**
کود شیمیایی× کود زیستی	٦	٤/٤٤^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۳۳**	۰/۷۰**	۹/٥۳**	۰/۸۸^{ns}
خطا	۲۲	۱٥/٦٤	۰/۲٤	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۸٥	۰/٤٤
ضریب تغییرات (٪)		۷/۸٥	۷/۸٦	۲/٦۸	۱/۹۲	۲/٤٤	۲/۷۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر سطوح کود شیمیایی بر عملکرد علوفه تر و خشک و قابلیت هضم ماده آلی کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

کود شیمیایی	عملکرد علوفه تر ($t.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک ($t.ha^{-1}$)	قابلیت هضم ماده آلی (٪)
شاهد	۳۵/۹۱ c	٤/٤٨ c	۲۰/۲۳ c
اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی+ ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی	٤۹/۰٤ b	٦/۱۳ b	۲۳/۸۱ b
اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی	٦٦/۰۵ a	۸/۲۵ a	۲۷/۳۱ a

ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر عملکرد علوفه تر و خشک و قابلیت هضم ماده آلی کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

کود زیستی	عملکرد علوفه تر ($t.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک ($t.ha^{-1}$)	قابلیت هضم ماده آلی (٪)
شاهد	٤۷/۹۲ b	۵/۹۹ b	۲۱/۵۵ d
نیتروکسین	۵۱/۲۱ ab	٦/٤ ab	۲٤/۱۱ b
فسفات بارور ۲	٤۸/٦۰b	٦/۰۷ b	۲۳/۲۸ c
نیتروکسین+ فسفات بارور ۲	۵۳/٦۰a	٦/۷ a	۲۵/۲۳ a

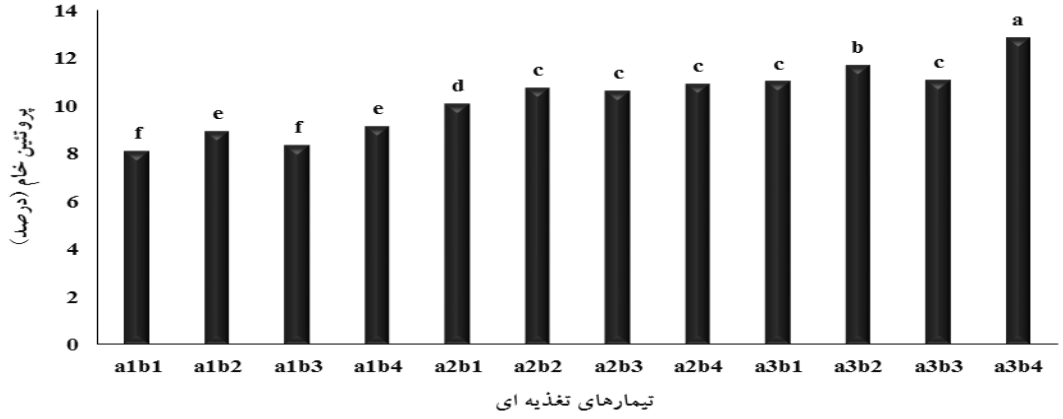
ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

خروس (*Amaranthus retroflexus*) نشان داد که با افزایش میزان کاربرد نیتروکسین وزن تر و خشک گیاه افزایش می‌یابد (رهی ۲۰۱۳). رامانجانلو و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که کاربرد ازتوباکتر به همراه باکتری حل‌کننده فسفات باعث افزایش وزن خشک علوفه سورگوم می‌شود. ریزوباکتریهای محرک رشد بالاترین عملکرد ماده خشک را در چچم ایتالیایی (*Lolium perenne*) تولید کردند (یولسو و همکاران ۲۰۱۱).

