دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

تأثیر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سه رقم تاج خروس علوفه‌ای (*Amaranth spp* L.) در شرایط آب و هوایی گرگان

محمد تقی فیض بخش[۱]، حسن مختارپور[۲]، امیررضا صفایی[۳]

دریافت: ۹۷/۹/۱۹ پذیرش: ۹۸/٤/۷

چکیده

تاج خروس یکی از گیاهان علوفه‌ای جدید است که پژوهش‌های کمی در مورد آن در ایران انجام شده است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تابستان ۱۳۹٦ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. فاکتور نخست تاج خروس شامل Cim، Loura و Kharkovski و فاکتور دوم سه فاصله بوته روی ردیف (۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تأثیر فاصله بوته روی ردیف و رقم بر تر علوفه، عملکرد ماده خشک، درصد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، درصد لیگنین، کلسیم و فسفر معنی‌دار بود. بر-همکنش فقط بر صفت‌های درصد لیگنین، کلسیم و فسفر معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد علوفه تر و خشک از رقم Cim و در فاصله ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم بالا) به دست آمد. در هر سه رقم تاج خروس با افزایش فاصله ردیف (کاهش تراکم) مقادیر لیگنین و کلسیم افزایش یافت اما مقادیر فسفر از روند خاصی پیروی نکرد. همچنین، بالاترین عملکرد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و درصد چربی خام در رقم Loura ملاحظه شد. رقم Loura عملکرد ماده خشک کم‌تری نسبت به سایر رقم‌ها تولید کرد، اما از نظر ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای علوفه مطلوب بود لذا جهت دستیابی به علوفه با کیفیت، کاشت این رقم در استان گلستان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد علوفه، پروتئین، الیاف خام، چربی خام

فیض بخش، م.ت.، ح. مختارپور و ا.ر. صفایی. ۱۳۹۹. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سه رقم تاج خروس علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی گرگان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۲: ۹۰-۸۱.

۱- استادیاربخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران- مسئول مکاتبات. feyz_54@yahoo.com

۲- استادیاربخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۳- استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مقدمه

آمارانت (*Amaranthus spp* L.) گونه‌ای است که مرفولوژی آن بسیار انعطاف‌پذیر بوده و با توجه به شرایط محیطی و زراعی می‌تواند متفاوت باشد (هندرسون، ۲۰۰۰)، به نحوی که در پژوهش دو ساله در ایتالیا پژوهش‌گران دریافتند که با افزایش تراکم بوته، ارتفاع، طول و قطر خوشه، قطر ساقه اصلی و تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافت (کاسینی و روکا، ۲۰۱٤). از این رو تراکم بوته یکی از عامل‌های مهم زیست محیطی مؤثر بر رشد، عملکرد و عملکرد وابسته به ویژگی‌های گیاه است (کومار و یاسین، ۲۰۱۳). همچنین افزایش تراکم گیاه آمارانت موجب تسهیل در برداشت مکانیکی می‌گردد زیرا گیاهان دارای شاخه‌های کم‌تر و ساقه نازک‌تری خواهند شد (گیمپلینگر و همکاران، ۲۰۰۸). برخی رقم‌های تاج خروس به دلیل رشد سریع، محتوای پروتئین بالا، سلولز پائین و نداشتن مواد سمی برای تولید علوفه مورد توجه قرار گرفته‌اند. ارزش غذایی این علوفه از لحاظ دیواره سلولی بدون همی سلولز، لیگنین، گوارش پذیری، پروتئین خام و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه از علوفه معمول بهتر است. پروتئین گیاه از لحاظ لیزین و اسیدهای آمینه و گوگرد دار غنی است. تاج خروس می‌تواند به صورت علوفه خشک یا سیلو مصرف شود (کوفام و وبر، ۱۹۹۰). محتوای پروتئین علوفه یکی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه است (آسفا و همکاران، ۲۰۰٤؛ لیدروگیدیس و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج یک مطالعه نشان داد که ارزش غذایی علوفه تاج‌خروس به‌عنوان خوراک دام‌ها برابر و یا بهتر از علوفه‌های رایجی مانند یونجه (*Medicago sativa*) است. ترکیب‌های مطلوب آن (پروتئین خام بالا و لیگنین کم)، نیترات و اسید اگزالیک کم نشان می‌دهد که پتانسیل بالایی در خوراک دام‌ها دارد. علوفه تاج‌خروس در مقایسه با کاهو (*Lactuca sativa*) ۲۰ برابر بیش‌تر کلسیم دارد (عباسی و همکاران، ۲۰۱۲). احسانی و فضائلی(۱۳۸۹) ضمن مقایسه عملکرد کمی، مواد مغذی و کیفیت پروتئین علوفه خشک چهار رقم تاج خروس شامل رقم‌های اولترا، خارکوف، خارکوفسکی و بی نام گزارش کردند که رقم اولترا با میانگین ٦۳/۳ تن در هکتار علوفه تر و ۹/۷ تن در هکتار علوفه خشک هم‌چنین بالاترین عملکرد پروتئین خام، پروتئین حقیقی، پروتئین محلول، کلسیم، فسفر و منیزیم به‌عنوان رقم برتر معرفی شد. با توجه به عملکرد بالا و کیفیت خوب مواد مغذی و اجزای پروتئین، آنها تاج خروس را به‌عنوان علوفه‌ای با کیفیت در تغذیه دام‌ها توصیه کردند. آینه‌بند (۱۳۸۳) گزارش کرد محتوی پروتئین بالا، سلولز پایین، سرعت و هضم پذیری بالا ازجمله ویژگی‌های خوب این گیاه با ارزش علوفه‌ای است، همچنین وی بر اساس پژوهش‌های انجام شده گزارش کرد بین رقم‌های اصلاح شده تاج خروس از نظر عملکرد کمی و کیفی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. برگ‌های تاج خروس حاوی مقادیر قابل قبولی پروتئین، ویتامین و عناصر معدنی، فیبر و چربی غیر اشباع است، لذا به‌عنوان یک گیاه امید بخش مورد توجه پژوهش‌گران برای کشت در نواحی گرم و خشک قرار گرفته است (پالدا و چانگ، ۲۰۰۳؛ رتا آلمایهو، ۲۰۱٤، گوربین، ۲۰۰٤).

