نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۵۳۸-۵۲۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 526-538

بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه علف‌قناری (*Phalaris canariensis* L.) در پاسخ به سطوح مختلف آبیاری، کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی

ویدا ورناصری قندعلی[۱]- پرویز رضوانی‌مقدم[۲*]- سرور خرم‌دل[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری و مدیریت تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه علف‌قناری (*Phalaris canariensis* L.)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خُردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. سه رژیم آبیاری (بر اساس ۶۰، ۸۰ و۱۰۰درصد نیاز آبی) در کرت‌های اصلی و شش تیمار کودی؛ کود شیمیایی (۲۰۰کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات‌تریپل)، کود ورمی‌کمپوست (۶تن در هکتار)، کود دامی (۳۰تن در هکتار)، کود شیمیایی+کود ورمی‌کمپوست (۵۰:۵۰)، کود شیمیایی+ کود دامی (۵۰:۵۰) و شاهد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان‌داد، که اثر سطوح مختلف آبیاری بر اکثر صفات موردبررسی به‌جز درصد برگ به کل ماده خشک علف‌قناری معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد علوفه تَر به‌ترتیب برای رژیم‌های آبیاری ۱۰۰ و ۸۰درصد نیاز آبی با ۲۴/۷۶ و ۲۴/۱۲تن در هکتار و بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک نیز برای رژیم آبیاری ۱۰۰ و ۸۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۶/۵۱ و ۶/۳۰تن در هکتار مشاهده شد. هم‌چنین صفت‌های ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، درصد سنبله، عملکرد علوفه تَر و خشک و پروتئین علوفه تحت تأثیر معنی‌دار تیمار کودی قرار گرفتند. بیش‌ترین عملکرد علوفه تَر تحت تأثیر تیمار کودی ورمی‌کمپوست و دامی با ۲۴/۹۲تن در هکتار به‌دست آمد و کمترین میزان به تیمار بدون کود (شاهد) با ۱۸/۴۲تن در هکتار اختصاص داشت. بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک، برای کودهای دامی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل، مصرف کودهای دامی یا ورمی‌کمپوست و هم‌چنین به‌صورت تلفیقی با شیمیایی عملکرد قابل‌توجه‌تری خواهد داشت. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش استفاده از روش کم‌آبیاری علاوه‌بَر صرفه‌جویی در مصرف آب، به‌صورت ۸۰درصد نیاز آبی می‌توان به عملکرد مطلوب علف‌قناری در واحد سطح دست یافت.

واژه‌های کلیدی: عملکرد علوفه تَر، کود دامی، مدیریت تلفیقی کودهای آلی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

علف‌قناری (*Phalaris canarises* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده Poaceae می‌باشد. این گیاه بومی مدیترانه است و در کشورهای ایسلند، ایتالیا و شمال آفریقا از دانه آن به‌عنوان غذا برای انسان و پرندگان استفاده می‌شود. هم‌چنین با توجه به بحران انرژی در بعضی از کشورها به‌عنوان سوخت زیستی سازگار با محیط زیست مطرح بوده است (Adaum and Duncan, 1999). به‌عنوان گیاه دارویی از گل‌آذین این گیاه در درمان سرطان مری استفاده می‌شود (Hodson *et al*, 1994). افزایش روزافزون جمعیت و عدم توانایی مراتع در برآورد نیاز غذایی دام‌ها موجب شده است که به کشت گیاهان علوفه‌ای بیش از پیش توجه گردد. در این راستا، علف‌قناری با دارابودن ویژگی‌هایی از جمله عملکرد بالا در واحد سطح، قدرت پنجه‌زنی زیاد، رشد بسیار سریع و ارزش غذایی مناسب از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است و توسعه کشت آن به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند در تأمین قسمتی از نیاز علوفه‌ای کشور مؤثر باشد.

کشاورزی پایدار بدون استفاده بهینه از منابع آب هرگز به‌وقوع نخواهد پیوست. کشور ایران دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک و اراضی مستعد کشاورزی زیادی است. حدود ۹۳/۵درصد آب استحصالی از منابع سطحی و زیرزمینی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و در عین حال، کمبود آب عامل اصلی محدودکننده تولید است (Noorjoo, 2005). بر این اساس، کم‌آبیاری با صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند به‌عنوان ایده‌ای مفید در وضعیت محدودیت آب و با هدف حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی، مطرح شود. با کم‌آبیاری به‌طور آگاهانه به گیاه اجازه داده می‌شود تا با دریافت کمتر از نیاز، محصول قابل‌قبولی تولید کند (Musick and

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی، استاد و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)

Murty,1990). اگرچه به اعتقاد Göksoy *et al*, 2004 قبل از شروع فعالیت زراعی اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد و کیفیت گیاه باید به دقت موردبررسی قرار گیرد. با بررسی تنش آبی روی چچم چندساله (*Lolium temulentum* L.)، ارزن (*Panucum miliaceum* L.) و دو گونه کلزای علوفه‌ای (*Brassica napus* L.) نتیجه‌گیری شد که بالاترین ماده خشک گونه‌های موردمطالعه در تیمار آبیاری کامل به‌دست آمد (Göksoy *et al*, 2004). بررسی تنش خشکی بر روی گیاه ارزن نوتروفید (*Pennisetum glaucum* L.) کاهش عملکرد هم‌سویی با تنش خشکی نشان‌داد (Pandey *et al*, 2000).

یکی‌دیگر از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب به‌ویژه در مورد گیاهان علوفه‌ای ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. با روش صحیح حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. هم‌چنین با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه مصرف عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل کاهش داد که این امر می‌تواند راهی به‌سوی کشاورزی پایدار باشد (Mallanagouda, 1995). در راستای تولید محصولات زراعی، استفاده از کودهای آلی از جایگاه ویژه‌ای در نظام کشاورزی پایدار برخوردار می‌باشد (Mando *et al*, 2005).

کودهای آلی هم‌چون دامی و ورمی‌کمپوست علاوه بر تأمین عناصر مورد نیاز غذایی برای رشد گیاه می‌تواند در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نیز مؤثر باشد (Limon-Ortega *et al*, 2008). نظر به کمبود میزان ماده آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک و با توجه به نقش این مواد در بهبود کارکرد اکوسیستم‌های زراعی این مناطق، مصرف کودهای آلی در این مناطق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Shirani *et al,* 2010). کودهای آلی، از جمله کودهای حیوانی، قادر به افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک، کاهش تنش‌ها از جمله تنش خشکی (Macilwain, 2004)، بهبود ساختمان فیزیکی و جلوگیری از فرسایش خاک می‌باشد (Pinamonti, 1998) که به‌همراه تامین بخشی از مواد غذایی (Turgut, 2005)، رشد و عملکرد گیاه را بهبود بخشیده (Kumar *et al,* 2005)، کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (Gilesm, 2004). با توجه به نتایج بسیاری از پژوهش‌ها، توسعه حاصل‌خیزی و کیفیت خاک، به‌خصوص در شرایط استفاده از سیستم‌هایی که در آن حجم ورودی مواد و انرژی پایین است، نیاز به افزودن مواد آلی در بوم‌نظام‌های زراعی به ضرورت احساس می‌شود (Palm *et al*, 2001). از طرف دیگر، اگر چه مصرف کودهای شیمیایی تأثیر معنی‌داری روی بهبود کمیت تولید غذا در جهان داشته و یکی از اجزاء مهم درمدیریت بوم‌نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شود، ولی بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۵۰درصد از افزایش تولید در کشاورزی به کاربرد کودهای شیمیایی مربوط می‌شود (Fixon and West, 2002). روش‌های کشاورزی متداول در جهان امروز موفقیت قابل‌قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با اتکاء بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ایجاد سیستم زراعی ناپایدار شده است.