پروتئین خام (CP)

تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی و اثر متقابل آن‌ها بر درصد پروتئین خام علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). همانطور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، درصد پروتئین خام از ۸/۰۹ درصد در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) تا ۱۲/۸۵ درصد در تیمار تلفیقی اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ نیتروکسین + فسفات بارور ۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی متغیر بود. در بین تیمارهای تلفیقی تیمار اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ نیتروکسین + فسفات بارور ۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی با ۱۲/۸۵ درصد، بیشترین میزان پروتئین را داشت که نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی را نشان داد. در بین تیمارهای ترکیبی تیمارهای تلقیح با نیتروکسین و تلقیح همزمان با نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در یک گروه قرار گرفتند و اثر نیتروکسین به طور معنی‌داری بیشتر از فسفات بارور ۲ بود. همچنین تیمارهای اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی + نیتروکسین+ فسفات بارور۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی، اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی، اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی + فسفات بارور۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی هم از لحاظ آماری

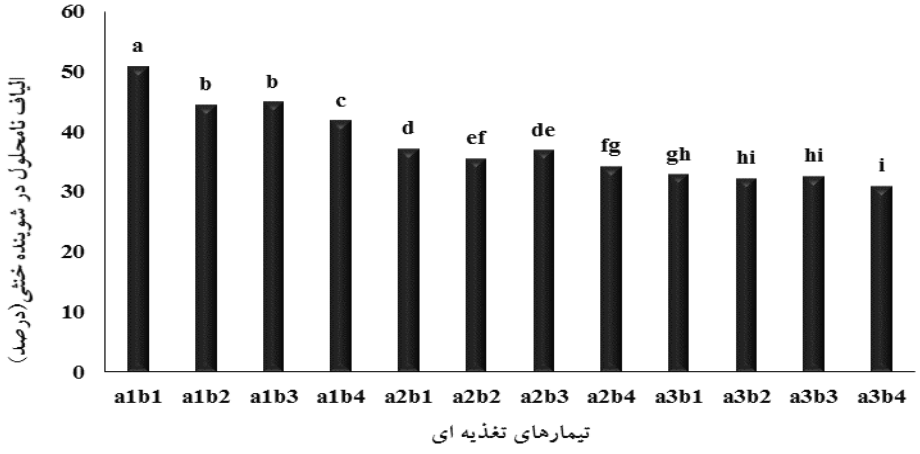
تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (شکل ۲). مطالعه ضرایب همبستگی صفات نشان داد که پروتئین خام با خاکستر و قابلیت هضم ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و رابطه بین الیاف نامحلول در شوینده خنثی با پروتئین خام منفی و معنی‌دار بود (جدول ۹). پروتئین یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی مربوط به علوفه است و کیفیت علوفه رابطه مثبتی با میزان این صفت دارد. کمترین میزان پروتئین خام برای حفظ وضعیت گوارش نشخوارکنندگان در حالت نگهداری، ۷ درصد گزارش شده است (ارزانی و همکاران ۲۰۰۶). بنابراین با توجه به اینکه میزان پروتئین خام بالاتر از ۸ درصد می‌باشد، این گیاهان می‌توانند به راحتی نیازهای نگهداری یک واحد دامی را برآورده نمایند. با افزایش مقدار مصرف کود شیمیایی همراه با کاربرد کودهای نیتروکسین و فسفات بارور ۲، درصد پروتئین خام نیز روند افزایشی داشت. در واقع به علت نقش انکار ناپذیر نیتروژن در ساختمان پروتئین‌ها، مصرف کود اوره سبب افزایش درصد پروتئین گردیده است. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم باعث افزایش قابل توجه میزان پروتئین در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها شده است. به نظر می‌رسد که به واسطه نقش باکتری سودوموناس در تنظیم و تولید هورمونهای محرک رشد و از طریق بهبودی که در مقدار فسفر و تثبیت نیتروژن و افزایشی که به دنبال آن بر رشد، نمو و بیوماس گیاه دارند در کنار کود نیتروژن به جذب بیشتر نیتروژن و افزایش نیتروژن جذبی گیاه می‌گردد افزایش غلظت نیتروژن و تحریک رشد اندام های هوایی گیاه با افزایش تغذیه فسفر همراه است از اینرو تأثیر سودوموناس بر میزان نیتروژن به طور غیر مستقیم از طریق بهبود وضعیت فسفر گیاه که ناشی از همزیستی باکتریایی است اعمال می‌شود. با افزایش مصرف کود شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل در کلیه سطوح کود زیستی میزان پروتئین خام علوفه افزایش یافت چون نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه ضروری شرکت می‌کند و از اجزای ساختمان پروتئین می‌باشد علاوه بر این عنصر غذایی فسفر در بهبود ساخت اسید آمینه نقش ایفا می‌کند (سالاردینی ۲۰۰۹). اثر سطوح مختلف کود نیتروژنی و کودهای زیستی بر سورگوم علوفه‌ای نشان داد که بالاترین میزان پروتئین خام در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به صورت تفاله کرچک) به همراه تلقیح با آزوسپیریلیوم حاصل می‌شود (یاداو و همکاران ۲۰۰۷). نتایج یک تحقیق نشان داد که ریزوباکتری‌های محرک رشد به همراه کاربرد کود دامی، غلظت پروتئین را در چچم ایتالیایی افزایش دادند (یولسو و همکاران ۲۰۱۱).



