نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۲۴۲-۲۳۱

Agroecology
Vol. 5, No. 3, Fall 2013, p. 231-242

تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) رقم اسپیدفید در چین‌های مختلف

یعقوب راعی[۱]، سید ناصر اسحقی سردرود[۲*] و امین باقری پیروز[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

مدیریت حاصلخیزی خاک از طریق تلقیح با کودهای زیستی یکی از اجزای کشاورزی پایدار می‌باشد. بر این اساس، به منظور ارزیابی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول سطوح مختلف کود شیمیایی شامل ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۱۰۰٪)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۱۰۰ درصد)+ سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۵۰ درصد)+ سوپرفسفات تریپل (۵۰ درصد) و شاهد و فاکتور دوم شامل انواع کود زیستی با سطوح بیوسوپر، فسفات بارور ۲، بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ و شاهد بود. نتایج نشان دادند که سورگوم قادر است در شرایط محیطی تبریز سه چین محصول علوفه در یک فصل زراعی تولید نماید. عملکرد علوفه خشک، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در چین دوم بیشتر از دو چین دیگر بود، ولی نسبت برگ به ساقه در چین سوم بیشتر از چین‌های دیگر بود. در چین اول ترکیب تیماری سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲، در چین دوم، اوره (۱۰۰ درصد)+ سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)+ فسفات بارور ۲ و در چین سوم، ۵۰ درصد اوره+ ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲، عملکرد علوفه را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۴۴/۶، ۳۴۴/۳ و ۱۲۱/۵ درصد افزایش داد. در حالت کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده توأم از کودهای شیمیایی و زیستی عملکرد علوفه را به‌طور معنی‌داری نسبت به استفاده تنها از کودهای شیمیایی و زیستی افزایش داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: بیوسوپر، فسفات بارور ۲، مدیریت تلفیقی کود

مقدمه

اهمیت فوق‌العاده سورگوم در تغذیه دام و طیور، تحقیقات منطقه‌ای را برای دستیابی به ارقام سازگار با عملکرد بالا در واحد سطح ضروری می‌سازد، تا با برنامه‌ریزی‌های صحیح برای انجام عملیات و فن‌آوری‌های زراعی، شناخت کامل از نحوه رشد و نمو سورگوم و تعیین شرایط مناسب برای زراعت آن بتوان گامی در جهت خود کفایی کشور در این زمینه برداشت. در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده مناسب از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در نیل به تولید حداکثر عملکرد مورد پیشنهاد قرار گرفته است. همچنین بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از اتلاف کودهای شیمیایی نیتروژنی در نتیجه فرآیندهایی چون تصعید آمونیاک، دنیتریفیکاسیون و آبشویی نیترات سبب شده که به ویژه سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن به عنوان بخشی از برنامه‌های کشاورزی پایدار، جایگزین کودهای شیمیایی گردند(Aliasgar zad, 1997) . با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ به عنوان یک کود زیستی می‌توان علاوه بر مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هزینه‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی را نیز کاهش داد که حرکتی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. باکتری‌های حل‌کننده فسفات قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرآیندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده و تحریک این عنصر را در خاک افزایش دهند (Saleh Rastin, 2001).

نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که ارتفاع بوته، وزن خشک

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و کارشناس ارشد رشته زراعت گروه اکوفیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: Naser.sardrood@yahoo.com)

بوته، شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ و وزن مخصوص برگ سورگوم دانه‌ای در اثر استفاده از کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافتند (Amal et al., 2010). در پژوهشی وزن خشک سورگوم در اثر تلقیح با باکتری *آزوسپیریلوم* نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Sarig & Kaoulnik, 1981). آغشته‌سازی بذور سورگوم با *آزوسپیریلوم* و *باسیلوس* در حضور و عدم حضور کودهای نیتروژن‌دار و فسفردار سبب افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاه و عملکرد دانه شد و در تیمارهایی که آغشته‌سازی صورت گرفته میزان جذب نیتروژن و فسفر توسط گیاه نسبت به شاهد افزایش یافت (Alagawadi & Gaur, 1992). اثر سطوح مختلف کود شیمیایی، کود حیوانی، *آزوسپیریلوم* و باکتری‌های آزاد کننده فسفات بر سورگوم دیم (*Sorghum bicolor* L.) نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه (۱۱۰۲۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۴۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد تلفیقی NPK ۱۰۰ درصد توصیه شده، کود حیوانی (۱۰ تن در هکتار)، *آزوسپیریلوم* و باکتری‌های آزاد کننده فسفات حاصل می‌شود (Ponnuswamy et al., 2002). آغشته‌سازی بذور ذرت با باکتری‌های افزاینده رشد مانند گونه‌های سودوموناس، ازتوباکتر و *آزوسپیریلوم* به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال، سطح برگ، وزن خشک بلال و ساقه ذرت نسبت به شاهد شد؛ به‌طوری‌که افزایش ارتفاع بوته و سطح برگ به ترتیب ۲۱/۷ و ۱۴/۳ درصد نسبت به شاهد بود (Gholami et al., 2009). کود زیستی فسفات بارور ۲ منجر به کاهش pH خاک شده و با افزایش میزان فسفر در دسترس باعث افزایش ۱۰ تا ۵۴ درصدی عملکرد سورگوم نسبت به شاهد شده است (Khalili et al., 2008).

