Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 2, Summer 2021 (15-27)
DOI: **10.22059/IJFCS.2020.292093.654654**

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان (ص۲۷-۱۵)

بررسی رژیم‌های تغذیه‌ای مختلف روی برخی صفات کمی و کیفی علوفه‌ای زرین گیاه (*Dracocephalum kotschyi* Boiss) تحت تنش کم‌آبی

علی حیدرزاده[1]، سید علی محمد مدرس ثانوی*[2]، علی مختصی بیدگلی[3]
۱و۲و۳- به‌ترتیب دانشجو، استاد و استادیار، گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس تهران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۵)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر رژیم‌های آبیاری و کودی مختلف بر صفات کمی و کیفی زرین گیاه، آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس، به‌صورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل تنش کم‌آبی با چهار سطح (آبیاری مطلوب، ملایم، متوسط و شدید، به‌ترتیب آبیاری بعد از تخلیه ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده) در کرت‌های اصلی و عامل سیستم‌های کودی با پنج سطح (کود شیمیایی اوره، کود زیستی نیتروکسین، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و عدم کاربرد کود) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر برگ با ۱۷۹۷ کیلوگرم در هکتار و زیست‌توده کل با ۲۹۵۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش کم‌آبی ملایم و با کاربرد کود شیمیایی اوره و همچنین بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم در تیمار آزوکمپوست در شرایط تنش کم‌آبی متوسط با ۵۷/۸ درصد تولید شد. بیشترین درصد پروتئین خام در شرایط تنش کم‌آبی شدید با ۱۹/۷۲ درصد به‌دست آمد و تنش کم‌آبی متوسط با ۱۸/۰٤ درصد در رتبه دوم قرار گرفت. بیشترین درصد قندهای محلول در آب و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، به‌ترتیب در شرایط تنش کم‌آبی متوسط و عدم استفاده از کود متوسط (۲۲/۰٦ درصد) و در شرایط تنش کم‌آبی شدید با کاربرد کود اوره به‌دست آمد. با توجه به این‌که علاوه بر انتخاب علوفه‌ای با کیفیت بالا، باید به تولید اندام هوایی مناسب نیز توجه شود، تیمار تنش ملایم با کاربرد کود شیمیایی با ۳۲ درصد تولید بیشتر نسبت به شاهد، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اوره، آزوکمپوست، پروتئین خام، رژیم آبیاری، علوفه-دارو، ورمی‌کمپوست.

Investigate different nutritional regimens on some forage quantitative and qualitative traits of *Dracocephalum kotschyi* Boiss under water deficit stress

Ali Heidarzadeh[1], Seyed Ali Mohammad Modarres-Sanavy*[2] and Ali Mokhtassi-Bidgoli[3]
1,2,3. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University
(Received: November 6, 2019 - Accepted: April 24, 2020)

ABSTRACT

To investigate the effects of fertilizer regimes on quantitative and qualitative traits of *Dracocephalum kotschyi* Boiss**,** a field experiment at three replications with the Split Plate arrangement in a completely randomized block design was conducted in the Research Field of Tarbiat Modares University during the 2017-18 growing season.Water deficit stress (irrigation after discharging 20 (optimal irrigation), 40 (mild water deficit stress), 60 (moderate water deficit stress) and 80% (severe water deficit stress) of water used (available water)) in the main plot and fertilizer regime (urea, nitroxin, vermicompost, azocompost and no fertilizer) in the subplot were studied. The results showed that the highest leaf fresh weight (1797 kg ha^{-1}) and total biomass (2957 kg ha^{-1}) were obtained by application of urea in mild water deficit stress condition and the highest dry matter digestibility percentage was observed in azocompost treatment in moderate water deficit stress condition (57.8%). The highest crude protein was produced in severe water deficit stress condition (19.72%) and moderate water deficit stress (18.4%), respectively.. The highest percentage of water soluble carbohydrate and neutral detergent fiber were obtained from no fertilizer in moderate water deficit stress (22.06%) and application of urea in severe water deficit stress conditions, respectively. Mild water deficit stress application to produce high biomass is recommended for *Dracocephalum kotschyi* Boiss. According to the results, application of urea in mild water deficit stress was selected as the best treatment to produce forage 32% more than control.

Keywords: Azocompost, crude protein, forage – drug, irrigation regime, urea, vermicompost.

* Corresponding author E-mail: modaresa@modares.ac.ir

مقدمه

مدیریت کود، یکی از مهم‌ترین عوامل در کشت موفق محصولات زراعی است که بر کیفیت و کمیت تولید اثر می‌گذارد (Tahmasebi *et al.,* 2011). استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی، باعث ایجاد مشکلات متعددی در بخش کشاورزی از جمله تغییر در ساختار خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و سمیت عناصر سنگین شده است (Behrooz *et al.,* 2017) و استفاده از کودهای بیولوژیک مانند ورمی کمپوست و نیتروکسین که علاوه بر تأمین نیاز غذایی گیاه و تضمین عملکرد بالا، سبب افزایش کیفیت محصولات شده‌اند و اثرات مخرب زیست محیطی هم ندارند، می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند (Barker & Bryson, 2006). به دلیل اثرات مثبت مواد آلی بر خاک، به‌عنوان یکی از ارکان مهم بهره‌وری خاک شناخته شده‌اند (Behrooz *et al.,* 2017). امروزه استفاده از کود کمپوست در اراضی کشاورزی، به‌طور عمومی مورد توجه است که از آن به‌عنوان بهترین تدبیر زیست محیطی عملی یاد شده است (Kabirinegad *et al.,* 2009). ورمی‌کمپوست، کود آلی مناسبی برای تحقق این شرایط (Behrooz *et al.,* 2017) و منبع مناسبی از عناصر غذایی و مواد تنظیم کننده رشد گیاهی (هیومیک اسیدها و تنظیم کننده رشد گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها) است که مسئول افزایش رشد گیاه و عملکرد بسیاری از محصولات زراعی هستند (Atiyeh *et al.,* 2002). ورمی‌کمپوست به‌طور مؤثری سبب افزایش شکل‌گیری ریشه، افزایش طول ساقه و تولید زیست‌توده در علف لیمو می‌شود (Srinivas *et al.,* 2017) و تأثیر مثبتی روی بسیاری از گیاهان معطر و دارویی دارد (Anwar *et al.,* 2005). آزولا یک سرخس آبزی و شناور در آب است که همراه با جلبک سبز – آبی (*Anabaena azollae*) به صورت همزیست زندگی می‌کند و توانایی جذب نیتروژن اتمسفر و تثبیت آن را دارد و می‌تواند جایگزین بسیار خوبی برای کودهای شیمیایی باشد (Yousefzadeh *et al.,* 2011). آزولا منبع بسیار مهمی از عناصر مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ... است که پس از اضافه شدن به خاک می‌تواند آن‌ها را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (Pabby *et al.,* 2003). یکی از روش‌های استفاده از آزولا در خاک‌های زراعی، تبدیل آن به کمپوست (آزوکمپوست) و سپس اضافه کردن آن به خاک است (Yousefzadeh *et al.,* 2011). کودهای زیستی شامل انواع مختلف ریزجانداران آزادزی هستند که توانایی تبدیل عناصر غذای اصلی، از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس در فرایندهای زیستی دارند (Vessey, 2003) و سبب گسترش نظام‌های ریشه‌ای می‌شوند (Chen, 2006).