شکل ۲- اثر کودهای شیمیایی بر درصد پروتئین خام علوفه کنگرفرنگی در سطوح مختلف کودهای زیستی در مرحله گلدهی (شاهد(a1)، اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده +۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a2)، اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a3)، شاهد(b1)، نیتروکسین(b2)، فسفات بارور۲(b3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲(b4)) ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثر متقابل آن ها بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی در زیستی، بیشترین میزان NDF در تیمار شاهد به میزان ۵۰/۹۷ درصد و کمترین آن معادل ۳۱/۰٦ درصد در تیمار اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+نیتروکسین+ فسفات بارور ۲+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی بدست آمد. با افزایش مصرف کود شیمیایی از صفر تا ۱۰۰ درصد توصیه شده همراه با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲، محتوای NDF علوفه کاهش یافت. تیمارهای تلقیح بذر با نیتروکسین و فسفات بارور۲ هم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۳). الیاف نامحلول در شوینده خنثی با پروتئین خام، خاکستر و قابلیت هضم ماده آلی همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۹). الیاف نامحلول در شوینده خنثی جزو کربوهیدرات ساختاری در گیاهان هستند و به عنوان عامل پیشبینی مقدار مصرف خوراک مطرح شده‌اند. مقادیر بالای این پارامتر نشان دهنده قابلیت هضم ضعیف‌تر علوفه است و علوفه دارای NDF کمتر، از ارزش غذایی نسبتاً بیشتری در مقایسه با زمانی که درصد NDF آنها بالاتر باشد، برخوردار است (چن و همکاران ۲۰۰۱.، یوسفیان و همکاران ۲۰۱٦). اثر مثبت کاربرد کود زیستی در کاهش میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سایر گیاهان نیز گزارش شده است. استفاده از باکتری سودوموناس الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه جو را تا ٥۰/٤ درصد کاهش داد اگرچه، پایین‌ترین میزان NDF با استفاده از ٦۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به دست آمد (مهرورز و چایچی ۲۰۰۸). عباسی و همکاران (۲۰۱٦) با بررسی اثر باکتری‌های سودوموناس فلورسنت ۱٦۹، سودوموناس فلورسنت ۷۹، سودوموناس پوتیدا ۱۰۸ و سودوموناس پوتیدا ۱۵۹ در ذرت سیلویی اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد با افزایش رشد و تعداد برگ باعث کاهش درصد دیواره سلولی می‌شوند.



شکل ۳- اثر کودهای شیمیایی بر میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه کنگرفرنگی در سطوح مختلف کودهای زیستی در مرحله گلدهی (شاهد(a1)، اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده +۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a2)، اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a3)، شاهد(b1)، نیتروکسین(b2)، فسفات بارور۲(b3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲(b4)) ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین برخی صفات کیفی علوفه کنگرفرنگی در مرحله گلدهی

صفات	پروتئین خام	خاکستر	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	قابلیت هضم ماده آلی
پروتئین خام	۱			
خاکستر	۰/۸۱**	۱		
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	-۰/۸۷**	-۰/۹۲**	۱	
قابلیت هضم ماده آلی	۰/۹٤**	۰/۸۷**	-۰/۸۷**	۱

