Archive of SID

Plant Prod., 43(2) (2020) 185-198
DOI: 10.22055/ppd.2019.27736.1678

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

The Effects of Biological and Chemical Nitrogen Fertilizers and Iron Micronutrient on Forge Quality and Yield of Maize (*Zea mays* L.)

Hoda Mohammadi[1], Gholamreza Heidari[2]* and Yousef Sohrabi[3]

1- M.Sc. Graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran (g.heidari@uok.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: 6 December, 2018 Accepted: 30 October, 2019

Abstract

Background and Objectives
Improving forage yield and quality is a major concern for the producer. Sustainable crop production requires careful management of all nutrient sources in agroecosystems. Biological fertilizers, including *Azospirilum*, *Azotobacter*, *Bacillus* and *Pseudomonas* bacteria, can increase plant growth and yield through biological nitrogen fixation and increased solubility of macro elements such as phosphorus. Iron is the most important micro element for crops. Iron is required to perform many plant metabolism and growth activities. The experiment was conducted to investigate the effects of biological fertilizers combined with chemical fertilizers and iron micro element on yield and quality of maize (MV 500 cultivar) forage.

Materials and Methods
The experiment was conducted as a split plot based on randomized complete block design with three replications. The main plots consisted of different levels of urea fertilizer: Nitrokara biofertilizer, 150 $kgha^{-1}$ urea + Nitrokara biofertilizer (*Azorhizobium caulinodans*), Super Nitro Plus biofertilizer (*Azospirillum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*), Super Nitro Plus biofertilizer + 150 $kgha^{-1}$ urea without nitrogen fertilizer 450 $kgha^{-1}$ urea, Nitrokara biofertilizer +300 $kgha^{-1}$ urea, and Super Nitro Plus biofertilizer + 300 $kgha^{-1}$ urea. The subplots consisted of two iron levels, including 10 $kgha^{-1}$ iron chelate (Fe EDTA) and without iron application. The measured traits were crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ash, leaf to shoot ratio, ear to plant ratio and forage yield. Data were analyzed using MSTATC software.

Results
Analysis of variance showed that the interaction effects of nitrogen fertilizer sources and iron levels were significant on crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ash, ear/plant ratio and forage yield. The highest crude protein and ash of maize forage were obtained from supernitroplus + 300 $kgha^{-1}$ urea and iron application. Control treatment (without nitrogen and iron fertilizers) produced the most ADF and NDF values. The highest dry forage yield belonged to Super Nitro Plus + 300 $kgha^{-1}$ urea with iron fertilizer and the lowest value obtained from control treatment without N and iron fertilizers.

www.SID.ir

Archive of SID

Discussion

The results of this study showed that the combined application of supernitroplus biofertilizer and urea fertilizer along with iron micro element increased maize forage quality and yield compared to the sole application of urea chemical fertilizer. Microorganisms constituting biofertilizers are very benefitial to the plant. They have the ability to enhance plant growth through increasing nutrient availability and uptake with minimal contribution to the environmental pollution, unlike the use of pure mineral fertilizers. The integration of biofertilizers and moderate mineral N fertilizer application accompanied with iron micro element is highly recommended in the production of maize forage.

Keywords: Biofertilizer, Chemical fertilizer, Crude protein, Nitrogen levels

www.SID.ir

Archive of SID

اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن و ریزمغذی آهن بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (*Zea mays* L.)

هدی محمدی[۱]، غلامرضا حیدری[۲]* و یوسف سهرابی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۲-*نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (g.heidari@uok.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۸

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی در تلفیق با کودهای شیمیایی وآهن بر عملکرد و صفات مرتبط با کیفیت علوفه ذرت رقم متوسط رس MV500، آزمایش اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان انجام شد. فاکتور اصلی آزمایش شامل سطوح مختلف کود نیتروژن:کود زیستی حامل باکتری *Azorhizobium caulinodans*، ۱۵۰ $kgha^{-1}$ کود اوره + کود زیستی *Azorhizobium caulinodans*،کود زیستی حامل باکتری‌های *Bacillus Subtilis*، *Pseudomonas Flurescens* و *Azospirillum* ssp، کود زیستی حامل *Bacillus Subtilis*، *Pseudomonas Flurescens* و *Azospirillum* ssp + ۱۵۰ $kgha^{-1}$ اوره، بدون کود اوره، ۴۵۰ $kgha^{-1}$ اوره،کود زیستی حامل *Azorhizobium caulinodans* + ۳۰۰ $kgha^{-1}$ اوره، کود زیستی حامل *Bacillus Subtilis*، *Pseudomonas Flurescens* و *Azospirillum* ssp + ۳۰۰ $kgha^{-1}$ اوره و فاکتور فرعی کود آهن در دو سطح شامل ۱۰ $kgha^{-1}$ لبیریل آهن و شاهد بدون کود آهن بود. نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی همراه با آهن به افزایش درصد پروتئین خام و کاهش درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی واسیدی ذرت در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی و عدم مصرف آهن منجر شد. بیشترین عملکرد علوفه خشک از کاربرد کود زیستی *Bacillus Subtilis*، *Pseudomonas Flurescens* و *Azospirillum* ssp + ۳۰۰ $kgha^{-1}$ اوره همراه با کود آهن و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد بدون کود اوره و آهن حاصل گردید. نتایج این پژوهش نشان داد تأمین تلفیقی نیتروژن موردنیاز ذرت از طریق کاربرد کود زیستی حامل باکتری‌های *Bacillus Subtilis*، *Pseudomonas Flurescens* و *Azospirillum* ssp + ۳۰۰ $kgha^{-1}$ اوره همراه با مصرف آهن به حصول بیشترین عملکرد و کیفیت علوفه منجر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: درصد پروتئین، سطوح نیتروژن، کود آهن، کود زیستی