با توجه به ارزش تغذیه‌ای تاج خروس و عدم اطلاعات کافی در مورد این گیاه علوفه‌ای آزمایش حاضر با هدف ارزیابی کمی و کیفی علوفه سه رقم تاج خروس تحت تأثیر فاصله بوته روی ردیف در منطقه گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

توصیف محل اجرای مطالعه

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹٦ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ٥٤ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ۲٥ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا ٥ متر) در ٥ کیلومتری شمال گرگان اجرا شد. میانگین دمای سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه ٤٥۰ میلی‌متر است. پیش از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، از عمق‌های ۳۰-۰، ۳۰-٦۰ و٦۰-۹۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها توسط آزمایشگاه خاک تجزیه گردید (جدول ۱).

در زمان کشت کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و با محاسبه کمبود آن به مزرعه داده شد. میزان کود مصرفی شامل کود پایه: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۲٥۰ کیلوگرم کود فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس و نیز کود سرک ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در هنگام رشد سریع ساقه (ارتفاع بوته ۳۰ سانتی‌متر) مصرف گردید.

میانگین حداقل و حداکثر دماهای ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه طول دوره رشد تاج خروس (خرداد تا شهریور) در سال انجام آزمایش (۱۳۹٦) در مقایسه با میانگین آمار ۱٥ ساله در جدول ۲ نشان داده شده است. کم‌ترین دمای حداقل در خرداد‌ماه با ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین میانگین حداقل دما در مردادماه با ۲۳/٥ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد (جدول ۲). بیش‌ترین دمای حداکثر، در مردادماه با ۳۷/۳ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین میانگین حداکثر دما در شهریورماه با ۳۱/٤ درجه سانتی‌گراد

مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین میزان بارش در شهریورماه حدود ۲۰/۳ میلی‌متر ثبت شد که ۲۹/۰ میلی‌متر کم‌تر از میانگین ۱۵ ساله بود (جدول ۲).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در لایه‌های مختلف در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان.

ویژگی‌های خاک	عمق (سانتی‌متر)		
	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۶۰-۹۰
اسیدیته	۷/۳	۷/۳	۷/۳
درصد کاتیون‌های قابل تبادل (میلی اکی والان)	۱/۲۷	۱/٤۲	۱/٤۱
کربن آلی (٪)	۱/۱	۰/٦	۰/٤
نیتروژن کل (٪)	۰/۱۱	۰/۰٦	۰/۰۳
فسفر قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)	٤/۸	۲	۱/۰۱
پتاسیم قابل دسترس(میلی گرم بر کیلوگرم)	۲۲۰	۱۰۸	۷۰
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/٤۱	۱/٤	۱/٤
بافت خاک			
رس (٪)	۲۳	۳٤	۳۳
سیلت (٪)	٥٤	٥۲	٥۲
شن (٪)	۲۳	۱٤	۱٥
نوع بافت خاک	لوم سیلتی	لوم رسی سیلتی	لوم رسی سیلتی

جدول ۲- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در ماه‌های رشد تاج خروس علوفه‌ای در سال زراعی ۱۳۹٦ در مقایسه با آمار هواشناسی بلند مدت ۱۵ ساله.