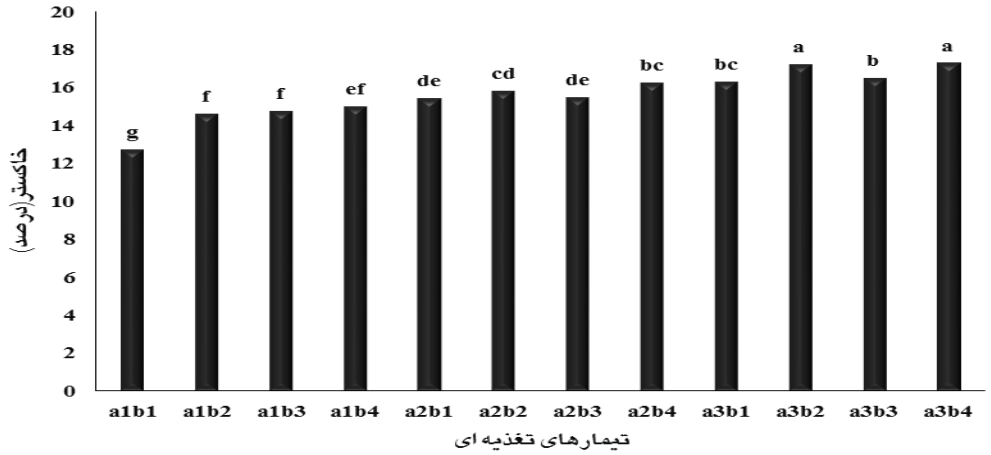
** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

خاکستر

جدول تجزیه واریانس (جدول ٦) نشان می‌دهد که اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثر متقابل کود زیستی × شیمیایی بر میزان خاکستر علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. محتوای خاکستر گیاه از ۱۲/۷۱ در تیمار شاهد تا ۱۷/۲۹ درصد در تیمار تلفیقی اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ نیتروکسین+ فسفات بارور ۲+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی متغیر بود. شکل ٤ نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تلقیح بذور با نیتروکسین، فسفات بارور۲ و تلقیح همزمان با این دو کود زیستی از نظر درصد خاکستر کل وجود ندارد. رابطه بین درصد خاکستر با الیاف نامحلول در شوینده خنثی منفی و معنی‌دار بود و مطالعه ضرایب همبستگی سایر صفات نشان داد که بین درصد خاکستر با پروتئین خام و قابلیت هضم ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۹). افزایش غلظت اکثر عناصر غذایی سبب افزایش درصد خاکستر علوفه می‌شود که نماینده محتوای کل عناصر غذایی موجود در گیاه می‌باشد. باقری ده آبادی و همکاران (۲۰۱۷) افزایش خاکستر کل را به جذب بیشتر و بهتر عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن، نسبت دادند و اظهار داشتند که این عناصرسبب رشد بهتر ریشه و گسترش بیشتر آن در خاک می‌گردند که این امر سبب جذب بیشتر مواد معدنی می‌شود. پشت دار و همکاران (۲۰۱۲) با مقایسه بین تأثیر استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه و کودهای شیمیایی بر کیفیت و عملکرد علوفه ذرت اظهار داشتند که این باکتری‌ها به جذب مواد معدنی مختلف توسط گیاه کمک می‌کنند و مسئول محتوای خاکستر بالاتر هستند. در گیاه جو استفاده از میکوریزا توانست میزان خاکستر را در حد قابل قبولی افزایش دهد (مهرورز و چایی چی ۲۰۰۸).

قابلیت هضم ماده آلی (OMD)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی کود شیمیایی و زیستی روی قابلیت هضم ماده آلی علوفه در مرحله گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٦). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح کود شیمیایی با افزایش سطوح کود شیمیایی از ۰ تا ۱۰۰ درصد قابلیت هضم علوفه افزایش یافت و بیشترین درصد قابلیت هضم ماده آلی مربوط به اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی با میانگین ۲۷/۳۱ درصد بود (جدول ۷). مقایسه میانگین سطوح کود زیستی نشان داد که تلقیح توأم بذور با نیتروکسین و فسفات بارور ۲ و



شکل ۴- اثر کودهای شیمیایی بر میزان خاکستر علوفه کنگرفرنگی در سطوح مختلف کودهای زیستی مرحله گلدهی (شاهد(a1)، اثر باقیمانده ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده +۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a2)، اثر باقیمانده ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده+ ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تکمیلی (a3)، شاهد(b1)، نیتروکسین(b2)، فسفات بارور۲(b3)، نیتروکسین + فسفات بارور۲(b4)) ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می باشند.

