

بررسی تأثیر روش‌های ارگانیک کوددهی بر کیفیت و کمیت علوفه تاج‌خروس (*Amaranthus spp. L.*)

محمد رضا محمدی تودشکی^{۱*}، امیر آینه‌بند^۲ و اسفندیار فاتح^۳

۱، ۲، ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، استاد و دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر محصول کمی و کیفی گیاه علوفه‌ای تاج‌خروس (*Amaranthus spp. L.*)، آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تابستان سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. تیمار اصلی شامل روش‌های مدیریت ارگانیک ۱، ارگانیک ۲، شیمیایی، تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی و تیمار شاهد و عامل فرعی شامل دو رقم تاج‌خروس جدید به نام‌های پلنزنم و کونیز بود. نتایج نشان داد، هر دو روش‌های مدیریت ارگانیک و به‌ویژه رقم کونیز بیشترین کمیت ویژگی‌های ارتفاع، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و کل عملکرد ماده خشک را داشتند. بیشترین عملکرد علوفه خشک (۳۶۸ گرم در مترمربع) مربوط به مدیریت ارگانیک ۲ در رقم کونیز بود. عملکرد ماده خشک بیشترین همبستگی معنی‌دار را با ویژگی وزن ساقه داشت. بیشترین قابلیت هضم، انرژی سوخت‌وسازی (متابولیسمی)، پروتئین خام و کربوهیدرات محلول در آب در هر دو روش ارگانیک به دست آمد. بین رقم‌ها از نظر ویژگی‌های کیفی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مدیریت تلفیقی در رقم کونیز بیشترین (۵۷ درصد) قابلیت هضم را داشت که تفاوت معنی‌داری با مدیریت ارگانیک ۲ نداشت. بیشترین (۱۷ درصد) پروتئین خام مربوط به تیمار ارگانیک ۱ در رقم پلنزنم بود. بین عملکرد ماده خشک و قابلیت هضم همبستگی مثبت، ولی بین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام همبستگی منفی وجود داشت. به‌طور کلی نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی نشان داد که استفاده از روش‌های ارگانیک کوددهی تأثیر مطلوبی بر کمیت و کیفیت تولید علوفه تاج‌خروس در شرایط خوزستان خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: ایاف محلول در اسید (ADF)، انرژی متابولیسمی، پروتئین خام، تاج‌خروس، قابلیت هضم.

Study the effect of organic fertility methods on quality and quantity of fodder *Amaranth (Amaranthus spp. L.)*

Mohammad Reza Mohammadi Tudeshki^{1*}, Amir Ayeneband² and Esfandiar Fateh³

1, 2, 3. M.Sc. Student of Agroecology, Professor and Associate Professor, Department of Agronomy, Shahid Chamran University of Ahwaz, Iran

(Received: Jun. 13, 2015 - Accepted: Feb. 16, 2016)

ABSTRACT

In order to study the effect of organic and inorganic fertilizers on quality and quantity production of fodder *Amaranth (Amaranthus spp. L.)* a field experiment was conducted in agricultural faculty of Shahid Chamran University in 2015. The experimental design was split plot based on RCB with three replications. Main plots were including Organic 1, Organic 2, Chemical, Integrated and Control and subplot including 2 *Amaranth* cultivars (Plansman and Koniz). Our results showed that both organic methods and Koniz Cv. had the highest plant height, leaf and stem dry matter and total dry matter. The highest fodder yield (368 gr/m²) belonged to Koniz Cv. with organic 2 methods due to better stem and leaf dry matter. Total dry matter production had the highest significant correlation with stem dry matter. Both organic methods had the highest digestibility, metabolic energy, crude protein and water soluble carbohydrates. No significant differences observed between cultivar for quality characters. Application of integrated method in Koniz Cv. had highest digestibility (57 percent) but had no significant differences with organic 2 methods. The highest crude protein (17 percent) belonged to Cv. Plansman with Organic 1 treatment. Total dry matter had positive correlation with digestibility but negative correlation with crude protein. In conclusion, we found that applying organic fertilizer methods will have good effective on quality and quantity of fodder production from *Amaranth* in Khuzestan.

Keywords: *Amaranth*, acid detergent fiber (ADF), crude protein, digestibility, metabolic energy.

مقدمه

از جمله گیاهان علوفه‌ای که امروزه مطرح شده، تاج‌خروس (*Amaranth*) با نام علمی *Amaranthus spp.* از خانواده *Amaranthaceae* است. این گیاه به علت ویژگی‌های تغذیه‌ای و سازگاری می‌تواند قابلیت و ظرفیت ورود به تناوب زراعی را داشته باشد. سازگاری تاج‌خروس با خاک‌های فقیر و تحمل آن به تنش خشکی، استفاده از آن را به‌عنوان یک محصول زراعی در مناطق نیمه‌خشک ممکن ساخته است (Myers, 1996). در پژوهشی با مقایسه پنج رقم علوفه‌ای تاج‌خروس گزارش شد، عملکرد وزن خشک علوفه رقم‌های تاج‌خروس بین ۱۵ تا ۳۲ تن در هکتار بود. نتایج بیانگر این است که گیاه علوفه‌ای تاج‌خروس قابلیت مطلوبی برای کشت و توسعه در خوزستان دارد (Ayenehband, 2004). محققان دریافته‌اند، برگ و ساقه‌های تاج‌خروس در مقایسه با یونجه همی سلولز و خاکستر بیشتر ولی دیواره یاخته‌ای بدون همی سلولز کمتری دارد (Stallknecht & Schulz-Schaeffer, 1993). گزارش شده که مقادیر ADF^۱ در گیاهان یولاف، تریتیکاله و جو، نسبت به گونه و رقم‌های تاج‌خروس بالاتر بود (Cherney & Marten, 1982). همچنین میانگین لیگنین تاج‌خروس علوفه‌ای ۳/۵۴ درصد و میانگین قابلیت هضم ماده خشک به روش آزمایشگاهی (IVDM)^۲ برای علوفه تاج‌خروس ۷۱/۲۸ درصد گزارش شده است (Sleugh et al., 2001).

