نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۸۸-۶۷۵

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 675-688

مقایسه تولید علوفه آمارانت (*Amaranthus* spp. L.) تحت تأثیر مدیریت کودهای ارگانیک و شیمیایی

امیر آینه بند[۱*]، محمدرضا محمدی تودشکی[۲] و اسفندیار فاتح[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۲۳

آینه بند، ا.، محمدی تودشکی، م. ر.، و فاتح، ا. ۱۳۹۶. مقایسه تولید علوفه آمارانت (*Amaranthus* spp. L.) تحت تأثیر مدیریت کودهای ارگانیک و شیمیایی. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۶۷۵-۶۸۸.

چکیده

گیاه آمارانت (*Amaranthus* spp. L.) از گیاهان زراعی جدید محسوب می‌شود که از سازگاری مطلوبی با بسیاری از مناطق معتدل و گرم برخوردار می‌باشد. بر این اساس، آزمایشی با هدف بررسی تأثیر روش‌هایی مدیریت کود (ارگانیک-شیمیایی) بر ارقام آمارانت در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار اصلی شامل روش‌های مدیریت ارگانیک۱ (کمپوست + نیتروپلاس + بارور۲+ هیومیکسین)، ارگانیک۲ (ورمی‌کمپوست + نیتروپلاس+ بارور۲+ فسفونیتروکارا)، شیمیایی (N_{50}-P_{30}-K_{20})، تلفیق منابع کودهای شیمیایی و زیستی (ورمی‌کمپوست + فسفونیتروکارا + هیومیکسین + ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و تیمار شاهد (بدون مصرف هیچ گونه کودی) و فاکتور فرعی شامل دو رقم آمارانت (پلینزمن و کونیز) بود. نتایج نشان داد که روش‌های مدیریت ارگانیک و نیز رقم کونیز بیشترین کمیت صفات ارتفاع، قطر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و کل عملکرد ماده خشک را دارا بودند. عملکرد ماده خشک بیشترین همبستگی معنی‌دار را با صفت وزن ساقه داشت. بیشترین عملکرد علوفه (۳۶۸/۱ گرم در متر مربع) مربوط به مدیریت ارگانیک۲ و رقم کونیز بود که دلیل آن بهتر بودن وزن خشک برگ و ساقه بود. بنابراین نتایج این آزمایش حاکی از مناسب بودن روش‌های مدیریت ارگانیک در گیاه آمارانت در شرایط خوزستان است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد بیولوژیک، کمپوست، کودهای بیولوژیکی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

یکی از گیاهان علوفه‌ای که اخیرا مطرح گردیده، آمارانت[۴] با نام علمی *Amaranthus* spp. L. از خانواده تاج خروس[۵] است. این گیاه به‌علت خصوصیات تغذیه‌ای و سازگاری می‌تواند پتانسیل ورود به تناوب زراعی را داشته باشد (Yang & Collin, 2004). استفاده از برگ و دانه‌های آمارانت در تغذیه انسان رایج بوده با این حال، علوفه برخی از گونه‌های آمارانت به‌عنوان خوراک دام با کیفیت بالا استفاده میشود. آمارانت دارای ویژگی‌هایی هم‌چون رشد سریع، استفاده کارآمد از آب و پروتئین بالا می‌باشد که بدین سبب، این گیاه را محصول مناسبی جهت تغذیه دام قرار داده است (Pospišil et al., 2008). کیفیت علوفه این گیاه بستگی به مرحله رشدی گیاه دارد، بدین صورت که بالاترین محتوای پروتئین در مرحله اوایل گلدهی می‌باشد (۲۳۰ گرم در کیلوگرم) و پس از گلدهی این مقدار کاهش یافته (۱۳۰

۱ ، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: aynehband@scu.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.41394
۴- Amaranth
۵- Amaranthaceae

گرم در کیلوگرم) و میزان ADF[1] و NDF[2] در ساقه افزایش می‌یابد (Stordahlet al., 1999). آینه بند (Aynehband, 2004) با مقایسه پنج رقم علوفه‌ای آمارانت گزارش داد که عملکرد وزن خشک علوفه ارقام آمارانت بین ۱۵ تا ۳۲ تن در هکتار بود. نتایج بیانگر این است که گیاه علوفه‌ای آمارانت از پتانسیل مطلوبی جهت کشت و توسعه در خوزستان برخوردار بوده است.

از سوی دیگر استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد، اما هزینه‌های زیاد مصرف کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط زیست و خاک نگران‌کننده می‌باشد، این در حالی است که توسعه کاربرد منابع گیاهی و دامی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیک، مواد آلی خاک، سلامت بو نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Zaidi et al., 2003). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست‌محیطی همچون آبشویی نیتروژن وتولید گازهای گلخانه ای همچون دی اکسید نیتروژن (N_2O) توجه بیشتری به کودهای بیولوژیک یا زیستی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است (Kader et al., 2002). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghadam et al., 2010) نیز گزارش کردند با کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی کلیه صفات رشدی و عملکردی گیاه کنجد (*Sesamun indicum* L.) نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشتند و بیشترین مقدار این صفات در تیمار کود گاوی به‌دست آمد که دلیل این امر را آزادسازی تدریجی عناصر غذایی متناسب با رشد گیاه بیان داشتند که نتیجه آن بهبود عملکرد گیاه بود. به‌علاوه، تأمین عناصر غذایی به‌صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مهم‌ترین مزیت‌های استفاده از کودهای بیولوژیک به شمار می‌روند (Rai & Gaur 1992). باشان و همکاران (Bashan et al., 2004) نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک، ب ویژه *آزوسپریلیوم* می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول ریشه در غلات شود. به‌طور مشابه کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست در تعداد زیادی از محصولات کشاورزی به‌طور موفقیت‌آمیزی مورد استفاده قرار گرفته و کاربرد این کودها علاوه بر تأمین نیازهای غذایی، منجر به ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز شده است (Yang & Collin, 2004). پیرسته انوشه و همکاران (Piraste Anoshe et al., 2010) با مقایسه اثر کودهای زیستی و شیمیایی در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) اظهار داشتند بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کاربرد کودهای شیمیایی و بهترین عملکرد دانه در تیمار مصرف کودهای زیستی به‌دست آمد که علت این امر را قدرت نگهداری بالاتر رطوبت در ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی دانسته‌اند. در پژوهشی اویدجی و همکاران (Oyedeji, 2014) با مقایسه اثر NPK و کود مرغی بر گیاه آمارانت اظهار داشتند، بیشترین تعداد برگ، طول برگ، تعداد شاخه و ارتفاع در تیمار مصرف کود مرغی به‌دست آمد که علت این امر را افزایش حاصلخیزی خاک و فراهمی تدریجی عناصر غذایی در این مدیریت تغذیه‌ای بیان کردند. کاشار و همکاران (Kushare et al., 2010) نیز در مقایسه اثر کودهای دامی و معدنی بر رشد و عملکرد گیاه آمارانت، گزارش کردند که بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد که می‌تواند ناشی از بهبود شرایط خاک و توسعه بهتر ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و مواد غذایی از خاک گردد.