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) به واسطه داشتن ویژگی‌هایی مانند عملکرد علوفه زیاد در واحد سطح، کیفیت بالای علوفه و قابلیت هضم بالا توسط دام‌ها به‌عنوان یکی از بهترین گیاهان علوفه‌ای شناخته می‌شود (Subedi and Ma, 2005). ذرت در بین گیاهان زراعی، از لحاظ سطح زیرکشت، بعد از گندم مقام دوم و از نظر تولید مقام اول را در جهان دارا می‌باشد و یکی از منابع اصلی تأمین

www.SID.ir

Archive of SID

غذای انسان، دام و مصارف صنعتی است (Anonymous, 2016). نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف و مؤثر در تولید گیاهان زراعی به شمار می‌رود (Laegreid et al., 1999). درآزمایشی بررسی سه سطح نیتروژن شامل (۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار) نشان داد که مصرف کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه را در سورگوم علوفه‌ای تولید کرد (Emam et al., 2014). در مطالعه‌ای دیگری اثر کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بر عملکرد ذرت شیرین نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار منجر به حصول حداکثر عملکرد علوفه در این گیاه می‌شود (Afshar et al., 2016). هزینه‌های بالای مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی محیط‌زیست از دلایلی است که ایجاب می‌کند تغییراتی در مدیریت کاربرد این کودها به وجود آید. این تغییرات باید با هدف افزایش کارایی مصرف این نهاده‌های با ارزش و افزایش عملکرد صورت گیرد (Rahmani, 2010). افزایش سطح زیرکشت گیاهان زراعی طی چند دهه گذشته، فشرده‌سازی سیستم‌های کشت و نیاز بالای گیاهان زراعی از جمله ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه بر مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی، هزینه تولید افزایش پیدا کند و خطرات زیست محیطی ایجاد شود (Biari et al., 2008). با توجه به این پیامدها در دو دهه گذشته کاربرد باکتری‌های خاکزی در تغذیه خاک و گیاهان زراعی در نظام‌های کشاورزی پایدار در سراسر جهان افزایش یافته است. این باکتری‌ها که از طریق تثبیت زیستی نیتروژن و افزایش حلالیت عناصر پرمصرف از جمله فسفر سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند، شامل آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، باسیلوس و سودوموناس‌ها هستند (Bashan et al., 2004). این باکتری‌ها از طریق تولید ترکیبات مختلف، تسهیل جذب عناصر، تثبیت نیتروژن اتمسفری، حل کردن مواد معدنی مانند فسفات، تولید سیدروفور، تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین‌ها و جیبرلین‌ها و ساخت آنزیم‌های دخیل در رشدونمو گیاه سبب افزایش رشد گیاه در مراحل مختلف رشدی آن می‌شوند (Gray and Smith, 2005). برخی از این باکتری‌ها مانند سودوموناس‌ها ازطریق مکانیسم‌های مختلفی همچون القای سیستم مقاومت به گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا سبب کاهش یا حذف اثرات زیان بار عوامل بیماری‌زا می‌شوند و رشد و نمو گیاه را بهبود می‌بخشند (Van Loon, 2007). علاوه بر اثرات مثبت این باکتری‌ها بر عملکرد گیاهان مختلف نقش این ریزموجودات بر میزان تجمع مواد فتوسنتزی در طول دوره رشد و تغییرات شاخص‌های مختلف فیزیولوژیک نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Yasari and Patwardhan, 2007). پژوهشگران نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی به می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، جذب عناصرغذایی، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول ریشه در گیاهان زراعی شود (Bashan et al., 2004).

آهن، اولین عنصر کم مصرف شناخته‌شده برای گیاهان زراعی است (Marschner and Marschner, 2012). آهن بیش از تمام عناصر کم‌مصرف برای گیاهان موردنیاز است (Fageria, 2010). آهن برای انجام بسیاری از فعالیت‌های سوخت و ساز و رشدگیاه موردنیاز است (Heitholt et al., 2003). کمبود آهن بسته به عوامل متعدد خاکی، محیطی و ژنتیکی در گیاهان مختلف ایجادشده و سبب کاهش قابل ملاحظه عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Goos and Johnson, 2001). اثر مثبت تغذیه برگی، اختلاط با بذر و مصرف خاکی آهن در برخی تحقیقات گزارش شده است (Jalili Sheshbahre et al., 2013; Jashni et al., 2017; Bagheri Dehabadi et al., 2017). درحالی‌که بر اساس نتایج برخی دیگر از محققان،کوددهی آهن تأثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد گیاه نداشته است (Goos and Johnson, 2001; Heitholt et al., 2003). اختلاف نتایج به‌دست‌آمده از بررسی تأثیر کوددهی آهن بر گیاه می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع خاک، جنس و گونه گیاه، شرایط اقلیمی و یا سطوح آهن مصرفی در