نوآوری در کشاورزی به‌ویژه در دوره گذار از کشاورزی سنتی و متداول به کشاورزی پایدار با راهبرد کشاورزی پایدار برای بهبود کمی و کیفی عملکرد محصولات و اجرای الگوهای مناسب و به‌کارگیری نهاده‌ها مانند تلفیق کودهای شیمیایی و آلی به‌ویژه کودهای زیستی (بیولوژیک) به‌عنوان راهکاری برای کشاورزی جایگزین برای تولید محصول و حفظ عملکردها در سطح شایان‌پذیرش مطرح هستند. با توجه به برخی اثرگذاری‌های سوء زیست‌محیطی کاربرد کودهای شیمیایی استفاده از کودهای زیستی مانند ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه به‌عنوان قسمتی از یک نظام مدیریت جهانی، کاربرد کودهای

شیمیایی را کاهش داده و پایداری تولید را بهبود داد (Vessey, 2003). در پژوهشی گزارش شده با کاربرد کودهای آلی، ویژگی‌های ارتفاع بوته، شمار کپسول در بوته، زیست‌توده گیاه، عملکرد دانه، وزن دانه در بوته و شمار دانه در کپسول گیاه کنگد نسبت به تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی افزایش معنی‌داری داشتند و بیشترین میزان این ویژگی‌ها در تیمار کاربرد کود گاوی به دست آمد که دلیل این امر را آزادسازی تدریجی عناصر غذایی متناسب با رشد گیاه و در نتیجه بهبود عملکرد گیاه بیان شده (Rezvani Moghaddam, 2010). همچنین در نتایج گزارشی دیگر با مقایسه تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی در آفتابگردان اظهار شده که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کاربرد کودهای شیمیایی و بهترین عملکرد دانه در تیمار کودهای زیستی به دست آمد که علت این امر را توان نگهداری بهتر رطوبت در ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بیان شده است (Anosheh et al., 2010). در ادامه با بررسی تأثیر ریزجانداران (میکروارگانیزم)های حل‌کننده فسفات و کود شیمیایی فسفات بر کیفیت دانه و علوفه جو (*Hordeum vulgare* L.) محققان در نتایج پژوهش‌های خود نشان دادند، بیشترین میزان پروتئین از کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دست آمد. کودهای زیستی فسفر بر کیفیت علوفه نیز تأثیر داشت. به‌طوری‌که این تیمارها میزان خاکستر را در سطح شایان‌پذیرشی افزایش دادند (Mehrvarz et al., 2008). در پژوهشی دیگر کاربرد ریزجانداران حل‌کننده فسفات و ریزباکتری‌های محرک رشد گیاه همزمان با میزان مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت داشت (Yazdani et al., 2009). همچنین با بررسی تأثیر نظام‌های کم آبیاری و تلفیق کود شیمیایی و زیستی فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی شلغم علوفه‌ای، گزارش شد که تأمین فسفر مورد نیاز گیاه می‌تواند میزان پروتئین خام علوفه شلغم (*Brassica rapa* L.) را افزایش دهد. در این میان تأثیرگذاری مدیریت تلفیقی کود بیشتر از کاربرد به‌تنهایی (منفرد) کود شیمیایی یا زیستی بود (Keshavarz Afshar, 2009).

1. Acid Detergent Fiber

2. In Vitro Digestion Method

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. کمینه و بیشینه دما در مدت دوره رشد بین ۲۰ تا ۴۹ درجه سلسیوس و بدون هیچ‌گونه بارندگی بود، ویژگی‌های خاک مزرعه، کمپوست و ورمی‌کمپوست مصرفی بنابر جدول ۱ بود.

به‌طورکلی از جمله نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور دستیابی به حصول عملکرد بالا و باکیفیت مطلوب، ارزیابی نظام‌های مختلف تغذیه گیاه است. لذا هدف از اجرای این آزمایش، بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های کمی و کیفی علوفه تاج‌خروس به‌منظور کاهش اتکا به نهاده‌های شیمیایی برای تولید پایدار این گیاه علوفه‌ای بود.

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه و کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست

Table 1. Results of chemical analysis of the field soil, compost and vermicompost

Depth (cm)	EC (dc.m ⁻¹)	pH	O.M (%)	N _t (%)	P _{ava} (%)	K _{ava} (%)	Soil texture
30 (soil)	3.4	7.8	0.52	0.039	0.0013	0.016	Loam-sand
(Compost)	9.7	7.1	30.46	1.02	1.2	0.96	-
(Vermicompost)	5.7	6.4	39.21	2.23	2.35	1.4	-