با توجه به اهمیت‌های استفاده گیاهان زراعی جدید در الگوهای کشت و بهبود تنوع زراعی و با عنایت به ضرورت کاهش مصرف نهاده‌های برون مزرعه‌ای در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار، هدف از اجرای این آزمایش مطالعه تأثیر مدیریت‌های مختلف کودی ارگانیک و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد آمارانت و همچنین امکان جایگزینی نهاده‌های آلی و بیولوژیک به جای کودهای شیمیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در تابستان سال ۱۳۹۳ اجرا شد. کمینه و بیشینه دما در طی دوره کشت بین ۲۰ تا ۴۹ درجه سانتی‌گراد و بدون هیچ گونه بارندگی بود، خصوصیات خاک مزرعه، کمپوست و ورمی-کمپوست مصرفی طبق جدول ۱ بود.

این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل پنج روش مدیریت کودی بود که عبارتند از: مصرف منفرد کود

1- Acid detergent fiber
2- Neutral detergent fiber

شیمیایی (N_{50}-P_{30}-K_{20})، ارگانیک۱ (کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ به صورت بذر مال + هیومیکسین به صورت محلول‌پاشی)، ارگانیک۲ (ورمی‌کمپوست + نیتروپلاس + بارور ۲ به صورت بذرمال + فسفونیتروکارا به صورت محلول‌پاشی)، مصرف تلفیقی منابع کودهای آلی و شیمیایی (ورمی‌کمپوست + فسفونیتروکارا به صورت بذرمال + هیومیکسین محلول‌پاشی + ۲۰ کیلو گرم اوره در هکتار) و تیمار شاهد (بدون مصرف هیچ گونه کودی). فاکتور فرعی نیز شامل دو رقم گیاه زراعی جدید آمارانت علوفه‌ای به نام‌های پلینزمن[۱] (*A. cruentus*) و رقم کونیز[۲] (*A. hypochondriacus*) بود.

بذرها از دانشکده کشاورزی دانشگاه زاگرب کرواسی تهیه شدند. تاریخ کاشت گیاه ۱۰ خرداد و تاریخ برداشت آن اول شهریور ماه بود. تراکم کشت ۱۲ بوته در مترمربع، فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر، فواصل روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و تعداد خطوط در هر کرت شش خط بود. به‌دلیل کوچکی بذور آمارانت، کشت به صورت سطحی انجام گرفت و روی بذرها با ماسه پوشانده شد. در هر دو تیمار کشت ارگانیک، به جای مبارزه شیمیایی از روش‌های جایگزین و بوم‌شناختی نظیر وجین دستی علف‌های هرز و اسپری عصاره تنباکو با غلظت دو در هزار جهت مبارزه با آفت برگخوار در اواسط فصل رشد استفاده شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و پس از آن در مراحل اولیه هر چهار روز یک‌بار و سپس به صورت هر هفته یک‌بار انجام شد. کاربرد تیمارهای کودی به صورتی بود که‌کمپوست و ورمی‌کمپوست قبل از کشت با خاک مخلوط شدند و مصرف کودهای بیولوژیک به دو صورت بذرمال (نیتروپلاس به مقدار یک لیتر در هکتار، فسفو نیتروکارا ۲۰۰ سی‌سی در هکتار، بارور ۲ و پتا بارور ۲ به‌صورت ۱۰۰ گرم در هکتار) در زمان کاشت و به صورت محلول‌پاشی (هیومیکسین به‌میزان چهار لیتر در هکتار، فسفونیتروکارا ۲۰۰به میزان سی‌سی در هکتار) در مرحله ۲۵ برگی (اواسط رشد رویشی) طبق دستورالعمل توصیه شده انجام گرفت. کودهای بیولوژیک مصرفی حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و فسفات معدنی و آلی خاک از جنس *باسیلوس کواگولانس*[۳]، *آزوسپریلیوم*[۴]، *ازتوباکتر*[۵] بودند. در تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی (بر اساس $N_{50}P_{30}K_{20}$) 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 زمان کاشت و مابقی در مرحله هفت برگی به‌کار رفت. مقدار کود کمپوست و ورمی‌کمپوست مصرفی به ترتیب معادل ۲۰ و ۱۵ تن در هکتار بود. هر دو نوع کود کمپوست و ورمی-کمپوست با منشأ کود کود پایه گاوی بودند.

از آن‌جایی‌که هدف تولید علوفه بود، زمان برداشت گیاهان آمارانت ابتدای مرحله گلدهی در نظر گرفته شد. نمونه‌گیری از برگ و ساقه به‌صورت مجزا انجام گرفت و نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. تعداد برگ، وزن برگ و سطح برگ نیز در مرحله استقرار گیاه (Jiriaie, 2013) اندازه‌گیری شدند. تجزیه آماری به کمک نرم‌افزار SAS 9.2 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Sigma Plot 12.3 استفاده گردید.

نتایج و بحث

الف: مرحله استقرار گیاهچه

روند تغییرات تعداد برگ در پاسخ به تیمارهای مختلف کودی برای هر دو رقم آمارانت در اوایل دوره کاشت از الگوی نسبتاً یکسانی در تیمارها پیروی کرد. در ادامه روند رشد (۲۰ روز پس از کاشت) به-دلیل تفاوت در تیمارهای کودی روند افزایش تعداد برگ از الگوی یکسانی پیروی نکرد و روندی افزایشی را طی کرد، این روند افزایشی ادامه داشت تا این که در رقم پلینزمن بیشترین تعداد برگ در بوته (۲۱ عدد) مربوط به تیمار کودی ارگانیک ۲ بود. در حالی‌که تیمار کودی ارگانیک ۱ بیشترین تعداد برگ در بوته (۲۴ عدد) را در رقم کونیز تولید کرد. در هر دو رقم، تیمار کودی شاهد کمترین مقدار برگ را دارا بود (شکل۱- الف و ب). نبی زاده و همکاران (Nabizade et al., 2012) نشان داد که در اثر تلقیح بذر گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) با کودهای بیولوژیک، تعدادبرگ در بوته افزایش یافت. کوپولنیک و همکاران (Kupulnik et al., 1982) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای ذرت (*Zae mays* L.) با باکتری‌های

۱- Plansman
۲- Koniz
۳- *Bcillus coagulans*
۴- *Azospirillum lipoferum*
۵- *Azotobacter chroococcum*

آزوسپریلیوم باعث افزایش تعداد برگ‌های این گیاه و در نهایت، افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد شد.

