مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

تاثیر تعداد چین‌برداری و مقدار نیتروژن بر کیفیت و عملکرد علوفه تاج‌خروس زراعی (*Amaranthus hypocondriacus*)

هوشنگ مهرفام[۱]، مجید آقاعلیخانی[۲]*، اسحاق کشتکار[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

به منظور بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه تاج‌خروس زراعی (*Amaranthus hypocondriacus* L.)، تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و زمان برداشت، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در مزرعه دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. نیتروژن در پنج مقدار (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار) و چین‌برداری به دو صورت؛ برداشت تک چینه (مرحله آغاز پر شدن دانه) و دو چینه (آغاز گلدهی و آغاز پر شدن دانه) اعمال شد. عملکرد علوفه و صفات کیفی (پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، ، فیبر خام و دیواره سلولی) در هر دو زمان برداشت اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق نشان داد، مقدار نیتروژن روی صفات کمی و پروتئین خام اثر معنی‌داری داشت، همچنین اثر چین‌برداری در همه صفات بجز شاخص سطح برگ و دیواره سلولی معنی‌دار شد. برهمکنش چین‌برداری و مقدار نیتروژن برای هیچیک از صفات بجز نسبت وزن برگ به ساقه معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۲۰۰kg/ha نیتروژن و برداشت یک چینه بالاترین عملکرد علوفه خشک را به ترتیب برابر با ۲۷۴۹۰ kg/ha و ۲۷۱۲۰ kg/ha به خود اختصاص دادند. اگر چه بیشترین درصد پروتئین خام با مصرف ۴۰۰ kg/ha نیتروژن بدست آمد، اما تفاوت معنی‌داری با ۲۰۰ kg/ha نیتروژن نداشت، در عین حال تیمار دو چینه با ۱۵٪ پروتئین خام مرغوب تر از تیمار یک چینه بود.

واژه‌های کلیدی: تاج خروس، چین برداری، صفات کمی، کیفیت علوفه، نیتروژن

* نگارنده مسئول (maghaalikhani@modares.ac.ir)

مقدمه

خودکفائی درمحصولات کشاورزی و دامی به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی مسئولین کشور از گذشته تا حال مطرح بوده است. به طور معمول از دیرباز گیاهان متعددی همچون یونجه، ذرت، سورگوم و انواع شبدر برای تولید علوفه در کشور کشت می‌شوند. شرایط و محدودیت‌های آب و هوایی کشور نظیر کم آبی، همچنین نیازمندی‌های خاص هر یک از گیاهان نامبرده باعث شده است تا مزیت نسبی این گیاهان برای تولید علوفه در سیستم‌های کشاورزی کشور نیازمند بازنگری باشد. تاج‌خروس با نام علمی (*Amaranthus spp.*) از خانوادهٔ Amaranthaceae از جمله گیاهان نسبتا جدیدی است که قابلیت تولید علوفه برای دام و دانه برای مصارف انسانی و طیور را داراست. این گیاه به علت ویژگی‌های تغذیه‌ای و سازگاری بالا قابلیت ورود به تناوب زراعی را دارد. تاج‌خروس نور شدید خورشید، شرایط محدود آب و درجه حرارت بالا را تحمل می‌کند و در اقلیم های بسیار متنوع مانند مناطق حاره‌ای، گرمسیری و ارتفاعات بالای ۳۵۰۰ متر رشد می‌کند (Alemayehu *et al.*, 2015). تاج‌خروس گونه‌های متعددی دارد که برخی به عنوان علف هرز محسوب شده و برخی به عنوان گیاه زراعی برای تولید دانه و علوفه پرورش می‌یابند. گونه علوفه‌ای تاج‌خروس زراعی (*A. hypocondriacus*) علاوه بر عملکرد بالای علوفه، عمدتاً دارای مقدار زیادی پروتئین خام با کیفیت بالا می‌باشد که این امر دلیل اصلی ترویج مصرف آن در تعلیف احشام می‌باشد. به لحاظ کیفی میزان پروتئین علوفه گیاه تاج‌خروس در مقایسه با سایر گیاهان علوفه‌ای غیر بقولات زیادتر و حتی از برخی گیاهان علوفه‌ای بقولات نیز بیشتر می‌باشد (آینه بند و همکاران، ۱۳۸۶).

علاوه بر قابلیت کشت و کار تاج خروس علوفه ای به عنوان زراعت اصلی در برخی سیستم های زراعی به منظور استفاده بهینه از خلاء زمانی بین برداشت غلات پاییزه و کشت بعدی در پاییز، تاج‌خروس را به عنوان کشت دوم در ابتدای تابستان می‌کارند. در چنین شرایطی استقرار پوشش گیاهی مطلوب برای تضمین رشد سریع و تولید محصول قابل قبول در یک دوره کوتاه ضروری است. بروز توانمندی‌ها و قابلیت‌های هر