مبارزه شیمیایی از روش‌های جایگزین و بوم‌شناختی مانند وجین دستی علف‌های هرز و پاشش (اسپری) عصاره تنباکو با غلظت دو در هزار برای مبارزه با آفت برگ‌خوار در اواسط فصل رشد استفاده شد. نخستین آبیاری بی‌درنگ پس از کشت و پس از آن در مراحل اولیه هر چهار روز یکبار و پس از آن به‌صورت هر هفته یکبار انجام شد. کاربرد تیمارهای کودی به صورتی بود که کمپوست و ورمی‌کمپوست پیش از کشت با خاک مخلوط شدند و کودهای زیستی به دو صورت بذر مال (سوپر نیتروپلاس ۱ لیتر در هکتار، فسفو نیتروکارا ۲۰۰ سی‌سی در هکتار، پتا بارور ۲ به‌صورت ۱۰۰ گرم در هکتار) در زمان کاشت و به‌صورت محلول‌پاشی (هیومیکسین ۴ لیتر در هکتار، فسفونیتروکارا ۲۰۰ سی‌سی در هکتار) در مرحله ظهور ۲۵ برگی (اواسط رشد رویشی) بنابر دفترچه راهنمای شرکت‌های تولیدکننده و همچنین با توجه به تاریخ تولید به لحاظ حساس بودن ریزجانداران موجود در کودهای زیستی استفاده شد. کودهای زیستی مصرفی حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و فسفات کانی و آلی خاک از جنس باسیلوس کواگولانس^۳، آزوسپریلیوم^۴ و ازتو باکتر^۵ بودند. در تیمار کودی بسیار شیمیایی بر پایه N₅₀P₃₀K₂₀ و

این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل پنج روش مدیریت کودی شامل: کاربرد منفرد کود شیمیایی (N₅₀-P₃₀-K₂₀)، ارگانیک ۱ (کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ به‌صورت بذر مال + هیومیکسین به‌صورت محلول‌پاشی)، ارگانیک ۲ (ورمی‌کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ به‌صورت بذر مال + فسفونیتروکارا به‌صورت محلول‌پاشی)، کاربرد تلفیقی منابع کودهای آلی و شیمیایی (ورمی‌کمپوست + فسفونیتروکارا به‌صورت بذر مال + هیومیکسین محلول‌پاشی + ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و تیمار شاهد (بدون کاربرد هیچ‌گونه کودی) بود. عامل فرعی نیز شامل دو رقم گیاه زراعی جدید تاج‌خروس علوفه‌ای به نام‌های پلنزن^۱ و رقم کونیز^۲ بود. تاریخ کاشت گیاه ۱۰ خرداد (Aynehband, 2004) و تاریخ برداشت آن اول شهریورماه بود. تراکم کشت دوازده بوته در مترمربع، فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و شمار خطوط در هر کرت شش خط بود. به دلیل ریزی بذرهای تاج‌خروس، کشت به‌صورت سطحی انجام گرفت و روی بذرها با ماسه پوشانده شد. بذرها از دانشکده کشاورزی دانشگاه زاگرب کرواسی تهیه شدند. در هر دو تیمار کشت ارگانیک، به‌جای

3. *Bcillus coagulans*

4. *Azospirillum lipoferum*

5. *Azotobacter chroococcum*

1. *Amaranthus cruentus* var Plansman

2. *A. hypochondriacus* var Koniz

و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

$$ME(Mj/kg) = 0.17DMD (\%) - 2 \quad (1)$$

(SCA: Standing Committee On Agriculture, 1990)

نتایج و بحث

ویژگی‌های کمی

بر پایه نتایج جدول تجزیه واریانس، مدیریت کود بر ویژگی ارتفاع گیاه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه معنی‌دار بود. همچنین این آزمایش نشان داد که تأثیر رقم برای ویژگی‌های وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، عملکرد ماده خشک معنی‌دار بود. همچنین نتایج برهمکنش کود×رقم برای ویژگی‌های ارتفاع، وزن خشک ساقه، عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه معنی‌دار بود، یعنی رقم‌های مختلف واکنش‌های متفاوتی را برای این ویژگی‌های ارائه می‌دهند (جدول ۲).

در ادامه بررسی نتایج عملکرد و اجزای عملکرد تاج‌خروس نشان می‌دهد، بیشترین ارتفاع گیاه در مدیریت ارگانیک ۲ رقم پلنژمن با میانگین (۱۱۲ سانتی‌متر) و کمترین مربوط به شاهد رقم پلنژمن با میانگین (۶۱ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد فراهمی غیر موجهی عنصرهای غذایی در مدیریت ارگانیک در طول دوره رشد که به‌طور یکسان منابع غذایی را برای گیاهان تاج‌خروس فراهم کرده از جمله دلایل این برتری به شمار می‌آید. در این زمینه پژوهشگران گزارش کردند که تلقیح بذرها گندم با آزوسپیریلوم^۷ تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و طول سنبله گندم داشت. به‌طور کلی دسترسی آب و عنصرهای غذایی به‌وسیله کودهای زیستی به‌ویژه فسفر از راه تولید اسیدهای حل‌کننده فسفات بهبود یافته که در ادامه آزادسازی فسفر کانی و آلی، موجب افزایش دسترسی به عنصرهای غذایی، بهبود ریشه‌زایی و درنهایت افزایش شمار گره و میان گره می‌شود (Barik & Goswami, 2003). در ادامه بیشترین وزن