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

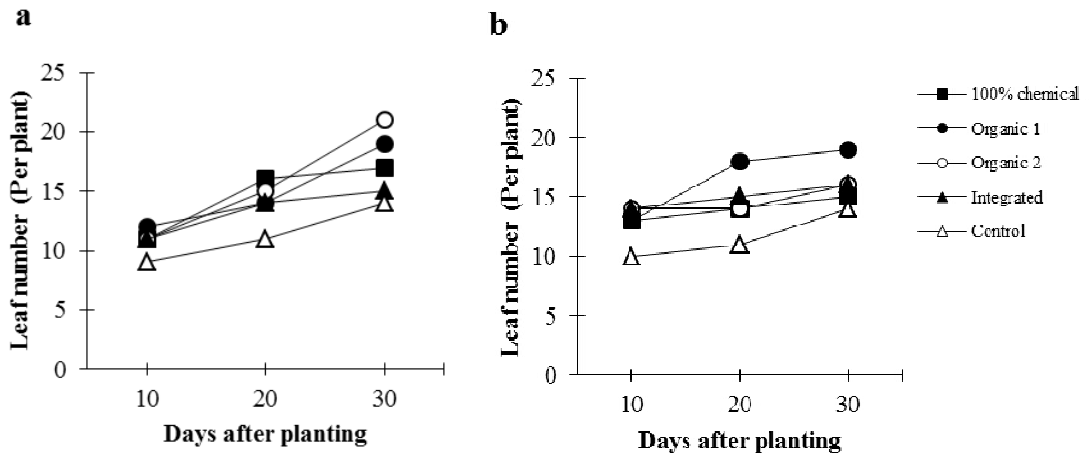
Table 1- Results of chemical analysis of the field soil, compost and vermicompost

	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	شاخص واکنش pH	مواد آلی(درصد) O.M (%)	نیتروژن کل (درصد) N_t (%)	فسفرقابل دسترس (درصد) $P_{ava.}$ (%)	پتاسیم قابل تعادل (درصد) $K_{ava.}$ (%)	بافت Texture
خاک Soil	3.4	7.8	0.52	0.039	0.0013	0.016	(لوم–شن) Loam-sand
کمپوست Compost	9.7	7.1	30.46	1.02	1.2	0.96	-
ورمی‌کمپوست Vermicompost	5.7	6.4	39.21	2.23	2.35	1.4	-

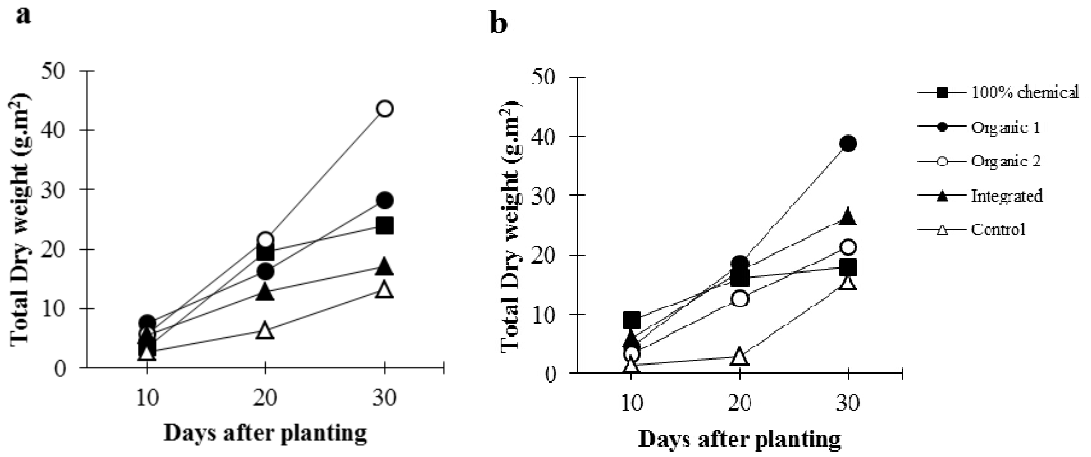
بررسی نتایج ماده خشک گیاه طی دوره استقرار نشان داد که حضور کودهای آلی و بیولوژیک نقش مهمی در تجمع ماده خشک گیاه دارند به‌خصوص در مراحل ۲۰ تا ۳۰ روز پس از کاشت که تغییرات چشم‌گیری مشاهده شد. بدین صورت که بیشترین تجمع ماده خشک در ۳۰ روز پس از کاشت در رقم پلینزمن و کونیز به‌ترتیب در تیمار کودی ارگانیک۲ (۵۵/۴۳ گرم در مترمربع) و تیمار کودی ارگانیک۱ (۸۳/۳۸ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. در حالی‌که کمترین تجمع ماده خشک در تیمار شاهد برای رقم پلینزمن با میانگین (۲۶,۱۳ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. با مقایسه تغییرات وزن خشک ارقام آمارانت تحت تأثیر تیمار ارگانیک ۱ و ۲ با تیمار شاهد مشخص می‌شود که ماده خشک کل گیاه به بیش از سه برابر افزایش یافته (شکل ۲– الف و ب) این امر می‌تواند به‌دلایلی همچون بهبود سطح ریشه در پاسخ به ترشح هورمون‌های مختلف گیاهی به‌وسیله کودهای آلی و بیولوژیک باشدکه موجب افزایش سطح تماس ریشه با خاک و در نهایت جذب بیشتر عناصر غذایی می‌شود. استانچوا و همکاران (Stancheva et al., 1992) نشان دادند که در اثر تلقیح بذر ذرت با کودهای بیولوژیک، وزن خشک بوته افزایش یافت که دلیل این موضوع را بهبود دسترسی و جذب عناصر غذایی ذکر کردند. از سوی دیگر، افزایش سطح برگ که تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است و تحت تأثیر ژنوتیپ، تراکم بوته، آب و هوا و حاصلخیزی خاک قرار دارد، بر عملکرد نیز تأثیر خواهد گذاشت (Nezarat & Gholami, 2008). نتایج سومین گروه از صفات مرحله استقرار نشان داد که در روش شیمیایی، افزایش شاخص سطح برگ[۱] (LAI) برای هر دو رقم تا ۲۰ روز پس از سبز شدن، افزایش یافته و سپس متوقف گردید (شکل۳– الف و ب)، در حالی‌که در تیمارهای تلفیقی و ارگانیک در رقم پلینزمن از روز بیستم به بعد روند LAI افرایشی بود، ولی در رقم کونیز در بیشتر موارد LAI یک روند افزایشی و مداومی را نشان می‌دهد (شکل۳– الف و ب). از جمله دلایل این تفاوت می‌توان به این نکته اشاره داشت که احتمالاً کود شیمیایی در یک مرحله عمل کرده در حالی‌که عناصر در کود آلی به‌طور پیوسته در طی فصل رشد آزاد شده و منجر به افزایش مداوم سطح برگ گردیده است. به هر حال بیشترین LAI برای رقم پلینزمن در تیمار کودی ارگانیک۲ به میزان ۷/۰ بود. در رقم کونیز نیز تیمار مدیریت تلفیقی کود بیشترین (۵۵/۰) مقدار LAI را تولید کرد. نکته قابل ذکر این که در رقم پلینزمن استفاده از تیمار کودی ارگانیک ۲ بیشترین تعداد برگ، LAI و وزن خشک اندام‌های هوایی را تولید کرده است (شکل۱– الف، ۲– الف و ۳– الف) که حاکی از سازگاری مطلوب این رقم با مدیریت ارگانیک خاص (تیمار ارگانیک۲) می‌باشد. در حالی‌که به‌نظر می‌رسد رقم کونیز بیشتر با تیمار کودی ارگانیک۱ سازگار بوده است. از این تفاوت‌ها می‌توان چنین استنباط نمود که مدیریت ارگانیک کود، روشی بسیار پویا می‌باشد، به طوری‌که نه تنها برای گیاهان مختلف بلکه برای ارقام مختلف یک گیاه نیز باید به دقت محاسبه و مورد توجه قرار گیرد (شکل ۳– الف و ب). حمیدی و همکاران (Hamidi et al.,