گیاه زراعی برای استقرار و تولید محصول بالا در گرو مدیریت مناسب عملیات کاشت، داشت و برداشت می‌باشد. رشد و عملکرد مطلوب گیاهان زراعی نیازمند حاصل‌خیزی و در دسترس بودن عناصر غذایی در خاک است (Chen, 2006). کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به طور قابل توجهی وزن خشک تاج‌خروس علوفه ای (*Amaranthus hypochondriacus* L.) را افزایش می‌دهند (Li *et al.*, 2012). در میان نهاده‌های مصرفی، مقدار کود نیتروژن در حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفیت علوفه و ارتقای ارزش غذایی نقش بسزایی دارد. به طور کلی نیتروژن در تغذیه‌ی گیاهان زراعی اهمیت ویژه و فراوانی دارد (Mortvedt *et al.*, 2001). در تحقیقی بیشترین عملکرد علوفه تاج‌خروس (۸۷۷۶ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و تراکم ۱۴۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد (انصاری اردلی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۴). با این وجود بدلیل شرایط متفاوت هر منطقه از نظرآب و هوا، خاک و رقم مناسب هر اقلیم و همینطور نگرانی از بروز سمیت نیتراتی، تلاش برای تعیین مقدار بهینه نیتروژن ضروری بنظر می‌رسد. یکی از موارد مهم در مدیریت گیاهان علوفه‌ای که چند چین علوفه تولید می‌کنند، تعیین زمان مناسب برداشت می‌باشد. چنانچه چین‌برداری گیاهان علوفه‌ای با توجه به فیزیولوژی گیاه صورت گیرد موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه خواهد شد(عبادوز و راهنما، ۱۳۸۸). تأثیر چین برداری بر استخراج عناصر سنگین توسط شش گونه گیاه علوفه‌ای (تاج‌خروس، ترشک، کاسنی، سورگوم قندی، سورگوم علوفه‌ای و یونجه) نشان داد که تاج‌خروس بیشترین توان را از نظر مقدار جذب عناصر سنگین کادمیم و روی دارد و همچنین بیشترین عملکرد زیست توده را در چین دوم داشت. چین‌برداری موجب افزایش جذب عناصر سنگین و عملکرد زیست توده شده که بیشترین افزایش در علوفه تاج‌خروس حاصل شد (Ningyu *et al.*, 2016). مقایسه سه رقم تاج‌خروس علوفه‌ای لورا، کیم و خارکوفسکی در دو زمان برداشت (قبل و بعد از گلدهی) نشان داد که رقم لورا با بیشترین ارتفاع (۱۶۱ سانتی‌متر) در زمان برداشت قبل از گل‌دهی، بیش‌ترین عملکرد علوفه‌تر (۹۰/۳۰ تن در هکتار) و

بیش‌ترین عملکرد علوفه‌خشک (۱۳/۰۵ تن در خود اختصاص داد و از لحاظ پروتئین خام و ارزش تغذیه‌ای نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت (Rahnama & Safaeie, 2017).

گزارش مهرانی و فضایلی (۱۳۹۱) در باره تاثیر زمان‌های مختلف برداشت، بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم تاج‌خروس حاکی از آن است که از نظر عملکرد علوفه تر و خشک بین ارقام تاج‌خروس و همچنین مراحل مختلف برداشت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. از نظر صفات کیفی، نیز میزان پروتئین خام ارقام تاج‌خروس بین ۷/۷۵ تا ۲۲/۲ درصد متغیر بود و از این نظر ارقام در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند.

هدف این تحقیق بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و چین‌برداری بر عملکرد کمی (عملکرد و اجزای عملکرد علوفه خشک) و کیفی (عملکرد پروتیین، ترکیب دیواره‌ی سلول، فیبر هکتار) را به خام، خاکستر) علوفه تاج‌خروس در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان سال زراعی ۱۳۹۸و در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا انجام شد. رژیم آب و هوایی محل اجرای آزمایش خشک و نیمه خشک می‌باشد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

مشخصات نمونه خاک	درصد شن Sand%	درصد لای Silt%	درصد رس Clay%	بافت خاک Text.s	درصد کربن آلی OC%	درصد ماده آلی OM%	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی Ec (ms)	درصد اذت کل N%	فسفر ppm	پتاسم Ppm
۳۰-۰	۷۳	۱۵	۱۲	Sa.L	۰/۷۴	۱/۲۸	۷/۶۱	۰/۵۲	۰/۰۷	۵۲	۴۴۰
۶۰-۳۰	۷۴	۱۳	۱۳	Sa.L	۰/۷۰	۱/۲۱	۷/۵۵	۰/۶۸	۰/۰۷	۴۹	۴۲۰

آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی (کود نیتروژن و چین‌برداری) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل کود نیتروژن در پنج مقدار شامل: صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و عامل برداشت شامل: دو سطح به صورت برداشت تک چینه (برداشت در مرحله آغاز پر شدن دانه) و برداشت دو چینه (برداشت یکبار در آغاز گلدهی و برداشت مجدد در مرحله آغاز پر شدن دانه) بودند. هر واحد آزمایشی (کرت) از ۱۰ خط کاشت به طول ۴ و عرض ۳/۵۰ متر تشکیل شده بود و بین هر واحد آزمایشی دو خط به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. در اوایل تابستان سال ۱۳۹۸ عملیات آماده سازی زمین دو هفته قبل از کشت انجام گرفت. پس از شخم و دیسک، ماله زده شد و با استفاده از فاروئر جوی و پشته‌ها احداث شد. فاصله بین خطوط کشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله جوی و پشته‌ها از هم ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و کشت در دو طرف پشته بصورت خطی انجام شد. عمق کاشت بذور ۲-۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

آبیاری در طول فصل رشد با استفاده از لوله و تیپ انجام گرفت. اولین آبیاری (خاک آب) بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۸/۴/۱۷نجام شد. به منظور سهولت و تسریع در جوانه زنی یکنواخت، آبیاری دوم دو روز بعد انجام گرفت. پس از سبز شدن یکنواخت و در مرحله دو برگی گیاهچه‌ها، برای رسیدن به تراکم ۸۰ بوته در متر مربع اقدام به تنک کردن بوته‌های اضافی تاج‌خروس شد.