زرین‌گیاه با نام علمی *Dracocephalum kotschyi* Boiss از تیره نعناعیان[1] می باشد که معمولاً در ارتفاعات کوهستانی استان‌های گرگان، مازندران، همدان، کرمانشاه، فارس (کوه دنا) و ارتفاعات تهران (کوه‌های البرز)، ارتفاعات شمال سمنان و اصفهان می‌روید (Mozaffarian, 2015). گونه *D.kotschyi* (2n=20) از گونه‌های انحصاری و بومی ایران است و با نام زرین‌گیاه یا بادرنجبویه دنایی شناخته می‌شود (Mozaffarian, 2003). به دلیل برداشت بی‌رویه این گیاه در مرحله گلدهی توسط افراد بومی و محدود بودن پراکنش جغرافیایی آن، یکی از گیاهان در معرض انقراض (EN[2]) ایران می‌باشد (Abdi, 2008). بیشترین وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) از خانواده نعناعیان با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمده است (Soroori *et al.,* 2014).

ارزش غذایی علوفه در مورد گیاهان علوفه‌ای اهمیت بسیاری دارد. تعیین ماده خشک در گیاه، به‌تنهایی برای ارزیابی کیفی گیاهان علوفه‌ای کفایت نمی‌کند، بلکه میزان قابلیت هضم ماده خشک، کربوهیدارت‌های محلول در آب، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، پروتئین و فیبر خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و درصد خاکستر نیز از لحاظ قابلیت هضم و میزان

[1] Lamiaceae

[2] Endangered

انرژی مورد نیاز می باشد. یکی دیگر از مهم‌ترین پارامترهای کیفیت علوفه و نماینده مهم‌ترین منبع انرژی در جیره، کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌باشد (Coleman & Moore, 2003). الیاف نامحلول در شوینده خنثی[1] (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی[2] (ADF) به‌ترتیب نشان‌دهنده قابلیت مصرف علوفه توسط دام و قابلیت هضم می‌باشند (Contreras-Govea *et al*., 2009). محتوی الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی در علوفه است که شامل سلولز و لیگنین می‌باشد و به‌طور معمول، با افزایش این شاخص، قابلیت هضم علوفه کاهش پیدا می‌کند (Albayrak *et al*., 2011). کاربرد مواد آلی و کودهای زیستی و شیمیایی روی گیاه سورگوم علوفه‌ای نشان داد که ارزش هضمی، قابلیت هضم ماده آلی و درصد خاکستر، تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی پروتئین سورگوم تحت تأثیر قرار گرفت (Saeid-Nejad *et al*., 2012).

با توجه به این‌که به زرین گیاه در منطقه آذربایجان، قوچ اوتی (علف گوسفند نر) می‌گویند و دلیل این نوع نام گذاری، رغبت گوسفند برای خوردن این گیاه می‌باشد، بررسی صفات کیفی علوفه‌ای این گیاه، به نظر لازم و ضروری می‌آید و از طرفی با توجه به این‌که امروزه استفاده از گیاهان دارویی در جیره غذایی دام تحت عنوان علوفه-دارو، موضوع جدیدی در تکمیل جیره غذایی دام به‌حساب می‌آید، اهمیت موضوع مورد بررسی بیشتر می‌شود؛ همچنین شرایط کمبود آب که در کشور حاکم است و پیداکردن گونه‌های مقاوم به شرایط تنش کم‌آبی، اهمیت موضوع را بالاتر می‌برد که در این باره، تحقیق درباره گیاهان بومی ایران را می توان در اولویت قرار داد. در این پژوهش، اثر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر برخی صفات کمی، کیفی و علوفه‌ای گیاه دارویی زرین گیاه تحت شرایط تنش کم‌آبی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۷ کیلومتری غرب تهران، با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۷۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۲۷۵ متر از سطح دریا اجرا شد. عامل تنش کم‌آبی با چهار سطح (آبیاری مطلوب، آبیاری بعد از تخلیه ۲۰ درصد آب قابل استفاده؛ آبیاری ملایم، آبیاری بعد از تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده؛ آبیاری متوسط، آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده و آبیاری شدید، آبیاری بعد از تخلیه ۸۰ درصد آب قابل استفاده) در کرت‌های اصلی و عامل سیستم‌های کودی با پنج سطح (کود شیمیایی اوره، کود زیستی نیتروکسین، ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و عدم کاربرد کود) در کرت های فرعی قرار گرفتند. قبل از انجام آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری تعیین شد (جدول ۱).

مقدار کاربرد از هر نوع کود با توجه به نیاز کودی زرین گیاه محاسبه شد. کودهای آلی ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست قبل از کاشت با خاک مخلوط شدند و میزان مصرف کودهای ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست بر اساس میزان آزادسازی نیتروژن (۳۰/۵۴ درصد برای ورمی‌کمپوست و ۳۱/۴۰ درصد برای آزوکمپوست) در طول فصل زراعی و با توجه به خصوصیات نیتروژن موجود در کودهای آلی به‌طور جداگانه برآورد شد و برای مصرف در این پژوهش، ۳۱۴۷۶ کیلوگرم ورمی‌کمپوست در هکتار و ۲۰۲۷۶ کیلوگرم آزوکمپوست در هکتار تعیین شد. خصوصیات کودهای ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست در جدول ۲ قابل مشاهده است. کود زیستی نیتروکسین با توجه به توصیه شرکت سازنده آن (فناوری زیستی مهر آسیا) استفاده شد، به این ترتیب که هنگام کاشت نشاها، ریشه نشاها به محلول نیتروکسین (دو لیتر در ۱۰ لیتر آب) در سایه آغشته و کشت شدند. همچنین کاربرد نیتروژن به روش شیمیایی به فرم اوره به صورت سرک

[1] Neutral detergent fiber

[2] Acid Detergent Fiber

و در سه مرحله ساقه‌دهی، شروع گلدهی و گلدهی، به‌ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۵ درصد کل نیتروژن صورت گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Farm soil physicochemical properties

Depth of soil	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	soil texture	pH	EC (dSm^{-1})	N (%)	P ($mgkg^{-1}$)	K ($mgkg^{-1}$)	Organic carbon (%)	Organic matter (%)	FC (%)	PWP (%)
0-30	5	24	82	loam sandy	7.91	0.97	0.063	29.4	440	0.68	1.77	11.4	5.5
30-60	5	24	82	loam sandy	7.95	1.63	0.044	45.9	407	0.41	0.51	12.5	6