۱- Leaf area index

2007) نشان دادند که استفاده از کودهای بیولوژیک و آلی، تعداد برگ در هر بوته را در گیاه ذرت افزایش داد، آن‌ها دلیل این امر را وجود روابط مثبت بین گیاه با باکتری دانسته‌اند.



شکل۱- اثر مدیریت کود بر روند تغییرات تعداد برگ ارقام پلینزمن (الف) و کونیز (ب) آمارانت در مراحل ابتدایی رشد
Fig. 1- Effect of fertilizer managments on Leaf number trends Plansman (a) and Koniz cultivars (b) of amaranth at stableshment stage

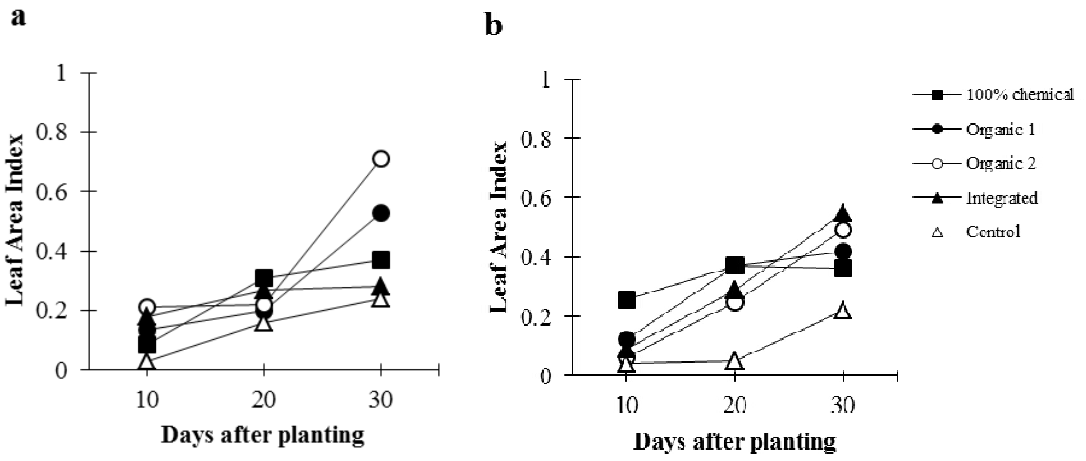


شکل۲- اثر مدیریت کود بر روند تغییرات وزن خشک ارقام پلینزمن (الف) و کونیز (ب) آمارانت در مراحل ابتدایی رشد
Fig. 2- Effect of fertilizer managments on Total Dry weight trends Plansman (a) and Koniz cultivars (b) of amaranth at stableshment stage

ب: عملکرد و اجزای عملکرد

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، مدیریت کود بر صفات ارتفاع و قطر ساقه در سطح یک درصد و وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه در سطح پنج درصد معنی دار بود. همچنین در این آزمایش اثر نوع رقم برای تعداد برگ، قطر ساقه و عملکرد در سطح یک درصد و برای صفات وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج برهمکنش کود×رقم برای صفات ارتفاع، قطر ساقه و وزن خشک ساقه در سطح یک درصد و برای صفات تعداد برگ، عملکرد، نسبت‌های برگ به ساقه، برگ به کل و ساقه به کل در سطح پنج

درصد معنی دار بود (جدول ۲).



شکل۳- اثر مدیریت کود بر روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام پلینزمن (الف) و کونیز (ب) آمارانت در مراحل ابتدایی رشد
Fig. 3- Effect of fertilizer managments on Leaf earea index trends Plansman (a) and Koniz cultivars (b) of amaranth at stableshment stage

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی ارقام آمارانت تحت تأثیر تیمارهای کودی
Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for growth and yield indices of two amaranth cultivars as affected by fertilizer treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد برگ Leaf No.	قطر ساقه Stem diameter	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	نسبت برگ به ساقه Leaf to stem ratio	نسبت برگ به کل Leaf to total ratio	نسبت ساقه به کل Stem to total ratiol
بلوک Block	2	250.74^{ns}	18.43^{ns}	0.05ns	151.36^{ns}	1427.1^{ns}	2470.03^{ns}	0.00^{ns}	0.01^{ns}	0.02^{ns}
کود Fertilizer	4	1536.66**	8.88^{ns}	0.24**	1527.73*	8244.45*	18761.17*	0.11*	0.01^{ns}	0.03^{ns}
خطای اصلی Main error	2	202.51	4.93	0.03	515.59	2206.33	4079.51	0.03	0.02	0.04
رقم Cultivars	1	23.16^{ns}	149.63**	0.512**	10490.70*	11298.17*	43562.77**	0.01^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}
کود×رقم Cultivars ×Fertilizer	4	708.91**	24.67*	0.17**	2577.96^{ns}	5066.22**	14018.79*	0.15*	0.21*	0.12*
خطای فرعی Sub error	16	71.87	14.3	0.02	1894.31	1510.65	4228.75	0.05	0.04	0.06

ns غیر معنی‌دار، ** و *: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد
ns: not significant and **and*: significantly on probability levels of 1 and 5%, respectively.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در مدیریت ارگانیک ۲ با میانگین ۱۰۹/۰۶ سانتی‌متر حاصل شد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۶۵/۲ سانتی‌متر بود (جدول ۳). هر چند که بین ارقام تفاوتی برای این صفت دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد فراهمی غیر موجی عناصر غذایی در طول دوره رشد که به‌طور یکسان منابع غذایی را برای گیاهان آمارانت فراهم نموده از جمله دلایل این برتری محسوب می-گردد. همچنین افزایش ماده خشک کل در مرحله استقرار در تیمار ارگانیک۲ (۴۳/۸۲ گرم در مترمربع) (شکل ۲ الف و ب) و نیز وزن خشک بیشتر

ساقه (۱۹۲/۹۳ گرم در مترمربع) در تیمار ارگانیک۲ (جدول ۳) در این برتری مؤثر بوده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح کودی و رقم و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد آمارانت

Table 3- Mean comparisons of fertilizer levels and cultivars and their interaction on yield and yield components of amaranth