با توجه به این‌که در کشاورزی پایدار تکیه بر روی عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی مثل کودها و سموم است، هدف این تحقیق بررسی واکنش صفات علوفه‌ای اجزای عملکرد و عملکرد علف‌قناری به‌انواع کودهای حیوانی و شیمیایی در شرایط تنش آب، برای نیل به کشاورزی پایدار می‌باشد. در ضمن تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری و تیمار کودی که بتواند علاوه‌بَر صرفه‌جویی در میزان آب عملکرد کمی وکیفی قابل‌قبولی برای گیاه علوفه‌ای علف‌قناری تولید نماید نیز از اهداف دیگر آزمایش بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت کرت‌های خُرده‌شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰کیلومتری شرق مشهد با عرض‌جغرافیایی ۳۶درجه و ۱۵دقیقه شمالی و طول‌جغرافیایی ۵۹درجه و ۲۸دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵متری از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. در این آزمایش تأثیر دو عامل کم‌آبیاری (به‌عنوان عامل اصلی) و مدیریت کودی (به‌عنوان عامل فرعی) موردبررسی قرار گرفتند. رژیم‌های آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی علف‌قناری) و تیمارهای مدیریت کودی در شش سطح (کود شیمیایی نیتروژن، کود ورمی‌کمپوست، کود دامی، کود شیمیایی + کود ورمی‌کمپوست (۵۰ :۵۰)، کود شیمیایی+کود دامی (۵۰ :۵۰) و شاهد) در نظر گرفته شد. ویژگی‌های اقلیمی کوتاه مدت و بلندمدت منطقه مشهد در طول فصل زراعی آزمایش در جدول ۱ نشان‌داده شده است.

قبل از شروع آزمایش جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و توصیه کودی، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰سانتی‌متری خاک برداشت شد که نتایج تجزیه آن در جدول ۲ نشان‌داده شده است. ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده نیز قبل از مصرف اندازه‌گیری و تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۱- بارندگی و متوسط دمای هوا و متوسط رطوبت در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

Table 1- Total precipitation, mean temperature and mean humidity during growing season of 2013-2014

پارامترهای محیطی Environmental parameters	اسفند Feb.	فروردین Mar.	اردیبهشت Apr.	خرداد May	تیر Jun.
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	37.3	67.4	24.2	22	0
دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (□C)	7.8	12.5	22.3	25.1	28.6
رطوبت Humidity	59	50	33	24	15

جدول ۲- نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق صفر-۳۰سانتی‌متر)

Table2- Result of physical and chemical soil properties (0-30 cm depth)

نمونه Sample	بافت Texture	نیتروژن کل Total N (٪)	کربن آلی Total C (٪)	شاخص واکنش pH	پتاسیم قابل استفاده Available K (٪)	فسفر قابل استفاده Available P (٪)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
خاک Soil	لومی Loamy	0.05	0.57	7.70	0.02	0.57	2.74
کود دامی Animal manure	-	0.48	-	6	6.8	1.1	0.08
کود ورمی‌کمپوست Vermi compost	-	1.3	-	5	6.9	-	1.3

نیاز آبی علف‌قناری با استفاده از نرم‌افزار Optiwat در شرایط اقلیمی مشهد برآورد(Alizadeh and Kamali, 2007). سپس مقادیر آب بر اساس تیمارهای مربوطه تعیین و در هر دور آبیاری توسط کنتور ثبت و اعمال شد. لازم به‌ذکر است که نیاز آبی در این نرم‌افزار بر اساس آمار هواشناسی (دمای حداقل، دمای حداکثر، رطوبت نسبی حداقل، رطوبت نسبی حداکثر، ساعت آفتابی، تبخیر از تشت و بارندگی) مشخصات دشت و مشخصات گیاهی (تاریخ کشت دقیق محصول، طول مراحل مختلف رشد(روز): آغازین، توسعه، میانی ، پایانی، ارتفاع گیاه، عمق اولیه ریشه، حداکثر عمق ریشه، حداکثر شوری، ضریب پاسخ عملکرد، شیب کاهش عملکرد، درصد تخلیه مجاز) تعیین می‌گردد.

مقادیر تیمار کودهای شیمیایی نیتروژن (۲۰۰کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات‌تریپل) بر اساس توصیه کودی شرکت زرآوند خراسان، در کرت‌های مربوطه اعمال شد. مقادیر کودهای دامی (۳۰تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (شش تن در هکتار) بر اساس مقدار نیتروژن توصیه شده برآورد و قبل از کاشت به خاک اضافه شد. با توجه به‌این‌که از کل عناصر موجود بر کود دامی مقدار ۵۰-۴۰درصد در سال اول آزاد می‌شود، مقدار به‌دست آمده برای کود دامی دو برابر مقادیر نیتروژن توصیه شده در نظر گرفته شد (Eghball et al., 2001). برای تیمار تلفیقی براساس توصیه کودی مقادیر کود شیمیایی+کود دامی، با نسبت برابر ۵۰:۵۰، کود شیمیایی+ورمی‌کمپوست با نسبت برابر ۵۰:۵۰ نظر گرفته شد.

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه در آذرماه و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین توسط لولر و هم‌چنین ایجاد جوی‌وپشته توسط فاروئر در اواسط بهمن‌ماه سال قبل از اجرای آزمایش انجام شد. کودهای دامی و ورمی‌کمپوست به‌صورت یکجا دو هفته قبل ازکاشت به کرت‌های مربوطه داده و تا عمق ۱۵سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. کود سوپرفسفات به‌صورت یکجا و یک‌سوم کود اوره هم‌زمان با کاشت به خاک داده شد. مابقی کود اوره به‌صورت سرک در مراحل چهار برگی و ساقه‌دهی علف‌قناری همراه با آب آبیاری اعمال شد.

ابعاد کرت‌های آزمایشی فرعی ۳×۱/۸متر در نظر گرفته شد. در هر کرت تعداد سه پشته ۶۰سانتی‌متری ایجاد و بذور (توده بومی مشهد) به‌صورت ردیفی در دو طرف هر پشته کاشته شدند. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها فاصله کرت‌های فرعی از هم ۶۰سانتی‌متر و فاصله‌ی بلوک‌ها از هم یک متر تعیین شد و انتهای کرت‌ها بسته شد. بذور علف‌قناری با تراکم بالا در ۲۱اسفند ۱۳۹۲ به‌صورت دستی کاشته شد.