در اثر تلقیح ذرت (*Zea mays* L.) با *آزوسپیریلوم* وزن خشک بوته افزایش یافت (Stancheva et al., 1992). در پژوهشی مشخص شد که کاربرد *Bacillus megatherium* همراه با کود فسفات موجب افزایش پنجه‌دهی و عملکرد ساقه نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) شد (Sundara et al., 2002). همچنین طی آزمایشی تولید ماده خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در چین دوم نسبت به چین اول بیشتر بود این اختلاف عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش تعداد پنجه و شرایط مساعدتر محیطی از جمله دمای کافی همراه با نور شدید و شب‌های خنک در چین دوم بوده است (Javadi et al., 2010). طی آزمایشی گزارش شده که چین دوم محصول علوفه‌ای بیشتری نسبت به دو چین دیگر داشت. این امر را می‌توان به مناسب بودن شرایط آب و هوایی برای رشد و نمو در چین دوم و نامساعد بودن شرایط محیطی برای رشد مطلوب و ضعف کلی گیاه به دلیل تحلیل مواد ذخیره‌ای ریشه جهت رشد مجدد نسبت داد (Raei, 1998). بر این اساس، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و معرفی مناسب‌ترین ترکیب تیماری برای دستیابی به عملکرد بالا در سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی تبریز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا گردید. منطقه دارای ارتفاع ۱۳۶۰ متری از سطح دریا، میزان بارندگی سالیانه ۲۸۵ میلی‌متر، عرض جغرافیایی ۳۸/۰۵ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶/۱۷ شرقی می‌باشد. رقم مورد استفاده، سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید بود که از شرکت خدمات حمایتی آذربایجان شرقی تهیه شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول سطوح مختلف کود شیمیایی شامل ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۱۰۰ درصد)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۱۰۰ درصد)+ سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۵۰ درصد)+ سوپرفسفات تریپل (۵۰ درصد) و شاهد (عدم کاربرد کود) و فاکتور دوم شامل کود زیستی با سطوح بیوسوپر، فسفات بارور ۲ ، بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ و شاهد (عدم کاربرد کود) می‌باشند. کل کود سوپرفسفات تریپل و یک سوم از کود اوره هنگام کاشت، یک سوم کود اوره بلافاصله بعد از برداشت چین اول و یک سوم پایانی نیز بلافاصله بعد از برداشت چین دوم به خاک اضافه شد. شایان ذکر است که مقدار کود شیمیایی به‌کار رفته بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک بود (جدول ۱). هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول چهار متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرها در اواسط اردیبهشت ماه با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع در عمق ۳-۲ سانتی‌متری سطح خاک کاشته شدند. کود زیستی بیوسوپر محتوی *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، *سودوموناس* و *باسیلوس* می‌باشد و فسفات بارور ۲ محتوی *سودوموناس* و *باسیلوس* می‌باشد که به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفتند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت منظم و به‌طور دستی و آبیاری هم هر هفته یکبار انجام گردید. در این پژوهش عملکرد علوفه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، نسبت برگ به ساقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای MSTAT-C و برای مقایسات میانگین از روش چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

چین اول

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس

تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که این صفت تحت تأثیر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۲). مقایسات میانگین مربوط به اثرهای متقابل کود شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ سورگوم نشان داد که بین سطوح اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p\leq$۰/۰۵). بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار کاربرد اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۳۸۶/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد کود اوره با مقدار ۳۷۸ گرم در متر مربع ندارد؛ احتمالاً ناهمگن بودن خاک آزمایشی باعث این موضوع شده است و نگذاشته نقش فسفر به‌طور کامل مشخص شود و کمترین مقدار وزن خشک برگ نیز مربوط به شاهد با ۱۳۹/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که افزایش وزن خشک برگ نسبت به شاهد ۱۷۷ درصد می‌باشد (جدول ۳). در آزمایشی دیگر وزن خشک برگ‌های ذرت در اثر کاربرد باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* افزایش یافت (Kapulnic et al., 1981).