تیمار Treatment	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تعدادبرگ Leaf number	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (cm)	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع Stem dry weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد ماده خشک (گرم در متر مربع) Dry matter yield ($g.m^{-2}$)
				مدیریت کود Fertilizer managment		
کاملاً شیمیایی 100% Chemical	87.34^{ab*}	20^{a}	1.48^{a}	127.9^{ab}	161.94 ^{Ab}	289.84^{ab}
ارگانیک۱ Organic 1	87.03 ^{ab}	17.66^{a}	1.48^{a}	114.54^{ab}	146.49^{ab}	261.03^{ab}
ارگانیک۲ Organic 2	109.06^{a}	20.167^{a}	1.59^{a}	159.3^{a}	192.93^{a}	352.23^{a}
تلفیقی Integrated	96.2^{a}	18.16^{a}	1.31^{ab}	130.13^{ab}	181.23^{a}	311.36^{ab}
شاهد Control	65.26^{b}	17.83^{a}	1.08^{b}	105.17^{b}	97.94^{b}	203.11^{b}
				رقم Cultivar		
پلینزمن Plansman Cv.	88.103^{a}	16.53^{b}	1.26^{b}	108.71^{b}	136.70^{b}	245.41^{b}
کونیز Koniz Cv.	89.86^{a}	21^{a}	1.52^{a}	146.11^{a}	175.51^{a}	321.62^{a}
				کود×رقم Cultivar×fertilizer		
کاملاً شیمیایی×رقم پلینزمن 100% Chemical×Plansman Cv.	83.88^{cd}	18.33^{abc}	1.36^{bcd}	115.54^{abc}	146.83^{ab}	262.37^{ab}
کاملاً شیمیایی×رقم کونیز 100% Chemical×Koniz Cv.	90.8^{bc}	21.66^{a}	1.61^{ab}	140.25^{ab}	177.05^{ab}	317.13^{ab}
ارگانیک۱×رقم پلینزمن Organic1×Plansman Cv.	87.96^{bcd}	15.66^{bc}	1.38^{bcd}	92.2^{bc}	123.02^{bc}	215.22^{bc}
ارگانیک۱×رقم کونیز Organic1×Koniz Cv.	86.1^{cd}	19.66^{ab}	1.58^{abc}	136.88^{ab}	169.97^{ab}	306.85^{ab}
ارگانیک۲× رقم پلینزمن Organic2×Plansman Cv.	112^{a}	19.33^{ab}	1.48^{abcd}	152.85^{ab}	183.48^{ab}	336.33^{a}
ارگانیک۲× رقم کونیز Organic2×Koniz Cv.	106.13^{ab}	21^{ab}	1.69^{a}	165.76^{a}	202.38^{a}	368.14^{a}
تلفیقی×رقم پلینزمن Integrated×Plansman Cv.	95.53^{abc}	15.66^{bc}	1.22^{d}	111.65^{abc}	160.85^{ab}	272.5^{ab}
تلفیقی× رقم کونیز Integrated× Koniz Cv.	96.86^{abc}	20.66^{ab}	1.4^{abcd}	148.61^{ab}	201.6^{a}	350.22^{a}
شاهد×رقم پلینزمن Control×Plansman Cv.	61.13^{e}	13.66^{c}	0.84^{e}	71.31^{c}	69.32^{c}	140.63^{c}
شاهد×رقم کونیز Control×Koniz Cv.	69.4^{de}	22^{a}	1.31^{cd}	139.03^{ab}	126.56^{bc}	265.59^{ab}

*در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارد.

ارگانیک ۱: (کمپوست + نیتروپلاس + بارور۲+ هیومیکسین)، ارگانیک۲: (ورمی‌کمپوست + نیتروپلاس + بارور۲+ 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}).

در پژوهش مشابهی بریک و گوسوامی(Barik & Goswami, 2003) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای گندم (*Tiriticum aestivum* L.) با *آزوسپیریلیوم* تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و طول سنبله گندم داشت. به‌طورکلی، دسترسی آب و عناصر غذایی به وسیله کودهای بیولوژیک به‌ویژه فسفر از طریق تولید اسیدهای حل‌کننده فسفات بهبود یافته که در ادامه آزادسازی فسفر معدنی و آلی، موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی، بهبود ریشه‌زایی و در نهایت، افزایش تعداد گره و میان‌گره می‌شود. همچنین حضور کودهای بیولوژیک باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عناصر میکرو می‌شود (Rusta et al.,1999). زهیر و همکاران (Zahir et al., 1998) نیز افزایش ۵/۸ درصدی ارتفاع بوته ذرت را که بذرهای آن با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودموناس* تلقیح شده بودند، را گزارش دادند.