جدول ۲- خصوصیات ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست

Table 2. Vermicompost and Azocompost properties

Organic fertilizers	EC dS m^{-1}	C:N	C (%)	pH	Mn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	K (%)	P (%)	N (%)
Vermicompost	2.25	22.30	31.00	7.97	574	40.9	164	7445	1.45	1.46	1.39
Azocompost	3.1	14	21.45	4.7	274	26.6	34.5	8920	2.37	0.57	1.51

مراحل آماده‌سازی زمین با اجرای عملیات شخم، دیسک‌زنی برای خردکردن کلوخه‌ها، تسطیح و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کشت در اسفند ۱۳۹۶ و فروردین ماه ۱۳۹۷ انجام شد و کشت به صورت نشاکاری بود. برای این منظور، بذرهای زرین‌گیاه اکوتیپ فریدونشهر، سه ماه قبل از انتقال نشاء به مزرعه خریداری شدند و در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، به تعداد کافی در محیط ۸۰ درصد کوکوپیت و ۲۰ درصد پیت ماس کاشته شدند. طول هر واحد آزمایشی، سه متر و عرض آن، دو متر بود و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت نشاها در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۷ در مزرعه صورت گرفت. به‌منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای آزمایشی و سایر مراحل اجرای آزمایش، فاصله‌ای به اندازه ۱/۵ متر بین بلوک‌ها و کرت‌های اصلی و یک متر بین کرت‌ها لحاظ شد. آبیاری به صورت قطره‌ای و با استفاده از نوارهای آبیاری انجام گرفت. مبارزه با علف‌های‌هرز به‌وسیله وجین کن و با دست در طول فصل زراعی انجام شد و پس از استقرار کامل نشاها (هشت برگی)، تیمارهای آبیاری اعمال شد. برای تعیین سطوح مختلف آبیاری، از روابط ارائه شده توسط Behera and Panda (2009) استفاده شد در این روش، برنامه زمان‌بندی آبیاری بر اساس درصد تخلیه آب خاک در منطقه ریشه است. مقدار آب خاک با استفاده از دستگاه انعکاس سنجی زمانی (TDR[1]) در عمق گفته شده تعیین و از منحنی‌های کالیبراسیون رطوبتی خاک برای تعیین رابطه بین مقدار عددی ارائه شده توسط دستگاه و مقدار حجمی رطوبت خاک استفاده شد.

به‌منظور بررسی علمی تأثیر تیمارهای اعمال شده، برداشت نهایی در گلدهی کامل انجام گرفت. بدین منظور، بوته‌ها از فاصله پنج سانتی‌متری سطح خاک و با رعایت حذف اثر حاشیه‌ای به اندازه یک متر مربع کف‌بر شدند و جهت اندازه‌گیری صفات مورد بررسی به آزمایشگاه انتقال یافتند. بعد از برداشت، عملکرد تر اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد و سپس نمونه‌ها سایه خشک شدند. در محله بعدی، نمونه‌های خشک شده به‌طور کامل آسیاب شدند و برای اندازه‌گیری صفات کیفی علوفه‌ای به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع منتقل شدند. اندازه‌گیری صفات با استفاده از دستگاه طیف سنجی مادون قرمز (NIR[2]) و با روش ارائه شده توسط Jafari *et al.* (2003) انجام گرفت. صفات علوفه‌ای اندازه‌گیری شده با این دستگاه شامل

[1] Time-Domain Reflectometer
[2] Near Infrared Spectroscopy

درصد ماده خشک قابل هضم (DMD[1])، درصد قندهای محلول در آب (WSC[2])، درصد پروتئین خام (CP[3])، درصد دیواره سلولی منهای همی سلولز یا درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF[4])، درصد خاکستر کل[5] (ASH)، درصد فیبر خام (CF[6]) و درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF[7]) بود.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، بر اساس روش تجزیه واریانس، از برنامه آماری SAS[8] (version 9.3) و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel 13.0 استفاده شد و همچنین مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون LSD[9] در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر برگ، ساقه و کل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که وزن تر برگ، ساقه و کل زرین گیاه، تحت تأثیر کاربرد رژیم‌های کودی در شرایط تنش کم‌آبی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). علت عدم وجود تفاوت در نسبت برگ به ساقه را می‌توان به تأثیر تقریباً یکنواخت تنش اعمال شده بر تجمع ماده خشک و کاهش وزن در کلیه اندام‌های هوایی گیاه نسبت داد. جدول مقایسه میانگین برهمکنش رژیم کودی و رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیشترین وزن تر برگ با ۱۷۹۷ کیلوگرم در هکتار، در شرایط تنش ملایم و با کاربرد کود شیمیایی اوره به‌دست آمد (جدول۴) وبیشترین وزن تر ساقه برگ از تیمارهای کود شیمیایی در شرایط تنش ملایم و کاربرد کود زیستی نیتروکسین در شرایط تنش شدید به‌ترتیب با ۱۱۶۱ و ۱۰۵۰ کیلوگرم در هکتار تولید شد (جدول ۴). در بررسی جدول مقایسه میانگین برهمکنش عوامل مورد بررسی، مشاهده شد که کاربرد کود شیمیایی اوره در شرایط تنش کم‌آبی ملایم با میزان زیست‌توده ۲۹۵۷ کیلوگرم در هکتار، بیشترین وزن تر کل را تولید کرد (جدول ۴).

به دلیل این‌که وزن تر کل در گیاهان دارویی، همبستگی مثبتی با عملکرد اسانس دارند، بنابراین باید در مرحله اول ،تولید زیست‌توده بیش‌تر با هدف افزایش عملکرد اقتصادی مدنظر قرار بگیرد (Ramezan & Abbaszadeh, 2016). زرین گیاه برای تولید حداکثر زیست‌توده، پاسخ مثبتی به شرایط تنش ملایم می‌دهد و همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، در شرایط تنش کم‌آبی ملایم، عملکرد بالاتری نسبت به شرایط آبیاری مطلوب داشت و نسبت به شرایط مطلوب، ۱۲ درصد (۲۱۰ کیلوگرم در هکتار) وزن تر کل بیش‌تری تولید کرد (جدول ۴). افزایش تولید زیست‌توده در شرایط تنش ملایم و کاربرد کود شیمیایی اوره و نیتروکسین را می‌توان به در دسترس بودن اوره در شرایط رشدی گیاه و ایجاد رابطه همزیستی نیتروکسین و در ادامه، تثبیت نیتروژن به وسیله آن و در اختیار قرار دادن نیتروژن در دسترس گیاه نسبت داد. جدول همبستگی صفات مورد آزمایش نشان داد که وزن تر ساقه با وزن تر برگ (r=0.63**) و وزن تر کل (r=0.82**) و همچنین وزن تر برگ با وزن تر کل (r=0.80**) همبستگی مثبت و معنی‌داری را داشت (جدول ۵).