ب) وزن خشک ساقه نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثرهای متقابل کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که بیشترین و کمترین وزن خشک برگ به ترتیب مربوط به سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۹۳۵/۷ و شاهد با مقدار ۲۲۱/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که تیمار کودی فوق وزن خشک ساقه را ۳۲۲/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های ساندارا و همکاران (Sundara et al., 2002) در نیشکر مطابقت دارد.

ج) نسبت برگ به ساقه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر-های کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار اوره+ بیوسوپر با نسبت ۰/۷۰۰۵ و کمترین میزان این نسبت در تیمار اوره+ سوپرفسفات تریپل با نسبت ۰/۲۵۷۷ به‌دست آمد (جدول ۳). مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت برگ به ساقه را در گیاه سورگوم نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Khalesrou et al., 2010) که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد، به این دلیل که در این آزمایش با کاربرد تنهای کود اوره این نسبت کاهش یافته است.

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical properties of experimental soil before planting

پتاسیم قابل جذب (ppm) Available K (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm) Available p (ppm)	نیتروژن (٪) N (%)	کربن آلی (٪) OC (%)	شن (٪) Sand (%)	سیلت(٪) Silt (%)	رس (٪) Clay (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	بافت Texture
304	61	0.08	0.74	62	22	16	7.82	512	Loam- sand

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین اول

Table 2- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at first harvest

نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد علوفه Forage yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.0001^{ns}	1269.617**	2905.617**	39832.267**	2	تکرار Replication
0.068**	196756.433**	8486.808**	268217.692**	4	کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)
0.011**	61301.422**	6299.706**	104608.106**	3	کود زیستی (B) Bio fertilizer (B)
0.039**	53890.256**	17748.719**	110643.425**	12	شیمیایی× زیستی F× B
0.0001	128.828	41.757	216.618	38	اشتباه آزمایشی Error
2.81	2.08	2.79	1.89		ضریب تغییرات (٪) C.V (%)

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: are non significant and significant at 1% respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین اول

Table 3- Comparison of mean effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at first harvest

کود شیمیایی Fertilizer	کود زیستی Bio fertilizer	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem dry weight ($g.m^{-2}$)	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
اوره Urea	بیوسوپر Biosuper	428k*	176.3jk	251.7l	0.7005a
	بارور ۲ Barvar Π	697.3h	202.7hi	494.7hi	0.4093h
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	646i	167.3jk	478.7i	0.3493kl
	شاهد Control	1032c	378a	654.3e	0.5785c
سوپر فسفات تریپل Super phosphate triple (S.P.T)	بیوسوپر Biosuper	673.6h	177.3j	496.3hi	0.3572jk
	بارور ۲ Barvar Π	748g	178.3j	569.7f	0.3133n
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1243a	307b	935.7a	0.3245mn
	شاهد Control	955d	254.7de	700.3d	0.3636ijk
اوره+ سوپر فسفات تریپل Urea+ S.P.T	بیوسوپر Biosuper	777.6f	239.3f	538.3g	0.4447g
	بارور ۲ Barvar Π	1098b	386.3a	712d	0.5422d
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1010c	278c	731.7c	0.3798i
	شاهد Control	956.7d	196i	760.7b	0.2577o
۵۰ درصد اوره+۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل 50%urea+50%S.P.T	بیوسوپر Biosuper	697h	174.7jk	522.3g	0.3343lm
	بارور ۲ Barvar Π	600j	165.3k	434.7k	0.3709ij
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	734.6g	258.3d	476.3i	0.5418d
	شاهد Control	815.7e	275.7c	540g	0.5113e
شاهد Control	بیوسوپر Biosuper	747g	247ef	500h	0.4942ef
	بارور ۲ Barvar Π	678.3h	221.3g	457j	0.484f
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	637i	207.3h	429.7k	0.4825f
	شاهد Control	360.6l	139.3l	221.3m	0.6291b

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

د) عملکرد علوفه خشک نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین اول نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی و اثرهای متقابل کودها معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بودند (جدول ۲). مقایسات میانگین مربوط به اثرهای متقابل کود شیمیایی و زیستی بر عملکرد علوفه سورگوم نشان داد که بین سطوح اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشته و آنها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند؛ به‌طوری‌که تیمار سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ دارای بیشترین عملکرد علوفه با میزان ۱۲۴۳ گرم در متر مربع و تیمار شاهد با مقدار علوفه ۳۶۰/۷ گرم در متر مربع کمترین عملکرد علوفه را به خود اختصاص دادند که افزایش عملکرد ۲۴۴/۶ درصد می‌باشد (جدول ۳). فسفر به‌عنوان محدود کننده‌ترین عنصر پرمصرف در اغلب خاک‌های کشور است و این تیمار با دارا بودن کود سوپرفسفات تریپل و همچنین باکتری‌های حل کننده فسفات باعث تولید حداکثر عملکرد شده است. این نتایج با یافته‌های الاگاوادی و گایور (Alagawadi & Gaur, 1992) و پونوسوامی و همکاران (Ponnuswamy et al., 2002) در گیاه سورگوم مطابقت دارد.