صفت میانگین تعداد برگ به لحاظ آماری بین روش‌های مختلف مدیریت کودی اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی در مدیریت ارگانیک۲ این صفت بیشتر بود (۲۰/۱۶ برگ در بوته) (جدول ۳) که می‌تواند به دلیل ارتفاع بیشتر (۱۰۹/۰۶ سانتی‌متر) گیاه در تیمار کودی ارگانیک۲ باشد (جدول ۳). البته با مقایسه ارقام آمارانت مشخص گردید که بیشترین تعداد برگ (۲۱ برگ در بوته) مربوط به رقم کونیز و کمترین مقدار آن (۱۶/۵۳ برگ در بوته) مربوط به رقم پلینزمن می‌باشد (جدول ۳). صفت قطر ساقه نیز بین تیمارهای مدیریت کودی تفاوت معنی‌داری داشت به‌طوری‌که بیشترین قطر ساقه مربوط به مدیریت ارگانیک۲ (۱/۵۹ سانتی‌متر) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (۱/۰۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). این وضعیت را می‌توان با بالاتر بودن وزن خشک ساقه (۱۹۲/۹۳ گرم در مترمربع) در تیمار ارگانیک۲ نسبت به سایر تیمارها مرتبط دانست (جدول ۳). همچنین رقم کونیز در مقایسه با رقم پلینزمن قطر ساقه بیشتری دارا بود (۱/۵۲ در مقایسه با ۱/۲۶ سانتی‌متر) (جدول ۳). در خصوص وضعیت وزن خشک برگ مشاهده شد که بین مدیریت‌های کودی از نظر وزن خشک برگ نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک برگ (۱۵۹/۳ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار ارگانیک۲ بود (جدول ۳)، به نظر می‌رسد تعدادبرگ بیشتر (۲۰/۱۶ برگ در بوته) و ارتفاع بیشتر (۱۰۹/۰۶ سانتی‌متر) در تیمارکودی ارگانیک۲ در مقایسه با سایر مدیریت‌های کودی نقش مهمی در افزایش عملکرد ماده خشک برگ داشته است (جدول ۳). همچنین بیشتر بودن تعداد برگ (۲۰/۱۶ برگ در بوته) (جدول ۳) و شاخص سطح برگ بیشتر(۰/۵) (شکل ۳- الف و ب) در مدیریت ارگانیک۲ به‌ترتیب در رقم پلینزمن و کونیز در مرحله استقرار نیز دلیلی بر افزایش وزن خشک برگ می‌باشد. در ادامه، بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به مدیریت کودی ارگانیک۲ با میانگین۱۹۲/۹۳گرم در مترمربع بود که با تیمار مصرف تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی با میانگین ۱۸۱/۲۳ گرم در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به هر حال، کمترین میانگین وزن خشک ساقه (۹۷/۹۴ گرم در مترمربع) بودکه در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد ارتفاع و قطر ساقه بالاتر در تیمار ارگانیک۲ عامل اصلی در افزایش وزن خشک ساقه این گیاه طی مراحل رشد بوده است (جدول ۳). در بین ارقام آمارانت، بیشترین (۱۷۵/۵۱ گرم در مترمربع) و کمترین (۱۳۶/۷ گرم در متر-مربع) وزن خشک ساقه به‌ترتیب مربوط به رقم کونیز و پلینزمن بود (جدول ۳). در این ارتباط دی فریتاس (De Freitas, 2000) بیان کرد که تلقیح بذرهای گندم با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* منجر به افزایش وزن خشک ساقه و نیز وزن خشک کل گیاه شد. در نهایت، بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به‌ترتیب مربوط مدیریت کودی ارگانیک ۲ (۳۵۲/۲۳ گرم در متر مربع) و تیمار شاهد (۲۰۳/۱۱ گرم در متر مربع) بود (جدول ۳). همچنین رقم کونیز نیز در مقایسه با رقم پلینزمن عملکرد ماده خشک بیشتری تولید نمود (۳۲۱/۶۲ در مقایسه با ۲۴۵/۴۱ گرم در مترمربع) (جدول ۳). از آن‌جا که در تعیین عملکرد علوفه (ماده خشک کل) دو صفت وزن خشک برگ و ساقه بیشترین تأثیر را دارا می‌باشند، نتایج این آزمایش نیز نشان می‌دهد که در تیمار کودی ارگانیک ۲ هم صفت وزن خشک برگ و هم صفت وزن خشک ساقه بیشترین کمیت را دارا می‌باشند (به‌ترتیب ۱۵۹/۳ و ۱۹۲/۹۳ گرم در مترمربع) (جدول ۳). به علاوه، با بررسی شکل‌های ۲ الف و ب مشخص می‌شود که حتی در مرحله استقرار بوته‌های آمارانت نیز بیشترین وزن خشک کل گیاه مربوط به تیمارهای کودی ارگانیک ۱ و ۲ می‌باشد. این برتری می‌تواند از یک سو ناشی از فراهمی مناسب مواد غذایی در طول دوره رشد و از سوی دیگر، نیز احتمالاً به‌دلیل فعالیت و کارکرد بهتر جوامع میکروبی کودی ارگانیک

باشد، زیرا عدم کاربرد نهاده‌های شیمیایی تا حد زیادی از بروز اثرات منفی بر فعالیت جوامع میکروبی فعال در کودهای بیولوژیکی ممانعت خواهد کرد.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی و رقم و برهمکنش آن‌ها بر نسبت‌های عملکردی در گیاه آمارانت علوفه‌ای

Table 4- Mean comparisons of fertilizer treatments and cultivar and their interaction for some growth criteria in amaranth

تیمار Treatment	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem ratio	نسبت برگ به کل Leaf/total ratio	نسبت ساقه به کل Stem/total ratio
		مدیریت کود Fertilizer managment	
کاملاً شیمیایی 100% Chemical	0.55^{ab*}	1.24^{a}	0.809^{a}
ارگانیک۱ Organic 1	0.56^{ab}	1.28^{a}	0.782^{a}
ارگانیک۲ Organic 2	0.54^{ab}	1.32^{a}	0.879^{a}
تلفیقی Integrated	0.58^{a}	1.41^{a}	0.712^{a}
شاهد Control	0.48^{b}	0.93^{a}	1.071^{a}
		رقم Cultivar	
پلینزمن Plansman Cv.	0.551^{a}	1.25^{a}	0.826^{a}
کونیز Koniz Cv.	0.541^{a}	1.22^{a}	0.876^{a}
		کود×رقم Cultivar×fertilizer	
کاملاً شیمیایی×رقم پلینزمن 100% Chemical×Plansman Cv.	0.81^{ab}	0.44^{b}	0.55^{ab}
کاملاً شیمیایی×رقم کونیز 100% Chemical×Koniz Cv.	0.8^{ab}	0.44^{ab}	0.55^{ab}
ارگانیک۱×رقم پلینزمن Organic1×Plansman Cv.	0.75^{ab}	0.42^{ab}	0.57^{ab}
ارگانیک۱×رقم کونیز Organic1×Koniz Cv.	0.81^{ab}	0.44^{ab}	0.55^{ab}
ارگانیک۲× رقم پلینزمن Organic2×Plansman Cv.	0.82^{ab}	0.44^{ab}	0.55^{ab}
ارگانیک۲× رقم کونیز Organic2×Koniz Cv.	0.93^{ab}	0.45^{ab}	0.54^{ab}
تلفیقی×رقم پلینزمن Integrated×Plansman Cv.	0.68^{b}	0.4^{b}	0.59^{a}
تلفیقی× رقم کونیز Integrated× Koniz Cv.	0.73^{ab}	0.42^{ab}	0.57^{ab}
شاهد×رقم پلینزمن Control×Plansman Cv.	1.04^{ab}	0.51^{a}	0.48^{ab}
شاهد×رقم کونیز Control×Koniz Cv.	1.09^{a}	0.52^{a}	0.47^{b}

*در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس 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 ۵- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد در آمارانت

Table 5- Correlation coefficients of yield and yield components for forage amaranth

صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ارتفاع Height	1								
تعدادبرگ Leaf number	0.00^{ns}	1							
قطر ساقه Stem diameter	0.00**	0.00^{ns}	1						
وزن برگ Leaf dry weight	-0.05^{ns}	-0.28^{ns}	0.05^{ns}	1					
وزن ساقه Stem dry weight	-0.28^{ns}	-0.14^{ns}	0.58**	0.3^{ns}	1				
عملکرد ماده خشک Dry matter yield	-0.16^{ns}	-0.15**	0.48**	0.59**	0.68**	1			
ساقه برگ Leaf Stem	0.02^{ns}	-0.1^{ns}	0.47**	0.46**	0.62**	-0.64**	1		
کل برگ Leaf Total	0.07^{ns}	-0.21^{ns}	0.45*	0.65**	0.59**	0.7**	0.87*	1	
کل ساقه Stem Total	-0.06^{ns}	0.3^{ns}	0.12^{ns}	-0.44*	0.12^{ns}	-0.11^{ns}	0.19^{ns}	-0.17**	**1**