به‌صورت نیتروژن از منبع کود اوره، فسفر از منبع کود سوپر فسفات تریپل و پتاس از منبع کود سولفات پتاسیم تأمین شد. در این تیمار ۳۰ درصد نیتروژن در هنگام کاشت و ۷۰ درصد مانده آن در مرحله هفت برگی به‌کار رفت. میزان کود کمپوست و ورمی‌کمپوست مصرفی به ترتیب معادل ۲۰ و ۱۵ تن در هکتار بود. هر دو نوع کود کمپوست و ورمی‌کمپوست با منشأ کود پایه گاوی بودند. از آنجایی که هدف تولید علوفه بود، زمان برداشت گیاهان تاج‌خروس در آغاز مرحله گلدهی در نظر گرفته شد. نمونه‌گیری از برگ و ساقه به‌صورت جداگانه انجام گرفت و نمونه‌ها در آن در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. وزن برگ و وزن ساقه به‌صورت مجزا اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن به‌طور کلی آسیاب و برای انجام آزمون‌های کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی از دستگاه NIRs^۱ (Jafari et al., 2003) در مؤسسه تحقیقات جنگل و مراتع کشور اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه دستگاه NIRs برای گیاه تاج‌خروس واسنجی شده (کالیبره) نبود، در آغاز درصد پروتئین، کربوهیدرات‌های محلول در آب، خاکستر و فیبر نامحلول در شوینده‌های اسیدی یک تکرار از همه تیمارها با روش شیمیایی اندازه‌گیری و سپس به کمک این داده‌ها و نرم‌افزار ویژه، دستگاه واسنجی شد. پس از واسنجی دستگاه NIRs، ویژگی‌های کیفی شامل درصد ماده خشک قابل‌هضم (DMD)^۲، درصد قندهای محلول در آب (WSC)^۳، درصد پروتئین خام (CP)^۴، درصد لیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF)^۵، درصد خاکستر کل (Ash) و میزان انرژی سوخت‌وسازی (ME)^۶ برحسب مگاژول بر کیلوگرم علوفه خشک بنابر رابطه ۱ محاسبه و اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری به کمک نرم‌افزار SAS (Ver 9.2) تجزیه

1. Near-infrared spectroscopy
2. Dry Matter Digestibility
3. Water Soluble Carbohydrate
4. Crude Protein
5. Acid Detergent Fiber
6. Metabolisable Energy

7. Azospirillum

بهبود ساختمان خاک و تهویه مناسب می‌شود. لذا مجموعه این عامل‌ها باعث می‌شود تا رشد و گسترش ریشه و دسترسی به عنصرهای غذایی افزایش یافته و در کل رشد عمومی گیاه افزایش یابد (Eghball *et al.*, 2004). نتایج نسبت وزن برگ به ساقه نشان می‌دهد که بیشترین نسبت برگ به ساقه مربوط به تیمار تلفیقی بوده است (جدول ۳). البته از آنجایی که هدف تولید محصول علوفه‌ای است، افزایش نسبت وزن برگ به ساقه معیار مناسبی خواهد بود اما در کنار آن باید عملکرد کل علوفه را نیز در نظر گرفت. در مجموع نتایج عملکرد کمی این پژوهش نشان داد، رقم کونیز برای ویژگی‌های عملکرد علوفه (۳۲۱ گرم در مترمربع)، وزن خشک ساقه (۱۷۵ گرم در مترمربع)، وزن خشک برگ (۱۴۶ گرم در مترمربع) بیشترین میانگین را داشت، ولی در مورد ارتفاع گیاه و نسبت برگ به ساقه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

ویژگی‌های کیفی

بر پایه نتایج جدول تجزیه واریانس، تیمارهای کود بر همه ویژگی‌های کیفی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. تأثیر تیمار نوع رقم تنها در مورد ویژگی کربوهیدرات در سطح ۱ درصد و الیاف محلول در اسید (ADF)^۱ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش کود×رقم برای همه ویژگی‌های کیفی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

خشک برگ (۱۵۹ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار ارگانیک ۲ بود (جدول ۳). همچنین در مورد این ویژگی رقم کونیز عملکرد بالاتر برگ (۱۴۶ گرم در مترمربع) را نتیجه داد (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار کودی ارگانیک ۲ رقم کونیز با میانگین (۲۰۲ گرم در مترمربع) (جدول ۳). این امر می‌تواند به علت ارتفاع بیشتر در این تیمار کودی باشد. گزارش شده که تلقیح بذرهای گندم با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم منجر به افزایش وزن خشک ساقه و نیز وزن خشک کل گیاه شد (de Freitas, 2000). البته این پدیده در برنامه‌های کیفی علوفه مناسب نبوده و بایستی علوفه تولیدی ساقه کمتر و برگ بیشتری داشته باشد. همچنین بیان شده که با افزایش رشد گیاه از مرحله رویشی به سوی رسیدگی کامل، میزان زیست‌توده گیاه افزایش ولی کیفیت و خوش‌خوراکی علوفه کاهش می‌یابد (Buxton *et al.*, 1996). در نهایت بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به ترتیب مربوط به تیمار کودی ارگانیک ۲ رقم کونیز با میانگین (۳۶۸ گرم در مترمربع) و شاهد رقم پلنزن با میانگین (۱۴۰ گرم در مترمربع) بود (جدول ۳). عملکرد بالاتر تیمار ارگانیک ۲ می‌تواند ناشی از عملکرد بالاتر برگ و ساقه در تیمار ارگانیک ۲ باشد. در نتایج پژوهشی اظهار شده کاربرد کودهای آلی و دامی، به‌ویژه در خاک‌های سنگین، فشردگی و تراکم خاک را کاهش داده و با افزایش خلل و فرج، آن موجب

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد بررسی تاج‌خروس علوفه‌ای تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for growth analysed yield indices of two Amaranth cultivars as affected by fertilizer treatments