ماه	حداقل دما (سانتی‌گراد)		حداکثر دما (سانتی‌گراد)		مجموع بارش (میلی‌متر)	
	بلند مدت ۱۵ ساله	سال ۹٦	بلند مدت ۱۵ ساله	سال ۹٦	بلند مدت ۱۵ ساله	سال ۹٦
خرداد	۱۸/٥	۱۸/۲	۲۹/۹	۳۲/٦	۳٥/۷	۰
تیر	۲۳/٦	۲۲/٥	۳٤/۳	۳٤/٤	٥۲/۱	٥
مرداد	۲٤/٦	۲۳/۷	۳٥/۸	۳۷/۳	٤۳/۳	۰
شهریور	۲۰	۲۱/۳	۳۰/٤	۳۱/٤	٤۹/۳	۲۰/۳

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ۲۳ خرداد به مدت یک‌سال اجرا شد. فاکتور اول ارقام تاج خروس شامل Cim، Loura و Kharkovski و فاکتور دوم فاصله بوته روی ردیف در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر (به‌ترتیب تراکم بالا، متوسط و کم) در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است ارقام تاج خروس توسط جهاد کشاورزی از کشور روسیه جهت بررسی به کشور وارد شده است. فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر بود. هر تیمار در چهار خط به طول شش متر کشت شد. فاصله بین تکرارها سه متر و بین کرت‌ها در هر تکرار نیز یک متر (نکاشت) جهت کم کردن اثر سایه‌اندازی و انجام عملیات داشت، یادداشت‌برداری و غیره منظور گردید. از زمان کاشت تا برداشت ضمن عملیات زراعی، بر حسب نیاز در مراحل مختلف رشد و نمو انجام شد. کاشت بذور براساس دستورالعمل هر تیمار با رعایت فاصله بوته و به روشی دستی انجام شد.

برداشت ٦٥ روز پس از کاشت (در مرحله ۵۰ درصد گل-دهی) انجام شد. نمونه‌برداری در زمان برداشت (اواسط شهریورماه) با حذف اثرات حاشیه (۲ ردیف از طرفین و حذف سه بوته از ابتدا و انتهای هر خط) انجام شد، نمونه‌های یک کیلوگرمی از برگ و ساقه از تیمارها برداشت شده و در آون با دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار گرفت. وقتی که وزن خشک نمونه‌ها در دو توزین متوالی یکسان شد، ماده

خشک اندام‌ها (برگ و ساقه) ثبت شد و با توجه به وزن هر کدام از اندام‌ها عملکرد ماده خشک محاسبه گردید و عملکرد در واحد سطح به کیلوگرم در هکتار تعمیم داده شد. جهت اندازه-گیری صفات کیفی، نمونه‌ها در سایه خشک شده و سپس با کمک آسیاب برقی خانگی پودر شد و از هر نمونه (تیمار) حدود ۵۰ گرم به آزمایشگاه تحقیقات علوم دامی کشور منتقل گردید. در مرحله بعدی و برای تعیین خصوصیات کیفی علوفه خشک شده و ترکیبات شیمیایی شامل: درصد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و نیز مواد معدنی آن درصد لیگنین، درصد کلسیم، درصد چربی خام و درصد فسفر مورد مطالعه قرار گرفت (AOAC,۲۰۰۵).

تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS v. 9.2 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر تراکم بوته بر عملکرد تر علوفه، عملکرد ماده خشک، درصد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی کیلوگرم در هکتار، درصد لیگنین، درصد کلسیم و درصد فسفر معنی‌دار بود در حالی که بر چربی خام غیرمعنی‌دار بود. بین رقم‌ها از نظر کلیه صفات یاد شده اختلاف معنی‌دار وجود داشت که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی رقم‌ها می‌باشد. برهمکنش بین تیمارها فقط بر درصد لیگنین، درصد کلسیم و درصد فسفر معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد تر، درصد ماده خشک، عملکرد ماده خشک سه رقم تاج خروس در سه فاصله بوته روی ردیف در گرگان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه تر	عملکرد ماده خشک	درصد پروتئین خام	عملکرد پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	عملکرد الیاف نامحلول در شوینده حنثی	درصد چربی خام	درصد لگنین	درصد کلسیم	درصد فسفر
بلوک	۲	^{ns}۱۰۰۳۰۸٦	^{ns}۳٤٥۳۷/۸۳	^{ns}۰/۰٤	^{ns}٥۱٤/۰۸	^{ns}۰/۷۲	^{ns}۱۹۹٤۲/۲٦	^{ns}۰/۰۰۳	^{ns}۰/۰٤	^{ns}۰/۰۰۱٦	^{ns}۰/۰۰۲
رقم	۲	۹۳۹۸۹۱۹۷٥**	۲۲۳۱۹۲۷۱/۰۱**	٤/۱٦**	۳۳٤۳٥٤/٤۰**	۷٦/٦٦**	۳٤۷٦۹٤/۹۷**	۰/٤۷**	۲/٦٥**	۱/۱۸**	۱/۰۳۲**
فاصله بوته روی ردیف	۲	٦۷۰٤٤۷٥۳۱**	۱۳۲۲٦٤۹۸/۷**	۰/۹۸**	۱٥۱۹۸٥/۷۷**	٤٥/۰۹**	۲۳۱۱۰۲۰/۹٤**	۰/۰۲۳**	۳/٦۳**	۰/۱۸**	۰/۰۰۳۷**
رقم × فاصله بوته	٤	^{ns}۱۱٤۹٦۹۱٤	^{ns}۱۱۱۰٦۳/٤۱	^{ns}۰/۰٤	^{ns}۲۹۳۸/۲۱	^{ns}۲/٤۸	^{ns}۲۱۸٥۷/٥٥	^{ns}۰/۰۱	۰/۰٥**	۰/۰٤**	۰/۰۰۳**
خطا	۱٦	۱۲۷٥۰۷۷۲	۲۲٤۸٥۳/٥۸	۰/۰۱۷	۱۸۹۹/۸۳	۱/٤٤	٥۳۰۱۰/۱٥	۰/۰۱٦	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۰۱٦
ضریب تغییرات (درصد)	-	۷/۰۳	۷/۱٦	۱/٤٦	۷/۲۰	۲/۲٤	٦/٦۰	۱۱/٦٤	۳/۱۷	٦/٤٥	۳/٤٥