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف آبیاری و کود بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه علف‌قناری

Table 3- Analysis of variance (mean comparisons) for effects of irrigation levels and fertilizer on yield and yield components of Canary forage

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه در بوته Number of tiller plant	نسبت برگ به کل ماده خشک Leaf weight/dry matter weight ratio	نسبت ساقه به کل ماده خشک Stem weight/dry matter weight ratio	نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک Inflorescence weight/dry matter weight ratio	عملکرد علوفه تَر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	پروتئین علوفه خشک Dry forage protein
بلوک Block	2	4968.03**	0.12^{ns}	5698.87^{ns}	5732.67^{ns}	16550.57**	85.88**	14.72^{ns}	1.025**
آبیاری Irrigation	2	1626.24**	1.17**	452.46^{ns}	25900.90*	19547.91**	247.81**	14.97**	0.207**
خطای اصلی Main error	4	53.46^{ns}	0.14^{ns}	4829.86^{ns}	7959.80^{ns}	3576.38*	10.33^{ns}	1.51^{ns}	0.004^{ns}
کود Fertilizer	5	181.32*	0.33*	1491.79^{ns}	10382.21^{ns}	5587.60**	53.96**	8.18**	31.76**
آبیاری×کود Irrigation× fertilizer	10	778.67^{ns}	0.04^{ns}	1339.93^{ns}	1583.98^{ns}	431.75^{ns}	6.77^{ns}	0. 50^{ns}	0.031^{ns}
خطای فرعی Sub error	30	263.44	0.10	83.47	7764.82	1367.28	10.63	1.77	0.02
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		18.29	13.56	20.06	19.66	21.37	14.61	22.66	2.77

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد

ns, * and **: nonsignificant, significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

در مرحله چهار برگی به تراکم مطلوب ۲۰۰بوته در مترمربع (با فاصله روی ردیف ۲سانتی‌متر) رسانده شد (۶) و اولین آبیاری یک روز پس از کاشت به‌طور مساوی برای همه کرت‌ها انجام شد، تیمارهای آبیاری پس از تُنُک‌کردن اعمال شدند. آبیاری‌ها با فاصله هر ۱۰روز یک‌بار به‌روش کرتی به‌وسیله کنتور انجام شد و آخرین آبیاری نیز تا ۱۷روز قبل از برداشت دانه (۹۳/۰۴/۱۰) انجام گرفت. کنترل علف‌های‌هرز به‌وسیله دست در طول فصل رشد بنا به ضرورت انجام شد.

برداشت علوفه در مرحله ظهور ۵۰درصد سنبله با حذف اثرات حاشیه‌ای از سطحی معادل ۱/۴مترمربع و ارتفاع سه-پنج سانتی‌متری سطح خاک انجام و به‌طور هم‌زمان تعداد ۱۰بوته به‌صورت تصادفی برای اندازه‌گیری صفاتی از جمله ارتفاع بوته و تعداد پنجه انتخاب شدند. سپس علوفه برداشت شده به آزمایشگاه منتقل و از طریق نمونه‌برداری ربعی تعداد دو نمونه به وزن تقریبی ۵۰۰گرم جدا و پس از توزین یکی از نمونه‌ها به آون با دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد منتقل و پس از ۴۸ساعت وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱گرم اندازه‌گیری و تعیین شد. نمونه دوم علوفه به اجزاء عملکرد علوفه شامل برگ، ساقه و اندام‌های زایشی تفکیک و به‌صورت جداگانه در آون در دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت قرار داده شد و سپس اجزاء عملکرد علوفه تعیین گردید. اندازه‌گیری محتوی نیتروژن علوفه با روش کجلدال انجام شد (AOAC., 2000). برای برآورد پروتئین، درصد نیتروژن علوفه در ۶/۲۵ ضرب شد (Salo-vaananen and Koivistoinen, 1996).

لازم به‌ذکر است که با توجه به اعداد به‌دست آمده برای صفت‌های نسبت برگ و ساقه و گل به کل ماده خشک، توزیع نرمال آن‌ها انجام شد. داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن و با نرم‌افزار MSTAT-C در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه علف‌قناری در جدول ۳ نشان‌داده شده است. نظر به‌این‌که اثرات متقابل تیمارها بر صفات موردمطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۳)، تنها اثرات ساده موردبررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت.

صفات مورفولوژی

ارتفاع بوته

اثر ساده مقادیر آب آبیاری و تیمارهای کودی به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته علف‌قناری را به‌ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج‌درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). بیش‌ترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد نیاز آبی (بدون کم‌آبیاری) با ۹۵سانتی‌متر و ۸۰درصد نیاز آبی با ۹۲سانتی‌متر مشاهده شد، به‌طوری‌که ارتفاع بوته با کاهش سطح آبیاری از ۱۰۰ به ۶۰درصد نیاز آبی، ۱۹درصد کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد علف‌قناری تحت تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری

Table 4- Mean comparisons for yield and yield components of Canary forage affected by different irrigation levels

آبیاری بر اساس نیاز آبی Irrigation based on water requirement (%)	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد پنجه Number of tiller plant	نسبت برگ به کل ماده خشک Leaf weight/dry matter weight ratio (g kg^{-1})	نسبت ساقه به کل ماده خشک Stem weight/dry matter weight ratio (g kg^{-1})	نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک Inflorescence weight/dry matter weight ratio (g/kg)	عملکرد علوفه تَر Fresh forage yield (ton ha^{-1})	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (ton ha^{-1})	پروتئین علوفه خشک Dry forage protein (%)
100	95.62^{a}	2.71^{a}	375.99^{a}	474.52^{a}	149.49^{b}	24.76^{a}	6.51^{a}	5.85^{b}
80	92.70^{a}	2.34^{b}	376.16^{a}	464.96^{a}	158.88^{b}	24.12^{a}	6.30^{a}	5.93^{b}
60	77.89^{b}	2.22^{b}	375.99^{a}	404.56^{b}	210.68^{a}	18.04 ^{b}	4.83^{b}	6.06^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

کاهش سطح آبیاری از طریق تأخیر در وقوع مراحل رشدی و کاهش طول میان‌گره‌ها تحت تأثیر اُفت آماس سلولی موجب کاهش ارتفاع گیاه علف‌قناری شد. ارتفاع بوته از جمله صفاتی است که در گیاهان علوفه‌ای موردتوجه می‌باشد (Nabati, 2004; Soleymani *et al*., 2011)، زیرا افزایش ارتفاع به‌عنوان صفتی در ارتباط با

عملکرد گیاهان علوفه‌ای مطرح می‌باشد که می‌تواند محققان را در تولید گیاهان علوفه‌ای در جهت افزایش میزان علوفه تولیدی کمک نماید. بنابراین می توان گفت: که تعداد میان‌گره‌ها از جمله عوامل مؤثر بر ارتفاع بوته سورگوم (*Sorghum bicolor*) می‌باشد که با توجه به کاهش تعداد گره و طول میان‌گره‌ها در شرایط تنش خشکی از ارتفاع بوته گیاه کاسته می‌شود(Nabati and Rezvani Moghaddam, 2006). نتایج برخی مطالعات نیز مؤید کاهش ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای (*Zea mays*) تحت تأثیر کاهش مقدار آب به‌دلیل کاهش رشد و تسریع در وقوع مراحل رشدی می‌باشد (Traore *et al.*, 2000). برخی دیگر از مطالعات کاهش ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای را در اثر کاهش مقدار آب موردنیاز گزارش کرده‌اند (Gavloski *et al.*, 1992).

کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب با ۱۰۰ و ۹۹سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع بوته علف‌قناری را به‌خود اختصاص دادند. کمترین ارتفاع بوته در شاهد با ارتفاع ۷۷ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۵). نتایج آزمایش افوسو و لیچ در غنا نشان‌داد که مصرف کود دامی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره (*Hordeum vulgare*) شد (Ofosu-Anim and Leitch, 2009). در همین‌راستا، نیز می توان بیان کرد علت بهبود ارتفاع گیاه ذرت تلقیح شده با کودهای آلی را افزایش فراهمی و به‌تبع آن بهبود جذب عناصر غذایی و تحریک فتوسنتز عنوان کردند (Wu and Wong, 2005).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد علف‌قناری تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 5- Mean comparisons for yield and yield component of Canary forage affected by different fertilizer treatments

نوع کود Fertilizer type	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد پنجه Number of tiller per plant	نسبت برگ به ماده خشک Leaf weight/dry matter weight (g kg^{-1})	نسبت ساقه به ماده خشک Stem weight/dry matter weight ratio (g kg^{-1})	نسبت گل‌آذین به ماده خشک Inflorescence weight/dry matter weight ratio (g kg^{-1})	عملکرد علوفه تَر Fresh forage yield (t ha^{-1})	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (t ha^{-1})	پروتئین علوفه خشک Dry forage protein (%)
کود دامی Manure animal	100.56^{a}	2.63^{a}	377.10^{a}	492.21^{a}	130.69^{b}	24.92^{a}	6.86^{a}	4.27^{c}
ورمی‌کمپوست+شیمیایی Vermi compost+ chemical	85.31^{ab}	2.54^{a}	384.76^{a}	429.13^{a}	186.11^{a}	22.71^{ab}	5.74^{ab}	7.12^{b}
ورمی‌کمپوست Vermi compost	99.55^{a}	2.55^{a}	357.79^{a}	487.73^{a}	154.48^{ab}	24.63^{a}	7.07^{a}	4.38^{c}
شیمیایی chemical	83.66^{ab}	2.20^{b}	376.31^{a}	436.49^{a}	186.19^{a}	20.66^{bc}	4.89 ^{b}	8.61^{a}
دامی+شیمیایی Manure animal +chemical	86.05^{ab}	2.46^{ab}	379.44^{a}	433.83^{a}	186.73^{a}	22.57^{ab}	5.92^{ab}	7.01^{b}
شاهد Control	77.28^{b}	2.17^{b}	397.41^{a}	408.68^{a}	193.90^{a}	18.42^{c}	4.80^{b}	4.27^{c}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

اجزای عملکرد علوفه

تعداد پنجه در بوته

اثر ساده آبیاری و کود بر تعداد پنجه در بوته علف‌قناری به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد پنجه مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰درصد آبیاری بر اساس نیاز آبی بود و با افزایش شدت تنش و کاهش سطح آبیاری از ۱۰۰ به ۶۰درصد بر اساس نیاز آبی علف‌قناری از تعداد پنجه در بوته ۱۸درصد کاسته شد (جدول ۴). آبیاری کامل باعث افزایش تعداد پنجه در علوفه ارزن نوتریفید شد. این محققان دلیل این امر را به تأثیر مثبت آبیاری بر تحریک رشد رویشی نسبت دادند(Khazaie *et al.*, 2004). یکی از صفات مورفولوژیک که بر ظرفیت بالقوه تولید گیاهان علوفه‌ای بسیار تأثیرگذار است، قدرت پنجه‌زنی بوته می‌باشد. بنابراین شناخت میزان آب آبیاری که در آن تعداد پنجه در مقایسه با نیاز آبی ۱۰۰درصد تفاوت معنی‌داری نداشته باشد، می‌تواند ضمن تولید پنجه‌های قابل قبول و رشد رویشی و عملکرد بالاتر آب مصرفی را نیز کاهش دهد که این موضوع به‌ویژه در شرایط آب‌وهوایی مناطق گرم و خشک نظیر کشور ما می‌تواند در صرفه‌جویی آب نقش مهمی داشته باشد.

تیمار کودی، کود دامی و ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست+شیمیایی با ۲/۶۳ بیش‌ترین تعداد پنجه را داشتند که

در این خصوص با تیمار کود دامی+شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی با کود شیمیایی و عدم کوددهی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، در کود شیمیایی و عدم مصرف کود (شاهد) تفاوت معنی‌داری در تعداد پنجه در بوته نداشتند (جدول ۵). چنین به‌نظر می‌رسد که وقوع بارندگی در طی فصل رشد و به‌تبع آن آب‌شویی نیتروژن به فرم نیترات و وقوع تلفات آن نیتروژن، موجب کاهش رشد و در نتیجه کاهش تعداد پنجه در بوته در تیمار کود شیمیایی و شاهد شد. تعداد شاخه جانبی در علوفه علف‌قناری می‌تواند به‌عنوان صفتی جهت افزایش درصد برگ و در نتیجه افزایش خوش خوراکی این گیاه علوفه‌ای مطرح باشد، زیرا این شاخه‌ها نسبت به ساقه اصلی نقش کمتری در استحکام و نگه‌داری گیاه داشته و از بافت‌های خشبی کمتری برخوردار هستند. کاهش رشد گیاه، میزان تجمع ماده خشک، سطح برگ و وزن خشک ساقه در گیاه از مهم‌ترین دلایل کاهش تعداد پنجه در بوته می‌باشد.

نسبت برگ به کل ماده خشک

نسبت برگ به کل ماده خشک علف‌قناری تحت اثر هیچ‌یک از تیمارهای رژیم آبیاری و کودی قرار نگرفت (جدول ۳). در همین راستا، اثر پژوهشگر دیگر در مورد اثر کم‌آبیاری در گیاه ذرت علوفه‌ای با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد (Karimi *et al*, 2009).