S.O.V	df	Mean square				
		Height	Leaf dry weight	Stem dry weight	Dry matter yield	Stem/ Leaf
Block	2	250.74 ^{ns}	151.36 ^{ns}	1427.1 ^{ns}	2470.03 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Fertilizer	4	1536.66 ^{**}	1527.73 [*]	8244.45 [*]	18761.17 [*]	0.11 [*]
Main error	2	202.51	515.59	2206.33	4079.51	0.03
(Cv.)	1	23.16 ^{ns}	10490.70 [*]	11298.17 [*]	43562.77 ^{**}	0.01 ^{ns}
Fertiliz×Cv.	4	708.91 ^{**}	2577.96 ^{ns}	5066.22 ^{**}	14018.79 [*]	0.15 [*]
Sub error	10	71.87	1894.31	1510.65	4228.75	0.05
CV		9.52	20.15	11.83	23.11	25.97

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

ns: not significant and **and* significantly on probability level of 1 and 5%, respectively.

1. Acid Detergent Fiber

جدول ۳. تأثیر تیمارهای کودی و رقم و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد تاج‌خروس علوفه‌ای

Table 3. The effects of fertilizer and cultivar treatments and their interaction on yield and yield components of Amaranth

Treatment	Height (cm)	Leaf number	Stem diameter (cm)	Leaf dry weight (gr/m ²)	Stem dry weight (gr/m ²)	Dry matter Yield (gr/m ²)
Fertilizer management						
100% Chemical	87.34ab	20a	1.48a	127.9ab	161.94 Ab	289.84ab
Organic 1	87.03 ab	17.66a	1.48a	114.54ab	146.49ab	261.03ab
Organic 2	109.06a	20.167a	1.59a	159.3a	192.93a	352.23a
Integrated	96.2a	18.16a	1.31ab	130.13ab	181.23a	311.36ab
Control	65.26b	17.83a	1.08b	105.17b	97.94b	203.11b
Cultivar						
Plansman Cv.	88.103a	16.53b	1.26b	108.71b	136.70b	245.41b
Koniz Cv.	89.86a	21a	1.52a	146.11a	175.51a	321.62a
Fertilizer × Cultivar						
Plansman Cv.×100% Chemical	83.88cd	18.33abc	1.36bcd	115.54abc	146.83ab	262.37ab
Koniz Cv.×100% Chemical	90.8bc	21.66a	1.61ab	140.25ab	177.05ab	317.13ab
Plansman Cv.×Organic1	87.96bcd	15.66bc	1.38bcd	92.2bc	123.02bc	215.22bc
Koniz Cv.×Organic1	86.1cd	19.66ab	1.58abc	136.88ab	169.97ab	306.85ab
Plansman Cv.×Organic2	112a	19.33ab	1.48abcd	152.85ab	183.48ab	336.33a
Koniz Cv.×Organic2	106.13ab	21ab	1.69a	165.76a	202.38a	368.14a
Plansman Cv.×Integrated	95.53abc	15.66bc	1.22d	111.65abc	160.85ab	272.5ab
Koniz Cv.×Integrated	96.86abc	20.66ab	1.4abcd	148.61ab	201.6a	350.22a
Plansman Cv.×Control	61.13c	13.66c	0.84e	71.31c	69.32c	140.63c
Koniz Cv.×Control	69.4de	22a	1.31cd	139.03ab	126.56bc	265.59ab

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون دانکن ندارد. ارگانیک ۱: (کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ + هیومیکسین)، ارگانیک ۲: (ورمی‌کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ + فسفونیتروکارا)، تلفیقی: (ورمی‌کمپوست + فسفونیتروکارا + هیومیکسین + ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار).

In each column and each group treatments with same letter had no significant differences in probability level of 5% based on Duncan test.

Organic1: (Compost + Nitro plus + Barvar-2 + Hiumixin-L), Organic2: (Vermicompost + Nitro plus + Barvar-2 + Phospho NitroKara), Integrated: (Vermicompost+Phospho Nitro Kara+ Hiumixin-L+20kg N ha-1).

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی تاج‌خروس علوفه‌ای

Table 4. Analysis of variance Amaranth forage quality characteristics

S.O.V	df	Mean square					
		Digestibility	Metabolizable energy	Crude protein	Water soluble carbohydrates	Acid soluble fiber	Ash
Block	2	4.09 ^{ns}	0.118 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.19 ^{ns}	2.7 ^{ns}
Fertilizer	4	171.6 ^{**}	4.959 ^{**}	9.55 ^{**}	2.49 ^{**}	7.1 ^{**}	205.6 ^{**}
Main error	8	1.48	0.042	0.13	0.003	0.05	1.12
(Cv.)	1	2.04 ^{ns}	0.059 ^{ns}	0.77 ^{ns}	1.46 ^{**}	0.95 [*]	3.93 ^{ns}
Fertiliz× Cv.	4	78.15 ^{**}	2.25 ^{**}	7.17 ^{**}	1.32 ^{**}	6.02 ^{**}	93.17 ^{**}
Sub error	10	2.47	0.079	0.27	0.005	0.128	2.51
CV		2.28	3.13	4.04	5.26	1.12	7.33

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

ns: not significant; ** and * are significantly on probability level of 1 and 5%, respectively.