سطح شاهد با میانگین ۲۵/۲۳ و ۲۱/۵۵ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد قابلیت هضم علوفه را به خود اختصاص دادند (جدول ۸). درصد قابلیت هضم ماده آلی با الیاف نامحلول در شوینده خنثی همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد و همبستگی این صفت با سایر صفات مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۹). نتایج یک پژوهش نشان داد که قابلیت هضم سورگوم علوفه‌ای با استفاده از تیمار تلفیقی۵۰ ٪ اوره + ۵۰ ٪ سوپرفسفات تریپل + فسفات بارور ۲ به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (اسحقی سردرود و همکاران ۲۰۱۳). حسن و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی اثر کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژنی بر روی قابلیت هضم آزمایشگاهی در علوفه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) اظهار داشتند که بالاترین قابلیت هضم ماده آلی با کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد و کمترین مقدار آن درشرایط بدون کاربرد کود نیتروژنی به دست آمد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه به همراه کودهای شیمیایی می‌تواند در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و کیفیت علوفه کنگر فرنگی موثر باشد. اما کاربرد این باکتری‌ها به تنهایی قادر به تأمین کامل عناصر غذایی مورد نیاز این گیاه به خصوص در خاک‌های فقیر نیست لذا با توجه به فقیر بودن خاک محل آزمایش و نیاز غذایی گیاه می‌توان تیمار تلفیقی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به همراه کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ را برای تولید علوفه کنگرفرنگی پیشنهاد نمود.

منابع مورد استفاده

Abasi R, Siadat SA, Bakhshandeh A and Mosavi SY. 2016. Effect of plant growth-promoting bacteria on quantitative and qualitative yield of forage maize. Journal of Crop Production and Processing, 6(21): 133-145. (In Persian).

Abbas Z, Zia MA, Ali SH, Abbas Z, Waheed A, Bahadur A, Hameed T, Iqbal A, Muhammad I, Roomi1 S, Zulfiqar Ahmad M and Sultan T. 2013. Integrated effect of plant growth promoting rhizobacteria, phosphate solubilizing bacteria and chemical fertilizers on growth of maize original research article. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6(13): 913-921.

Abou El-yazeid A and Abou-Aly HE. 2011. Enhancing growth, productivity and quality of tomato plants using phosphate solubilizing microorganisms. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7): 371-379.

Agha Baba Dastjerdi M, Amini Dehaghi M, Chaichi MR and Bosaghzadeh Z. 2014. Evaluation of biomass production and some quality characteristics of fennel in different fertilizing systems. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(2): 369-377. (In Persian).

Allahdadi M and Bahreininejad B. 2018. Evaluation of the effect of type and amount of fertilizer management on some silage characteristics of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) in Isfahan. Iranian Journal of Field Crops Research, 16(4): 847-860. (In Persian).

Allahdadi M. 2018. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on silage quality of Artichoke (*Cynara scolymus* L.). Azarian Journal of Agriculture, 1(5): 28-34.

AOAC, 2007. Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemists, Arlington, USA.

Arzani H, Basiri M, Khatibi F and Ghorbani G. 2006. Nutritive value of some Zagros mountain rangeland species. Journal of Small Ruminant Research, 65: 128-135.

Azarnia M, Safikhani S and Biabani A. 2015. The effect of bio-fertilizer on crops yield, sustainable agriculture and organic farming. Journal of Biosafety, 8 (2):85-97. (In Persian).

Bagheri Dehabadi M, Moghadam H, Chaichi M R and Zilouie N. 2017. The mycorrhiza and iron and zinc foliar application on quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Crop Improvement (Journal of Agricultural Crops Production), 19(3): 799-815. (In Persian).