کود نیتروژن به صورت تقسیط شده در دو مرحله رشدی (سه تا چهار برگی و در آغاز گلدهی یعنی پس از چین‌برداری اول) به صورت چایگذاری در فاصله ۱۵-۱۰ سانتی‌متری خطوط کاشت و در عمق ۱۰ سانتی‌متری بکار برده شد. پس از کوددهی در هر مرحله، بلافاصله اقدام به آبیاری شد. مبارزه با علف‌های هرز مزرعه از طریق وجین دستی در دو مرحله به فواصل دو هفته انجام شد. به منظور تعیین عملکرد علوفه تازه با حذف ردیف‌های حاشیه، سطحی معادل دو متر مربع از چهار ردیف میانی هر واحد آزمایشی برداشت شد. برای جلوگیری از ایجاد خطا، وزن تر

گیاهان بلافاصله در مزرعه ثبت شد. سپس نمونه-ها برای آزمایش‌های کمی و کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. در تیمار چین‌برداری اول علاوه بر برداشت سطح مورد نظر برای برداشت داده‌ها، سایر بوته‌های باقی مانده در آن واحد آزمایشی نیز از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری برداشت شد و سپس کرت‌های مورد نظر به طور یکنواخت برای چین-برداری دوم وارد دوره رشد مجدد شدند. صفات کمی مشتمل بر سطح برگ، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، نسبت برگ به ساقه و همچنین اندازه‌گیری وزن خشک برگ و ساقه و نسبت برگ به ساقه خشک پس از خشک شدن در آون (۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد) بود. صفات کیفی علوفه شامل علوفه پروتئین خام (CP)، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، فیبر خام (CF)، دیواره سلولی (NDF)) بودند. بعد از آسیاب کردن نمونه‌ها، هریک از صفات نامبرده با دستگاه NIR (طیف سنج مادون قرمز نزدیک) طبق روش ارائه شده توسط Jafari (2010) اندازه‌گیری شدند. در نهایت تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ارزیابی شد. قبل از انجام تجزیه واریانس داده‌ها از نرمال بودن باقیمانده‌ها و همگن بودن واریانس‌ها اطمینان حاصل شد.

نتایج و بحث

صفات کمی

بنا به نتایج تجزیه واریانس داده ها، تأثیر عامل کود نیتروژن بر ویژگی‌های تاج‌خروس ازجمله؛ شاخص سطح برگ، عملکرد علوفه‌خشک، وزن خشک برگ و نسبت برگ به ساقه خشک معنی‌دار شد. همچنین تأثیر چین‌برداری روی ویژگی‌های تاج‌خروس ازجمله؛ عملکرد علوفه‌خشک، وزن خشک ساقه و نسبت برگ به ساقه‌خشک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. گفتنی است برهمکنش کود نیتروژن و چین‌برداری فقط برای صفت نسبت برگ به ساقه‌خشک معنی دار شد.

عملکرد علوفه خشک

عملکرد کل علوفه خشک تاج‌خروس زراعی به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار کود نیتروژن ($P \leq 0/05$) و چین‌برداری ($P \leq 0/01$) قرار گرفت. برهمکنش کود و چین برداری معنی دار نبود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش کود عملکرد کل علوفه خشک ۳۲ درصد افزایش داشت که البته تفاوت معنی‌داری با مقادیر بیشتر کود یعنی ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از این نظر وجود نداشت. در مقدار کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد کل علوفه خشک (۲/۷۴۹ کیلوگرم در متر مربع) حاصل شد (شکل ۱). تفاوت بین تیمارهای چین‌برداری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، بطوری که عملکرد کل علوفه خشک در تیمار یک چینه (۲/۷۱۲ کیلوگرم در متر مربع)، ۳۳ درصد بیشتر از تیمار دو چینه بود (شکل ۲). در گزارشی بیشترین عملکرد علوفه خشک تاج‌خروس، البته از گونه‌ای که غالبا برای تولید دانه کشت می‌شود (*Amaranthus cruentus*)، معادل ۸۷۷۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار کودی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (انصاری اردلی، ۱۳۹۲). در بررسی دیگری با افزایش مقدار نیتروژن (۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و طول دوره برداشت (۴۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت) وزن خشک تاج‌خروس علوفه‌ای (*A. hypochondriacus*) افزایش پیدا کرد و سطح کودی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و طول دوره برداشت ۶۰ روز بعد از کاشت بیشترین عملکرد وزن خشک (۱۶۶۵۵ کیلوگرم در هکتار) را داشته است (Abbasi *et al.*, 2012).