ماده خشک قابل هضم

بر اساس جدول تجزیه واریانس، برهمکنش رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد روی ماده خشک قابل هضم داشتند (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم کودی با تنش کم‌آبی نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم، در تیمار آزوکمپوست در شرایط تنش کم‌آبی متوسط با ۵۷/۸ درصد تولید شد (جدول ۴). افزایش درصد ماده خشک قابل هضم به نسبت محتویات داخل سلول مانند کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول که قابلیت هضم بالایی دارند، به دیواره سلولی بستگی دارد و عوامل محیطی مانند

[1] Dry Matter Digestibility
[2] Water Soluble Carbohydrates
[3] Crude Protein
[4] Acid Detergent Fiber
[5] Total ASH
[6] Crude fiber
[7] Neutral detergent fiber
[8] Statistical Analysis System
[9] Least Significant Difference

تنش، دما، خاک و ... بر قابلیت هضم تأثیر دارند (Mehdinejad *et al.,* 2017). بنابراین افزایش درصد ماده خشک قابل هضم را می‌توان به جذب عناصر غذایی در صورت تغذیه یا آزوکمپوست و در نتیجه آن افزایش کربوهیدارت‌های محلول و افزایش پروتئین در شرایط تنش کم‌آبی متوسط نسبت داد که با نتایج Fateh *et al.* (2008) مطابقت دارد. درصد ماده خشک قابل هضم، با الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (r=-0.95**) و فیبر خام (r=-0.59**)، همبستگی معنی دار و منفی داشت، درحالی‌که با الیاف نامحلول در شوینده خنثی (r=0.35**)، همبستگی معنی‌دار و مثبت نشان داد (جدول ۵) که با نتایج Ward *et al.* (2001) مطابقت دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از صفات زرین گیاه، تحت تأثیر رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی

Table 3. Variance analysis of some *Dracocephalum kotschyi* Boiss traits affected by fertilizer and water deficit stress.

S.O.V	d.f	Mean squares										
		Leaf fresh weight	Stem fresh weight	Total biomass	Leaf to stem	Digestible dry matter	Ash	Crude fiber	Crude protein	Acid detergent fiber	Water soluble carbohydrate	Neutral detergent fiber
Block	2	165416	37102	679546	0.077	57.27	0.129	39.13	5.29	15.44	4.77	20.05
Water deficit stress (S)	3	312483**	124674**	814119**	0.048^{ns}	178.19**	0.873**	115.47**	48.21**	37.60*	103.14**	57.21**
Main error	6	65026	12785	45448	0.209	145.12	0.279	16.27	1.38	45.68	17.86	2.27
Fertilizer regimes (F)	4	395656**	174438**	891609**	0.067^{ns}	53.03^{ns}	0.275^{ns}	10.57^{ns}	2.40^{ns}	14.83^{ns}	9.47**	10.85^{ns}
S*F	12	201138**	78177**	641969**	0.047^{ns}	80.03*	0.452*	18.64*	2.32^{ns}	34.44*	5.73**	15.60**
Error	32	24950	9099	50716	0.077	35.97	0.163	8.38	1.13	12.53	1.47	5.09
C.V (%)		17.02	14.24	13.54	18.57	11.71	4.43	11.21	6.08	11.77	6.83	4.97

ns ، * و **: به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

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

خاکستر کل

برهمکنش رژیم های تغذیه‌ای و تنش کم‌آبی، تأثیر معنی‌داری روی خاکستر کل در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین برهمکنش رژیم کودی و تنش کم‌آبی نشان داد که در صد خاکستر کل در شرایط تنش کم‌آبی شدید با کاربرد اوره و عدم استفاده از کود با ۱۰ درصد خاکستر، بیشتر از سایر تیمارها بود و با تیمارهای کاربرد آزوکمپوست و بدون استفاده از کود در شرایط آبیاری مطلوب اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). افزایش خاکستر در شرایط آبیاری مطلوب و استفاده از سیستم کودی آزوکمپوست می‌تواند به‌دلیل استفاده بهتر از منابع محیطی و تغذیه‌ای باشد که با افزایش جذب عناصر غذایی، درصد خاکستر افزایش می‌یابد. جدول همبستگی صفات مورد بررسی نشان داد که خاکستر کل با صفت الیاف نامحلول در شوینده خنثی، همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=0.39**) داشت (جدول ۵). با توجه به این‌که در صد خاکستر، در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است، بنابراین در شرایط تنش کم‌آبی، جذب این مواد توسط ریشه کاهش می‌یابد.

فیبر خام

جدول تجزیه واریانس نشان داد که رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی توانستند فیبر خام را در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر قرار دهند (جدول ۳). بیشترین درصد فیبر خام، از تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط تنش کم‌آبی ملایم با ۳۱/۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). جدول همبستگی صفات مورد بررسی نشان دادند که فیبر خام با پروتئین خام (r=-0.65**)، ماده خشک قابل هضم (r=-0.59**) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (r=-0.46**)، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت، اما با الیاف نامحلول در شوینده خنثی (r=0.67**)، همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). از آن‌جا که فیبر خام شامل مواد غیرقابل هضم علوفه مانند لیگنین، سلولز و همی‌سلولز است، بالابودن آن سبب کاهش محتوی انرژی علوفه می‌شود (Saha *et al.,* 2010). بالابودن درصد فیبر خام در گیاهان در شرایط تنش، به دلیل کاهش ساخته

شدن دیواره سلولی است (Kramer, 1983).

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی از صفات زرین گیاه تحت تأثیر برهمکنش رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی

Table 4. Mean comparison of some *Dracocephalum kotschyi* Boiss traits affected by interaction of fertilizer regimes and water deficit stress

Treatments		Leaf fresh weight (kg ha^{-1})	Stem fresh weight (kg ha^{-1})	Total biomass (kg ha^{-1})	Digestible dry matter (%)	Ash (%)	Crude fiber (%)
Optimal irrigation	Urea	840 e-i	744 b-d	1488 g-h	57.8 ab	9.3 bc	25.2 c-e
	Nitroxin	1001 c-f	863 b	2012 b-d	56.4 a-d	9.3 bc	26.3 c-e
	Vermicompost	1032 c-e	614 c-f	1646 d-f	55.8 a-e	8.8 cd	28.3 a-c
	Azocompost	655 i-j	491 fg	1197 g-i	54.9 a-e	9.6 ab	27.2 a-d
	No fertilizer	1238 bc	616 c-f	2240 bc	56.8 a-c	9.4 a-c	26.2 c-e
Mild water deficit stress	Urea	1797 a	1161 a	2957 a	49.7 a-e	9.1 bc	30.8 ab
	Nitroxin	1110 b-d	682 c-e	1902 cd	46.8 d-f	9.0 b-d	28.0 a-d
	Vermicompost	997 c-f	841 b	2157 bc	46.4 ef	9.0 c-d	31.5 a
	Azocompost	671 h-j	532 f-g	1142 hi	47.1 c-f	9.1 b-d	28.9 a-c
	No fertilizer	907 d-h	566 e-g	1473 f-h	56.8 a-d	8.4 d	27.7 a-d
Moderate water deficit stress	Urea	903 d-h	409 g	1040 i	46.9 c-e	8.9 cd	24.4 c-e
	Nitroxin	832 e-h	636 c-f	1403 f-i	38.0 f	9.0 b-d	27.9 a-d
	Vermicompost	734 g-j	584 ef	1497 f-h	58.0 a	8.9 c-d	21.7 ef
	Azocompost	739 f-j	512 fg	1393 f-i	58.7 a	9.1 b-d	17.6 f
	No fertilizer	520 j	583 ef	1478 f-h	46.9 c-f	8.7 cd	25.8 c-e
Severe water deficit stress	Urea	1040 c-e	770 cb	1894 c-e	48.8 a-e	10.0 a	25.1 c-e
	Nitroxin	1331 b	1050 a	2381 b	49.5 a-e	9.1 bc	21.8 ef
	Vermicompost	590 ij	599 d-f	1279 f-i	48.9 a-e	8.9 b-d	25.3 c-e
	Azocompost	701 g-j	540 e-g	1153 g-i	47.9 b-f	8.9 cd	23.4 de
	No fertilizer	920 d-g	605 d-f	1525 e-g	51.6 a-e	10.0 a	23.2 de