www.SID.ir

Archive of SID

این آزمایش‌ها باشد (Wiersma, 2005). هدف از این پژوهش بررسی اثرات مختلف کاربرد کودهای زیستی (سوپرنیتروپلاس و نیتروکارا) به تنهایی و یا در تلفیق با کودهای شیمیایی همراه با در نظر گرفتن کود ریزمغذی آهن بر عملکرد و ویژگی‌های مرتبط با کیفیت علوفه ذرت بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش درسال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در روستای دوشان انجام شد. قبل ازاجرای طرح از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری و و یژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک درآزمایشگاه تعیین شد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار و دو فاکتور انجام شد. سطوح فاکتورهای آزمایشی بر اساس نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش (جدول ۱) انتخاب شدند. قبل از کاشت کود سوپر فسفات به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت یکسان برای همه کرت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. به علت بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب در آزمایش خاک از کود پتاسیم استفاده نشد. کود زیستی مورد استفاده شامل سوپرنیتروپلاس شامل باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) نظیر باکتری‌های *Bacillus Subtilis – Pseudomonas Flurescens – Azospirillum ssp* و نیزکود نیتروکارا شامل باکتری *Azorizobium caulinodans* به عنوان منابع تأمین‌کننده کود نیتروژن بودند. فاکتور اصلی عبارت از سطوح مختلف کاربرد کود شیمیایی به تنهایی و با تلفیق با کودهای زیستی در هشت سطح شامل کود زیستی نیتروکارا، کاربرد ۱۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره + کود زیستی نیتروکارا، کود زیستی سوپرنیتروپلاس، کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کود زیستی سوپرنیتروپلاس، شاهد (بدون کود شیمیایی اوره)، کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم در هکتارکود اوره، کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کود زیستی نیتروکارا، کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم درهکتارکود شیمیایی اوره + کود زیستی سوپرنیتروپلاس و نیز فاکتورکود آهن در دو سطح شامل ۱۰ کیلوگرم در هکتار لیبرل آهن (FeEDTA) و بدون کود آهن بود. کود شیمیایی اوره بر حسب تیمارها، در دو مرحله کاشت و قبل از ظهور تاسل ذرت اعمال شد و در هر مرحله نصف میزان کود اوره هر تیمار به زمین داده شد. کود آهن به‌صورت خاک مصرف مورد استفاده قرار گرفت. بذر مورد استفاده هیبرید متوسط رس MV500 بود. قبل از کاشت، بذور با مایع تلقیح آغشته‌شده و پس ازمخلوط کردن آن‌ها، درسایه خشک و جهت کشت به زمین منتقل گردیدند. بعد از انجام کشت مزرعه آبیاری شد. بذرهای ذرت به‌صورت کپه‌ای روی ردیف‌ها کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۶۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر بود. هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت بود. فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. بذور ذرت بر اساس تاریخ کشت بهینه منطقه در نیمه اول مرداد ماه کشت شدند. در طی فصل رشد عملیات داشت از قبیل آبیاری، تنک کردن و کنترل علف‌های هرز انجام شد. به منظور اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی علوفه ذرت، برداشت در مرحله خمیری نرم (۷۵ روز پس از سبزشدن) انجام شد. به این منظور دو ردیف کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر خط در هر بلوک به عنوان حاشیه کنار گذاشته شد و برداشت فقط از دو ردیف میانی هر کرت انجام گرفت. شایان ذکر است که برای اندازه‌گیری عملکرد خشک و نسبت وزن خشک بلال به کل بوته، نمونه‌های گیاهی مربوط به هر کرت به تفکیک ساقه و بلال به آزمایشگاه جهت خشک کردن در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت ارسال شدند. برای اندازه گیری خاکستر یک گرم از نمونه در درون کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد و بعد از این مدت و رسیدن دمای کوره به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد بوته‌ها به درون دسیکاتور انتقال داده شدند. درصد

www.SID.ir

Archive of SID

پروتیئن خام علوفه با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد. پس از اندازه‌گیری نیتروژن کل نمونه با اعمال ضریب ۶/۲۵ درصد، پروتئین خام علوفه در تیمارهای مختلف محاسبه شد (SCA, 2007). برای تعیین دیواره سلولی (NDF) و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (ADF) از روش Vansoest et al. (1991) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد پروتئین خام (CP)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) از لحاظ درصد پروتئین خام اثر سطوح کودی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل سطوح مختلف کودی و ریزمغذی آهن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی اثر کود آهن بر آن معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح کود و ریزمغذی آهن نشان داد بیشترین درصد پروتئین (۱۱/۰۴ درصد) از تیمار سوپرنیتروپلاس + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کاربرد کود آهن به‌دست‌آمد که با تیمار نیتروکارا +۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و کاربرد کود آهن اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن (۶/۴۱ درصد) از تیمار شاهد بدون کود اوره و آهن به‌دست‌آمد که با تیمارهای شاهد بدون کود اوره با کاربرد کود آهن، کود زیستی سوپرنیتروپلاس با کاربرد کود آهن و بدون آهن و کود بیولوژیک نیتروکارا با کاربرد کود آهن و بدون آهن اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مقدار پروتئین خام به شدت بستگی به غلظت نیتروژن خاک دارد. به نظر می‌رسد افزایش پروتئین خام در اثر افزایش سطوح کود اوره به دلیل جذب بیشتر نیتروژن و فراهمی این عنصر در گیاهان تحت تیمار کود اوره و در نتیجه آن سنتز بیشتر پروتئین باشد (Hani et al., 2006). در یک بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن بر کیفیت و عملکرد علوفه یولاف نشان دادکه تأمین نیتروژن موردنیاز گیاه می‌تواند مقدار پروتئین خام علوفه یولاف را افزایش دهد و در این میان تأثیرگذاری کودهای تلفیقی بیشتر از کود کامل شیمیایی و یا زیستی بود (Bilal et al., 2017). درکشاورزی متداول از کودهای شیمیایی نیتروژن برای رفع کمبود نیتروژن خاک استفاده می‌شود، ولی در عمل درصد بالایی از کودهای مصرفی با یون‌های خاک ترکیب و به‌صورت غیرمحلول یا غیرقابل جذب برای گیاه در می‌آیند (Rokhzadi et al., 2004). کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیترات، موجب افزایش حلالیت فسفر و نیتروژن غیرمحلول، افزایش جذب فسفر، افزایش محتوای نیتروژن در بافت‌های گیاهی و در نتیجه افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شوند (Peix et al., 2001).