نسبت ساقه به کل ماده خشک

نسبت ساقه به کل ماده خشک علف‌قناری در تیمار رژیم آبیاری در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). بیش‌ترین نسبت ساقه به کل ماده خشک در رژیم آبیاری ۱۰۰ و ۸۰درصد به‌ترتیب با ۴۷۴ و ۴۷۱گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. در تیمار رژیم آبیاری ۶۰درصد نیاز آبی ۴۰۴/۵۶ با در مقایسه با رژیم ۸۰درصد نیاز آبی نسبت ساقه به کل علوفه خشک آبیاری ۱۵درصد کاهش یافت (جدول ۴). برخی پژوهشگران به‌ترتیب در ارزن علوفه‌ای و سورگوم علوفه‌ای با تأثیر منفی و معنی‌دار تنش کم آبی در کاهش عملکرد علوفه اشاره داشته‌اند که با این نتایج مطابقت دارد (Eck, 1984). علاوه بر این با بررسی اثر کم‌آبیاری بر ذرت علوفه ای کاهش ساقه نسبت به ماده خشک در اثر کم‌آبیاری را گزارش کردند (Eck, 1984; Karimi, 2009). بنابراین، با اعمال کم‌آبیاری و احتمال ایجاد تنش رطوبتی برای علف‌قناری، تعداد پنجه در بوته و هم‌چنین ارتفاع گیاه کاسته شد که این امر، در نهایت کاهش نسبت ساقه به کل ماده خشک را به دنبال داشت.

اگرچه نسبت ساقه به کل ماده خشک علف‌قناری به‌طور تحت تأثیر تیمار تغذیه کودی قرار نگرفت (جدول ۵). با این‌وجود، مصرف تیمارهای تغذیه‌ای موجب بهبود نسبت ساقه به کل ماده خشک گردید؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان این صفت برای تغذیه با کود دامی و ورمی‌کمپوست۴۹۲/۲۱ و ۴۸۷/۷۳گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد (جدول ۵). از آنجاکه میزان ماده خشک تولیدی شاخصی از میزان تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه و توان جذب عناصر توسط آن محسوب می‌شود، به‌نظر می‌رسد که مصرف مواد آلی هم‌چون ورمی‌کمپوست از طریق بهبود ساختمان فیزیکی خاک تهویه و هوادهی را بهبود بخشیده، هم‌چنین سبب بهبود رشد ریشه، افزایش توان جذب و نگه‌داری آب برای گیاه شده و درنتیجه باعث بالارفتن توان فتوسنتزی گیاه و تجمع ماده خشک در گیاه می‌شود. از این‌رو نسبت ساقه به کل ماده خشک به علف‌قناری تحت اثر رژیم آبیاری شدت یافته و کاهش یافت.

نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک

نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک در تیمار رژیم آبیاری و تیمار کودی تحت اثرات ساده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). کمترین نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک در رژیم آبیاری ۸۰ و ۱۰۰درصد و بیش‌ترین نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک در رژیم آبیاری ۶۰درصد مشاهده شد. حداکثر نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک در تیمارهای کودی شیمیایی، ورمی‌کمپوست+ شیمیایی، دامی+شیمیایی و شاهد مشاهده شد. کمترین نسبت گل‌آذین به کل ماده خشک در تیمار کود دامی مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کودی ورمی‌کمپوست نداشت. براساس گزارش سویا (*Glycine max*) قرار گرفته در معرض تنش خشکی در مرحله تشکیل گل، از دوره گلدهی کوتاه‌تری برخوردار می‌باشد، در صورتی‌که به عقیده دیگر محققین بروز تنش خشکی در مراحل نهایی نمو زایشی موجب تسریع پیری درگیاه می‌شود، زیرا این امر معمولاً با کاهش طول دوره پُرشدن دانه همراه می‌باشد(Macilwain, 2004; Korte *et al.*, 1993 ; Sionit and Kramer, 1997). این حالت در مورد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) و ارزن آمریکایی که در معرض خشکی در اواسط فصل قرار گرفته بودند، مشاهده شده است. به‌نظر می‌رسد که گیاهان با رفتار رشدی نامحدود، توانایی بالاتری برای گذر از دوره‌های وقوع خشکی دارند. برعکس، گیاهان دارای عادت رشدی محدود که تعداد مشخصی از برگ و گل را در یک دوره محدود تولید می‌کنند، حساسیت بیشتری را نسبت به این نوع وضعیت خواهند داشت (Taiz and Zeiger, 1991). بنابراین، نسبت گل به کل ماده خشک در علف‌قناری که از گیاهان رشد نامحدود هستند انتظار می‌رفت از دوره وقوع خشکی گذر کند، اما با این‌حال تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت.

عملکرد علوفه تَر و خشک

عملکرد علوفه تَر و خشک تحت اثر ساده تیمارهای کودی و تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). عملکرد علوفه تَر و خشک در

تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۸۰درصد بیش‌ترین بود (جدول ۴). در واقع با کاهش مقدار آب آبیاری از ۱۰۰ به ۶۰درصد بر اساس نیاز آبی عملکرد علوفه تَر از ۲۴/۷۶تن در هکتار به ۱۸/۰۹تن در هکتار کاهش یافت و در کلاس آماری b قرار گرفت (جدول ۴). هم‌چنین با کاهش مقدار آب آبیاری از ۱۰۰ به ۶۰درصد نیاز آبی عملکرد علوفه خشک از ۶/۵۱تن در هکتار به ۴/۸۳تن در هکتار کاهش یافت و در کلاس آماری b قرار گرفت (جدول ۴). بنابراین کمبود رطوبت از طریق کاهش تولید و از طریق افزایش پیری برگ‌ها شاخص سطح برگ را کاهش داد(Cakir, 2004). افزایش تنش علاوه بَر کاهش شاخص سطح برگ سبب کاهش فشار تورژسانس در سلول‌ها می‌شود که این امر از طریق باقی‌ماندن آب کمتر درون سلول از حجم سلول می‌کاهد که در نهایت، کاهش وزن سلول و کاهش عملکرد علوفه را به‌دنبال دارد(Haji Hasani Asl *et al.*, 2010). با بررسی اثر کم‌آبیاری در مراحل رشد سورگوم، ارزن و ذرت گزارش کردند که کمبود شدید آب منجر به کاهش سطح برگ و کاهش رشد و ماده خشک گیاه شد. کم‌آبیاری در مراحل اولیه رشد رویشی تولید ماده خشک را به‌میزان کمی کاهش می‌دهد، اما تداوم مدت تنش تا اواخر مراحل رشد، کاهش شدید عملکرد ماده خشک را موجب می‌گردد (Pandey, 2000). در آنالیز حاضر نیز عملکرد گیاه علف‌قناری تحت اثر رژیم کم‌آبیاری کاهش پیدا کرد و با تشدید اثر کم‌آبیاری عملکرد متقابلاً با شدت بیشتری کاهش یافت.