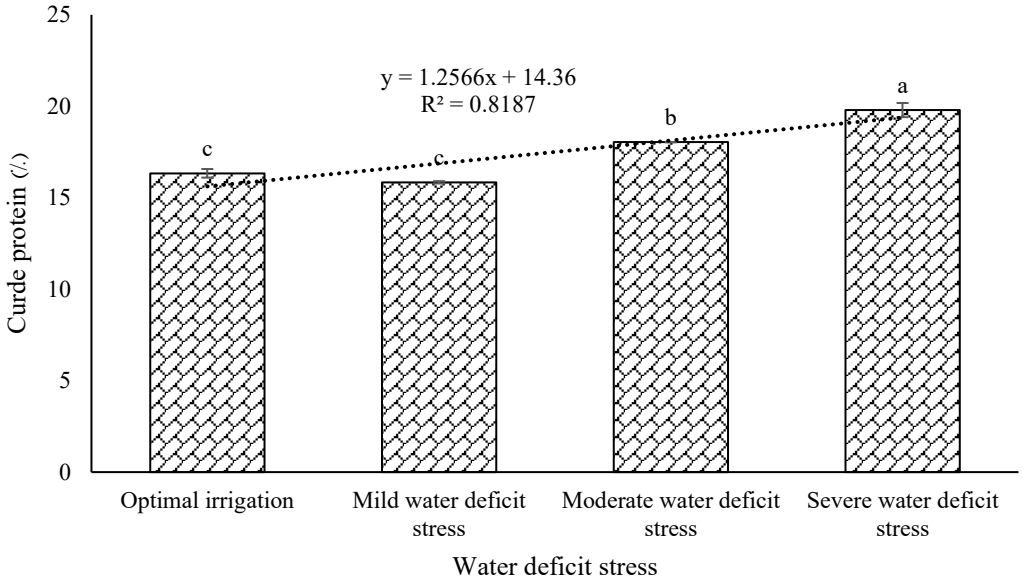
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان ندارند.

Means with the same letters in the same column are not significantly different at the 1 % of probability level.

پروتئین خام

اثر متقابل رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی و اثر اصلی رژیم کودی نتوانستند پروتئین خام زرین گیاه را تحت تأثیر قرار دهند (جدول ۳)، درحالی‌که اثر اصلی تنش کم‌آبی در سطح احتمال یک درصد بر پروتئین خام معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین درصد پروتئین خام در شرایط تنش کم‌آبی شدید با ۱۹/۷۲ درصد به‌دست آمد (شکل ۱) و تنش کم‌آبی متوسط با ۱۸/۰۴ درصد در رتبه دوم قرار گرفت (شکل ۱). رگرسیون خطی سطوح مختلف تنش کم‌آبی نشان داد که با کاهش میزان آب مصرفی (کاهش ۲۰ درصدی آب قابل استفاده گیاه در هر سطح تنش)، ۱/۲۷ درصد به درصد پروتئین خام گیاه زرین گیاه اضافه شد (شکل ۱). پروتئین خام با فیبر خام همبستگی منفی و معنی‌دار (r=-0.65**) و با الیاف نامحلول در شوینده خنثی همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=0.62**) داشت (جدول ۵). محققان نشان دادند که درصد پروتئین در شرایط دیم و تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری

مطلوب افزایش پیدا می‌کند (Weichenthal *et al.*, 2004; Ortega-Ochoa, 2005). زمانی که تنش کم‌آبی اتفاق می‌افتد، شدت تنفس افزایش می‌یابد و جذب مواد کاهش پیدا می‌کند، در نتیجه هیدرات‌های کربن ذخیره شده کم می‌شوند و پروتئین افزایش می‌یابد (Normohamadi *et al.*, 2000). این نتایج با پژوهش‌های Nielsen *et al.* (2006) و Berenger & Faci (2000) مطابقت دارد.



شکل ۱- تأثیر تنش کم‌آبی روی پروتئین خام (حروف مشترک نشان از عدم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد)

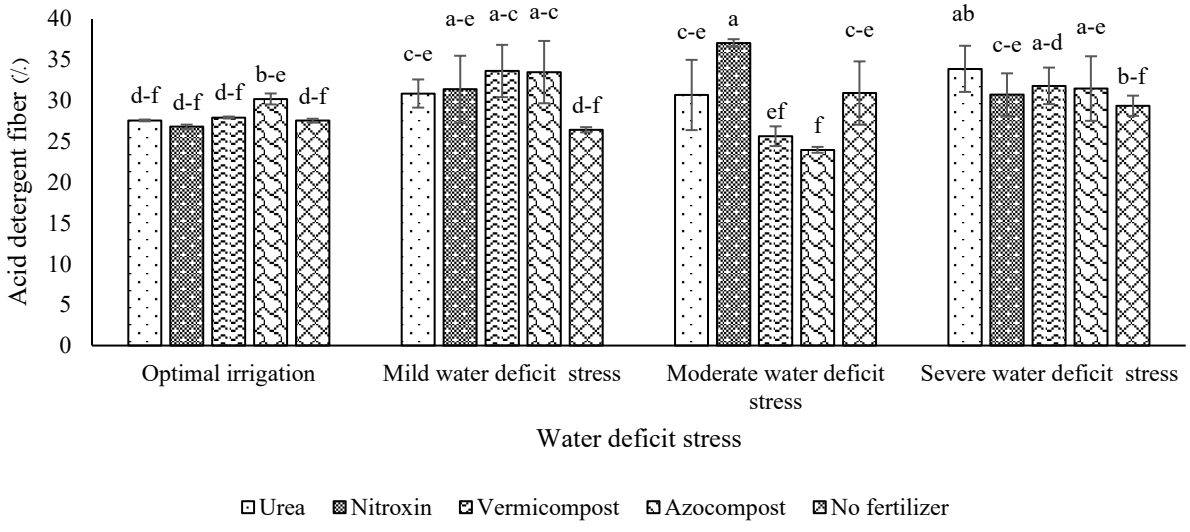
Figure 1. Effect of water deficit stress on crude protein (similar letters indicate non significant differences at 1% of probability level).