Table 1. Results of physicochemical analysis of soil in experimental field

Total N (%)	P ($mgkg^{-1}$)	K ($mgkg^{-1}$)	Fe ($mgkg^{-1}$)	pH	EC (dsm^{-1})	OC (%)
0.05	6.8	200	6.4	8	0.7	0.7

Table 2. Analysis of variance for qualitative characteristics of maize forage affected by different nitrogen fertilizer sources and iron micronutrient

S.O.V.	df	Means of Squares			
		CP	NDF	ADF	ASH
Replication	2	0.641^{ns}	0.516^{ns}	0.395^{ns}	0.006^{ns}
Fertilizer	7	8.781^{**}	689.221^{**}	597.005^{**}	12.102^{**}
Main plot error	14	0.453	0.229	0.207	0.002
Iron application	1	0.751^{ns}	7.231^{**}	4.731^{**}	0.158^{**}
Interaction effect (F × I)	7	1.508^{*}	9.199^{**}	10.258^{**}	0.093^{**}
Subplot error	16	0.472	0.218	0.350	0.018
C.V. (%)		8.18	3.11	2.31	2.75

ns,* and ** represent non-significant differences, significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3. Mean comparison of interactions of nitrogen fertilizer sources and iron micronutrient on characteristics related to maize forage quality

Factors		The studied traits (percentage)			
Nitrogen fertilizer levels	Fe micronutrient	CP	NDF	ADF	ASH
Control (without nitrogen)	Fe	6.62^{gh}	55.93^{b}	36.09^{b}	3.50^{h}
	C	6.41^{h}	57.18^{a}	38.74^{a}	3.21^{i}
Nitrokara	Fe	7.34^{f-h}	51.92^{d}	33.35^{d}	3.98^{g}
	C	7.35^{gh}	53.69^{c}	34.06^{c}	3.98^{g}
Super Nitro Plus S.N.P.	Fe	7.78^{e-g}	47.47^{f}	29.75^{f}	4.95^{ef}
	C	6.96^{gh}	49.84^{e}	31.94^{e}	4.38^{f}
450 $kgha^{-1}$ urea	Fe	9.09^{b-e}	41.79^{k}	21.77^{k}	5.01^{e}
	C	8.49^{c-f}	42.26^{j}	23.11^{j}	5.00^{ef}
Nitrokara + 150 $kgha^{-1}$ urea	Fe	8.47^{c-f}	46.47^{g}	28.83^{g}	5.00^{ef}
	C	8.33^{d-f}	47.98^{f}	29.89^{f}	5.01^{ef}
S.N.P. + 150 $kgha^{-1}$ urea	Fe	9.24^{b-d}	43.83^{i}	24.80^{i}	5.69^{c}
	C	8.45^{c-f}	45.67^{h}	26.30^{h}	5.50^{d}
Nitrokara + 300 $kgha^{-1}$ urea	Fe	9.88^{ab}	38.39^{m}	18.08^{m}	6.08^{c}
	C	9.15^{b-d}	39.91^{l}	20.93^{l}	6.00^{c}
S.N.P. + 300 $kgha^{-1}$ urea	Fe	11.04^{a}	35.08^{o}	16.77^{o}	8.23^{a}
	C	9.72^{bc}	36.48^{n}	17.00^{n}	7.87^{b}

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

الیاف نامحلول در مواد شوینده خنثی (NDF)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر هردو عامل سطوح کودی و ریزمغذی آهن و اثر متقابل آن‌ها بر الیاف نامحلول در مواد شوینده خنثی (NDF) از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح کودی و ریزمغذی آهن بر درصد NDF نشان داد که بیشترین درصد NDF (۵۷/۱۸ درصد) از تیمار شاهد بدون کود اوره و بدون کود آهن حاصل شد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار آن (۳۵/۰۸ درصد) از کاربرد سوپرنیتروپلاس + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره همراه با کاربرد کود آهن به‌دست‌آمد (جدول ۳). الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی به‌عنوان شاخصی برای بیان میزان دیواره سلولی گیاه و نیز عامل مهمی برای تعیین میزان تعلیف دام معرفی شده است (Hail et al., 2009). در واقع NDF بالا، سبب کاهش تعلیف علوفه توسط دام به دلیل غیرقابل هضم بودن آن می‌شود (Kevin et al., 2008). نتایج تحقیقی افزایش کیفیت علوفه شبدر برسیم را از لحاظ کاهش میزان NDF در نتیجه کاربرد کودهای زیستی نشان داده است (Chaichi et al., 2015). تغذیه صحیح گیاه، یکی از عوامل مهم در بهبود کیفیت و عملکرد محصول به شمار می‌آید. در تغذیه صحیح گیاه، نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل میان میزان عناصر مصرفی اهمیت ویژه‌ای دارد (Rutkowska et al., 2009). بنابراین، توصیه بر این است که میزان کودها بر اساس نیاز، در اختیار گیاه قرار گیرد، زیرا بیشتر یا کمتر بودن میزان عناصر غذایی از حد موردنیاز برای رشد، سبب وارد شدن تنش به گیاه می‌شود. این حالت ممکن است ناشی از کمبود یا زیادی ذاتی یک عنصر در خاک، تحرک کم عناصر غذایی در خاک یا شکل شیمیایی عنصر غذایی باشد (Mortvedt et al., 2003).