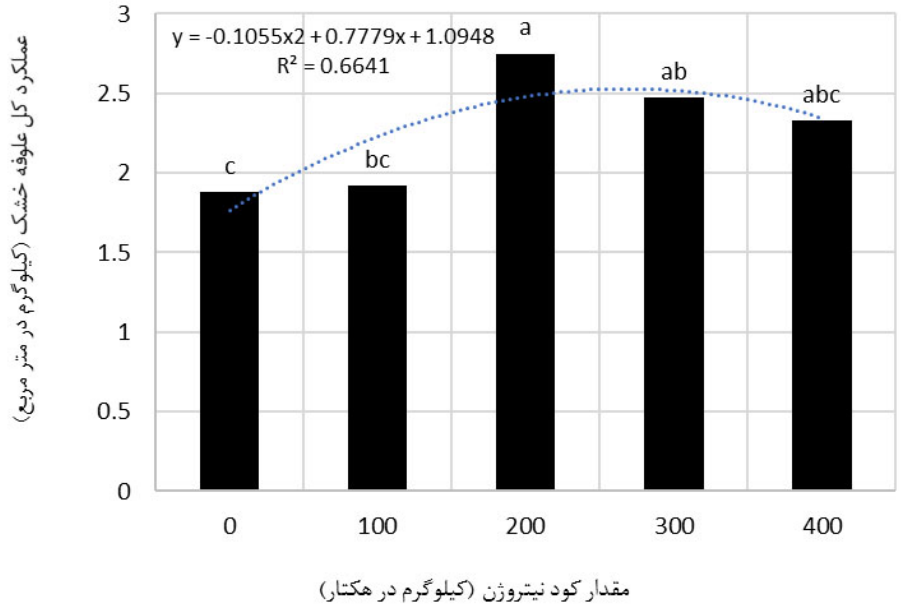
نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار،

از آن جا که تفاوتی از نظر عملکرد بین مقادیر کود ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نبود، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مطلوب می‌باشد. همچنین می‌توان تیمار یک چینه را به عنوان تیمار برتر از نظر تولید بیشترین عملکرد علوفه خشک معرفی نمود. هر چند معادله رگرسیونی برازش داده شده، مقدار ۲۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را به عنوان تیمار برتر با بیشترین عملکرد علوفه خشک (۲/۸۲۸ کیلوگرم در متر مربع) برآورد نموده است (شکل ۱).

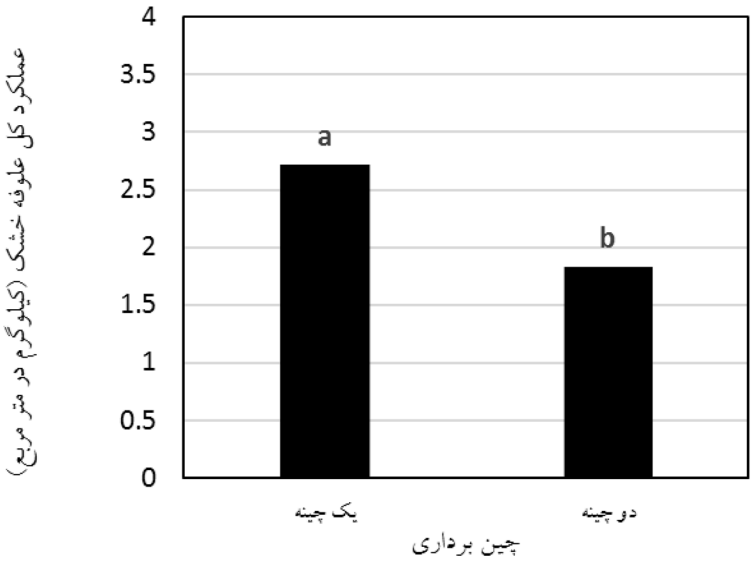
وزن خشک برگ

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که وزن خشک برگ تحت تأثیر معنی‌دار ($P \leq 0/01$) کود نیتروژن قرار گرفت. در حالی که تیمار چین‌برداری و اثر متقابل این عوامل مورد بررسی بر این صفت معنی‌دار نبود. همانطور که جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان

می‌دهد با افزایش کود نیتروژن از صفر (شاهد) به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار ۵۰ درصد بر وزن خشک برگ افزوده شد که این افزایش معنی‌دار بود. مقادیر کودی ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با مقدار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشتند (جدول ۲).



شکل ۱- تأثیر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد کل علوفه تاج‌خروس



شکل ۲- تأثیر دفعات چین‌برداری بر عملکرد کل علوفه تاج‌خروس

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد علوفه خشک تاج‌خروس زراعی تحت تأثیر مقدار نیتروژن و چین‌برداری

عوامل مورد بررسی	وزن خشک ساقه ($kg.m^{-2}$)	وزن خشک برگ ($kg.m^{-2}$)	شاخص سطح برگ
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
N_1صفر	۱/۴۲ b	۰/۴۵ d	۶/۲۶ c
$N_2$۱۰۰	۱/۶۱ ab	۰/۵۲ cd	۸/۰۸ bc
$N_3$۲۰۰	۱/۶۹ ab	۰/۸۹ a	۱۱/۰۹ ab
$N_4$۳۰۰	۱/۹۹ a	۰/۷۲ ab	۱۰/۲۰ ab
$N_5$۴۰۰	۱/۸۵ ab	۰/۶۸ bc	۱۲/۱۶ a
چین‌برداری			
H_1یک چینه	۲/۰۱ a	۰/۶۲ a	۹/۵۱ a
H_2دو چینه	۱/۴۱ b	۰/۶۹ a	۹/۶۰ a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت آماری بین سطوح هر تیمار (نیتروژن و چین بردر) بر حسب آزمون LSD (سطح احتمال ۵ یا ۱ درصد) می باشد.

وزن خشک ساقه

اثر تیمار کود نیتروژن روی وزن خشک ساقه تاج-خروس معنی‌دار نبود. در حالی که تیمار چین-برداری اثر بسیار معنی‌داری روی این صفت داشته است. مقایسه میانگین‌های صفات ارزیابی شده تاج‌خروس تحت تاثیر تیمار چین‌برداری نشان داد که وزن خشک ساقه در تیمار دو چینه نسبت به یک چینه کاهش معنی‌داری دارد به گونه‌ای که تیمار یک چینه ۳۰ درصد عملکرد وزن خشک ساقه بیشتری نسبت به تیمار دو چینه تولید کرد (جدول ۲). به نظر می‌رسد، کاهش وزن خشک ساقه در تیمار دو چینه به دلیل اختصاص مواد غذایی بیشتر به برگ‌ها باشد در حالی که در تیمار یک چینه به دلیل خشبی‌تر بودن ساقه وزن خشک بیشتری تولید شده است.