تیمار تلفیقی رقم پلنزمین و کونیز (۷ مگاژول بر کیلوگرم) بود که با روش ارگانیک ۲ تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان انرژی سوخت‌وسازی مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزمین بود (جدول ۵). نتایج تحقیقی دیگر نشان داد، افزایش رطوبت گیاه تأثیر مثبتی بر تولید انرژی سوخت‌وسازی علوفه دارد (Huang *et al.*, 1997). به نظر می‌رسد در تیمارهای تلفیقی و ارگانیک ۲ با توجه به وجود مواد آلی موجود در ورمی‌کمپوست باعث افزایش توان نگهداری آب در خاک و جذب بهتر آن توسط گیاه و در نتیجه افزایش انرژی سوخت‌وسازی علوفه تاج‌خروس شده است. در

بررسی نتایج ویژگی‌های کیفی موجود در گیاه تاج‌خروس نشان می‌دهد، بیشترین قابلیت هضم (۵۷/۹۳ درصد) مربوط به تیمار تلفیقی رقم کونیز بود که با روش‌های ارگانیک ۱ و ۲ تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان نیز مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزمین (۴۴ درصد) بود (جدول ۵). در این ارتباط محققان گزارش کردند که استفاده از کودهایی با منشأ آلی، باعث افزایش تعادل نیتروژنی، آزادسازی مواد غذایی در خاک و در نهایت افزایش کمی و کیفی تولید می‌شود (Francis *et al.*, 1990). در مورد ویژگی میزان انرژی متابولیسمی، بیشترین میزان مربوط به

کودهای دامی بر کربوهیدرات محلول در آب گیاه کنگر فرنگی اشاره شده و دلیل آن تأثیر این کودها در فراهم کردن عنصرهای کم‌مصرف و پرمصرف و توزیع مناسب عنصرهای غذایی برای گیاه بیان شده است (Fateh, 2009). در ادامه بیشترین درصد لیاف محلول در اسید مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزم (۱۲ درصد) و کمترین در تیمار ارگانیک ۱ رقم کونیز (۸ درصد) بود (جدول ۵). به‌طور کلی افزایش درصد لیاف محلول در اسید منجر به کاهش قابلیت هضم علوفه و در نهایت بیشترین درصد خاکستر مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزم (۵۴ درصد) و کمترین مربوط به تیمار تلفیقی رقم کونیز (۳۹ درصد) بود که با تیمار ارگانیک ۲ در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). این موضوع می‌تواند به دلیل پایین‌تر بودن نسبت برگ به ساقه در تیمار شاهد باشد و از آنجایی که تجمع مواد کانی بیشتری در ساقه صورت می‌گیرد به همین علت بالاترین درصد خاکستر نیز در تیمار شاهد به دست آمد. درصد خاکستر علوفه در واقع بیانگر میزان عنصرهای کانی موجود در بافت‌های گیاهی است. عنصرهای کانی در علوفه به لحاظ اینکه در سوخت‌وساز تغذیه دام شرکت کرده و برای فعالیت یاخته‌های بدن لازم می‌باشند اهمیت داشته و در کیفیت علوفه مؤثر هستند (Sharma, 2002). در ادامه با توجه به نتایج ضریب‌های همبستگی (جدول ۶)، بیشترین همبستگی مثبت $r = 0.98^{**}$ بین لیاف محلول در اسید و کربوهیدرات محلول در آب بود و بیشترین همبستگی منفی $r = -0.54^{**}$ بین خاکستر و وزن برگ مشاهده شد (جدول ۶)، این امر می‌تواند نشان‌دهنده ذخیره بیشتر عنصرهای کانی در ساقه باشد. عملکرد گیاه با نسبت برگ به ساقه، قابلیت هضم، میزان انرژی سوخت‌وسازی، کربوهیدرات و لیاف محلول در اسید همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ولی با پروتئین خام همبستگی منفی داشت. به‌رحال عملکرد علوفه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌داری را با ویژگی کربوهیدرات محلول در آب و لیاف محلول در اسید ($r = 0.73^{**}$) داشت. این مسئله بیانگر این است که عملکرد بالاتر می‌تواند باعث

ادامه بیشترین درصد پروتئین خام مربوط به تیمار ارگانیک ۱ رقم پلنزم (۱۷ درصد) و کمترین مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزم (۱۳ درصد) بود (جدول ۵). در نتایج بررسی تأثیر نظام‌های کم آبیاری و کود شیمیایی و زیستی فسفر در ویژگی‌های کمی و کیفی شلغم علوفه‌ای گزارش کرده‌اند، تأمین فسفر مورد نیاز گیاه می‌تواند میزان پروتئین خام علوفه شلغم را افزایش دهد و در این میان تأثیرگذاری کود تلفیقی بیشتر از کود کامل شیمیایی بود (Keshavarz Afshar, 2009). در نتایج پژوهش دیگری بیان شده که کودهای آلی میزان نیتروژن قابل جذب خاک را بهبود داده و باعث افزایش قابلیت استفاده از عنصرهای غذایی در دوره‌های کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت توسط گیاه، افزایش تبادل مواد ذخیره‌ای، افزایش تعادل نیتروژنی و آزادسازی مناسب عنصرهای غذایی در خاک می‌شوند (Allievi et al., 1993). شایان یادآوری است که درصد پروتئین به‌تنهایی نمی‌تواند معرف کیفیت علوفه تولیدی باشد زیرا ممکن است درصد پروتئین بالا در نتیجه پایین بودن عملکرد تولیدی، چندان شایان توجه نباشد و یا ممکن است گیاهی با درصد پروتئین کم ولی تولید ماده خشک بالاتر، پروتئین بیشتری تولید کرده و در نتیجه اهمیت بیشتری داشته باشد. بنابراین عملکرد پروتئین در هکتار که برآیندی از عملکرد ماده خشک و درصد پروتئین است، اهمیت زیادی در تعیین ارزش کیفی گیاهان علوفه‌ای دارد (Fateh, 2009). این موضوع در مورد دو تیمار ارگانیک ۱ و ۲ دیده می‌شود که به‌رغم پایین‌تر بودن درصد پروتئین خام در تیمار ارگانیک ۲ ولی میزان عملکرد ماده خشک بالاتری نسبت به ارگانیک ۱ دارد. در مورد ویژگی کربوهیدرات، بالاترین میزان مربوط به ارگانیک ۲ رقم کونیز (۳ درصد) و کمترین مربوط به تیمار شاهد رقم پلنزم (۱ درصد) بود (جدول ۵). بالا بودن درصد کربوهیدرات محلول در آب نشان از کیفیت بالاتر علوفه دارد. گیاهانی که رطوبت کمتری دریافت می‌کنند، کربوهیدرات محلول در آب بالاتری دارند و در نتیجه کیفیت آن‌ها برای سیلو کردن نیز بیشتر است (Weinberg et al., 2005). همچنین در گزارشی دیگر به تأثیر مثبت