الیاف نامحلول در مواد شوینده اسیدی (ADF)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات سطوح کودی و ریزمغذی آهن و اثر متقابل آن‌ها بر الیاف نامحلول در مواد شوینده اسیدی (ADF) از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین درصد الیاف نامحلول در مواد شوینده اسیدی (۳۸/۷۴ درصد) از تیمار شاهد بدون کود اوره و بدون کاربرد کود آهن حاصل گردید که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار آن (۱۷ درصد) از تیمار سوپرنیتروپلاس + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره همراه با مصرف کود آهن به‌دست‌آمد که با تیمار شاهد بدون کود آهن اختلاف معنی‌داری نشان نداد. این مسئله نتیجه کاهش حدود ۵۶ درصدی الیاف

www.SID.ir

Archive of SID

دیواره سلولی غیر از همی‌سلولز و افزایش کیفیت علوفه در اثر کاربرد کود بیولوژیک را نشان می‌دهد. از لحاظ این صفت بین تیمارهای شاهد بدون کود اوره و بدون کود آهن، نیتروکارا بدون کود آهن، نیتروکارا همراه با کاربرد کود آهن، سوپرنیتروپلاس بدون کاربرد کود آهن و سوپرنیتروپلاس با کاربرد کود آهن اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. Sharma (2002) نشان داد که کاربرد کود زیستی به کاهش میزان فیبرهای شوینده اسیدی منجر می‌شود. هضم‌پذیری علوفه رابطه مستقیمی با ویژگی‌های دیواره سلولی‌دارد. محتویات درون سلولی تا حدود ۱۰۰ درصد قابلیت هضم دارند و با افزایش سن گیاه تغییری در هضم‌پذیری آن‌ها به وجود نمی‌آید، درحالی‌که ساختار شیمیایی دیواره سلولی تغییر می‌کند و با پیر شدن گیاه محتویات فیبر کل گیاه افزایش می‌یابد (Daryaei et al., 2009).

درصد خاکستر (ASH)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات کاربرد سطوح کودی و ریزمغذی آهن و اثر متقابل آن‌ها بر درصد خاکستر (ASH) از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح کودی و ریزمغذی آهن نشان داد که بیشترین درصد خاکستر (۸/۲۳ درصد) از کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره همراه با کاربرد کود آهن به‌دست‌آمد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار آن (۳/۴۹ درصد) به تیمار شاهد بدون کود اوره و بدون کود آهن مربوط بود. بین تیمارهای نیتروکارا + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با کاربرد کود آهن و بدون کاربرد آهن و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با کاربرد کود آهن و بدون کاربرد آهن و کود زیستی سوپرنیتروپلاس با کاربرد کود آهن و بدون کاربرد آهن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اختلاف بین تیمارهای کود زیستی سوپرنیتروپلاس با کاربرد کود آهن و بدون کاربرد آهن معنی‌دار نبود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای نیتروکارا با کاربرد کود آهن و بدون کاربرد آهن مشاهده نگردید (جدول ۳). نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با افزایش سطوح کودی و حضور ریزمغذی آهن، درصد خاکستر افزایش پیدا می‌کند. از آنجایی که نیتروژن به شکل شیمیایی ضمن داشتن مشکلات زیست‌محیطی، به سرعت آزاد می‌شود، افزایش سریع نیتروژن باعث افزایش درصد خاکستر کل علوفه می‌شود. درصد خاکستر علوفه در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی می‌باشد (Hail et al., 2009). عناصر معدنی در علوفه به لحاظ این‌که در متابولیسم دام شرکت می‌کنند و برای فعالیت سلول‌های بدن لازم می‌باشند، مهم هستند. عناصر معدنی می‌توانند در کیفیت علوفه نیز مؤثر باشند (Sharma, 2002).

نسبت برگ به ساقه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، اثرات سطوح مختلف کودی و کود ریزمغذی آهن و نیز اثر متقابل این دو عامل بر نسبت وزن برگ به ساقه از نظر آماری در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. بررسی اثر متقابل دو عامل مورد مطالعه نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار کود بیولوژیک نیتروکارا + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره همراه با کود آهن حاصل شد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین نسبت برگ به ساقه در تیمار نیتروکارا + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و بدون کاربرد کود آهن مشاهده شد (جدول ۵). کاربرد ترکیبی کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن منجر به افزایش بیشتر ارتفاع بوته می‌شود که نتیجه آن افزایش سهم ساقه در مقایسه با سهم برگ در اثر افزایش مصرف نیتروژن می‌باشد و به تبع آن نسبت برگ به ساقه کاهش پیدا می‌کند (Mohammadi et al., 2016). Yagoub and Abdelsalam (2010) طی آزمایشی گزارش کردند که با افزایش مصرف مقادیر نیتروژن، هر چند سهم برگ افزایش پیدا می‌کند ولی افزایش سهم ساقه بیشتر از برگ می‌باشد که در نتیجه آن سهم برگ به ساقه کاهش می‌یابد. یافته‌های Brich and Stewart (1989) نیز نشان داد که با افزایش کود اوره نسبت برگ به ساقه ارزن در تمام چین‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4. Analysis of variance for forage yield of maize and ear to plant ratio affected by different nitrogen fertilizer sources and iron micronutrient

S.O.V.	df	Means of squares		
		Leaf to shoot ratio	Forage yield	Ear dry weight to whole plant ratio
Replication	2	0.007^{ns}	3.716^{ns}	0.01^{ns}
Fertilizer	7	379.869^{**}	240440.64^{**}	52.422^{**}
Main plot error	14	0.031	4.166	0.030
Iron application	1	1.378^{**}	6326.396^{**}	3.658^{**}
Interaction effect (F × I)	7	5.932^{**}	1869.269^{*}	1.781^{**}
Subplot error	16	0.008	396.7	0.009
C.V. (%)		15.50	10.40	16.11

ns,* and ** represent non-significant differences, significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

Table 5. Mean comparison of interactions of nitrogen fertilizer sources and iron micronutrient on forage yield and ear to plant ratio in maize