بررسی جزئیات بیش‌تر درباره وزن خشک برگ و ساقه و نسبت برگ به ساقه نشان می‌دهد که صفت وزن خشک ساقه بیش‌ترین سهم را در افزایش عملکرد علوفه خشک تاج‌خروس داشته است. در این رابطه مطالعات نشان داده است که عملکرد علوفه خشک تاج‌خروس در درجه اول تحت تأثیر وزن خشک ساقه و در درجه

دوم تحت تأثیر وزن خشک برگ می‌باشد (آینه بند و همکاران، ۱۳۸۶).

شاخص سطح برگ

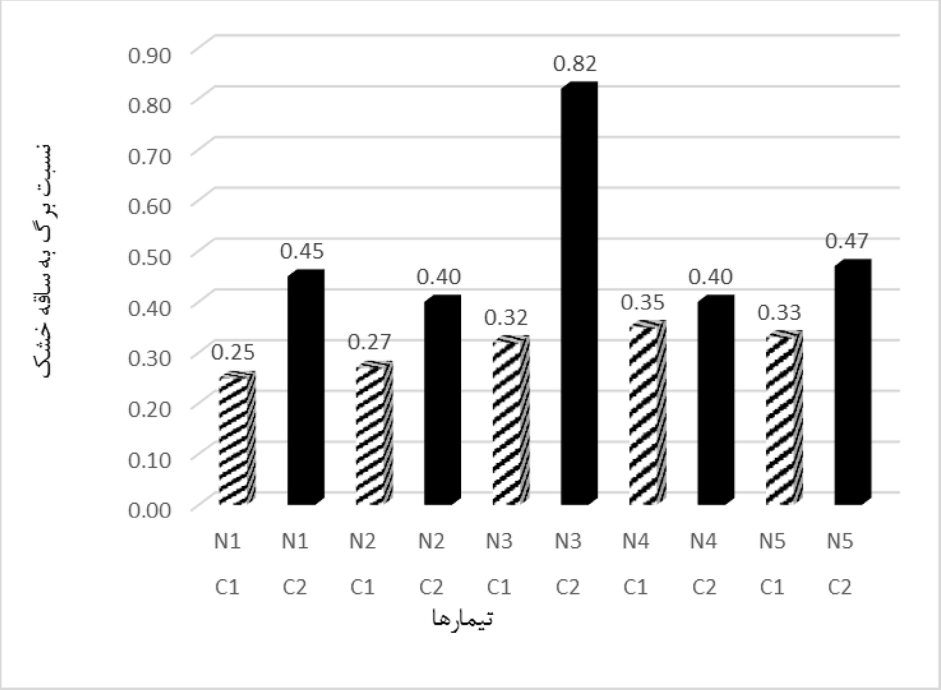
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص سطح برگ تحت تأثیر ($P \leq 0/05$) کود نیتروژن قرار گرفته است. در حالی که تیمار چین‌برداری و اثر متقابل عوامل اصلی مورد بررسی بر این صفت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد با افزایش کود نیتروژن از صفر تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد و بیشترین شاخص سطح برگ (۱۲/۱) در مقدار کودی ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمد در حالی که مقادیر کودی ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیز اختلاف معنی‌داری با سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نداشتند (جدول ۲).

مطالعات دیگر پژوهشگران نشان داده است که با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ در تاج‌خروس دانه‌ای (*Amaranthus cruentus*) از ۱۱/۲ به ۱۸/۱ افزایش یافته است (Ainika *et al.*, 2011). بطور کلی، بالا رفتن شاخص سطح برگ با کاربرد بیشتر نیتروژن بدلیل تأثیر مثبت این عنصر در اندازه و طول عمر برگ می‌باشد (Patel *et al.*, 2006).

نسبت برگ به ساقه خشک

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها، مشاهده شد که اثر ساده عامل کود نیتروژن و چین‌برداری ($P \leq 0/01$) و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P \leq 0/05$) بر نسبت برگ به ساقه‌خشک معنی‌دار بوده است.

به رغم آنکه اختلاف بین سطوح کودی در تیمارهای یک چینه معنی‌دار نبود، در تیمارهای دو چینه با افزایش کود نیتروژن از صفر (شاهد) به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت برگ به ساقه ۴۵ درصد افزایش پیدا کرد. با اینحال با افزایش کود مصرفی از ۲۰۰ به ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت برگ به ساقه خشک کاهش یافت (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های صفت نسبت برگ به ساقه علوفه خشک تاج‌خروس زراعی تحت تأثیر مقدار نیتروژن و چین‌برداری ؛ N1 ، N2، N3، N4 و N5به ترتیب مقدار صفر،۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ C1 وC2 به ترتیب برداشت یک چینه و دو چینه

در گزارشی با افزایش مصرف کود نیتروژن از ۶۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نسبت برگ به ساقه تاج‌خروس نیز افزایش یافت (انصاری اردلی، ۱۳۹۲). در گزارش (Johanson *et al.*, 2001) تاکید شده است که افزایش نسبت برگ به ساقه گراس‌ها با افزایش مقدار کودهای نیتروژنی می‌تواند بدلیل افزایش میزان جذب نیتروژن توسط گیاه، افزایش سهم بخش برگ و افزایش میزان فتوسنتز باشد. به این ترتیب چنین استدلالی برای تاج‌خروس نیز چندان دور از ذهن نیست.