عملکرد علوفه تَر و خشک علف‌قناری به‌طور معنی‌داری تحت اثر ساده تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۳). به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد علوفه تَر برای تیمار ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌ترتیب با ۲۴/۹۲ و ۲۴/۶۳تن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کودی ورمی‌کمپوست + شیمیایی و کود دامی+ شیمیایی نداشت. هم‌چنین کمترین عملکرد علوفه تَر برای شاهد (بدون کود) با ۱۸/۴۲تن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با کود شمیایی نداشت. بیش‌ترین مقدار عملکرد علوفه خشک علف‌قناری نیز برای تیمار کودی ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌ترتیب ۷/۰۷ و ۶/۸۶تن در هکتار به‌دست آمد و کمترین میزان به‌ترتیب به کود شیمیایی و شاهد با مقادیر ۴/۸۹ و ۴/۸۰تن در هکتار اختصاص داشت. بر اساس نتایج مصرف کودهای آلی به‌خصوص کود دامی بیش‌ترین تأثیر را در بهبود عملکرد علوفه تَر و خشک در علوفه علف‌قناری داشت که این موضوع مطابق با یافته‌های دیگر محققین است(Jahanban and Lotfifar, 2011). این محققان بیان نمودند که مصرف کودهای آلی هم‌چون کود دامی از طریق افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک موجب بهبود عملکرد ذرت علوفه‌ای گردید. تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف کودهای آلی از طریق افزایش فراهمی جذب عناصر غذایی توسط گیاه به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان شود (Arancon, 2003 ;Lui *et al*., 1991). علاوه‌بَراین برخی بررسی‌ها نشان‌داده است که کودهای آلی از طریق فراهمی عناصر کم‌مصرف و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و بهبود قابلیت جذب این عناصر برای گیاه از طریق افزایش حلالیت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، در نهایت، موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (Daniel and Anderson, 1992). همچنین در گیاه سورگوم استفاده از منابع کودهای آلی برای تامین عناصر موردنیاز گیاه باعث افزایش میزان عملکرد علوفه شد (Kumar, 2005). هم‌چنین دیگر محققین در مطالعه اثر عوامل محیطی روی عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) مشاهده کردند که تیمار کود آلی بیش‌ترین عملکرد را تولید نمود(Badaruddin and Reynolds, 1999). آزمایشی طولانی‌مدت ۲۰ساله روی اثر کودهای آلی و غیرآلی بر عملکرد گندم زمستانه و ذرت بیان کردند که اثر تلفیق کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد این گیاهان بیشتر از اثر این کودها به‌صورت شیمیایی بود(Jiang and Hengsdijk, 2006). بر اساس نتایج آزمایش حاضر مصرف کودهای دامی و ورمی‌کمپوست بر روند عملکرد علوفه خشک و تر گیاه علف‌قناری اثر مثبتی داشت. علاوه‌بَراین استفاده تلفیقی نسبت به کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی اثر مثبتی بر عملکرد علوفه داشت.

محتوی پروتئین علوفه

محتوی پروتئین علوفه علف‌قناری بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای ساده آبیاری و کود قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین مقدار پروتئین علوفه در آبیاری ۶۰درصد با ۶/۰۶درصد مشاهده شد و رژیم‌های آبیاری ۸۰ و ۱۰۰درصد به‌ترتیب با ۵/۹۳ و ۵/۸۵درصد کمترین پروتئین علوفه را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴). بیش‌ترین محتوی پروتئین علوفه تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای برای کود شیمیایی با۸/۶۱ و کمترین میزان برای کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۴/۲۷ و ۴/۳۸درصد به‌دست آمد (جدول ۵). نتایج محققین نشان‌داده است که افزایش شدت تنش خشکی از طریق افزایش غلظت نیتروژن در گیاهان خانواده غلات، محتوی پروتئین را افزایش می‌دهد (Haberle *et al*., 2008). همچنین محققین دیگر دریافتند که درصد پروتئین ارزن مرواریدی تحت شرایط دیم نسبت به آبی افزایش یافت (Ortega-Ochoa, 2005). که می توان نتیجه گرفت در شرایط اعمال آبیاری ۱۰۰درصد بر اساس نیاز آبی، میزان پروتئین دانه ذرت کاهش یافت (Thomison *et al.*, 2003). آن‌ها دلیل این امر را به افزایش محتوی نشاسته تحت تأثیر طولانی‌تر شدن طول دوره رشد نسبت دادند. به‌عبارت دیگر، کاهش غلظت پروتئین دانه ذرت در آبیاری مطلوب به‌دلیل کاهش نسبت آندوسپرم سخت به آندوسپرم آردی کاهش بوده است. آندوسپرم سخت دارای غلظت بیشتر پروتئین نسبت به آندوسپرم آردی می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج Topal *et al.,* 2003 مطابقت دارد. تحقیقی بر روی گیاه ذرت

علوفه‌ای دریافتند که کمترین درصد پروتئین در شاهد و بیش‌ترین در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد (Habibi and Majidian, 2013). نتایج محققین دیگر نیز با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت(Thind *et al.*, 2002). در واقع به علت نقش انکارناپذیر نیتروژن در ساختمان پروتئین‌ها، مصرف کود اوره سبب افزایش درصد پروتئین گردیده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمایش می‌توان اظهار نمود که اعمال هرگونه تنش در تولید علوفه سبب کاهش کمیت و برخی از صفات زراعی علوفه تولیدی می‌شود. در غالب گیاهان علوفه‌ای بیش‌ترین عملکرد علوفه در شرایطی به‌دست می‌آید که آب کافی در اختیار گیاه قرار بگیرد تا گیاه ضمن جذب آب و با استفاده از روابط سلولی تعداد و اندازه سلول‌ها و در نتیجه عملکرد را افزایش دهد، اما بر طبق نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که اثر کم‌آبیاری در سطح ۸۰درصد نیاز آبی مانند سطح ۱۰۰درصد نیار آبی (بدون کم‌آبیاری) احتیاجات آبی گیاه را در اجزای عملکرد علوفه و عملکرد تر و خشک علوفه رفع و علوفه قابل‌قبول تولید می‌نماید.

کاربرد کودهای آلی و شیمیایی باعث بهبود قابل‌توجه برخی از صفات مورفولوژیک گیاه علوفه‌ای علف‌قناری شد. در بخش عملکرد نیز مصرف این مواد باعث افزایش اجزای عملکرد گیاه علف‌قناری و در نتیجه میزان عملکرد تولیدی گیاه شد. در اکثر شاخص‌های موردبررسی، مواد آلی و کودهای آلی توانستند به‌خوبی با کودهای شیمیایی رقابت کنند. تنها مقدار پروتئین علوفه تحت تأثیر کودهای شیمیایی نسبت به کودهای دامی افزایش یافت. با توجه به افزایش روزافزون کاربرد کودهای شیمیایی و خسارات جبران‌ناپذیری که استفاده بی‌رویه از این ترکیبات به محیط زیست و سلامت انسان وارد می‌کند و هم‌چنین توجه جهانی به مفاهیم کشاورزی پایدار، مواد آلی و کودهای آلی می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی موردتوجه و استفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۳/۱۴۴۱ مصوب ۱۳۹۳/۰۴/۱۸ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Adaum, G. and Duncan, H. G. 1999. Effect of diesel fuel on growth of selected plant species. Environmental Geochemistry and Health 21: 353-357.
2. Alizadeh, A., and Kamali, G. 2007. Water Use of Plants in Iran. Astan Qods Publication, Mashhad, Iran 228 pp. (In Persian)
3. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of officiency Analytical chemists, Giathersburg, Maryland, USA.
4. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., Lee, S. and Welch, C. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries: The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales. Pedobiologia 731-735.
5. Badaruddin M. and Reynolds, M. P. 1999. Wheat management in warm environment: Effect of organic and inorganic fertilizer, irrigation frequency and mulching. American Society of Agronomy 91: 975-983.
6. Biranvand F., Rafiei, M., Khorgami, A., Daraimofrad, A. and Zeydi Toolabi, N. 2011. Effect of plant density and different levels of zinc sulfate on quantitative yield of Triticale in dry land conditions. Crop Physiology Journal 2(8): 93-95. (In Persian with English Abstract)
7. Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89: 1- 16.
8. Daniel, O. and Anderson, J.M. 1992. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm lumbricu in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agriculture Water Management 46: 15-17.
9. Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agronomy Journal 76: 421-428.
10. Eghball, B., Wienhold, B. and Gilley, J. 2001. Comprehensive manure management for improve nutrient utilization and environment. Soil and Water Conservation Research 1: 128-135.
11. English, M.J, Musick, J.T., Murty, V.V.N., 1990. Deficit irrigation. In: Management of farm irrigation systems (Hoffman, G.J., Howell, T.A., and Solomon, K.H., Editors). ASAE Monograph no. 9. American Society of Agricultural Engineers publisher, 1020p.
12. Fixon, P.E. and West, F. B. 2002. Nitrogen fertilizers: meeting contemporary challenges. A Journal of the Human Environment 31: 169–176.
13. Gavloski, J. E., Whitfield, G. H. and Ellis, C. R. 1992. Effect of restricted watering on sap flow and growth in corn (*Zea mays* L.) Canadian Journal Plant Science 72: 361–368.