Nitrogen fertilizer levels	Fe micronutrient	Leaf to shoot ratio	Forage yield (gm^{-2})	Ear dry weight to whole plant ratio
Control (without nitrogen)	Fe	0.56^{cd}	1607.11^{n}	0.56^{c}
	C	0.52^{g}	1561.04^{o}	0.53^{de}
Nitrokara	Fe	0.41^{h}	1965.12^{j}	0.52^{e}
	C	0.39^{m}	1948.08^{k}	0.51^{e}
Super Nitro Plus (S.N.P.)	Fe	0.57^{c}	2009.21^{h}	0.53^{de}
	C	0.57^{c}	1973.02^{i}	0.53^{de}
450 $kgha^{-1}$ urea	Fe	0.52^{e}	1824.00^{l}	0.54^{d}
	C	0.52^{e}	1777.4^{m}	0.53^{de}
Nitrokara + 150 $kgha^{-1}$ urea	Fe	0.62^{a}	2053.71^{e}	0.61^{a}
	C	0.59^{b}	2018.03^{g}	0.59^{b}
S.N.P. + 150 $kgha^{-1}$ urea	Fe	0.46^{f}	2072.18^{d}	0.54^{d}
	C	0.44^{g}	2043.31^{f}	0.54^{d}
Nitrokara + 300 $kgha^{-1}$ urea	Fe	0.40^{h}	2164.61^{b}	0.54^{d}
	C	0.38^{i}	2156.03^{c}	0.53^{de}
S.N.P. + 300 $kgha^{-1}$ urea	Fe	0.57^{c}	2238.00^{a}	0.60^{ab}
	C	0.55^{d}	2168.15^{b}	0.59^{b}

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

گزارش کردند که نسبت برگ به ساقه در مقایسه تیمار شاهد با تیمار ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از ۰/۹۲ به ۰/۵۸ کاهش پیدا می‌کند. Coaldrake (1985)، گزارش کردند که افزایش نیتروژن در مزرعه ارزن نوتریفید، سرعت ظهور پنجه‌ها و سطح برگ‌های گیاه را افزایش می‌دهد ولی تأثیری بر تعداد برگ ندارد. از این‌رو انتظار می‌رود مقادیر نیتروژن با نسبت برگ به ساقه و در نتیجه خوش خوراکی علوفه در ارتباط باشد.

نسبت وزن خشک بلال به وزن خشک کل بوته

نسبت وزن خشک بلال به وزن خشک بوته یک صفت مهم کمی در ارتباط با خصوصیات کیفی ذرت سیلویی است (Nour-Mohamadi et al, 1997). نتایج تجزیه واریانس نسبت بلال به بوته نشان داد که اثر هر دو عامل سطوح مختلف کودی و ریزمغذی آهن و اثر متقابل آن‌ها بر نسبت وزن خشک بلال به بوته از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴). بررسی اثر متقابل این دو عامل نشان داد که بیشترین نسبت وزن خشک بلال به بوته از تیمار نیتروکارا + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، همراه با کود آهن به‌دست‌آمد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار نیتروکارا بدون کود آهن بود (جدول ۵). هر عاملی که نسبت بلال به بوته را در یک گیاه علوفه‌ای افزایش دهد از طریق تأثیر بر قابلیت هضم و درصد پروتئین خام باعث بهبود شاخص‌های کیفی آن خواهد شد. نسبت بالای بلال به اندام هوایی به واسطه درصد پروتئین و هیدروکربن بالای بلال، از اهمیت بالایی برخوردار است و

www.SID.ir

Archive of SID

وجود درصد بالای بلال در علوفه سیلویی به تسریع فرآیندهای تخمیر غیرهوازی در سیلو منجر می‌شود (Siadat, 1993). مصرف این عناصر باعث افزایش مواد فتوسنتزی می‌شود و در نتیجه این مواد به قسمت‌های مختلف گیاه از جمله بلال وارد می‌شوند و درنهایت، وزن آن را افزایش خواهند داد (Baybordi, 2001).

عملکرد علوفه خشک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر دو عامل سطوح کودی و ریزمغذی آهن و اثر متقابل آن‌ها از لحاظ عملکرد علوفه خشک از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل نیز نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک (۲۲۳۸ گرم در مترمربع) از تیمار مصرف کود سوپر نیتروپلاس + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره همراه با کود آهن حاصل شد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار آن (۱۵۶۱ گرم در مترمربع) از تیمار شاهد بدون کود اوره و آهن حاصل گردید (جدول ۵). نیتروژن اساساً سبب رشد گیاه می‌شود (Arshadullal et al., 2010). علت این افزایش ممکن است به واسطه رشد و توسعه ساقه و نیز افزایش LAI باشد که به نوبه خود بر وزن کل و نیز وزن خشک گیاه اثر می‌گذارند (Ayub et al., 2002). نتایج یک بررسی نشان داد که در گیاه علف فیل با افزایش مصرف کود اوره، وزن خشک علوفه افزایش پیدا می‌کند (Arshadullal et al., 2010). Ayub et al. (2002) افزایش وزن خشک و تر علوفه گیاه سورگوم را در اثر افزایش کود اوره گزارش کردند. از طرف دیگر Keramer et al. (2002) نشان دادند که رهاسازی مداوم نیتروژن توسط کودهای زیستی سبب می‌شود جذب نیتروژن تداوم بیشتری نسبت به کود شیمیایی داشته باشد. در نتیجه تطابق بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس به وجود می‌آید که به بهبود عملکرد منجر خواهد شد. این امر می‌تواند به دلیل افزایش سطح ریشه در پاسخ به ترشح هورمون‌های مختلف گیاهی به وسیله کودهای زیستی باشد که موجب افزایش سطح تماس ریشه با خاک و در کل جذب بیشتر عناصر غذایی می‌شود. علاوه بر این، تولید اسیدهای مختلف به‌وسیله باکتری‌ها می‌تواند موجب محلول‌سازی بیشتر فسفر معدنی و آلی خاک شود که این امر، کاهش کاربرد کود شیمیایی را در آزمایش حاضر توجیه‌پذیر می‌کند. در مطالعه‌ای دیگر Kordi et al. (2017) طی آزمایشی نشان دادند که در اثر تلقیح ذرت با کودهای زیستی نیتروژن، وزن خشک بوته افزایش پیدا می‌کند. آنان این افزایش را به بهبود دسترسی به نیتروژن و افزایش رشد رویشی گیاه نسبت دادند که درنهایت سبب افزایش تجمع ماده خشک در ذرت می‌شود. Baker (2006) نیز طی آزمایشی بر افزایش بیوماس ذرت در اثر افزایش کاربرد نیتروژن به‌ویژه در طی دوره رشد رویشی تأکید کرد. Hungria et al. (2010) افزایش وزن خشک بوته ذرت را در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن مشاهده کردند. کودهای زیستی دارای توان تولید مواد تحریک‌کننده رشد گیاه هستند که به نوبه خود از طریق افزایش فتوسنتزی و تسهیم ماده خشک به افزایش عملکرد و ماده خشک ذرت منجر می‌شوند (Farnia and Toarkman, 2015). به نظر می‌رسد این کودها از طریق تولید تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش ماده خشک بوته نقش داشته باشد. بررسی Stancheva et al. (1992) نشان داد که در اثر تلقیح ذرت با کودهای زیستی وزن خشک بوته افزایش پیدا می‌کند. آنان دلیل این موضوع را بهبود دسترسی و جذب مناسب‌تر عناصر غذایی ذکر کردند و بیان داشتند که این موضوع درنهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک در ذرت می‌شود.