علوفه است (Fateh, 2009). در این پژوهش همبستگی منفی بین میزان پروتئین خام و قابلیت هضم گیاه دیده شد ($-0/5^{**}$) (جدول ۶). در نتایج پژوهشی که روی گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله تابستانه انجام شد، مشاهده شد که ماده خشک قابل‌هضم همبستگی منفی با درصد پروتئین خام داشت.

افزایش حالت خشبی شود این موضوع با توجه به نتایج همبستگی مثبت بین عملکرد ماده خشک و وزن خشک ساقه و در نتیجه باعث افزایش الیاف محلول در اسید موجود در علوفه می‌شود که در نهایت موجب کاهش کیفیت علوفه می‌شود (جدول ۶). بالا بودن پروتئین یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی مربوط به

جدول ۵. تأثیر سطوح کودی و رقم و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد کیفی تاج‌خروس علوفه‌ای

Table 5. The effects of fertilizer and cultivar and their interaction on quality performance in forage Amaranth

Treatment	Digestibility (%)	Metabolizable Energy(Mj/Kg)	Crude protein (%)	Carbohydrate (%)	Acid soluble fiber (%)	Ash (%)
Fertilizer management						
Control	45.48c	5.73c	13.94c	1.31e	12.36a	53.05a
100%Chemical	74.86b	6.13b	16.01b	2.27c	9.81d	49.12b
Organic 1	48.72b	6.28b	17.48a	2.05d	9.69d	50.13b
Organic 2	56.52a	7.6a	16.02b	2.98a	10.5c	40.58c
Integrated	57.21a	7.72a	15.73b	2.71b	11.05b	40.25c
Cultivar						
Plansman Cv	50.9a	6.65a	16a	2.04b	10.86a	46.99a
Koniz Cv	51.42a	6.74a	15.57a	2.48a	10.5a	46.26a
Fertilizer × Cultivar						
Control×Plansman Cv.	44.56d	5.57d	13.92f	1.15g	12.41a	54.10a
Control×koniz cv.	46.41dc	5.88dc	13.97f	1.47f	12.32a	52.01ab
100% Chemical× Plansman Cv.	47.50bc	6.07bc	17.72ab	1.98d	8.57e	49.9bc
100%Chemical×Koniz Cv.	48.23bc	6.19bc	14.3ef	2.56b	11.05c	48.34c
Organic 1×Plansman Cv.	48.34bc	6.21bc	17.97a	1.67e	10.79c	50.17bc
Organic 1×Koniz Cv.	49.10b	6.34b	17b	2.44c	8.60e	50.10bc
Organic 2×Plansman Cv.	57.61a	7.79a	14.95ed	2.95a	11.73b	39.85d
Organic 2×Koniz Cv.	55.44a	7.42a	17.09b	3.01a	9.28d	41.31d
Integrated×Plansman Cv.	56.49a	7.60a	15.44cd	2.47bc	10.82c	40.93d
Integrated×Koniz Cv.	57.93a	7.6a	16.03c	2.95a	11.29bc	39.57d

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون دانکن ندارد. In each column and each group treatments with same letter had no significant differences in probability level of 5% based on Duncan test.

جدول ۶. ضریب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد کمی و کیفی در تاج‌خروس علوفه‌ای

Table 6. Correlations between yield and yield quality components in forage Amaranth

Qualities	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Height	1										
Leaf dry weight	0.00 ^{ns}	1									
Stem Dry weight	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	1								
Dry matter yield	-0.05 ^{ns}	0.28 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	1							
Stem/ Leaf	0.02 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	-0.47 ^{**}	0.46 ^{**}	1						
Digestibility	0.09 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	0.37 [*]	0.69 ^{**}	0.63 ^{**}	1					
Metabolizable Energy	0.07 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.45 [*]	0.65 ^{**}	0.87 ^{**}	0.93 ^{**}	1				
Crude protein	-0.06 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.12 ^{ns}	-0.44 [*]	0.29 ^{ns}	-0.50 ^{**}	-0.17 ^{ns}	1			
Carbohydrate	-0.05 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.73 ^{**}	0.38 [*]	0.61 ^{**}	0.57 ^{**}	-0.38 [*]	1		
Acid soluble fiber	-0.05 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.73 ^{**}	0.38 [*]	0.61 ^{**}	0.57 ^{**}	-0.38 [*]	0.98 ^{**}	1	
Ash	-0.05 ^{ns}	-0.54 ^{**}	-0.10 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.17 ^{ns}	-0.36 [*]	0.18 ^{ns}	0.18 ^{ns}	1

Ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد.