14. Gilesm, J. 2004. Is organic food better for us? Nature 428: 796-797.
15. Göksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research 87: 167–17
16. Haberle, J., Svoboda, P. and Raimanova, I. 2008. The effect of post- anthesis water supply on grain nitrogen concentration and grain nitrogen yield of winter wheat. Plant Soil and Environment 54: 304 -312.
17. Habibi S., and Majidian, M. 2013. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermicompost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). Journal of Crop Production and Processing 4(11):15-26. (In Persian with English Abstract)
18. Haji Hasani Asl, N., Moradi Aghdam, A., Shirani Rad, A. H., Hosseini, N., Rassaei Far, M. 2010. Effect of drought stress on forage yield and agronomical characters of millet, sorghum and corn in delay cropping. Journal of Crop Improvement 2:63-74. (In Persian with English Abstract)
19. Hodson, M. J., Smith, R. J., Van Blaaderen, A., Crafton, T. and O'neill, C.H. 1994. Detecting plant silica fibers in animal tissue by confocal fluorescence microscopy. Annals of Occupational Hygiene 38(2): 149-160. (In Persian with English Abstract)
20. Jacobs, J., Ward, G. and McKenzie, F. 2004. Effects of irrigation strategies on dry matter yields and water use efficiency of a range of forage species. Available at: http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/533
21. Jahanban, L. and Lotfifar, O. 2011. Study of the Effective Organism (EM) Application Effect on Efficacy of Chemical and organic fertilizers in corn cultivation (*Zea mayz* s.c 704). Plant Production Technology 11(2): 43-52. (In Persian with English Abstract)
22. Jiang, D. and Hengsdijk, H. 2006. Long-term effects of manure and inorganic fertilizers on yield and soil fertility for a winter Wheat-Maize system in Jiangsu, China. Soil Science Society of China 16: 25-32.
23. Karimi, M., Esfahani, M., Bigluei, M. H. and Rabiee, B. 2009. Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht Climate. Electronic Journal of Crop Production 2(2): 91-110 (In Persian with English Abstract)
24. Khazaie, H. R., Mohammad Abadi, A. A. and Borzooei, A. 2004. The effect of drought stress onmorphological and physiological characteristics of millet. Iranian Journal of field crops Research 3(1):35-44 (In Persian with English Abstract)
25. Korte, L. L., Wiliams J. H., Specht, J. E. and Sorenson, R. C. 1993. Irrigation of soybean genotype during reproductive ontogeny. II. Yield component response. Crop Science 23(3): 528-533.
26. Kumar, S., Rawat, C. R., Dhar, S. and Rai, S. K. 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soilfertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agricultural Sciences 75(6): 340-342.
27. Limon-Ortega, A., Govaerts, B. and Sayre, K. D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy 29: 21–28.
28. Lui, S.X., Xiong, D.Z. and Wu, D.B. 1991. Studies on the effect of earthworms on the fertility of red-arid soil. Advances in management and conservation of soil fauna. In: Proceedings of 10th International Soil Biology. August 7–13, Colloquium, Banglador, India.
29. Macilwain, C. 2004. Is organic farming better for the environment? Nature 428: 797-798.
30. Mallanagouda, B. 1995. Effects of N. P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
31. Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L. and Vanlauwe, B. 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. Soil and Tillage Research 80: 95–101.
32. Meckel, L., Egli, D. B., Radeliffe, D. and Leggett, J. E. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. Agronomy Journal 76: 674- 650.
33. Nabati, J. 2004. The effect of irrigation intervals on qualitative and quantitative traits of forage millet, sorghum and corn. M.Sc. Thesis of Ferdowsi University of Mashhad, Iran (In Persian with English Abstract).
34. Nabati, J. and RezvaniMoghaddam, P. 2006. Effect of different irrigation interval on quantitative and qualitative attributes of millet, sorghum and forage corn. Iranian Journal of Agricultural sciences 37(1):21-29 (In Persian with English Abstract).
35. Noorjoo, A., Abbasi, F., Baghaie Kia, V. A. and Jodaie, R. 2005. The effect of deficit irrigation on the quality and quantity of sugar beet in Miandoab region. Journal of Sugar Beet 22: 53-66. (In Persian with English Abstract).
36. Ofosu-Anim, J. and Leitch, M. 2009. Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. Australian Journal of Crop Science 3(1): 13-19 (In Persian with English Abstract).
37. Ortega-Ochoa, C. 2005. Effect of levels of irrigation on forage standing crop and quality of WW-B. Dahl (*Bothriochloa bladhii*) pasture under summer grazing. PhD. Texas Tech University, Texas, USA.
38. Palm, A.C., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G. and Giller, K. E. 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agro-ecosystems: application of an organic resource database. Agricultural Ecosystem Environment 8: 27–42.