آهن در سنتز ماده اولیه کلروفیل اهمیت زیادی دارد (Rout and Sahoo, 2015). افزایش وزن خشک کل در تیمار آهن می‌تواند به علت افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل، فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز دی فسفات کربوکسیلاز و افزوده شدن میزان آهن و نقش مثبت آن در فتوسیستم‌های ۱ و ۲ است که در نتیجه آن مواد فتوسنتزی بیشتری در گیاه ساخته می‌شود و درنهایت به افزایش وزن خشک کل گیاه منجر می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

(Junus and Cox, 1987). افزایش عملکرد علوفه خشک به نقش آهن در افزایش فتوسنتز مربوط می‌شود که سبب می‌شود میزان کربوهیدرات‌های محلول و به تبع آن عملکرد افزایش پیدا کند (Bagheri Dehabadi et al., 2017). Soleymani and Shahrajabian (2012) در یک بررسی نشان دادند که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف آهن، روی و منگنز تأثیر مثبتی بر عملکرد خشک علوفه سورگوم دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد کودهای زیستی و کود آهن کیفیت علوفه ذرت را افزایش می‌دهد. تأمین تلفیقی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن مورد نیاز ذرت از منابع شیمیایی و زیستی موجب شد که عملکرد علوفه افزایش یابد. از این‌رو کاربرد کودهای زیستی ضمن کاهش قابل توجه کودهای شیمیایی، پیامدهای زیست محیطی و اقتصادی مصرف آن‌ها را کاهش می‌دهد. بنابراین در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌توان بخش زیادی از نیاز نیتروژن گیاه ذرت را از طریق کاربرد کودهای زیستی تأمین نمود. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصله، کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و افزایش‌دهنده رشد به‌صورت تلفیقی، یک پیشرفت مهم در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شود.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه کردستان که هزینه‌های اجرای این پایان‌نامه را تأمین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Afshar, E., Afshar, M., Maghsoudi, E. and Fereidooni, M. J. (2016). The effect of different levels of nitrogen on yield and yield components of two sweet corn varieties in Yasouj Region. *Plant Ecophysiology*, 8(24), 123-134. [In Farsi]

Anonymous. (2016). *FAOSTAT, food and agriculture organization, Rome.* Retrieved from http://www.fao.org/3/i9166e/i9166e_Chapter3_Cereals.pdf.

Arshadullah, M., Anwar, M. and Saeed Rana, A. (2010). effect of nitrogen fertilization and harvesting intervals on the yield and forage quuality of elephant grass (*Pennisetun purpureum*) under mesic climate of potwar plateau. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 47(3), 231-234.

Ayub, M., Nadem, M. A., Tanveer, A. and Husain, A. (2002). Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on the growth, yield and quality of sorghum fodder. *Asian Journal of Plan Science*, 1(4), 304-304.

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

Baker, D. (2006). Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. *Agronomy Journal*, 132, 17-19.

Bashan, Y., Holguin, G. and De-Bashan, L. E. (2004). *Azospirillum*-plant relationships: Physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*, 50(8), 521-577.

Baybordi, A. (2001). Effect of Fe, Mn, Zn and Fe on the quality and quantity under salinity stress. *Water and Soil Science*, 17(3), 145-149.

Biari, A., Gholami, A. and Rahmani, H. A. (2008). Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting *Rhizobacteria* in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 8(6), 1015-1020.

www.SID.ir

Archive of SID

Bilal, M., Ayub, M., Tariq, M., Tahir, M. and Nadeem, M. (2017). Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena sativa* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(3), 236-241.

Brich, C. P. and Stewart, D. (1989). The effect of nitrogen fertilizer rate and timing on the yield of hybrid sorghum from serial harvest. *Australian Sorghum*, 12, 142-149.

Chaichi, M. R., Shabani, G. and Noori, F. (2015). Response of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) to chemical, biological and integrated use of fertilizers. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 48(1), 77-87.

Coaldrake, P. (1985). Leaf area accumulation of pearl millet as affected by nitrogen supply. *Field Crops Research*, 11, 185-192.

Daryaei, F., Chaichi, M. R. and Aghaalikhani, M. (2009). Evaluation of forage yield and quality in chickpea/barley intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Sciences*, 40(2), 11-19. [In Farsi]

Emam, Y., Maghsoudi, K. and Moghimi, N. (2014). Effect of water stress and nitrogen levels on yield of forage sorghum. *Journal of Crop Production and Processing*, 3(10), 145-155. [In Farsi]

Fageria, N. K. (2010). *The use of nutrients in crop plants* (1th ed.). New York: CRC Press.