Bahreininejad B, Bagher Zadeh K, Dastjerdi F and Baba Khanlu P. 2004. Determine appropriate densities and nitrogen fertilizer on *Cynara scolymus* L. Research Institute of Forests and Rangelands. (In Persian).

Bolandnazar S, Khorsandi S and Adlipoor, M. 2014. The effect of bio-fertilizer (Phosphate Barvar 2) on Onion (*Allium cepa* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(2): 19-30. (In Persian).

Bolhasani N, Ghasemnezhad A and Baranimotlagh M. 2014. Effects of sewage sludge and zeolite on the Artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaf yield and leaf quality. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 4(1): 165-181. (In Persian).

Boroumand A, Sajedi N and Changizi M. 2012. Effect of fertilizers application and plant growth promoting rhizobacteria on Forage yield in maize (*Zea mays* L.). New Finding in Agriculture, 6(4): 295-307. (In Persian).

Chen CS, Wang SM and Chang YK. 2001. Climatic factors, acid detergent fiber, natural detergent fiber and crude protein contents in digitgrass. 632-634. In: Proceeding of the XIX International Grassland Congress, Brazil.

Darbani M, Masoud Sinaki J, Dashtban, A and Pazoki A. 2017. Effects of Nitroxin Fertilizer on Physiological Characters Forage Millet under Irrigation Cessation. Journal of Chemical Health Risks, 7(4): 313–318.

El-Abagy HM. 1993. Physiological studies on growth, yield and quality of artichoke. Ph.D. thesis, Zagazig University, Benha Branch, Moshtohor, Egypt.

Eldin MS, Elkholy S, Fernandez JA, Junge H, Cheetham R, Guardiola J and Weathers P. 2008. *Bacillus subtilis* FZB24 affects flower quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). Planta Medica, 13(74): 16–20.

Eshaghi Sardrood SN, Raei R, Bagheri Pirouz A and Shokati B. 2013. Effect of chemical fertilizers and bio-fertilizers application on some morpho-physiological characteristics of forage sorghum. International journal of Agronomy and Plant Production, 4(2): 223-231.

Salman FM and Ahmed SM. 2014. Utilization of artichoke (*Cynara scolymus*) by-products in sheep feeding. American Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 14 (7): 624-630.

Fedorak PM and Hrudey SE. 1983. A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. Environmental Science & Technology Letters, 4: 425-435.

Hasan MR, Akbar MA, Khandaker ZH and Rahman MM. 2010. Effect of nitrogen fertilizer on yield contributing character, biomass yield and nutritive value of cowpea forage. Bangladesh Journal of Animal Science, 39(1&2): 83 – 88.

Hejazi S, Mirhadi MJ, Nourmohammadi G and Dehghanzadeh H. 2013. The effect of planting date, organic and nitrogen manures on morphological traits and chlorogenic acid of artichoke (*Cynara scolymus* L.). International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(1): 45-49.

Hokmalipour S, Mirshekari B, Seyed Sharifi R, Farah Vash F and Ebadi Khazineh Ghadim A. 2012. The effect of seed inoculation with plant growth bacteria (PGPR) on different nitrogen and phosphorus fertilizers on barley (*Hordeum vulgar* L.) leaf occurrence and growth. Iranian Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 26 (4): 403-413.

Kanaani Alvar A, Raei Y, Zehtab Salmasi S and Nasrollahzadeh S. 2013. Study the effects of biological and nitrogen fertilizers on yield and some morphological traits of two spring barley (*Hodeum vulgare* L.) varieties under rainfed conditions. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23(1): 19-29. (In Persian).

Kariminejad M and Pazoki A. 2015. Effect of biological and chemical nitrogen fertilizers on yield, yield components and essential oil content of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in Shahr-e-Ray Region. Biological Forum – An International Journal, 7(1): 1698-1703.

Khalesro SH, AghaAlikhani M and Modarres Sanavy SA. 2012. Effect of nitrogen rate on quantitative and qualitative forage yield of maize, pearl millet and sorghum in double cropping system. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(6): 930-938. (In Persian).