چین دوم

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که این صفت تحت تأثیر کودهای شمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار (p≤۰/۰۱) شد (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۸۲۵/۷ گرم بر متر مربع و کمترین آن مربوط به شاهد با مقدار ۲۲۱ گرم در متر مربع می‌باشد (جدول ۵). به علت اینکه کودهای زیستی توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس برای گیاه را طی فرآیندهای زیستی داشته و منجر به توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند بنابراین باعث افزایش عملکرد شده است. کاربرد کودهای بیولوژیکی باعث افزایش معنی‌دار اغلب صفات، از جمله عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ شد (Jahan et al., 2011).

ب) وزن خشک ساقه: نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار (p≤۰/۰۱) شدند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه مربوط به اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۱۴۶۸ گرم در متر مربع و شاهد با مقدار ۲۴۹/۷ گرم در متر مربع می‌باشد (جدول ۵). بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که دلیل بهبود وزن خشک ساقه سورگوم مربوط به بهبود فراهمی جذب عناصر غذایی و بویژه فسفر باشد که در نتیجه منجر به افزایش وزن خشک ساقه شده است. مشخص شده است که باکتری‌های حل‌کننده فسفات، وزن ساقه و ریشه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) را با جذب بیشتر فسفر نسبت به شاهد افزایش دادند (Turan et al., 2007).

جدول ٤- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین دوم

Table 4- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at second harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد علوفه Forage yield	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
تکرار Replication	2	210546.35**	32947.717**	76940.617**	0.0003^{ns}
کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)	4	865833.433**	160035.392**	290513358**	0.032**
کود زیستی (B) Bio fertilizer (B)	3	104204.639**	33008.889**	63159.128**	0.057**
شیمیایی× زیستی F× B	12	604357.056**	44589.292**	359487.058**	0.222**
اشتباه آزمایشی Error	38	1314.175	167.383	701.9	0.0001
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		3.08	2.72	3.78	1.45

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Ns and ** are not significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین دوم

Table 5- Mean comparison of the effects of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at second harvest

کود شیمیایی Fertilizer	کود زیستی Bio fertilizer	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem dry weight ($g.m^{-2}$)	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
اوره Urea	بیوسوپر Biosuper	1220e*	487.3ef	732.3g	0.6652i
	بارور ۲ Barvar Π	965hi	503e	426k	1.089a
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1643b	694.3c	949d	0.7318g
	شاهد Control	1446d	577.3d	868.3e	0.6645i
سوپر فسفات تریپل Super phosphate triple (S.P.T)	بیوسوپر Biosuper	766.3jk	371.3h	395l	0.9401c
	بارور ۲ Barvar Π	597.7l	266.7j	376.7lm	1.067b
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1016gh	461.7g	554ij	0.834d
	شاهد Control	1643b	484.7ef	1158b	0.4182m
اوره+ سوپر فسفات تریپل Urea+S.P.T	بیوسوپر Biosuper	1394d	460.3g	933.3d	0.4232l
	بارور ۲ Barvar Π	2294a	825.7a	1468a	0.5625k
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1680b	739b	941.3d	0.7848ef
	شاهد Control	942.7i	490.3ef	452.3k	1.084ab
۵۰ درصد اوره+۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل 50%urea+50%S.P.T	بیوسوپر Biosuper	722k	377.7h	344.3m	1.096a
	بارور ۲ Barvar Π	910i	377.7h	532.3j	0.7094h
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	1133f	499.3e	633.3h	0.7888e
	شاهد Control	1519c	454g	1065c	0.4263
شاهد Control	بیوسوپر Biosuper	1264e	472.7fg	791.3f	0.5973j
	بارور ۲ Barvar Π	1052g	457g	595.3hi	0.7678f
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar Π	813.3j	293.7i	519.7j	0.4253m
	شاهد Control	516.3m	221k	249.7n	0.9347c

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

ج) نسبت برگ به ساقه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر-های کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بودند (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار ۵۰ درصد اوره+ ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر با نسبت ۱/۰۹۶ بدست آمد و کمترین این نسبت به تیمار سوپرفسفات تریپل با نسبت ۰/۴۱۸۲ اختصاص یافت (جدول ۵). این نتیجه بیان‌گر آن است که کود زیستی بیوسوپر با توجه به دارا بودن باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل‌کننده فسفات توانسته است کاهش ۵۰ درصدی کودهای شیمیایی را جبران کرده و علوفه‌ای خوشخوراکی نیز تولید نماید. همچنین نسبت‌های کاهش یافته کودهای شیمیایی همراه با کود زیستی منجر به بیشترین نسبت برگ به ساقه شده است که توسعه مصرف این مواد حاصلخیزکننده زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی گامی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی زیست محیطی می‌باشد.