Farnia, A. and Torkaman, H. (2015). Effect of different biofertilizers on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4(4), 75-79.

Goos, R. J. and Johnson, B. (2001). Seed treatment, seeding rate, and cultivar effects on iron deficiency chlorosis of soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 24(8), 1255-1268.

Gray, E. J. and Smith, D. L. (2005). Intracellular and extracellular PGPR: Commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. *Soil Biology and Biochemistry Journal*, 37(3), 395-412.

Hail, Y., Daci, M. and Tan, M. E. (2009). Valuation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding: Yield and quality. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(7), 1337-1342.

Hani, A., Elteliba, M., Hamad A. and Eltom E. A. (2006). The Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy*, 5(3), 515-518.

Heitholt, J. J., Sloan, J. J., MacKown, C. T. and Cabrera, R. I. (2003). Soybean growth on calcareous soil as affected by three iron sources. *Journal of Plant Nutrition*, 26(4), 935-948.

Hungria, M., Campo, R. J., Souza, E. M. and Pedrosa, F. O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, 331(1), 413-425.

Jalili Sheshbahre, M., Movahhedi Dehnavi, M. and Hashemi Jazi, S. M. (2013). Quantity and quality improving of soybean yield by zinc and iron foliar application under drought stress. *Plant Productions*, 36(2), 111-122. [In Farsi]

Jashni, R., Fateh, E. and Aynehband, A. (2017). Effect of *Thiobacillus* and Nitrocara biological fertilizers and foliar application of zinc and iron on some qualitative characteristic and remobilization of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Plant Productions*, 40(1), 1-14. [In Farsi]

Junus, M. A. and Cox, F. R. (1987). A zinc soil test calibration based upon mehlich 3 extractable zinc, pH, and cation exchange capacity. *Soil Science Socity of America Journal*, 51(3), 668-683.

Keramer, A. W., Timothy, A. D., Horwath, W. R. and Kessel, C. V. (2002). Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 91(1-3), 233-243.

www.SID.ir

Archive of SID

Kevin, L., Kenneth, A., Albrecht, A., Lauer, J. G. and Riday, H. (2008). Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Science*, 48(1), 371-379.

Kordi, S., Shafagh Kolvanagh, J., Zehtab Salmasi, S. and Daneshvar, M. (2017). Evaluation of yield and some physiological traits of forage corn affected by chemical and biological nitrogen fertilizers intercropped with sweet basil. *Journal of Central European Agriculture*, 18(2), 477-493.

Laegreid, M., Bockman, O. C. and Kaarstad, O. (1999). *Agriculture, fertilizers and the environment*. Wallingford, England: CABI Publishing.

Marschner, H. and Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3th ed.). Australia: Academic Press.

Mohammadi, T., Seyed Sharifi, R. and Seyed Sharifi, R. (2017). Effects of different rates of nitrogen fertilizer on fertilizer use efficiency yield and forage quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at different cutting. *Journal of Plant Ecophysiology*, 8(27), 162-173.

Mortvedt, J. J., Johnson, D. L. and Croissant, R. L. (2003). Colorado State comperative Extension Fact sheet. *Soil and Crop Sciences*, 543, 3-96.

Nour-Mohamadi, G., Siadat, A. and Kashani, A. (1997). *Agronomy creal crops* (Vol. 1). Ahvaz: Shahid Chamran University Publications. [In Farsi]

Peix, A., Rivas-Boyere, A. A. and Mateos, P. F. (2001). Growth promotion of Chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *Mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(1), 103-110.

Rahmani, H. (2010). *Sustainable agriculture and healthy production challenges*. Isfahan: Nasooh Publishing. [In Farsi]

Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A. and Drrish, F. (2004). Influence of plant growth: Promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea. *American Eurasian, Journal Agricultural and Environmental Science*, 3, 253-257.

Rout, G. R. and Sahoo, S. (2015). Role of iron in plant growth and metabolism. *Reviews in Agricultural Science*, 3(1), 1-24.

Rutkowska, B., Szulc, W. and Labetowicz, J. (2009). Influence of soil fertilization on microelements in soil solution of sandy soil. *Journal of Elementology*, 14(2), 353-354.

SCA. (2007). *Standing committee on agriculture nutrient requirements of domesticated ruminants*. Melbourne, Australia: CSIRO Publications.

Sharma, A. K. (2002). *Bio-fertilizers for sustainable agriculture*. Jodhpur, India: Agrobios Indian Publications.

Siadat, A. (1993). *Forage silage production*. Ahvaz: Shahid Chamran University Publications. [In Farsi]

Soleymani, A. and Shahrajabian, M. H. (2012). The effects of Fe, Mn and Zn foliar application on yield, ash and protein percentage of forage sorghum in climatic condition of Esfahan. *International Journal of Biology*, 4(3), 92-96.

Stancheva, I., Dimitrev, I., Kuloyanova, N., Dimitrova, A. and Anyelove, M. (1992). Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. *Agronomie Journal*, 12(4), 319-324.

Subedi, K. D. and Ma, B. L. (2005). Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agronomy Journal*, 97(1), 211-218.

www.SID.ir

Archive of SID

Van Loon, L. C. (2007). Plant response to plant growth promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119(3), 243-254.

Vansoest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3588-3590.

Wiersma, J. V. (2005). High rates of Fe-EDDHA and seed iron concentration suggest partial solutions to iron deficiency in soybean. *Agronomy Journal*, 97(3), 924-934.

Yagoub, S. O. and Abdelsalam, A. K. (2010). Effect of nitrogen and seed rates on growth and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench cv. Abusabien). *Journal of Science and Technology*, 11(2), 48-51.

Yasari, E. and Patwardhan, A. M. (2007). Effect *of Aztobacter and Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian Journal of Plant Science*, 6(1), 77-82.

© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

www.SID.ir