ns، *، **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

عملکرد علوفه تر بوته

اثر رقم و فاصله بوته روی خط بر عملکرد تر بوته معنی‌دار بود، در حالی برهمکنش بین فاکتورها معنی‌دار نبود (جدول ۳). عملکرد تر بوته برای ارقام Cim، Loura و Kharkovski به‌ترتیب برابر با ٦۲۳۱٥، ٤۲۹٦۳ و ٤٦۹٤٤ کیلوگرم در هکتار بود رقم Cim با تفاوت معنی‌داری بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد و رقم Loura کم‌ترین عملکرد را تولید کرد (جدول ٤). با توجه به این که رقم Cim زودتر سبز شد و از طرفی دیرتر به مرحله رسیدگی رسید به علت طولانی بودن دوره رشد توانست بهره بیش‌تری از عوامل محیطی برده و نهایتا زیست توده بیش‌تری تولید کند.

در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹٥) عملکرد علوفه تر در مرحله بعد از گل‌دهی برای رقم Cim برابر با ۱٦/٦۳ تن در هکتار برای رقم Loura برابر با ۱٤/۹۱ تن در هکتار، برای رقم Kharkovski برابر با ۱٤/٦۳ تن در هکتار بود.

عملکرد علوفه تر هنگامی که فاصله بوته روی ردیف ۵ (تراکم ٤۰ بوته در متر مربع) سانتی‌متر بود برابر با ٥۷٥۰۰ کیلوگرم در هکتار، هنگامی که فاصله بوته روی ردیف ۱۰ (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع) سانتی‌متر بود برابر با ٥۳۷۰٤

کیلوگرم در هکتار و هنگامی که فاصله بوته روی ردیف کشت ۱۵ سانتی‌متر (۱۳ بوته در متر مربع) بود برابر با ٤۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار بود. طبق نتایج این آزمایش عملکرد تر بوته در تراکم بالا (فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر) بیش‌تر از سایر تراکم‌ها بود (جدول ٤). در تراکم‌های بالاتر بوته‌ها به نحو مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشانده و به طور مطلوب‌تری از منابع محیطی استفاده کرده و در نهایت عملکرد بهتری تولید می‌کنند. مطابق با نتایج این آزمایش سایر محققان نیز با انجام آزمایش‌های مشابه گزارش نمودند با افزایش تراکم عملکرد تر بوته افزایش می‌یابد (انصاری‌اردلی و آقاعلیخانی، ۱۳۹٤؛ بوداکلی و همکاران، ۲۰۱۰). در بررسی دیگر، اثر سه تراکم بوته (۹۰۰۰۰، ۱۲۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰۰ بوته در هکتار) در ذرت علوفه‌ای مورد بررسی قرار گرفت، حداکثر عملکرد زیست توده (بیوماس) تر و خشک در تراکم ۱۵۰۰۰۰ بوته با متوسط ٥٤ و ۲۵ تن در هکتار به‌دست آمد (روح‌بخش و همکاران، ۱۳۹۳). در تراکم‌های بالا توزیع یکنواخت بوته‌ها سبب استفاده مؤثر از منابع خواهد شد، که باعث انتشار نور در سیستم شده و جذب خالص نور را بالا خواهد برد. در این صورت ضمن اینکه رقابت برای جذب نور به حداقل می‌رسد سایه انداز گیاه تشعشع موجود را به‌طور کامل دریافت کرده و به این ترتیب راندمان عملکرد گیاه افزایش می‌یابد، این افزایش ممکن است به خاطر تغییراتی باشد که در تخصیص مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایش رخ می‌دهد. در این رابطه آنچه از اهمیت بیش‌تری برخوردار است میزان و نحوه توزیع نهاده‌های مصرفی یا فضای تغذیه‌ای بوته‌ها در واحد سطح می‌باشد (دانکن، ۱۹۸٦).

جدول ٤- مقایسه میانگین (اثرات ساده) عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده حنثی ($Kg.ha^{-1}$)، درصد چربی خام سه رقم تاج خروس در سه فاصله بوته روی خط در گرگان