تحقیقات نشان داده است، رابطه‌ی مستقیمی بین درصد وزنی برگ و کیفیت علوفه وجود دارد. به‌طوری که هر چه درصد وزنی برگ کمتر باشد، کیفیت علوفه نیز پایین تر خواهد بود (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۲). بنابراین انتظار می‌رود که با تأخیر در برداشت، نسبت برگ به ساقه کمتر شده و کیفیت علوفه نیز کاهش یابد. چنان که گزارش شده است، افزایش میزان نسبت ساقه

به برگ نیز ضمن افزایش عملکرد بیولوژیک باعث کاهش کیفیت علوفه می‌گردد (Miron, *et al.*, 2007). زیاد بودن نسبت برگ به ساقه می‌تواند از صفات مطلوب در ارزیابی خصوصیات گیاهان علوفه‌ای، به لحاظ کیفیت بهتر برگ نسبت به ساقه باشد. بنابراین، نسبت زیاد برگ به ساقه در تاج‌خروس علوفه‌ای می‌تواند این گیاه را به عنوان یک گزینه مناسب برای تولید علوفه مطرح کند.

ویژگی‌های کیفی

پروتئین خام (CP)

مقادیر نیتروژن و چین‌برداری اثر بسیار معنی‌داری روی درصد پروتئین خام داشتند در حالی که برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نبود (جدو ل ۳). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین درصد پروتئین خام (۱۵/۳۷ درصد) در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کمترین میزان آن (۱۰/۷۵ درصد) در تیمار شاهد بدون کود به‌دست آمده است (جدول ۴). البته باید توجه داشت تفاوت معنی‌داری از نظر درصد پروتئین خام بین مقادیر کودی ۲۰۰ ، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن وجود نداشت.

تحت تاثیر دفعات چین برداری بیشترین درصد پروتئین خام، ۱۵ درصد، در تیمار دوچینه و کمترین میزان آن ۱۱/۱۷ درصد در تیمارهای یک چینه بدست آمد (جدول ۴). با توجه به صفت نسبت برگ به ساقه که در چین دوم بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود، می-توان نتیجه گرفت که هر چقدر میزان برگ در علوفه بیشتر باشد و سن گیاه کمتر باشد مقدار پروتئین آن نیز بالاتر خواهد بود.

جدول ۳ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کیفی تاج‌خروس زراعی تحت تأثیر مقدار نیتروژن و چین‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین خام (CP)	فیبر خام (CF)	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی(ADF)	دیواره سلولی (NDF)
تکرار	۲	۵/۳۱ ^{ns}	۲/۰۱ ^{ns}	۱۱/۹۴ ^{ns}	۷/۱۶ ^{ns}
مقدار نیتروژن	۴	۲۰/۹۷ **	۴/۴۴ ^{ns}	۶/۸۶ ^{ns}	۱۵/۱۴ ^{ns}
چین‌برداری	۱	۱۰۹/۸۳ **	۳۱۶/۰۹ **	۹۰/۶۰ **	۱۹/۳۷ ^{ns}
مقدار نیتروژن × چین‌برداری	۴	۷/۸۷ ^{ns}	۳/۲۰ ^{ns}	۱/۶۶ ^{ns}	۳/۳۳ ^{ns}
خطا	۱۸	۳/۸۶	۱/۷۸	۵/۰۱	۷/۶۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵	۴/۶۰	۵/۱۸	۴/۷۵

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت آماری بین سطوح هر تیمار (نیتروژن و چین بردر) بر حسب آزمون LSD (سطح احتمال ۵ یا ۱درصد) می‌باشد.

جدول۴ - مقایسه میانگین‌های صفات کیفی (ارزش علوفه) تاج‌خروس زراعی تحت تأثیر مقدار نیتروژن و چین‌برداری

عوامل مورد بررسی	پروتئین خام (CP)%	فیبر خام (CF)%	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی(ADF)%	دیواره سلولی (NDF)%
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				
N_1صفر	۱۰/۷۵ c	۲۹/۴۹ ab	۴۲/۸۱ a	۵۷/۸۰ ab
$N_2$۱۰۰	۱۱/۶۴ bc	۳۰/۲۷ a	۴۳/۶۳ a	۵۸/۷۶ ab
$N_3$۲۰۰	۱۴/۰۶ a	۲۸/۵۰ b	۴۲/۳۲ a	۵۷/۰۹ b
$N_4$۳۰۰	۱۳/۶۱ ab	۲۸/۴۳ b	۴۲/۴۲ a	۵۶/۵۸ b
$N_5$۴۰۰	۱۵/۳۷ a	۲۸/۲۷ b	۴۴/۸۹ a	۶۰/۶۱ a
چین‌برداری				
H_1یک چینه	۱۱/۱۷ b	۳۲/۲۴ a	۴۴/۹۵ a	۵۸/۹۷ a
H_2دو چینه	۱۵/۰۰ a	۲۵/۷۴ b	۴۱/۴۸ b	۵۷/۳۶ a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت آماری بین سطوح هر تیمار (نیتروژن و چین بردر) بر حسب آزمون LSD (سطح احتمال ۵ یا ۱ درصد) می‌باشد.