39. Pandey, R. K., Maranville, J. W. and Chetima, M. M. 2000a. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agriculture Water Management 46: 15–27.
40. Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. Nutrition Cycling Agro-Ecosystem 51: 239-248.
41. Saeed, I. A. M. and El-Nadi, A. H. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. Irrigation Science 18: 67- 71.
42. Salo-vaananen, P. P. and Koivistoinen, P. E. 1996. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N×6.25) values. Food Chemistry 57(1): 27-31.
43. Shirani, H., Abolhasani Zeraatkar, M., Lakzian, A. and Akhgar, A. 2010. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermi compost, manure and pistachio compost in different Soil texture and salinity in laboratory condition. Journal of Water and Soil 25:84-93. (In Persian with English Abstract)
44. Sionit, N. and Kramer, J. 1997. Effect of water stress during different stages of growth soybean. Agronomy Journal 69: 274-277.
45. Soleymani, A., Shahrajabian, M. H., Hosseini Far, S. H. and Naranjani, L. 2011. Morphological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under drought stress condition in Kerman province. Journal of Food, Agriculture and Environment 9(3&4): 249-251. (In Persian with English Abstract)
46. Tabatabai, S. 2000. Forage sorghum and millet genotypes difference in terms of yield and water use efficiency of different crop management. PhD Thesis, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, 247 p. (In Persian with English Abstract)
47. Taiz, L. and Zeiger, E. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/ Cummings publishing Company Inc. California. pp. 565.
48. Thind, S., Sing, S. M., Sidhu, A. S. and Chhibba, I. M. 2002. Influence of continuous application of organic manures and nitrogen fertilizer on crop yield, N uptake and nutrient status under maize-wheat rotation. Journal Research Panjab Agriculture 39: 357-361.
49. Thomison, P. R., Geyer, A. B., Lotz, L. D., Siegrist, H. J. and Dobbels, T. L. 2003. Top cross high oil corn production: Select grain quality attributes. Agronomy Journal 95: 147-154.
50. Topal, A., Yalvac, K. and Akgun, N. 2003. Efficiency of top dresses nitrogen sources and application times in fallow-wheat cropping system, Communication in Soil Science and Plant Annal 34(9–10): 1211–1224.
51. Traore, S. B., Carlson, R. E., Pilcher, C. D. and Rice, M. E. 2000. *Bt* and Non-*Bt* maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agronomy Journal 92: 1027–1035.
52. Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A. and Acikgoz, E. 2005. Effect of green manuring on the yield of sweet corn. Agronomy Sustainable Development 25: 1-5.
53. Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C. and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155–166.
54. Zabet, M., Bahamin, S., Ghoreishi, S. and Sadeghi, H. 2014. Effect of deficit irrigation and nitrogen fertilizer on quantitative yield of aboveground part of forage pear millet (*Pennisetum glaucum*) in Birjand. Environmental Stresses in Crop Sciences 7(2): 187-194. (In Persian with English Abstract).

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 526-538

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۵۳۸-۵۲۶

Investigation of Yield and Yield Components of Canary Seed Forage (*Phalaris canariensis* L.) in Response to Different Levels of Irrigation, Organic and Chemical Fertilizers and their integration

V. Varnaseri Ghandali [1]- P. Rezvani Moghaddam[2*]- S. Khoramdel[3]

Received: 13-06-2015
Accepted: 15-08-2015

Introduction

Canary seed (*Phalaris canariensis* L.) is a forage plant from Poaceae family. This plant is drought tolerant. Canary seed is originally a native to Mediterranean region, which can be grown commercially in several parts of the word, especially in semi-arid conditions.

Increasing growth of population and lack of ability of pastures to satisfy the food requirement of animal has led to more interest in cultivating forage plants. In this regard, Canary seed having properties such as high yield per unit area, high tillering power, very fast growth and appropriate nutritional value, is of considerable importance and its cultivation development especially in arid and semi-arid regions can be effective in providing part of the country forage needs.

Optimum water requirement is considered as one the important factors to obtain a high growth and yield of the product. On the other hand, Iran is located in arid and semi-arid climate region of the world . Therefore, determination of appropriate amount of irrigation water can lead to the improvement of water use efficiency and preventing the water loss.

In order to achieve a high yield and desirable quality in plants one of the important requirements in agricultural planning is the evaluation of different systems of plant feeding. By applying an appropriate method in soil productivity, in addition to protecting the environment, optimization of water usage, reduction of erosion and protection of biodiversity can be increased. Therefore, gradually replacing chemical fertilizers with biological and organic fertilizers will result in providing feed requirements of plants, improvement of physical, chemical and biological conditions of soil and reduction of adverse environmental effects resulting from application of chemical inputs. The aim of this research was to study the effects of deficit irrigation and fertilizer management based on sole chemical and organic fertilizers or their integrated application on the yield and yield components of the forge of canary seed plant on the path of sustainable agriculture.

Materials and Methods

To investigate the effects of different levels of irrigation water and integrated management of chemical and organic fertilizers on growth indices, yield and yield components of the Canary seed forage, an experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during growing season of 2013-2014.

Different regimes of irrigation were in three levels (60, 80 and 100 percent of water requirement) in main plots and fertilizer treatments were in six levels (chemical fertilizer, vermicompost fertilizer, manure, chemical fertilizer + vermicompost fertilizer, chemical fertilizer + manure and control) in sub-plots. The amounts of treatment of nitrogen chemical fertilizer (200 kg ha^{-1} of urea source and 150 kg ha^{-1} of triple super phosphate) were applied in corresponding plots. The amounts of manure fertilizers (30 ton ha^{-1}) and vermicompost (6 ton. ha^{-1}) were determined and applied based on recommended amount of nitrogen. Water requirement of canary seed was estimated by the OPTIWAT software in continental condition of Mashhad . The volume of irrigation water for irrigation treatments was estimated based on 60, 80 and 100 percent of water requirement and was recorded as applied in each round of irrigation.

1- Postgraduate Student in Agroecology; Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)

In order to harvest the forage in the emergence stage of 50% spikes of the Canary seed, 10 plants per plot were randomly chosen before harvest and traits such as per plant height and the number of tillers were recorded. Then, considering marginal effects from a surface equivalent to 1.4 m^{-2}, plants were harvested from the height 3-5 cm and the weight of forage produced in each plot was measured and determined by weighing. Then, the harvested forage was transferred to the laboratory and two samples with approximate weight of 500 g were picked by quarter sampling. After weighing one of samples, it was transferred to the oven with the temperature of 75°C and after 48 hours the dry weight of samples were measured and determined by the balance with 0.001 g resolution. The second sample was separated into yield components of forage including leaves, stem and reproductive organs of plant. They were placed individually in the oven with the temperature of 75°C for 48 hours and then the yield components of the forage were determined.

Finally, resulted data were analyzed by the software SAS ver. 9.1 and mean comparison based on Duncan multiple-range test was conducted by the software MSTAT-C in the probability level of 5 percent.

Results and Discussion

Experimental results indicated that the effect of the different levels of irrigation water on the most traits examined except the percentage of leaf to the total dry content of canary seed was significant. The maximum yield of wet and dry forage was observed for irrigation regimes of 100 and 80 percent water requirement with 24.7 and 6.51 ton ha^{-1}, respectively. In addition, the traits including plant height, the number of tiller in per plant, the spike percentage, the yield of wet and dry forage and forage protein also underwent manure treatment. The maximum yield of wet forage was obtained from vermicompost and animal manure treatment, the minimum yield was related to treatment without manure (control). The maximum yield of dry forage was observed for vermicompost and animal manure. Thus, consuming vermicompost or animal manure and sometimes their integration with chemical fertilizers will have a more significant yield. Furthermore, using deficit irrigation method, with 80 percent water requirement, in addition to saving water, desirable yield per unit area can be achieved.

Acknowledgements

The authors acknowledge the financial support of the project (grant number 31441, 09 July 2014) by Vice President for Research and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Keywords: Integrated fertilizers, Forage yield, Vermicompost, Manure