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، تحت تأثیر برهمکنش رژیم کودی و تنش کم‌آبی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش رژیم‌های کودی و تنش کم‌آبی نشان داد که بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، از کاربرد نیتروکسین در شرایط تنش کم‌آبی متوسط (۳۷ درصد) به‌دست آمد، اما با کاربرد نیتروکسین، ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست در شرایط تنش کم‌آبی ملایم و کاربرد اوره، ورمی‌کمپوست و آزوکمپوست در شرایط تنش کم‌آبی شدید، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). جدول ضرایب همبستگی صفات نشان داد که الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، همبستگی معنی‌دار و منفی با صفت ماده خشک قابل هضم (r=-0.95**) و همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات قندهای محلول در آب (r=0.28**) و فیبر خام (r=0.67**) داشت (جدول ۵).

قندهای محلول در آب

اثر برهمکنش رژیم کودی و تنش کم‌آبی بر قندهای محلول در آب در سطح احتمال یک درصد تحت معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش رژیم کودی و تنش کم‌آبی نشان داد که بیشترین درصد قندهای محلول در آب، از عدم استفاده از کود در شرایط تنش کم‌آبی متوسط (۲۲/۰۶ درصد) به‌دست آمد (شکل ۳)، درحالی‌که با تیمارهای استفاده از کود شیمیایی اوره و کود زیستی نیتروکسین در شرایط تنش کم‌آبی متوسط و کاربرد کود زیستی نیتروکسین در شرایط تنش کم‌آبی ملایم، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳).



شکل ۲- تأثیر برهمکنش رژیم‌های تغذیه‌ای با تنش کم‌آبی روی الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد)

Figure 2. Interaction effect of fertilizers regimes and water deficit stress on acid detergent fiber (similar letters indicate non significant differences at 5% of probability level).

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات موردبررسی

Table 5. Correlation coefficients between studied traits.

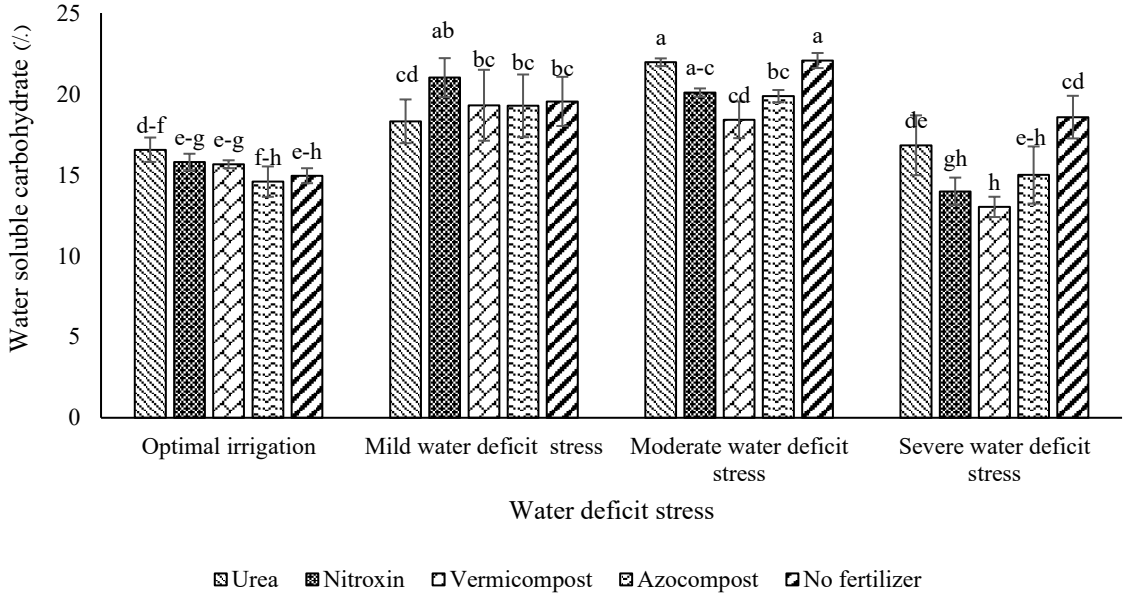
Traits	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Total biomass (A)	1.00										
Leaf fresh weight (B)	0.80**	1.00									
Stem fresh weight (C)	0.82**	0.63**	1.00								
Leaf to stem (D)	-0.02	-0.04	-0.12	1.00							
Crude protein (E)	-0.05	-0.02	0.04	-0.09	1.00						
Digestible dry matter (F)	0.08	0.05	0.02	0.05	0.01	1.00					
Acid detergent fiber (G)	-0.05	-0.05	0.04	-0.07	-0.04	-0.95**	1.00				
Water soluble carbohydrate (H)	-0.18	-0.06	-0.24	0.12	-0.18	-0.43**	0.28*	1.00			
Ash (I)	0.08	0.13	0.07	-0.29*	0.35**	0.08	0.02	-0.07	1.00		
Crude fiber (J)	0.15	0.14	0.12	0.09	-0.65**	-0.59**	0.67**	0.22	-0.18	1.00	
Neutral detergent fiber (K)	0.05	-0.01	0.17	-0.04	0.62**	0.35**	-0.19	-0.49**	0.39**	-0.46**	1.00

* و **: معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد.

* and **: significant correlation in 5% and !5 of probability levels.

در بررسی اثر اصلی سطوح مختلف تنش کم‌آبی مشاهده شد که درصد قندهای محلول در آب، از آبیاری مطلوب تا تنش کم‌آبی متوسط رو به افزایش بود، به‌طوری‌که از ۱۵/۵۱ در صد به ۲۰/۴۸ در صد در شرایط تنش متو سط ر سید (شکل ۳)، اما با افزایش سطح تنش به تنش کم‌آبی شدید، میزان درصد ق ند های محلول در آب کاهش پ یدا کرد و به نظر می‌ر سد که گیاه در سطوح بالای تنش، توانایی مقابله با شرایط تنش را نداشت. قندهای محلول در آب با الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (r=0.28**)، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با الیاف نامحلول در شوی ینده خنثی (r=-0.49**) همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (جدول ۵). گیاهان برای سازگاری به شرایط تنش کم‌آبی، پاسخ‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مورفولوژیکی مختلفی می‌دهند (Farooq *et al.,* 2009; Mirzaee *et al.,* 2013). در شرایط تنش، افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب، باعث حفظ تورژسانس سلول‌های برگ، حفاظت غشای سلولی و بازداری از تخر یب پروتئین ها می‌شود؛ همچنین از طریق تأمین انرژی مورد نیاز گیاه، از مرگ حتمی آن جلوگیری می‌کند (Xue *et al.,* 2008). گزارش شده است که کربوهیدرات‌های محلول، در

تنظیم اسمزی و مکانیسم‌ها حفاظتی نقش دارند و قندهای محلول در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد (Kamali *et al.,* 2012).یکی از سازوکارهای سازگاری که گیاه در برابر تنش کم‌آبی از خود بروز می‌دهد، تنظیم اسمزی می‌باشد که با تجمع مواد محلول، سبب حفظ تورژسانس سلول‌ها در پتانسیل‌های پایین آب می‌باشد. کربوهیدرات‌ها نقش اصلی را در تنظیم اسمزی بازی می‌کنند؛ به همین دلیل در شرایط تنش کم‌آبی در گیاه، مقدار کربوهیدرات‌ها بیشتر شد. پاسخ گیاهان به تنش خشکی، به شدت، مدت و مرحله وقوع تنش بستگی دارد (Barnabas *et al.,* 2008). در سطوح بالاتر تنش، احتمال تخریب دیواره سلولی بالاتر می‌رود و در نتیجه می‌توان شاهد کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب شد. بنابراین کربوهیدرات های محلول در آب در شدت‌های بالاتر تنش، کاهش پیدا کرد که با نتایج Faroog *et al.* (2009) مطابقت داشت.