د) عملکرد علوفه خشک: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین دوم نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی و اثرهای متقابل کودها در سطح احتمال یک درصد (p≤۰/۰۱) معنی‌دار بودند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه مربوط به تیمار اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با میزان تولید ۲۲۹۴ گرم در متر مربع و کمترین میزان عملکرد به تیمار شاهد با ۵۱۶/۳ گرم در متر مربع اختصاص دارد و افزایش عملکرد ۳۴۴/۳ درصد نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۵). کودهای زیستی در چین-های مختلف تأثیر متفاوتی داشته‌اند شاید با توجه به تغییر عوامل محیطی و تأثیر آن بر عوامل خاکی که می‌تواند کارکرد باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را تغییر دهد این تفاوت به‌وجود آمده است. طی گزارش تلقیح دانه‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو *Hordeum vulgare* L.) با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* عملکرد آن‌ها را به ترتیب ۱۱ و ۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Milani& Anthofer, 2008). تلقیح توأم ازتوباکتر و *آزوسپیریلوم* بر مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم اثر مثبت دارد و وزن خشک اندام هوایی ذرت و سورگوم نسبت به شاهد به ترتیب با ۱۲ و ۱۵ درصد افزایش یافت (Tilak et al., 1992).

چین سوم

الف) وزن خشک برگ: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد (p≤۰/۰۱) و اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی در سطح احتمال پنج درصد (p≤۰/۰۵) معنی‌دار شدند، ولی اثرهای اصلی کود زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). طبق نتایج مقایسات میانگین به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک برگ با مقدار ۴۵۴/۴ و ۲۲۳/۷ گرم در متر مربع به تیمارهای ۵۰ درصد اوره+ ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ و شاهد مربوط می‌شود که تیمار فوق باعث افزایش ۱۰۳ درصدی در وزن خشک برگ شده است (جدول ۶). به احتمال زیاد دلیل این افزایش در وزن خشک برگ مربوط به کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات در کودهای زیستی بکار برده شده است. کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی در مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی در مورد ارزن و ذرت موجب افزایش عملکرد شد (Bashan et al., 2004).

ب) وزن خشک ساقه: طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار (p≤۰/۰۱) شدند، ولی اثرهای اصلی کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار ۵۰ درصد اوره+ ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ با ۱۳۹/۹ گرم در متر مربع و کمترین مقدار مربوط به شاهد با ۴۴/۲۸ گرم در متر مربع می-باشد. احتمالاً باکتری‌های موجود در کودهای زیستی توانسته‌اند شرایط مناسب‌تری را برای گیاه فراهم کنند و حتی عملکرد گیاه را نسبت به کاربرد ۱۰۰ درصدی کودهای توصیه شده افزایش دهند و یا چون رشد گیاه در چین سوم در شرایط تقریباً نامساعد محیطی صورت گرفته گیاه نتوانسته است از منابع موجود در خاک استفاده کند در صورتی که باکتری‌ها توانسته‌اند این کمبود را جبران کنند. استفاده توأم کود زیستی با مقادیر کاهش یافته کودهای شیمیایی وزن خشک ساقه را نسبت به شاهد ۲۱۵ درصد افزایش داد که گام بزرگی در حرکت به سوی کشاورزی پایدار می‌باشد (جدول ۶). این نتایج با یافته‌های غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) در گیاه ذرت مطابقت دارد. در آزمایشی روی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) قطر طبق، عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت بطور معنی‌داری با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفری افزایش یافتند (Ahmed et al., 2010).

ج) نسبت برگ به ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود زیستی معنی‌دار (p≤۰/۰۱) شدند، ولی اثرهای اصلی کود شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). در مقایسه میانگین نسبت برگ به ساقه بیشترین نسبت مربوط به تیمار شاهد با ۴/۳۸۶ بود، ولی اختلاف معنی‌داری با بیوسوپر (۳/۷۶۱) و فسفات بارور ۲ (۴/۱۱۸) نداشت و کمترین نسبت برگ به ساقه مربوط به بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ با نسبت ۳/۵۶۱ بود که آن هم با بیوسوپر و فسفات بارور ۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. چون تیمار شاهد وزن خشک ساقه کمتری نسبت به کودهای زیستی داشته باعث افزایش نسبت برگ به ساقه شده است.