به دلیل کوچک بودن برخی از داده‌های جدول همبستگی تا دو رقم پس از اعشار قید شده است.

ns: not significant and **and* significantly on probability level of 1 and 5%, respectively.

Because of the small size of some data indicating the correlation table to two digits after the decimal.

در مجموع ارزیابی نتایج ویژگی‌های کیفی نشان داد، رقم کونیز تنها در ویژگی کربوهیدرات‌های محلول در آب بالاترین (۲/۴۸ درصد) میزان را داشته و در دیگر ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد

همچنین قابلیت هضم بیشتر تحت تأثیر عامل‌های محیطی همچون دما، تنش رطوبتی، بافت خاک و غیره قرار گرفت و همبستگی مثبتی بین قابلیت هضم و عملکرد ماده خشک وجود داشت (Ward et al., 2001).

دیگر روی سورگوم مشاهده شده است (Saini et al., 2004). لذا به منظور کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، کاربرد کودهای زیستی و تلفیقی و به منظور بالا بردن کیفیت و کمیت علوفه مناسب خواهد بود. بنابراین نتایج این آزمایش گویای مناسب بودن هر دو روش مدیریت ارگانیک در گیاه تاج‌خروس در شرایط خوزستان است البته رقم کونیز در روش مدیریت ارگانیک عملکرد کمی و کیفی بهتری از خود نشان داد.

(جدول ۵). از آنجایی که حفظ حاصلخیزی خاک و تأمین زمینه‌های لازم برای تولید مداوم محصول از ارکان کشاورزی پایدار است لذا مدیریت مناسب کود به‌ویژه کودهای آلی و زیستی به‌عنوان راهبردی مناسب برای حرکت به سوی کشاورزی پایدار، ضروری خواهد بود. دلیل این موضوع، کمک کودهای زیستی به انحلال ترکیب‌های غیر محلول و فراهم کردن آن‌ها برای گیاه است. این موضوع پیشتر توسط محققان

REFERENCES

1. Standing Committee on Agriculture (SCA), CSIRO. (1990). Melborn, Australia, 266p.
2. Allievi, L., Marchesini, M., Salardi, C., Piano, V. & Ferrari, A. (1993). Plant quality and soil residual fertility six year after compost and manure treatment: Agriculture Technology.
3. Anosheh, H., Emam, Y. & Ramin, F. (2010). Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels. *Agroecology*, 2, 492-501.
4. Ayneband, A. (2004). The introduction of a new forage plant for the first time in Iran, amaranth. *Scientific Journal of Agriculture*, 27(2), 163-171.
5. Barik, A. & Goswami, A. (2003). Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agronomy*, 48(2), 100-102.
6. Buxton, D., Mertens, D. & Fisher, D. (1996). Forage quality and ruminant utilization. *Cool-season forage grasses* (coolseasonforag), 229-266.
7. Cherney, J. & Marten, G. (1982). Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Science*, 22(2), 227-231.
8. de Freitas, J. R. (2000). Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Pedobiologia*, 44(2), 97-104.
9. Eghball, B., Ginting, D. & Gilley, J. E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96(2), 442-447.
10. Fateh, E. (2009). *Effect of soil fertility different systems (organic, integrated and chemical) on forage yield and medical characteristics of Kangar*. Ph.D. thesis, Tehran University, Iran.
11. Francis, C. A., Flora, C. B. & King, L. D. (1990). *Sustainable agriculture in temperate zones*: John Wiley & Sons.
12. Huang, B., Duncan, R. & Carrow, R. (1997). Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. Root aspects. *Crop Science*, 37(6), 1863-1869.
13. Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. & Walsh, E. (2003). A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near infrared reflectance spectroscopy. *Irish journal of agricultural and food research*, 29, 293-299.
14. Keshavarz Afshar, R. (2009). *Effect of Phosphate solubilizing bacteria on quantitative and qualitative characteristics of Turnip at limited irrigation regimes*. M.Sc. thesis, University of Tehran.
15. Mehrvarz, S., Chaichi, M. & Alikhani, H. (2008). Effects of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment*, 3(6), 822-828.
16. Myers, R. L. (1996). Amaranth: New crop opportunity. *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA, 207-220.
17. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A. & Moradi, R. (2010). Effects of chemical fertilizer and organic manure on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different densities. *Journal of Agroecology*, 2(2), 256-265. (in Persian with English Summary)
18. Saini, V., Bhandari, S. & Tarafdar, J. (2004). Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research*, 89(1), 39-47.
19. Sharma, A. K. (2002). *Biofertilizers for sustainable agriculture*: Agrobios.
20. Sleugh, B. B., Moore, K. J., Brummer, E. C., Knapp, A. D., Russell, J. & Gibson, L. (2001). Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. *Crop Science*, 41(2), 466-472.
21. Stallknecht, G. & Schulz-Schaeffer, J. (1993). *Amaranth rediscovered*. New Crops. Wiley, New York, 211-218.
22. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.
23. Ward, J., Readfern, D., McCormick, M. & Cuomo, G. (2001). Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. *Journal of Dairy Science*, 84(1), 177-182.
24. Weinberg, Z., Landau, S., Bar-Tal, A., Chen, Y., Gamburg, M., Brener, S. & Dvash, L. (2005). *Ensiling safflower (Carthamus tinctorius) as an alternative winter forage crop in Israel*. Paper presented at the Proceedings of the 15th International Silage Conference. Belfast.
25. Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H. & Esmaili, M. A. (2009). Effect of Phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of Corn (*Zea mays* L.). *Proc World Acad Sci Eng Technol*, 37, 90-92.