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

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

ارهارت و هارتل (Erhart & Hartl, 2008) نشان دادند که استفاده از کمپوست باعث افزایش فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم قابل دسترس گیاه شد. آن‌ها اضافه نمودندکه کودهای آلی علاوه بر تأمین عناصر غذایی، با بهبود خواص فیزیکی خاک شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه ریشه فراهم نمودند. بر این اساس، کاربرد کودهای آلی نظیر کود دامی و کمپوست خواص فیزیکی خاک را بهبود داده و باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و ایجاد فضای مناسب برای رشد و توسعه ریشه می‌گردد. در مقایسه اثر تلفیق کودهای معدنی و ورمی‌کمپوست بر بهبود عملکرد و جذب عناصر غذایی بر گیاه آمارانت گزارش شده که بیشترین عملکرد علوفه و جذب عناصر غذایی در مصرف تلفیقی ۵,۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در تلفیق با کودهای معدنی به‌دست آمده‌است (Preetha et al., 2005). نتایج نسبت‌های وزن اندام هوایی نشان می‌دهد که تیمار شاهد در هر دو رقم آمارانت بیشترین نسبت وزن برگ به ساقه و برگ به کل و کمترین نسبت ساقه به کل را دارا است (جدول ۴). با توجه به کمتر بودن ارتفاع بوته‌های آمارانت در تیمار شاهد، این وضعیت غیر منتظره نیست، زیرا باعث شده که در شرایط عدم کاربرد کود (شاهد) بوته‌هایی کوچک با وزن ساقه کم تولید شوند. البته از آن‌جایی که هدف تولید محصول علوفه‌ای می‌باشد، افزایش نسبت وزن برگ به کل یا برگ به ساقه معیار مناسبی خواهد بود اما در کنار آن باید عملکرد کل علوفه را نیز در نظر گرفت. بنابراین، با ترکیب دو صفت نسبت وزن برگ به کل و نیز عملکرد کل علوفه مشخص می‌شود که تیمارهای مدیریت ارگانیک ۱ و ۲ از وضعیت بهتری برخوردار می‌باشند. در ادامه با توجه به نتایج ضرایب همبستگی (جدول ۵)، بیشترین همبستگی مثبت $r=+۰/۹۶^{**}$ بین نسبت برگ به کل و ساقه به برگ بود و بیشترین همبستگی منفی $r=-۰/۲۸^{ns}$ بین تعداد برگ و وزن برگ مشاهده شد(جدول ۵). عملکرد گیاه با قطر ساقه، وزن برگ، وزن ساقه، نسبت برگ به کل و نسبت ساقه به برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. به‌هرحال، عملکرد علوفه بیشترین همبستگی مثبت و معنی-داری را با صفت وزن ساقه ($۰/۶۸^{**}$) دارا بود. این مسئله بیانگر این است که تولید ساقه‌ای قطورتر با وزن بیشتر، کمیت عملکرد را افزایش می‌دهد، ولی طبیعتاً کیفیت علوفه را خواهد کاست که این وضعیت با همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد علوفه و تعداد برگ ($-۰/۱۵^{**}$) قابل توضیح است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان دادکه بیشترین صفات عملکرد علوفه، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، قطر ساقه و

تعداد برگ را رقم کونیز دارا بود، ولی در مورد ارتفاع گیاه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به نتایج برهمکنش تیمارهای آزمایش بالاترین عملکرد علوفه مربوط به مدیریت کودی ارگانیک۲ (ورمی‌کمپوست+نیتروپلاس+بارور۲ به‌صورت بذرمال+فسفونیتروکارا به‌صورت محلول‌پاشی) در رقم کونیز بود که تفاوت معنی‌داری با مدیریت کودی ارگانیک۲ در رقم پلینزمن و همچنین تیمار مدیریت کودی تلفیقی در رقم کونیز نداشت. در مورد صفات وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و قطر ساقه نیز بالاترین کمیت مربوط به تیمار مدیریت کودی ارگانیک۲ و رقم کونیز بود، ولی در مورد تعداد برگ بالاترین میانگین مربوط به تیمار شاهد و رقم پلینزمن بود. به‌علاوه، در گیاه آمارانت با افزایش قطر ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه عملکرد گیاه افزایش یافت. از آن‌جایی‌که حفظ حاصلخیزی خاک و تأمین زمینه‌های لازم برای تولید مداوم محصول از ارکان کشاورزی پایدار می‌باشد، لذا مدیریت مناسب کود به‌ویژه مصرف کودهای آلی و بیولوژیک به‌عنوان راهبردی مناسب جهت حرکت به‌سمت کشاورزی پایدار، ضروری خواهد بود. در مجموع بنابراین نتایج این آزمایش حاکی از مناسب‌بودن روش مدیریت ارگانیک در گیاه آمارانت در شرایط خوزستان است البته رقم کونیز در روش مدیریت ارگانیک عملکرد بهتری از خود نشان داد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دکتر آنا پاسپیسیل[۱] عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی، گروه محصولات زراعی و علوفه دانشگاه زاگرب کرواسی که در تأمین بذر ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

Aynehband, A. 2004. The introduction of a new forage plant for the first time in Iran, amaranth. Journal of Agricultural Science 27(2): 164-171. (In Persian with English Summary)

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: 521-577.

Barik, A.K., and Goswami, A. 2003. Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agronomy 48: 100-102.

De Freitas, J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculate with rhizobacteria. Pedobiologia 44: 97-104.

Erhart, E., Hartl, W., and Putz, B. 2008. Total soil heavy metal contents and mobile fractions after 10 years of biowaste compost fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 171: 378-383.

Hamidi, A., Asqarzadeh, A., Chokan, R., Dehghan Shoar, M., Ghalavand, A., and Jafarmalakoti, M. 2007. Study of plant growth promoting rihizobacteria (PGPR) biofertilizers application in maize cultivation by adequate input. Journal of Environmental Science 4: 1-20. (In Persian with English Summary)

Jiriaei, M., Fateh, E., and Aynehband, A. 2013. Evaluation of Mycorrhiza and Azospirillum effect on some characteristics of wheat cultivars in stablishment stage. Electronic Journal of Crop Production 6: 45-62. (In Persian with English Summary)

Kader, M., Mian, M., and Hoque, M. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 250-261.

Kupulnik, Y., Sarig, S., Nur, A., Okan, Y., and Henis, Y. 1982. Effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yield maize. Jurdan Journal of Botany 31: 247-255.

Kushare, Y.M., shete, P.G., Adhav, S.L., and Baviskar, V.S. 2010. Effect of FYM and inorganic fertilizer on growth and yield and Rabi grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.). International Journal of Agricultural Science 6: 491-493.

Nabizadeh, E., Hbibi, H., and Hosainpour, M. 2012. The effect of Fertilizers and biological nitrogen and planting density on yield quality and quantity *Pimpinella anisum* L. European Journal of Experimental Biology 2(4): 1326-1336.

۱- Ana Pospišil, University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Forage, Zagreb, Croatia.