جدول ٦- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین سوم

Table 6- Mean comparisons of the effect of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at third harvest

کود شیمیایی Fertilizer	کود زیستی Bio fertilizer	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem dry weight ($g.m^{-2}$)
اوره Urea	بیوسوپر Biosuper	434.1abc	340.6abcd	93.53 abc
	بارور ۲ Barvar II	391.1bc	319.5bcd	74.68 abc
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	451.3ab	324bcd	127.3ab
	شاهد Control	427.5 abc	348.8abc	78.68 abc
سوپر فسفات تریپل Super Phosphate Triple (S.P.T)	بیوسوپر Biosuper	398.7bc	319.6bcd	79.12 abc
	بارور ۲ Barvar II	435.1 abc	319bcd	116.1ab
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	378bc	302bcd	76.04abc
	شاهد Control	435.2 abc	340.8abcd	94.44 abc
اوره+ سوپر فسفات تریپل Urea+ S.P.T	بیوسوپر Biosuper	584/8a	444.9a	139.4a
	بارور ۲ Barvar II	508.3ab	382.4 abc	125.9ab
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	401c	313.5bcd	87.47 abc
	شاهد Control	453ab	361.2 abc	91.8 abc
۵۰ درصد اوره+۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل 50%Urea+50%S.P.T	بیوسوپر Biosuper	387.5bc	302.4bcd	85.08 abc
	بارور ۲ Barvar II	476.4ab	400.8ab	75.53abc
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	593.8a	454.4a	139.9a
	شاهد Control	501.7ab	391.5ab	110.2abc
شاهد Control	بیوسوپر Biosuper	506.9ab	379.1 abc	127.8ab
	بارور ۲ Barvar II	367bc	298.4bcd	68.63bc
	بیوسوپر+ بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	331bc	265.1cd	65.9bc
	شاهد Control	268c	223.7d	44.28c

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

جدول ۷- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین سوم

Table 7- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at third harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد علوفه Forage yield	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
تکرار Replication	2	151938.05**	75407.887**	13319.52**	3.765**
کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)	4	32239.009**	18795.34**	2020.9^{ns}	0.76^{ns}
کود زیستی (B) bio fertilizer (B)	3	5389.917^{ns}	2096.334^{ns}	1256.115^{ns}	2.028*
شیمیایی× زیستی F× B	12	17393.272*	8265.78*	2434.764*	1.315^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	38	7938.493	3749.463	1197.822	0.708
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		20.4	17.93	36.4	21.27

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are not significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

هر چه این نسبت بیشتر باشد خوشخوراکی و در نتیجه قابلیت هضم آن افزایش می‌یابد. طی گزارشی در گیاه یونجه (*Medicago sativa* L.) بیشترین و کمترین نسبت برگ به ساقه به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل+ فسفات بارور و شاهد بود (Afrasiyabi et al., 2011). در دیگر مطالعه‌ای مشخص شد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در تیمار شاهد بدست آمد که اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار کود زیستی نداشت (Tahami et al., 2010).

د) عملکرد علوفه خشک: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد (p≤۰/۰۱) و اثرهای متقابل کودهای شیمیایی و زیستی نیز در سطح احتمال پنج درصد (p≤۰/۰۱) معنی‌دار بودند، ولی اثرهای اصلی کود زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار علوفه به تیمار ۵۰ درصد اوره+ ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ با ۵۹۳/۸ گرم در متر مربع و کمترین مقدار به تیمار شاهد با ۲۶۸ گرم در متر مربع اختصاص یافت که افزایش عملکرد نسبت به شاهد ۱۲۱ درصد می‌باشد (جدول ۶). تأمین و حفظ تعادل مواد غذایی گیاه و بهبود جذب نیتروژن و فسفر توسط ریشه گیاه، مهمترین مکانیسم متقابل بین گیاه و باکتری می‌باشد. بدین ترتیب این میکروارگانیسم‌ها با افزایش مصرف مواد غذایی توسط گیاه و افزایش عملکرد باعث کاهش ۵۰ درصدی مصرف کودهای شیمیایی شده‌اند. تلقیح بذرهای ذرت با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه می‌شود (Nanda et al., 1995).

مقایسه چین‌ها از نظر صفات مورد بررسی

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی در سطح احتمال یک درصد (p≤۰/۰۱) معنی‌دار شدند (جدول ۸). در مقایسات میانگین بیشترین وزن خشک برگ مربوط به چین دوم با میانگین ۴۷۵/۷۳ گرم در متر مربع و کمترین میزان آن مربوط به چین اول با ۲۳۱/۵۲ گرم در متر مربع بود که چین دوم ۱۰۵/۴ درصد بیشتر از چین اول بود (جدول ۹). این اختلاف عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش تعداد پنجه و شرایط مساعدتر محیطی از جمله دمای کافی همراه با نور شدید و شب‌های خنک در چین دوم بوده است. طی آزمایشی در گیاه سورگوم تولید ماده خشک در چین دوم نسبت به چین اول بیشتر بود (Raei, 1998).