در گزارشی با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۸۰ کیلوگرم میزان پروتئین خام تاج‌خروس زراعی به ترتیب از ۱۷/۱۷ درصد به ۲۱/۷ درصد افزایش پیدا کرد (انصاری اردلی، ۱۳۹۲). در گزارش دیگری با افزایش مقدار نیتروژن (۱۲۰،۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) میزان پروتئین خام تاج‌خروس علوفه‌ای (*A. hypochondriacus*) افزایش پیدا کرد در حالی که با افزایش طول دوره برداشت از ۴۰ به ۶۰ روز بعد از کاشت عملکرد پروتئین آن کاهش پیدا کرد (Abbasi *et al.*, 2012). در تحقیقی دیگر میزان پروتئین خام در علوفه خشک تاج‌خروس علوفه‌ای ۱۱/۶ درصد گزارش شده است که تحت تأثیر گونه، رقم و مرحله برداشت قرار گرفته و با افزایش سن گیاه کاهش یافته بود (Sleugh *et al.*, 2001). کاهش کیفیت علوفه تاج‌خروس در مراحل بعدی رشد به علت کاهش غلظت پروتئین خام، پروتئین قابل هضم و افزایش مقدار دیواره سلولی (NDF) و همچنین فیبر محلول در شوینده اسیدی (ADF) بوده است (Pospišil *et al.*, 2009).

فیبر خام (CF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

تیمار کود نیتروژن اثر معنی‌داری روی درصد فیبر خام (CF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی

(ADF) نداشته است در حالی که تیمار چین‌برداری اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq 1\%$) روی این صفات داشته است(جدول ۳). بیشترین میزان فیبر خام (۳۲/۲۳ درصد) در تیمارهای یک چینه و کمترین میزان آن (۲۵/۷۴ درصد) در تیمارهای دو چینه بدست آمد و تفاوت بین آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین بیشترین درصد ADF در تیمار یک چینه (۴۴/۹۵) و کمترین آن (۴۱/۴۷) در تیمار دو چینه بدست آمد (جدول ۴). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر گزارش شده است که ADF گیاه تاج‌خروس تحت تاثیر تیمارهای کود نیتروژن و تراکم قرار نگرفته است(ا نصاری اردلی، ۱۳۹۲). در برخی گزارش‌ها مشاهده شده است که با تأخیر در کاشت ، اثر عوامل محیطی از جمله دما، طول دوره رشد گیاه کاهش پیدا می‌کند و همزمان با کوتاه شدن طول دوره رویشی، میزان الیاف خام نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه مقدار ADF پایین می‌آید (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۹).

دیواره سلولی (NDF)

محتوی دیواره سلولی (NDF) تاج‌خروس تحت تأثیر مقادیر نیتروژن و چین‌برداری قرار نگرفت (جدول ۳). در تحقیق دیگری که روی تاج‌خروس (*A. cruentus*) صورت گرفت تأثیر مقدار کود نیتروژن و تراکم بوته بر دیواره سلولی معنی‌داری نشد (انصاری اردلی، ۱۳۹۲). محتوی دیواره سلولی علوفه یک ویژگی مهم برای تعیین کیفیت علوفه است که شامل لیگنین، سلولز و همی سلولز می‌باشد (McDonald, 1991). در تحقیقی علت افزایش غلظت NDF را بیشتر شدن نیاز گیاه مسن‌تر به بافت‌های الیافی برای افزایش استحکام، اعلام کرده‌اند (McDonald *et al.*, 1995).

نتیجه‌گیری

از آن جا که تفاوتی از نظر عملکرد بین مقادیر کود ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نبود و همچنین برای اجتناب از سمیت نیتراتی و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کشت تابستانه تاج‌خروس مطلوب می‌باشد. در نتیجه می‌توان تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و راهبرد برداشت یک چینه را به عنوان

تیمار برتر از نظر تولید عملکرد علوفه خشک معرفی نمود. هر چند که طبق معادله رگرسیونی در مقدار کودی ۲۶۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

منابع

انصاری اردلی، س. ۱۳۹۲. تأثیر تراکم و مقدار نیتروژن بر عملکرد بذر و کیفیت علوفه تاج-خروس دانه‌ای (*Amaranthus cruentus*). پایان-نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۱۵۵ ص.

انصاری اردلی، س. و م. آقاعلیخانی. ۱۳۹۴. اثر تراکم بوته و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تاج‌خروس زراعی.(. *Amaranthus cruentus* L) مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۱): ۳۵-۴۵ .

آینه‌بند، الف.، و. آقاسی‌زاده، و م. مسگرباشی. ۱۳۸۶. بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گیاه زراعی جدید تاج خروس علوفه‌ای (*Amaranthus spp.*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۵ (۲): ۲۲۱-۲۲۷.

بیشترین عملکرد (۲/۸۲۸ کیلوگرم در متر مربع)

جعفری، ع. ۱۳۸۹. کارایی طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک (NIR) در اندازه‌گیری صفات کیفی در دانه‌های روغنی. ماه‌نامه آفتابگردان. شماره ۴۴، ۳۴ صفحه.

رضوانی مقدم، پ. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۲. مطالعه اثر زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد و خصوصیات زراعی سه رقم سورگوم علوفه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴ (۳): ۵۴۹-۵۵۸.

سلیمانی، ع.، ب. کامکار، الف. زینلی، و ح. مختارپور. ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و ارتفاع برداشت بر ویژگی‌های کیفی علوفه ارزن نوتریفید. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳ (۴): ۱۴۳-۱۶۰.