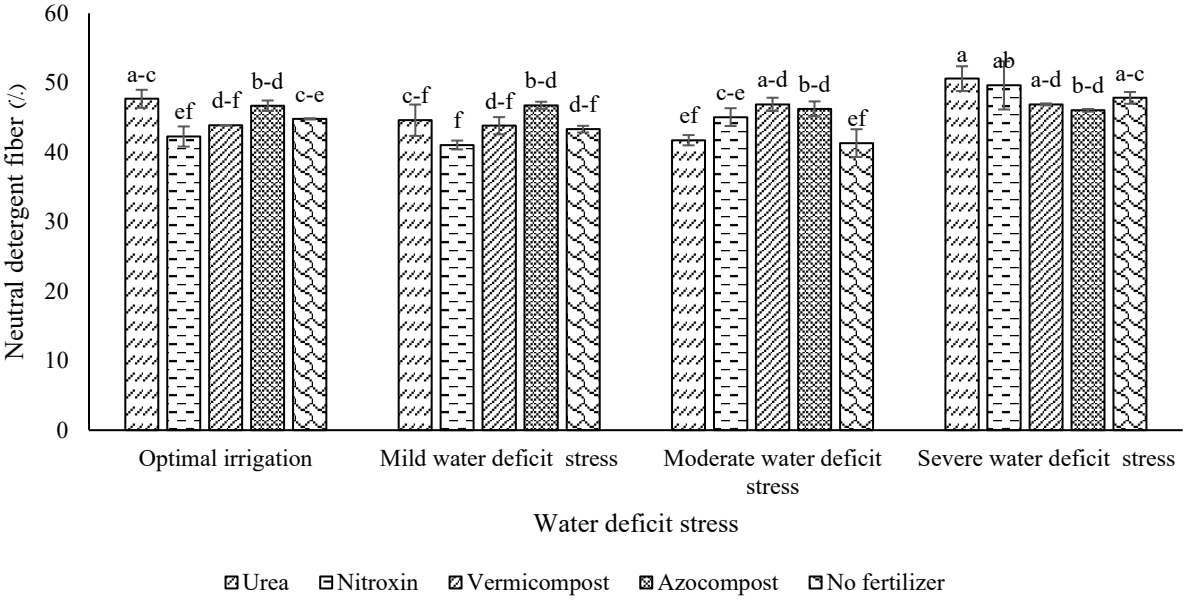
شکل ۳ برهمکنش رژیم‌های تغذیه‌ای و تنش کم‌آبی روی کربوهیدرات‌های محلول در آب (حروف مشترک، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند)

Figure 3. Interaction effect of fertilizer regimes and water deficit stress on water soluble carbohydrate (similar letters indicate non significant differences at 1% of probability level).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) که در واقع همان دیواره سلولی می‌باشد، پتانسیل مصرف علوفه توسط دام را نشان می‌دهد و گیاهی که NDF پایین‌تری داشته باشد، برای دام خوشخوراک‌تر است (Contreras *et al.,* 2009). بر اساس جدول تجزیه واریانس، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، تحت تأثیر برهمکنش رژیم کودی و تنش کم‌آبی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش رژیم کودی با تنش کم‌آبی نشان داد که بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، از کاربرد کود اوره در شرایط تنش کم‌آبی شدید به‌دست آمد (شکل ۴)، اما با تیمارهای نیتروکسین، ورمی‌کمپوست و عدم کاربرد کود در شرایط تنش مشابه، ورمی‌کمپوست در شرایط تنش کم‌آبی متوسط و کاربرد اوره در شرایط آبیاری مطلوب، تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). کم‌ترین درصد الیاف، به تیمارهای ورمی‌کمپوست، آزوکمپوست و نیتروکسین در شرایط تنش کم‌آبی شدید و کابرد آزوکمپوست و عدم استفاده از کود در شرایط آبیاری مطلوب تعلق داشت (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد که آزوکمپوست، شرایط تنش کم‌آبی شدید را تا حدودی کاهش داده

است تا گیاه بتواند در شرایط مواجهه، NDF پایین‌تری تولید کند؛ پایین بودن NDF نشان‌دهنده خوشخوراکی گیاه می‌باشد. همچنین در بررسی سطوح محتلف تنش کم‌آبی مشاهد شد که هر چه سطح تنش کم‌آبی بیشتر بود و گیاه در معرض شـــرایط کم‌آبی بیشـــتری قرار گرفت، درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی نیز بالا رفت (شـــکل ۴). در شـــرایط آبیاری مطلوب، به دلیل آبدار شدن سلول‌ها، تکامل و گسترش سلول‌ها کم‌تر شـد و مقدار NDF و ADF کاهش یافت که نتیجه آن، افزایش کیفیت علوفه می باشـــد. الیاف نامحلول در شـــوینده خنثی، همبســـتگی مثبت و معنی‌داری با پروتئین خام (r=0.62**)، ماده خشـــک قابل هضـــم (r=0.35**) و خاکستر کل (r=0.39**) داشت، ولی با قندهای محلول در آب (r=-0.49**) و فیبر خام (r=-0.46**)، همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵).