ب) وزن خشک ساقه: با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر کود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی در سطح احتمال یک درصد (p≤۰/۰۱) معنی‌دار بودند (جدول ۸). طبق نتایج مقایسات میانگین بیشترین مقدار وزن خشک ساقه مربوط به چین دوم با میانگین ۷۰۱/۱۲ گرم در متر مربع و کمترین مقدار مربوط به چین سوم با ۹۵/۰۹ گرم در متر مربع بود که چین دوم ۶۳۷/۳ درصد از چین سوم بیشتر بود (جدول ۹). نتایج این آزمایش با نتایج جوادی و همکاران (Javadi et al., 2010) در گیاه سورگوم هم‌خوانی دارد.

ج) نسبت برگ به ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر چین (p≤۰/۰۱)، اثر کود زیستی و اثر متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در کود زیستی (p≤۰/۰۵) شدند (جدول ۸). نتایج مقایسات میانگین حاکی از

آن است که بیشترین نسبت برگ به ساقه مربوط بـه چـین سـوم بـا نسبت ۳/۹۵۶۵ و کمترین نسبت مربوط به چین اول با ۰/۴۴۳۴ می- باشد.

جدول ۸- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین‌های مختلف

Table 8- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at different harvests

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد علوفه Forage yield	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
تکرار Replication	2	353026.395**	83241.056**	93710.596**	1.289**
کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)	4	662389.479**	430238.661**	1039885.557**	0.274^{ns}
کود زیستی (B) bio fertilizer (B)	3	112401.936**	38579.466**	65554.35**	0.767*
شیمیایی× زیستی F× B	12	358898.808**	503236.099**	165804.699**	0.541*
اشتباه اصلی (a) Error (a)	38	3687.362	49462.138	955.78	0.237
چین (H) (H) Harvest	2	8235936.129**	1795054.764**	5942176.303**	226.943**
چین× کود شیمیایی H× F	8	251950.327**	319031.5**	114659.651**	0.293^{ns}
چین× کود زیستی H ×B	6	50900.363**	85635.319**	30081.157**	0.664*
چین× شیمیایی× زیستی H× F× B	24	186747.472**	344009.393**	125003.69**	0.518*
اشتباه فرعی (b) (b) Error	80	3978.673	157005.138	954.66	0.286
ضریب تغییرات C.V %		7.92	12.67	6.91	31.11

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: are not significant and are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین‌های مختلف

Table 9- Mean comparison of the effect of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at different harvest

چین Harvest	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه Stem dry weight ($g.m^{-2}$)	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
اول The first	776.78b*	231.52c	545.27b	0.4434c
دوم The second	1176.85a	475.73a	701.12a	0.7539b
سوم The third	436.67c	341.58b	95.09c	3.9565a

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

افزایش نسبت برگ به ساقه در چین سوم می‌تواند ناشی از تعـداد ساقه‌های اصلی در گیاه در اثر چین برداری و تولید برگ بیشتر توسط این ساقه‌ها نسبت به تولید ساقه فرعی باشد (جدول ۹). در گیاه ریحان نسبت برگ بـه سـاقه در چـین سـوم بیشـتر از دو چـین دیگـر بـود (Tahami et al., 2010).

د) عملکرد علوفه خشک: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک حـاکی از معنـی‌دار شـدن ($p\leq$۰/۰۵) اثـر کـود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی بود (جدول ۸). مقایسات میـانگین نشـان داد کـه چـین دوم

بیشترین محصول و چین سوم کمترین محصول را تولید کرد. بدین ترتیب، بیشترین عملکرد علوفه خشک در چین دوم با میانگین ۱۱۷۶/۸۵ گرم در متر مربع و کمترین میزان عملکرد علوفه خشک با ۴۳۶/۶۷ گرم در متر مربع در چین سوم بدست آمد و چین اول هم از عملکرد متوسطی برخوردار بود؛ به‌طوری‌که افزایش عملکرد چین دوم نسبت به سوم ۱۶۹/۵ درصد بود (جدول ۹). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که کودهای زیستی می‌توانند در کشاورزی پایدار به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی مطرح شوند. این نتایج با یافته‌های راعی (Raei, 1998) در گیاه سورگوم مطابقت دارد. استفاده بهینه از کودهای شیمیایی از طریق تأثیر بر رشد و نمو گیاه بویژه افزایش شاخص سطح برگ باعث جذب بیشتر نور خورشید و افزایش عملکرد می‌گردد، ولی استفاده بیش از حد مطلوب علاوه بر تخریب خاک و مشکلات زیست محیطی باعث مسمومیت و کاهش جذب سایر عناصر در گیاه شده و عملکرد را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در چین اول، دوم و سوم به ترتیب بهترین تیمار مربوط به سوپر فسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲، اوره+ سوپر فسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ و ۵۰٪ اوره+ ۵۰٪ سوپر فسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ بود. بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی با کودهای شیمیایی باعث افزایش بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد علوفه‌ای سورگوم نسبت به استفاده تنها از کودهای شیمیایی و زیستی شد. از این‌رو، با کاربرد کودهای زیستی ضمن کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی و به تبع آن کاهش هزینه‌های تولید و کاهش اثرات سوء زیست محیطی می‌توان به عملکرد مطلوبی در گیاه سورگوم علوفه‌ای دست یافت.