عبادوز، غ. و ع. راهنما. ۱۳۸۸. تعیین بهترین زمان برداشت سورگوم علوفه ای رقم شوگرگریز بااستفاده از شاخص های فیزیولوژیک رشد. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱ (۳): ۸۹-۱۰۰.

مهرانی، الف.، ح. فضائلی، و ه. اسـدی. ۱۳۹۱. اثر برداشت در مراحل مختلـف رشـد برکمیـت و کیفیت علوفه ارقام آمارانت و ارزیابی اقتصادی آن. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲: ۱۸۵-۱۷۳.

Abbasi, D., 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 Science and Technology. 171: 6– 13.

Ainika, J. N., B. M. Auwalu, and A. U. Yusuf. 2011**.** Response of Ggrain Aamaranth (*Amaranthus cruentus* L.) to nitrogen and farmyard manure rates in northern Guinea and Sudan Savanna ecological zones of Nigeria. World Journal of Engineering and Pure & Applied Sciences. 1(2):, p.46.

Alemayehu, F., M. A. Bendevis, and S. E. Jacobsen. 2015**.** The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus spp.*) in Eeast Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. Journal of agronomy and crop science. 201(5):321-329.

Chen, J. H. 2006**.** The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use (Vol. 16, p. 20). Land Development Department Bangkok Thailand,. 16. 20 p.

Johnson, C. R., B. A. Reiling, P. Mislevy, and M. B. Hall. 2001**.** Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. Journal of Animal Science. 79(9): 2439-2448.

Li, N.Y., Q.L. Fu, P. Zhuang, B. Guo, B. Zou, and Z.A. Li. 2012**.** Effect of fertilizers on Cd uptake of *Amaranthus hypochondriacus*, a high biomass, fast growing and easily cultivated potential Cd hyper accumulator. International Journal of Phytoremediation. 14(2):162-173.

McDonald P., A. R. Henderson, and S. J. E. Herson, 1991. The biochemistry of silage (2nd ed.). United Kingdom: Marlow, Chalcombe Publication, UK

McDonald, P., R.A. Edwards, F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 1995**.** Animal Nutrition. Prentices Hall, London: 101-122.

Miron, J., E. Zuckerman, G. Adin, M. Nikbachat, E. Yosef, A. Zenou, Z. G. Weinberg, R. Solomon, and D. Ben-Ghedalia. 2007**.** Comparison of two

forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. Animal Feed Science and Technology. 139(1): 23–39.

Mortvedt, J. J. 2001**.** Fertilizers and fertilization: Technology and production of fertilizers with micronutrients-presence of toxic elements. Micronutrients and toxic elements in agriculture. Potafos, Jaboticabal, Brazil: 55-70.

Ningyu, L. I., G. U. O. Bin, L. I. Hua, F. U. Qinglin, F. E. N. G. Renwei, and D. I. N. G. Yongzhen. 2016**.** Effects of double harvesting on heavy metal uptake by six forage species and the potential for phytoextraction in field. Pedosphere. 26(5):717-724.

Patel, J.B., V.J. Patel, and J.R. Patel. 2006**.** Influence of different methods of irrigation and nitrogen levels on crop growth rate and yield of maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Crop Science. 1(1-2): 175-177.

Pospišil, A., M. Pospišil, D. Maćešić, and Z. Svečnjak. 2009**.** Yield and quality of forage sorghum and different amaranth species (*Amaranthus spp.*) biomass. Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS). 74(2): 85-89.

Rahnama, A. and A. R. Safaeie. 2017**.** Performance comparison of three varieties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) at different harvest time. Journal of Asian Scientific Research, 7(6): 224-230.

Sleugh, B.B., K.J. Moore, E.C. Brummer, A.D. Knapp, J. Russell, and L. Gibson 2001**.** Forage nutritive value of various amaranth species as different harvest dates. Crop Science. 41: 466-472.

Effects of cutting number and nitrogen rate on quality and forage yield of field Amaranth

H. Mehrfam[1], M. Agha Alikhani [2*], E. Keshtkar [3]

1- Former M.Sc. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to study the effect of nitrogen rate and cutting numbers on forage quantitative and qualitative characters of field amaranth (*Amaranthus hypocondriacus* L.) a field experiment was conducted at Tarbiat Modares University, Iran, on 2019 growing season. Nitrogen fertilizer was applied in five rates (0, 100, 200, 300 and 400 kg.ha^{-1}) and cutting has two strategies: single harvest (at the beginning of grain filling) and double-cutting (at the beginning of flowering and the beginning of the grain filling). Forage yield and qualitative traits (crude protein, acid detergent fiber, crude fiber and cell wall) were measured at both cutting strategy. The results showed that nitrogen rate had significant effect on quantitative traits and crude protein, and also the effect of cutting on all traits was significant except for LAI and cell wall. Cutting×nitrogen interaction was not significant for any traits, except for dry leaf/stem ratio. Mean comparison showed that 200 kg.ha^{-1} nitrogen treatment and single-cutting harvest had the highest dry forage yield of 27490 and 27120 kg.ha^{-1}, respectively. Although the highest crude protein percentage was obtained in 400 kg.N.ha^{-1} treatment and were in same statistical group with 200 kg N.ha^{-1}. Also two- cutting harvest with 15% crude protein was better than single-cutting harvest.

Key words: Amaranth (*Amaranthus hypocondriacus*), Cutting, Forage Quality, Nitrogen ،Quantitative Traits

*Corresponding author (maghaalikhani@modares.ac.ir)