Nezarat, S., and Gholami, A. 2008. Evaluation of Azospirillum and Pseudomonas on maize growth. 2nd National Congress of Ecological Agriculture in Iran pp. 2037-2049. (In Persian)

Oyedeji, S., Animasaun, D.A., Ajibola Bello, A., and Oladipo Agboola, O. 2014. Effect of NPK and poultry manure on growth, yield, and proximate composition of three amaranths. Journal of Botany. 6 pp.

Pospišil, A., Pospišil, M., Maćešić, D., and Svečnjak, Z. 2009. Yield and quality of forage sorghum and different amaranth species (*Amaranthus* spp.) biomass. Agriculture Conspectus Scientificus (ACS) 74: 85-89.

Piraste Anooshe, H., Emam, Y., and Jamali 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. Journal of Agroecology 2(3): 492-501. (In Persian with English Summary)

Preetha, D., sushama, P.K., and Marykutty, K.C. 2005. Vermicompost+inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). Journal of Tropical Agriculture 43: 87-89.

Rai, S.N., and Gaur, A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter* spp. effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil 34: 131-134.

Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and 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)

Rosta, M., Rastin, N., and Mazaheri Asadi, M. 1999. Investigation effect of *Azospirillum* lipoform activity in some soils Iran. Iran Agriculture Science Journal 29: 285-298. (In Persian with English Summary)

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. Agronomy Journal 12: 319-324.

Stordahl, J.L., Sheaffer, C.C., and Di Costanzo, A. 1999. Variety and maturity affect amaranth forage yield and quality. Journal of Production Agriculture 12: 249-253.

Yang, R., and Collins, R. 2004. New crop. In: The new crop industries hand book (eds. S.S. Salvin, M. Bourke, and T. Byrn). pp. 1-7. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra. Australia.

Zahir, A.Z., and Khalid, M.A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promotingrhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.

Zaidi, A., Saghir, M., and Amil, M.D. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 19: 15-21.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 675-688

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۸۸-۶۷۵

Fodder Production of two Amaranth (*Amaranthus* spp. L.) Cultivars Affected by Organic and Chemical Fertilizer Management

A. Aynehband[۲*], M.R. Mohammadi[2] and E Fateh[3]

Submitted: 19-11-2014
Accepted: 13-05-2015

Aynehband, A., Mohammadi, M.R., and Fateh, E. 2017. Fodder production of two Amaranth (*Amaranthus* spp. L.) cultivars affected by organic and chemical fertilizer management. Journal of Agroecology 9(3): 675-688.

Introduction

One of the forage crops which has recently taken into consideration is Amaranth (*Amaranthus* spp. L.) from *Amaranthaceace,* which could be placed in crop rotation because of both feeding characters and good adaptability. Fodder quality in this crop is strongly depended on the growth stage. The highest protein content (230 $kg.ha^{-1}$) occurs in the flowering stage. After this stage, fodder quality will reduce (130 $kg.ha^{-1}$) and the quantity of both ADF and NDF increase in stems, vice versa. Aynehband (2004) tested five Amaranth fodder cultivars and reported that dry matter of these cultivars were between 15 to 32 $t.ha^{-1}$and concluded that the crop has a good potential in Khozestan farming system. The main goal of this research is to study the effect of organic and chemical fertilizer managements on yield and yield components of Amaranth.

Material and Methods

This field study was conducted in the summer of 2014 in research station of Agriculture Faculty, Shahid Chamran University of Ahwaz. The experimental design was split plot based on randomized complete blocks design with 3 replications. Main plot factors was five fertilizer managements including: 1- only chemical, 2- organic-A (Compost + Nitroplas + Barvar-2 as seed treatment+ Humicin as foliar application), 3- Organic-B (Vermicompost + Nitroplas + Barvar-2 as seed treatment + Phosphonitrocaras as foliar application), 4- integrated fertilize and 5- control (no fertilizer). Sub-plot factors was two Amaranth cultivar named Plansman and Koniz witch prepared from Zagreb university of Croatia. The seeds, with density of 12 plants in m^2, was planted in 31 May and harvested in early flowering stage (23 August). Destructive sampling of both leaf and stem dry matter applied every 14 days. Statistical significance of all samples was determined by analysis of variance (ANOVA) and difference of means were compared by Duncan multiple- ranged test using SAS statistical software.

Results and Discussion

A: Seedling establishment stage

The highest dry matter at 30 days after planting in both Plansman and Koniz cultivars was belonged to Organic-B (43.55 $g.m^{-2}$) and organic-A (38.83 $g.m^{-2}$), respectability. Both organic-A and Organic-B fertilizer managements produced 3 times more total dry matter than control. This situation could be caused by improving root distribution in response to exudation of some stimulate chemicals produced by organic or biological fertilizers. In chemical management, LAI increased until 20 days after planting and then stopped for both cultivars. While, in organic and biological management, LAI continuously increased even after that. One main reason for this difference could be due to the fact that chemical fertilizer release nutrients all at once, but both organic and biological fertilizers are among slow-release fertilizers.

B: Crop yield

The highest and lowest plant height was belonged to Organic-B (109.6 cm) and control (65.3 cm), respectively. Also the highest (21) and lowest (16) leaf per plant belonged to Koniz and Plasman cultivars,

1, 2 and 3- Professor in Agroecology, Msc Student in Agroecology and Associate Professor in Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: aynehband@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v9i3.41394

respectively. Stem diameter was significantly different between fertilizer treatments. The highest and lowest stem diameter (1.59 and 1.08) was belonged to Organic-B and control managements, respectively. Superiority of Organic-B in stem diameter rather than other treatments was mainly due to higher stem dry mater (192.9 $g.m^{-2}$) in this treatment. Highest fodder yield (192.93 g/m^2) belonged to Organic-B treatment but had no significant difference with integrated method (181.23 $g.m^{-2}$). It seems that more stem diameter and height were the main reason for higher stem weight in Organic-B treatment. Among Amaranth cultivars, highest (175.5 $g.m^{-2}$) and lowest (136.7 $g.m^{-2}$) stem weight was belonged to Koniz and Plansman cultivars, respectively. In addition, Koniz cultivar produced more yield than Plansman (321.11 vs. 24541 $g.m^{-2}$). Leaf and stem dry matter are the most effective indices for determination of fodder yield and our results also showed that Organic-B treatment had a higher amount of these indices (159.2 and 192.9 $g.m^{-2}$, respectively).

Conclusion

According to the results of this experiment, it has been concluded that Koniz cultivar had significantly higher fodder yield (321.6 $g.m^{-2}$), stem dry matter (175.5 $g.m^{-2}$), leaf dry matter (146.1 $g.m^{-2}$), stem diameter (1.52 cm) and leaf number (21 leaf per plant) than Plansman cultivar. Therefore, the highest fodder yield (368.14 $g.m^{-2}$) was belonged to Koniz cultivar in Organic-B fertilizer management. Generealy, our results showed the suitability of organic fertilizer management for Amaranth production in Khozestan climate, especially for Koniz cultivar.

Keywords: Biologic yield, Biofertilizers, Compost, Vermicompost