منابع تغییرات	عملکرد تر ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین خام	عملکرد پروتئین خام ($kg.ha^{-1}$)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی ($kg.ha^{-1}$)	درصد چربی خام
رقم							
Cim	٦۲۳۱٥/۰^{a}	۸۳۹۲/٤^{a}	۸/٥۷^{b}	٤٦٤/۸٥^{c}	٥٥/٤٤^{a}	۲۹۸۲/۰^{c}	۱/۲٥^{a}
Loura	٤۲۹٦۳/۰^{c}	٥۳۹٤/۰^{c}	۹/۷۸^{a}	۸۲٤/۳۷^{a}	٥۰/۰۹^{b}	٤۱۷۹/۹^{a}	۱/۲۳^{a}
Kharkovski	٤٦۹٤٤/۰^{b}	٦۰٥۸/٤^{b}	۸/٦۳^{b}	٥۲٤/۳۷^{b}	٥٤/۷۷^{a}	۳۲۹۳/۰^{b}	۰/۸٤^{b}
LSD	۳٥٦۸/٤	٤۷۳/۸۷	۰/۱۳۱	٤۳/٥٥	۱/۲۰	۲۳۰/۰۹	۰/۱۲
فاصله بوته روی ردیف							
۵ سانتی‌متر	٥۷٥۰۰/۰^{a}	۷٥۸٦/۹^{a}	۹/۳٦^{a}	۷۱۸/٦۸^{a}	٥۱/۳۱^{c}	۳۸٥٥/۳^{a}	۱/۰٥^{a}
۱۰ سانتی‌متر	٥۳۷۰٤/۰^{b}	۷۰۰۱/۳^{c}	۸/۹۲^{b}	٦۳۱/۸۷^{b}	٥۳/۲۲^{b}	۳٦۹۲/۲^{a}	۱/۱۲^{a}
۱٥ سانتی‌متر	٤۱۰۱۹/۰^{c}	٥۲٥٦/٦^{b}	۸/۷۱^{c}	٤٦۳/۱۲^{c}	٥٥/۷۷^{a}	۲۹۰۷/٥^{b}	۱/۱٥^{a}
LSD	۳٥٦۸/٤	٤۷۳/۸۷	۰/۱۳	٤۳/٥٥	۱/۲۰	۲۳۰/۰۹	۰/۱۲

*** در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌داری هستند (LSD 0.05).**

عملکرد ماده خشک

اثرات اصلی رقم و فاصله بوته روی ردیف بر عملکرد ماده خشک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و برهمکنش بین فاکتورها معنی‌دار نبود. میزان ماده خشک برای ارقام Cim، Loura و Kharkovski به‌ترتیب برابر با ۸۳۹۲/٤، ٥۳۹٤/۰ و ٦۰٥۸/٤ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٤). رقم Cim بیش‌ترین و رقم Kharkovski کم‌ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. طبق نتایج رقم Cim بالاترین عملکرد تر (جدول ٤) را تولید کرد بنابراین بدیهی است که بیش‌ترین عملکرد ماده خشک را نیز داشته باشد.

در آزمایش صفایی و همکاران (۱۳۹٥) رقم Cim نیز عملکرد بالاتری نسبت به دو رقم دیگر به خود اختصاص داد. به طوری که در آزمایش آنها عملکرد علوفه خشک در مرحله بعد از گل‌دهی برای رقم Cim برابر با ۲/۳۱ تن در هکتار برای

رقم Loura برابر با ۲/۱۹ تن در هکتار و برای رقم Kharkovski برابر با ۲/۰۸ تن در هکتار بود. در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹۵) بوته رقم‌های Kharkovski، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۱۰٤۵، ۱۱۷۱/٦ و ۱۲٤۸/۵ گرم بود.

هنگامی که فواصل بوته‌ها روی خط کشت ۵ سانتی‌متر بود عملکرد ماده خشک بیش‌تر از دیگر فواصل بوته بود. میانگین عمکلرد ماده خشک برای فاصله بوته روی خط ۵ معادل ۷۵۹٦/۹ کیلوگرم در هکتار، برای فاصله بوته روی ردیف ۱۰ معادل ۷۰۰۱/۳ کیلوگرم در هکتار و برای فاصله بوته روی خط ۱۵ معادل ۵۲۵٦/٦ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٤). در تراکم بالا (فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر) بیش‌ترین عملکرد ماده خشک حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش فاصله بوته روی ردیف کاشت از ۵ به ۱۵ سانتی‌متر عملکرد ماده خشک از ۷۵۹٦/۹ به ۵۲۵٦/٦ کیلوگرم در هکتار (معادل ۲۳٤۰/۳ کیلو گرم در هکتار) کاهش می‌یابد.

درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین خام

بین رقم‌های تاج خروس بیش‌ترین پروتئین خام به رقم Loura اختصاص یافت و پس از آن دو رقم Cim و Kharkovski در یک رتبه قرار گرفتد. بیش‌ترین عملکرد پروتئین خام متعلق به رقم Loura بود و رقم‌های Kharkovski و Cim در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. رقم Loura با مقادیر ۹/۷۸ و ۸۲٤/۳۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیش‌ترین درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین خام را به خود اختصاص داد که نشانه‌ی ویژگی ژنتیکی آن می‌باشد. مطابق با این نتایج، در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹۵) میزان پروتئین خام برای رقم‌های Kharkovski ، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۱۱/۵، ۱۱/۸ و ۱۲ درصد بود. نتایج برخی مطالعات حاکی از آن است که تغییرات کیفی علوفه بستگی به ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک هر یک از گونه‌ها دارد و بر درصد پروتئین خام و خوش خوراکی آن برای دام مؤثر است (زیدی طولابی و همکاران، ۱۳۹۱). در یک بررسی در گونه‌ای از ماشک کرک‌دار که عملکرد علوفه خشک کم‌تر بود افزایش پروتئین حادث شد (زیدی طولابی و همکاران، ۱۳۹۱). در آزمایش حاضر نیز رقم Loura که کم‌ترین عملکرد علوفه تر و خشک را تولید کرد بیش‌ترین پروتئین خام را به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد رابطه معکوسی بین عملکرد علوفه ومیزان پروتئین وجود دارد.