Koocheki A, Jahani M, Tabrizi L and Mohammadabadi AA. 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Soil and Water Conservation, 25(1): 196-206. (In Persian).

Kushwaha M, Singh M, Pandey AK and Kar S. 2018. Role of nitrogen, phosphorus and bio-fertilizer in improving performance of fodder sorghum - a review. Journal of Hill Agriculture 9(1): 22-29.

Longnecker N and Robson A. 1994. Leaf emergence of spring wheat receiving varying nitrogen supply at different stages of development. Annals of Botany, 74: 1–7.

Mehrvarz S, Chaichi MR and Alikhani HA. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms andphosphorus chemical fertilizer on forage and grainquality of barley (*Hordeum vulgare* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3(6): 855-860.

Menke KH and Steingass H. 1988. Estimation of the energeticfeed value from chemical analysis and in vitro gasproduction using rumen fluid. Animal Research Development, 28: 7-55.

Menke KH, Rabb L, Saleweski A, Steingass H, Fritz D and Schnider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feed stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor In vitro. Journal of Agricultural Sciences, 93: 217-222.

Moghaddam M, Ehdaie B and Waines J D G. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. Euphytica, 95: 361-369.

Mohammadzadeh Toutounchi P, Pirzad A and Jalilian J. 2019. Effect of biofertilizers and vermicompost on yield and forage quality of chicory under rainfed condition. Journal of Crops Improvement, 21(2): 195-207. (In Persian).

Nejatzadeh-Barandozi F and Gholami-Borujeni F. 2014. Application of different fertilizers on morphological traits of dill (*Anethum graveolens* L.). Organic and Medicinal Chemistry Letters 4:4.

Olivera M, Iribarne C and Lluch C. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N_2 fixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain 102: 157-160.

Peaslee DE. 1978. Relationships between relative crop yields, soil test phosphorus levels, and fertiliser requirements for phosphorus. Communications in soil science and plant analysis, 9: 429-442

Poshtdar A, Siadat SA, Abdali mashhadi A, Moosavi SA and Hamdi H. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of Maize under different organic seed bed. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (11): 713-717.

Rahi AR. 2013. Effect of nitroxin biofertilizer on morphological and physiological traits of *Amaranthus retroflexus*. Iranian Journal of Plant Physiology, 4 (1): 899-905.

Ramanjaneyulu AV, Giri G and Kumar SR. 2010. Bio fertilizers, nitrogen and phosphorus on yield and nutrient economy in forage sorghum affected by nutrient management in preceding mustard. Bio-Resource Management, 2: 66-68.

Rasuli Z, Farahani SM and Besharati H. 2013. Response of some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) to different fertilizer sources. Journal of Soil Research, 1: 46-35. (In Persian).

Saikia SP, Dutta SP, Goswami A, Bhau BS and Kanjilal PB. 2010. Role of *Azospirillum* in the improvement of legumes. In: Microbes for Legume Improvement, Springer Vienna p. 389-408.

Salardini AF. 2009. Soil fertility, University of Tehran Press. 434 pages. (In Persian).

Sharaf-Eldin MA, Schnitzler WH, Nitz G, Razin A and El-Oksh M. 2007. The effect of gibberellic acid (GA_3) on some phenolic substances in globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori). Scientia Horticulturae, 111: 326–329.

Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Yadav PC, Sadhu AC and Swarnkar PK. 2007. Yield and quality of multi-cut forage sorghum (*Sorghum sudanense*) as influenced by integrated nitrogen management. Indian Journal of Agronomy, 52: 330-334.

Yolcu H, Turan M, Lithourgidis A, Çakmakçi R and KOÇ A. 2011. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi-arid conditions. Australian Journal of Crop Science, 1730-1736.

Yousefian S, Teimouri Yansari A and Chashnidel Y. 2016. The effect of particle size and indigestible NDF on growing lamb performance. Journal of Ruminant Research, 4(3): 135-156.

Zare S, Sirousmehr A, Ghanbari A and Tabatabaei S. 2013. The effect of different rates of municipal compost and N fertilizer on the essential oil and some vegetative characteristics of Summer Savoury (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 11(1): 191-199. (In Persian).