منابع

1. Afrasiyabi, M., Amini Dehgi, M., and Modares Sanavi, S.A.M. 2011. Effects of phosphate barvar–2 biofertilizer and super phosphate triple on yield, quality and nutrient uptake on annual *Medicago* species Askvtalata (*Medicago scutellata* cv. Robinson). Journal of Agriculture 4: 43-54. (In Persian with English Summary)
2. Ahmed, A.G., Orabi, S.A., and Gaballah, M.S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research 2: 271-277.
3. Alagawadi, A.R., and Gaur, A.C. 1992. Inoculation of *azospirillum brasilense* and phosphate- solubilizing bacteria on yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in dry land. Tropical Agriculture 69: 347-350.
4. Aliasgar Zad, N. 1997. Soil Microbiology and Biochemistry, University of Tabriz, Iran 456 pp. (In Persian)
5. Amal, G.A., Orabi, S., and Gomaa, A.M. 2010. Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 6: 270-279.
6. Bashan, Y., Holguin, G., and de-Bashan, L. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Canadian Journal Microbiological 50: 521–577.
7. Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology 49: 19-24.
8. Jahan, M., Nasiri Mahalati, M., Amiri, M.B., and Tahami, M.K. 2011. Effect of biological fertilizers on oil production and some of characteristics quantitative basil (*Ocimum basilicum* L.) in cultivation winter cover plants condition. National Conference on Sustainable Agriculture, Islamic Azad University of Varamin– Pishva, 30 November 2011, p. 1747-1758. (In Persian)
9. Javadi, H., Saberi, M.H., Azari Nasr Abad, A., and Khosravi, S. 2010. Effect practices distribution and values nitrogen fertilizer on qualitative and quantitative characteristics of forage sorghum speedfeed. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 384-392. (In Persian)
10. Kapulnic, Y., Kigel, J., Nur, I., and Henis, Y. 1981. Effect *Azospirillum* inoculation on some growth parameters and N content of wheat, sorghum and panicum. Plant and Soil 61: 65-70.
11. Khalesrou, S., Agha Alikhani, M., and Modars Sanavi, S.A.M. 2011. Effect of nitrogen fertilizer amount of qualitative and quantitative yield of forage maize, pearl millet and sorghum in a dual culture system. Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 930-938. (In Persian with English Summary)
12. Khalili, A., Akbari, N., and Chaichi, M.R. 2008. Limited irrigation and phosphorus fertilizers on yield and yield components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences 3: 697-702.
13. Milani, P.M., and Anthofer, J. 2008. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* on the yield of wheat (*Triticum aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare*) in Kermanshah and Lorestan, Iran. (In Persian)
14. Nanda, S.S., Swain, K.C., Panda, S.C., Mohanty, A.K., and Alim, M.A. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. Current Agricultural Research 8: 45-47.
15. Ponnuswamy, K., Subbian, P., Santhi, P., and Sankaran, N. 2002. Integrated nutrient management for rainfed

sorghum. Crop Research 23: 243-246.
16. Raei, Y. 1998. Intercropping of sorghum and clover. MSc Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)
17. Saleh Rastin, N. 2001. Biological fertilizers and their role in order to achieve sustainable agriculture. Journal Soil and Water. Special Biological Fertilizers 23: 19-23.
18. Sarig, S., and Kaoulnik, Y. 1981. Sorghum and pearl millet abstract. Journal of plant and Science 62: 412-414.
19. Stancheva, I., Dimitrev, I., Kuloyanova, N., Dimitrova, A., and Anyelov, M. 1992. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. Agronomie 12: 319-324.
20. Sundara, B., Natarajan, V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugar cane and sugar yields. Field Crops Research 77: 43-49.
21. Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)
22. Tilak, K.V.B.R., Singh, C.S., Roy, N.K., and Subba Rao, N.S. 1992. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chrococcum* inoculum effect on maize and sorghum. Soil Biological and Biochemistry 14: 417-418.
23. Turan, M., Ataoglu, N., and Sahin, F. 2007. Effects of *Bacillus Fs-3* on growth of tomato (*Lycopersion esculentnm* L.) plants and availability of phosphorus in soil. Plant, Soil and Environment 53: 58-64.