فاصله ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم بوته بالا) بیش‌ترین میزان پروتئین خام و عملکرد پروتئین خام را داشت. در حالی که فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر (تراکم پایین) کم‌ترین میزان میزان پروتئین خام و عملکرد پروتئین خام را داشت و فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر حدواسط این دو فاصله ردیف قرار گرفت.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF): بین رقم‌ها رقم Cim با ۵۵/٤٤ بیش‌ترین و رقم Kharkovski با ۵٤/۷۷ کم-ترین NDF را داشتند. فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر (تراکم کم) بیش‌ترین و فاصله ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم زیاد) کم‌ترین NDF را داشتند. رقم Cim به دلیل عملکرد علوفه بالا و فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر (تراکم کم) به دلیل خشبی بودن و قطور بودن ساقه بیش‌ترین NDF را به خود اختصاص دادند. مشابه این نتایج در بررسی زیدی طولابی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تراکم بوته و تفاوت-های ژنتیکی رقم‌ها سهم مهمی در میزان NDF دارد.

عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

رقم Loura با اختلاف معنی‌داری بیش‌ترین عملکرد NDF را به خود اختصاص داد و پس از آن رقم‌های Kharkovski و Cim با عملکردی برابر با ۳۲۹۳/۱ و ۲۹۸۲ کیلوگرم در هکتار در جایگاه دوم و سوم قرار گرفتند. بین فاصله بوته روی ردیف ۵ و ۱۰ سانتی‌متر اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و هر دو عملکردی مشابهی داشتند و کم‌ترین عملکرد NDF به فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و به میزان ۲۹۰۷/۵ کیلوگرم در هکتار بود. مطابق با نتایج این آزمایش، در بررسی دیگر محققان نیز میزان عملکرد NDF در ماشک خوشه‌ای با افزایش تراکم (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در متر مربع) افزایش یافت (زیدی طولابی و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد تراکم عاملی مؤثر در تعیین کیفیت و خوش خوراکی علوفه محسوب می‌شود.

درصد چربی خام

رقم‌های Cim و Loura به‌طور مشترک به‌ترتیب با ۱/۲۵ و ۱/۲۳ درصد بیش‌ترین و رقم Kharkovski با ۰/۸٤ کم‌ترین چربی خام را داشتند. بین فواصل بوته روی ردیف‌های مختلف اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و میزان چربی مشابهی داشتند. در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹۵) میزان چربی خام در رقم‌های Kharkovski، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۲/۱، ۲/۲ و ۲/٤ بود. در ماشک علوفه‌ای میزان پروتین خام در

برای تراکم‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع برابر مشابه بود اما میزان عملکرد پروتئین خام (کیلوگرم در هکتار) تراکم-های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ به‌ترتیب برابر با ۲۹۵/٤، ۳۰۸/٦ و ۳۷۲/۸ کیلوگرم در هکتار بود (زیدی طولابی و همکاران، ۱۳۹۱).

درصد لیگنین

هر رقم بیش‌ترین مقدار لیگنین در فاصله ردیف ۱۵ سانتی-متر مشاهده شد و با کاهش فاصله بوته ردیف درصد لیگنین کاهش یافت. در تراکم‌های بالا به دلیل رشد بیش‌تر ساقه‌ها خشبی‌تر شده و درصد لگنین افزایش یافت. برای رقم Cim درصد لینگین در فاصله بوته روی ردیف ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر به‌ترتیب برابر با ۳/۱٤، ٤/۱۳ و ٤/٤٦؛ برای رقم Loura به‌ترتیب برابر با ۳/٤، ٤/۱ و ٤/٦، برای رقم خارکوفسکی برابر با ٤/۱، ۵/۱٦ و ۵/٦۲ بود. در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹۵) میزان لیگنین در رقم‌های Kharkovski ، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۵/۱، ٤/۸ و ٤/۷ بود (جدول ۵).

درصد کلسیم

برهمکنش بین رقم و فاصله ردیف نشان‌دهنده واکنش متفاوت رقم‌ها نسبت به فاصله ردیف می‌باشد. برای رقم Cim بیش‌ترین درصد کلسیم در فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر وجود داشت و کم‌ترین آن مربوط به فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. در حالی که درصد کلسیم در رقم Loura تحت تأثیر فاصله بوته روی ردیف قرار نگرفت به‌طوری که درصد کلسیم در هر سه فاصله ردیف مشابه بود. درصد کلسیم رقم Loura برای فاصله بوته روی ردیف ۵، ۱۰ و ۱۵ به‌ترتیب برابر با ۱/٦، ۱/٦٦ و ۱/۷۳ بود. درصد کلسیم رقم Kharkovski در فواصل بوته روی ردیف ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر به‌طور مشترک بالاترین و فاصله بوته ۵ کم‌ترین مقدار را داشت. در بررسی صفایی و همکاران (۱۳۹۵) میزان کلسیم در رقم‌های Kharkovski، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱، ۱/۱۹ و ۱/۱۷ بود (جدول ۵).