شکل ۴- برهمکنش رژیم‌های تغذیه‌ای و تنش کم‌آبی روی الیاف نامحلول در شوینده خنثی (حروف مشترک، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد)

Figure 4. Interaction effect of fertilizer regimes and water deficit stress on neutral detergent fiber (similar letters indicate non significant differences at 1% of probability level).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشـــان داد که زرین گیاه، به‌دلیل داشـــتن نزدیک به ۲۰ درصـــد پروتئین خام می‌تواند گزینه مناسبی به‌عنوان مکمل در جیره غذایی دام قرار باشد. بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم از کاربرد آزوکمپوســـت در شـــرایط تنش‌کم‌آبی متوســـط (۵۷/۸ درصد) به‌دست آمد و درصد قندهای محلول در آب در تیمارهایی با سیستم‌های تغذیه‌ای اوره، نیتروکسین و عدم استفاده از کود در شرایط تنش کم‌آبی متوسط و تیمار نیتروکســـین در شـــرایط تنش کم‌آبی ملایم به بیشـــترین میزان خود رســـید. با توجه به نتایج این پژوهش، زرین گیاه توانســـت شـــرایط تنش‌کم‌آبی را تحمل کند. با توجه به این‌که علاوه بر انتخاب علوفه‌ای با کیفیت بالا، باید به تولید اندام هوایی مناســـب نیز توجه شود، کاربرد کود شیمیایی اوره در شرایط تنش ملایم با ۳۲ درصـــد تولید بیشـــتر نســـبت به شـــاهد، به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

REFERENCES

1. Abdi, A., (2008). Evalution of red plant biodiversity in Markazi province. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(1), 50-74. (In Persian)
2. Albayrak, S., M. Turk, O. Yuksel, & Yilmaz, M. (2011). Forage yield and the quality of perennial legume-grass mixtures under rainfed conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 114-118.
3. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Kumar, A., Naqvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 36(14), 1737-1746.
4. Barker, A. V. & Bryson, G. M. (2006). Comparisons of compost with low or high nutrient status for the growth of plants in containers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 37, 1303-1319.
5. Barnabas, B., Jager, K. & Feher, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant Cell Environ,* 31, 11–38.
6. Behera S. K., & Panda R. K. (2009). Effect of fertilization and irrigation schedule on water and fertilizer solute transport for wheat crop in a sub-humid sub-tropical region. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 130, 141-155.
7. Behrooz, E., Rahmanian, M., Heidarpour, O. & Shahriari, M. H. (2017). Effect of vermicompost and spent mushroom compost on the nutrient and essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants,* 20(5), 1283-1292.
8. Chen, J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and /or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *International Workshop on Sustained Management of the Soil–Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use,* 11, 16-20.
9. Contreras-Govea, F. E., Muck, R. E., Armstrong, K. L. & Albrecht, K. A. (2009). Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology*, 150, 1-8.
10. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development,* 29, 185– 212.
11. Fateh, E. (2008). *Effects of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of Globe artichoke (Cynara scolymus),* Ph.D. thesis, University of Tehran.
12. Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A. & Walsh, E. K. (2003). A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. *Irish journal of agricultural and food research,* 42, 293-299.
13. Kabirinegad, S. H., Abtahi, A. & Hodji, M. (2009). Short term effects of compost fertilizer on fertigation and concentration of cadmium and iron in two calcareous soils and corn. *Proceedings of the Eleventh Iranian Soil Science Congress, Gorgan,* 1245-1247. (In Persian)
14. Kamali, M., Goldani, M., & Farzaneh, A. (2012). The effect of that different irrigation levels on growth parameters and photosynthesis and hydrogen peroxide in *Amaranthus tricolor*. *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology),* 26, 318-309. (In Persian)
15. Kramer, P. J. (1983). Water relation of plants. Academic press, New York.
16. Krishnamoorthy, R. V. & Vajrabhiah, S. N. (1986). Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promoter levels in casts. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences,* 95, 341‑351.
17. Mehdinejad, N., Mohammakhani, M. & Fakheri, B. A. (2017). The effect of foliar application manganese on quantitative and qualitative traits of barley (*Hordeum vulgare*). *Journal of Agronomy and Plant Breeding,* 13(4), 13-29. (In Persian)
18. Minson, D. J. (1990). *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, 734 Pp.
19. Mirzaee, M., Moieni, A. & Ghanati, F. (2013). Effects of drought stress on the lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in two canola (*Brassica napus* L.) cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 1, 593-602.
20. Mozafarian, V. (2003). *Dictionary of Iranian Plant Name*. Farhang Moaser, 740Pp. (In Persian)
21. Mozafarian, V. (2015). *Identification of medicinal and aromatic plants of Iran*. Farhang Moaser, 1444Pp. (In Persian)
22. Nielsen, D. C., Vigil, M. F. & Benjamin, J.G. (2006). Forage yield response to water use for dry land corn, millet and triticale in the central Great Plains. *Agronomy Journal,* 98, 992-998.
23. Normohamadi, G h., Siyadat, S. A. & Kashani, A. (2000). *The cultivation of crops*. First volume. Shahid Chamran University Press. 446Pp.
24. 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*. Ph.D. Thesis.
25. Pabby, A., Prasana, R. & Singh, P. K. (2003). Azolla-anabaena symbiosis- from traditional agriculture to biotechnology. *Indian Journal of Biotechnology,* 2, 26-37.

26. Ramezan, G. & Abbaszadeh, B. (2016). The effect of drought stress on yield, content and percentage of essential oil of *Nepeta pogonosperma* Jamzad e Assadi under different plant density. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 31(6), 1071-1085. (In Persian)
27. Saeid-Nejad, A. H., Rezvani-Moghaddam, P. Khazaeii, H. R. & Nasiri-Mahallati, M. (2012). Effect of organic fertilizers, bio-fertilizers and chemical fertilizers on the dry matter digestibility and crude protein of forage sorghum (Speedfeed cv). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9(4), 623-630. (In Persian)
28. Saha, U. K., Sonon, L. S., Hancock, D. W., Hill, N. S., Stewart, L., Heusner, G. L. & Kissel, D. E. (2010). Common terms used in animal feeding and nutrition. *The University of Georgia, College of Agriculture and Environmental. Sciences, Virginia, USA*.
29. Soroori, S., Moghaddam, M. & Hashemi Moghaddam, H. (2014). Effect of N fertilizer of different levels and cultivated density on yield and essential oil content on Moldavian dragonhead. *Journal of Crops Improvment*, 15(4), 179-194. (In Persian)
30. Srinivas, P., Vijaya-Padma, S. S., Pandu-Sastry, K. & Sunitha-Devi, K. B. (2017). Analysis the Effect of Fly Ash and Vermicompost Combination on Herb Yield, Oil Content and Oil Composition of Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* Nees). *International Journal of Pure and Applied Bioscience,* 5(4), 1710-1717.
31. Tahmasebi, D., Zarghami, R., Azghandi, A. V. & Chaichi, M. (2011). Effects of nanosilver and nitroxin biofertilizer on yield and yield components of potato minitubers. *International Journal of Agriculture and Biology,* 13, 986–990.
32. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant Soil*, 255(2), 571-586.
33. Ward, J. D., Redfearn, D. D., McCormick, M. E. & Cuomo, G. J. (2001). Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. *Journal of Dairy Science***,** 84, 177-182.
34. Weichenthal, B. A., Baltensperger, D. D. & Voge, K. P. (2004). *Feed values for annual forages in Western Nebraska*. http://digitalcommons. unl.edu/animalscinbcr/21.
35. Xue, G., Lynne McIntyre, C., Glassop, D. & Shorter, R. (2008). Use of expression analysis to dissect alterations in carbohydrate metabolism in wheat leaves during drought stress. *Plant Molecular Biology,* 67, 197–214.
36. Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S. A. M., Sefidkon, F., Ghalavand, A., Roshdi, M. & Safaralizadeh, A. (2011). Effect of biofertilizer, azocompost and nitrogen on morphologic traits and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. in two regions of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 29(2), 438-459. (In Persian)