درصد فسفر

رقم‌های Cim و Kharkovski با افزایش فاصله بوته روی ردیف (با کاهش تراکم بوته) درصد فسفر افزایش یافت در حالی که رقم Loura بیش‌ترین درصد فسفر را در فاصله ردیف‌های ۵ و ۱۰ سانتی‌متر تولید کرد و کم‌ترین درصد فسفر را در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر تولید کرد. در یک بررسی درصد فسفر در رقم‌های Kharkovski، Cim و Loura به‌ترتیب برابر با ۰/۳۱، ۰/۳۱ و ۳۰/۰ بود و تفاوت آماری معنی‌داری بین سه رقم مشاهده نشد (صفایی و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین (برهمکنش) درصد لیگنین، درصد کلسیم و درصد فسفر سه رقم تاج خروس در سه فاصله بوته روی ردیف در گرگان

رقم	فاصله بوته روی ردیف	درصد لیگنین	درصد کلسیم	درصد فسفر
Cim	۵ سانتی‌متر	^{c}۳/۱٤	^{c}۱/۲۲	^{c}۰/۳۰
	۱۰ سانتی‌متر	٤/۱۳^{b}	۱/۵۳^{b}	۰/۳۳^{b}
	۱۵ سانتی‌متر	٤/٤٦^{a}	۱/۸۰^{a}	۰/۳۵^{a}
Loura	۵ سانتی‌متر	^{c}۳/٤۰	^{a}۱/٦۰	^{a}۰/۲٤
	۱۰ سانتی‌متر	٤/۱۰^{b}	۱/٦٦^{a}	۰/۲۳^{a}
	۱۵ سانتی‌متر	٤/٦۰^{a}	۱/۷۳^{a}	۰/۲۱^{b}
Kharkovski	۵ سانتی‌متر	^{c}٤/۱۰	^{b}۰/۹۱	^{c}۰/۲۸
	۱۰ سانتی‌متر	۵/۱٦^{b}	۰/۹۵^{a}	۰/۳۵^{b}
	۱۵ سانتی‌متر	۵/٦۲^{a}	۱/۰۷^{a}	۰/۳۷^{a}

*** در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار می باشد (LSD 0.05).**

نتیجه گیری

در این بررسی سه رقم تاج خروس در سه فاصله بوته روی ردیف (تراکم بوته) ارزیابی شد؛ بیش‌ترین علوفه تر و خشک به‌ترتیب برابر با ٦٢٣١٥ و ٨٣٩٢/٤ کیلوگرم در هکتار و از رقم Cim حاصل شد. همچنین بیش‌ترین علوفه تر و خشک در فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم بالا) مشاهده شد که از دلایل آن می‌توان به توزیع مناسب بوته‌ها و بهره‌گیری مناسب از منابع محیطی (تابش خورشیدی، عناصر غذایی و عدم هدرروی مزرعه) اشاره کرد. در هر سه رقم تاج خروس با افزایش فاصله بوته روی ردیف (کاهش تراکم) مقادیر لیگنین و کلسیم افزایش یافت اما درصد فسفر از روند خاصی پیروی نکرد. همچنین، بیش‌ترین درصد پروتئین خام، عملکرد پروتئین خام، عملکرد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و چربی خام در رقم Loura مشاهده شد. با این که رقم Loura ٢٩٩٨/٤ کیلوگرم در هکتار عملکرد ماده خشک کم‌تری نسبت به رقم Cim (بیش‌ترین عملکرد) تولید کرد اما با توجه به اینکه از نظر ویژگی‌های تغذیه‌ای علوفه مطلوب بود لذا استفاده از این رقم در تهیه علوفه با کیفیت قابل توصیه است.

منابع

آینه بند، ا. ۱۳۸۳. معرفی گیاه علوفه‌ای جدید آمارانت برای اولین مرتبه در ایران . مجله علمی کشاورزی . ۲۷ (۲): ۱۷۱-۱٦۳.

احسانی،پ.، و ح. فضایلی. ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد تولید مواد مغذی و کیفیت پروتئین چهار رقم علف خشک تاج خروس. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشکده کشاورزی.۲۷-۲۸ بهمن ماه ۱۳۸۹.

انصاری اردلی، س.، و م. آقاعلیخانی. ١٣٩٤. اثر تراکم بوته و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تاج خروس زراعی (*Amaranthus cruentus* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۷ (۱): ٤٥-۳۵.

روحبخش، ن.، س. خاوری‌خراسانی، و س. بختیاری. ۱۳۹۳. بررسی اثرات تراکم گیاهی و الگوی کاشت بر صفات زراعی، عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای. دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان، انجمن ارزیابان محیط زیست هگمتانه. http://www.civilica.com/Paper-MPSA02-MPSA02_276.html.

زیدی طولابی، ن.ا.، ع.ح. رضائی نژاد، س. دیرکوندی، د. اقبالی، س. رحمتی، و ع. درویشیان. ۱۳۹۱. تأثیر تراکم بوته بر مؤلفه های عملکرد کمی و کیفی ماشک علوفه‌ای دیم در شرایط آب و هوایی خرم آباد. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ٤ (١٦): ٩٤-۸۱.

صفایی، ا.ر.، م. رضایی، و ع.ا. راهنما. ۱۳۹۵. مقایسه خصوصیات کمی و ارزش غذایی علوفه سه رقم تاج خروس در مزارع استان البرز. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی. ۲۰: ٤٢-۳۱.

Abbasi, D., and Y. Rouzbehan, and J. Rezaei. 2012. Effect of harvast date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amarantus hypochondriacus*). Animal Feed Sci. Technol. 171: 6-13.

AOAC. 1990. Official methods of analysis 15thedition Association of Offcial Analytical Chemists. Washington, D.C. 684p

Assefa, G., and I. Leiden. 2004. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. Animal Feed Sci. Technol. 92: 95-111.

Budakli carpici, E., N. Celik, and G. Bayram. 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. Turkish J. Field Crops. 15 (2): 128-132.

Casini, P., and F. La Rocca. 2014. *Amaranthus Cruentus* L. is suitable for cultivation in central Italy: field evaluation and response to plant.densities. 9 (602): 166-175. DOI: 10.4081/ija.2014.602.

Duncan, W.B., 1986. Planting pattern and soybean yield. Crop Sci. 28: 917-980.

Henderson, T., B. Johnson, and A. Schneiter. 2000. Row spacing, plant population and cultivar effects on grain amaranth in the Northern Great Plains. Agron. J. 92: 329-336.

Kumar, S.R., and G.M. Yassin. 2013. Influence of Different Plant Density Levels on Growth and Yield of Grain Amaranthus (*Amaranthus hypochondriacus* L.). World J. Agric. Sci. 9 (2): 173-177.

Lithourgidis, A.S., K.V. Dahima, I.B. Vasilakoglou, and M.D. Yiakoulaki. 2007. Mixtures of Cereals and Commom Vetch for Forage Production and Their Competition with Weed. In: proceeding of 10 conference genetics and plant breeding society of Greek. Athens. Field Crops Res. 245-256.

Grubben, G.J. 2004. Plant Resources of Tropical Africa. PROTA.Wageningen. Netherlands. Vegetables. 667p.

Gimplinger, D.M., G.S. auf'm Erley, G. Dobos, and H.P. Kaul. 2008. Optimum crop densities for potential yield and harvestable yield of grain amaranth are conflicting. Europ. J. Agron. 28: 119-125.

Kauffman, C.S., and L.E. Weber. 1990. Grain amaranth. pp. 127-139. In: J. Janick and J.E. Simon (eds). Advances in new crops. Timber Press, Portland. OR.

Palada, M., and L. Chang. 2003. Suggested cultural practices for vegetable Amaranth. The World Vegetable Centre (AVRDC), International Cooperators' Fact Sheet; Shanhua, Taiwan: 3-552.

Reta Alemayehu F., M. Bendevis, and S.E. Jacobsen. 2014. The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus* Spp.) in East Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. J. Agron. Crop Sci. 2014 doi: 10.1111/jac.12108.

Effects of plant density on quantitative and qualitative yield of three Amaranths in Gorgan region

M.T. Feyzbakhsh[1], H. Mokhtari[1], A. Safaei[2]

Received: 2018-12-10 Accepted: 2019-6-28

Abstract

Amaranths are one of the new forage crops that fewer studies have been done about it in Iran. an experiment was carried out at Gorgan research station of Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in 2017. The experiment was a factorial arranged in randomized complete blocks design with three replications. The experimental factors included: three amaranth cultivars (Cim, Loura and Kharkovski) and plant spacing on rows at three distances (5, 10 and 15 cm). Results showed that the spacing on the row and different cultivars caused a significant difference in fresh forage yield, dry forage yield, percentage of crude protein, crude protein yield, non-soluble fiber in neutral detergent (NDF), percentage of lignin, calcium and phosphorus. Interaction between cultivars and row distances were significant only for lignin, calcium and phosphorus percentages. The highest fresh forage yield, dry forage yield obtained at spacing on row of 5 cm. With increasing row spacing, calcium and lignine decreased in all cultivars . But the amount of phosphorus did not follow a particular trend. Also the highest percentage of crude protein, crude protein yield, NDF and crude fat observed in Loura. The dry forage yield of Loura was lower than other genotypes. However, in terms of qualitative and nutritional characteristics, forage was favorable. Therefore, using this genotype is desirable in order to achieve high quality forage.

Keywords: Forage yield, protein, lignine, calcium, crude fat

1- Assistant Professor, Department of Crop and Horticultural Research, Golestan Agricultural and Natural Research Research Center, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
2- Assistant Professor, Animal Science Research Institute, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran