



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷
صفحه‌های ۸۴-۶۷

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری

سمیه کرمی^۱، هاشم هادی^{۲*}، مهدی تاجبخش شیشوان^۳، سیدعلی محمد مدرس ثانوی^۴

۱. دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۴. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۰۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و زئولیت بر کلروفیل، عملکرد و کیفیت علوفه تاج خروس، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. عامل اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری در سه سطح آبیاری بعد از تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده و عامل فرعی حاصل از ترکیب دو عامل سطوح مختلف نیتروژن با چهار سطح صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و عامل سطوح مختلف زئولیت در دو سطح صفر و ۱۰ تن در هکتار بود. نتایج نشان داد که افزایش فواصل آبیاری، به ویژه آبیاری بعد از تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده، منجر به کاهش کلروفیل (۳۷ درصد)، عملکرد خشک علوفه (۴۰ درصد)، ماده خشک قابل هضم (۱۸ درصد)، پروتئین (۱۷ درصد) و خاکستر (۱۶ درصد)، ولی باعث افزایش الیاف شوینده در محلول خنثی (۱۶ درصد) و اسیدی (۷ درصد) نسبت به تیمار آبیاری شاهد شد. اما، کاربرد زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری، منجر به افزایش محتوای کلروفیل، عملکرد خشک علوفه، ماده خشک قابل هضم، پروتئین و خاکستر و کاهش الیاف شوینده در محلول اسیدی و خنثی شد. در شرایط کمبود آب در خاک، همچنین در شرایط کاربرد زئولیت، مصرف بیش از ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تأثیری در عملکرد علوفه خشک نداشت. بنابراین، در صورت استفاده از زئولیت، کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، برای به دست آوردن عملکرد علوفه مناسب و با کیفیت تاج خروس کافی است.

کلیدواژه‌ها: پروتئین خام، تنش کم آبی، خاکستر، فتوستنر، ماده خشک قابل هضم.

۱. مقدمه

نقش تغذیه خوب گیاهی در مقاومت گیاهان به انواع تنش‌ها بر کسی پوشیده نیست. گیاهی که خوب تغذیه شده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت و در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. نیتروژن یکی از این عناصر است که به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرایندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان را محدود می‌کند.

عملکرد تاج خروس علوفه‌ای و ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن، به نحو چشم‌گیری تحت تأثیر کود نیتروژنه قرار می‌گیرد و به کارگیری کود نیتروژنه به افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه منجر می‌شود [۲۸ و ۱۶].

افزودن زئولیت به خاک، روشی دیگر از راه کارهای امکان‌پذیر، برای کاهش آثار کمبود آب بر تولید گیاهان زراعی است [۲۰]. زئولیت‌ها موادی هستند که به دلیل توانایی آبداری و پسابدگی که دارند، به عنوان تنظیم‌کننده آب عمل می‌کنند و می‌توان در شرایط کمبود رطوبت، از آن برای بهبود تعادل آب در خاک استفاده کرد [۲۲]. زئولیت‌ها قادر هستند تا ۶۰ درصد حجم خود، آب جذب کنند. این توانایی ناشی از تخلخل بالای آنهاست که از ساختمان بلوری آنها نشأت می‌گیرد [۳۰]. مشخص شده است که کاربرد زئولیت، ثابت ماندن مخزن آب در منطقه ریشه در طول دوران خشکی را تضمین کرده و به انتشار افقی آب در خاک کمک می‌کند [۳۰]. زئولیت علاوه بر بهبود تعادل آب در خاک، در بهینه‌سازی مصرف نیتروژن و کاهش مصرف کودهای نیتروژنه در تولید محصولات زراعی نقش دارد. همچنین با کاهش میزان آب شویی نیتروژن، در حفظ محیط‌زیست بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، از آنجایی که به کارگیری راه‌کارهایی برای افزایش میزان تولید در واحد سطح تاج خروس علوفه‌ای و شناسایی عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و کیفیت علوفه

گیاه تاج خروس^۱ متعلق به خانواده آماراتاسه^۲، که این خانواده دربرگیرنده گیاهان پرطاقت، علقی، سریع‌الرشد و شبه غله است [۳۲]. برخی از ارقام تاج خروس با دمای مطلوب پایین برای جوانه‌زنی، رشد سریع پس از جوانه‌زدن، استقرار سریع تاج پوشش، بلوغ زودرس، آب موردنیاز کم و تولید عملکرد وزن تر تا ۱۰۳ و ماده خشک ۱۵/۷ تن در هکتار هستند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ارزش غذایی تاج خروس، خوراک نشخوارکنندگان برابر یا بهتر از علوفه رایج مورد استفاده، مانند یونجه است. ترکیب مطلوب آن، سطوح نیترات و اسید اگزالیک کم و وزن خشک زیاد، نشان‌دهنده پتانسیل بالای این گیاه به عنوان خوراک نشخوارکنندگان است [۱۶].

خشکی در بین عوامل ایجادکننده تنش زای زنده و غیرزنده به‌تنهایی مسبب ۴۵ درصد از کاهش عملکرد گیاهان زراعی در نقاط مختلف جهان بوده است. تغییر شرایط آب و هوایی در چند دهه اخیر، منجر به کاهش میزان و توزیع بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان و از جمله خاورمیانه شده است. بنابراین، به نظر می‌رسد با توجه به تغییر الگوهای بروز خشکی، تغییر در راهکارهای مناسب برای کاهش اختلاف عملکرد واقعی و پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی در این مناطق لازم و ضروری است [۹].

مدیریت آبیاری می‌تواند در زمینه بهبود و یا افزایش عملکرد گیاهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مؤثر باشند. کم آبیاری، برنامه آبیاری خاصی است که در آن گیاهان به مقدار بهینه آبیاری می‌شوند. کم آبیاری روش مدیریتی زراعی است که رویاننده به صورت مدیریت شده، تنش آبیاری را برای افزایش راندمان آب و افزایش تولید محصول به‌زای آب مصرفی واحد اعمال می‌کند [۷].

1. Amaranth
2. Amaranthaceae

کوددهی بر اساس آزمایش خاک (جدول ۱) گرفت. در هر تکرار ۲۴ کرت ایجاد شد. زئولیت هنگام آماده سازی زمین با خاک مخلوط شد. نیتروژن از منبع کود اوره در دو نوبت (قبل از کاشت و ظهور برگ دوازدهم) استعمال شد. هر کرت شامل ۶ ردیف کشت به فاصله ۶۰ سانتی متر بود. طول هر ردیف ۵ متر و بین هر دو کرت نیز سه ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله بوته ها روی ردیف های کشت ۱۳ سانتی متر و تراکم نهایی برای تمام ارقام برابر و مساوی ۱۲۸ هزار بوته در هکتار بود [۴]. بذور تاج خروس (*Amaranthus hypochondriacus*) در هر دو سال به ترتیب در روزهای ۲۶ و ۲۸ اردیبهشت کشت شد. ثبت رطوبت خاک به وسیله دستگاه TDR و محاسبه میزان پتانسیل آب خاک توسط منحنی رطوبتی خاک به وسیله دستگاه صفحات فشاری برای پتانسیل های مختلف صورت گرفت. آبیاری همه کرت های آزمایشی، از روز کاشت تا اتمام مرحله گیاهچه ای یکسان و بعد تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده انجام می شد، ولی بعد از استقرار کامل گیاه تاج خروس، تیمار تنش اعمال شد. نحوه اعمال تیمار آبیاری بدین صورت بود که در تیمارهای آبیاری بعد از تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، به ترتیب بعد از اینکه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد از ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی تخلیه می شد، آبیاری انجام می گرفت تا میزان رطوبت تمام کرت ها دوباره تا حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی برسند. در مجموع تعداد دفعات آبیاری و مقدار آب مورد استفاده به ترتیب در تیمارهای آبیاری بعد از تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، ۱۸ بار آبیاری (۲۵۲ متر معکب در کل دوره رشد)، ۱۵ بار آبیاری (۲۱۰ متر معکب در کل دوره رشد) و ۱۳ بار آبیاری (۱۸۲ متر معکب در کل دوره رشد) بود.

آن از جمله آب آبیاری و نیتروژن ضروری است و از طرف دیگر تعیین میزان تأثیر زئولیت در جلوگیری از هدررفت این دو نهاده مهم از اهمیت زیادی برخوردار است، آزمایشی به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر کلروفیل، کیفیت و عملکرد خشک علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری اجرا شد.

۲. مواد و روش

به منظور بررسی سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و زئولیت بر کلروفیل، عملکرد خشک و کیفیت علوفه تاج خروس، آزمایشی به مدت دو سال به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با عامل اصلی سطوح مختلف آبیاری در ۳ سطح (آبیاری بعد از تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده) و عامل فرعی حاصل از ترکیب دو عامل سطوح مختلف نیتروژن با چهار سطح (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل سطوح مختلف زئولیت در دو سطح (صفر و ۱۰ تن در هکتار) در سه تکرار و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. به دلیل استفاده از سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در برخی از کرت های آزمایشی و احتمال باقی ماندن این مواد از سال نخست آزمایش و تحت تأثیر قرار گرفتن نتایج آزمایش سال دوم، قطعه زمین انتخاب شده برای کاشت، هر سال متفاوت انتخاب شد. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش هر دو سال در جدول ۱ آمده است. زئولیت کاربردی در این آزمایش که از شرکت افرندتوسکا تهیه شد، از نوع کلینوپتیلولیت و با نام تجاری آنزیمیت، با ترکیب شیمیایی SiO_2 (۶۶٪)، Al_2O_3 (۱۱/۴٪)، FeO_3 (۱/۶٪)، CaO (۱/۴۵٪)، MgO (۰/۹۷٪)، Na_2O (۲/۶۷٪)، K_2O (۱/۸۹٪) و SO_3 (۰/۳۳٪) بود.

جدول ۱. ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی (صفر - ۳۰ سانتی متری خاک)

سال	شن (%)	لائی (%)	رس (%)	بافت خاک	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	اسیدبته
۱۳۹۲	۶۸	۲۵	۷	لومی - شنی	۱/۳۴	۲/۳۲	۰/۱۳۴	۴۸	۳۴۱	۷/۲
۱۳۹۳	۷۳	۱۵	۱۱	لومی - شنی	۱/۱۱	۱/۹۰	۰/۱۰۷	۴۴	۳۲۳	۷

کم آبیاری بر عملکرد خشک علوفه: تجزیه واریانس مرکب نشان داد عملکرد خشک علوفه تحت تأثیر آثار اصلی، اثر سال، آثار متقابل کم آبیاری در زئولیت، کم آبیاری در نیتروژن و زئولیت در نیتروژن قرار گرفت. نتایج نشان داد که مصرف توأم زئولیت و نیتروژن در خاک باعث افزایش عملکرد علوفه تاج خروس شد. به طوری که با کاربرد ۱۰ تن زئولیت در هکتار در خاک‌هایی که مقدار صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن دارند، نسبت به کاربردی نبودن زئولیت، عملکرد خشک علوفه به ترتیب ۱۱، ۱۵، ۱۳ و ۱۳ درصد افزایش یافت (شکل ۱). شکل ۱ نشان می‌دهد که در شرایط استفاده از زئولیت، مصرف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند. بنابراین، در این شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن برای به دست آمدن حداکثر عملکرد علوفه خشک در این آزمایش مناسب است. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد زئولیت نه تنها در شرایط استفاده از نیتروژن، بلکه در شرایط استفاده نکردن از نیتروژن، به افزایش عملکرد علوفه منجر می‌شود. علت افزایش عملکرد علوفه در شرایط کاربرد توأم نیتروژن و زئولیت را می‌توان با افزایش ظرفیت نگهداری مواد غذایی و به‌ویژه نیتروژن، توسط زئولیت برای استفاده بیشتر و طولانی مدت برای گیاه توجیه کرد. ولی در این آزمایش کاربرد زئولیت بدون مصرف نیتروژن نیز عملکرد علوفه را به‌طور چشمگیری افزایش داد که این موضوع می‌تواند

پس از اعمال تیمارهای مورد نظر نمونه برداری از برگ‌های یکسان (جوان‌ترین برگ توسعه یافته)، برای اندازه‌گیری غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی صورت گرفت. برداشت نهایی به هنگام خمیری شدن دانه‌ها از سه ردیف وسط هر کرت با حذف حاشیه از دو سمت کرت از سطح یک مترمربع انجام گرفت و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری و ثبت شد. برای تعیین کیفیت علوفه بعد از خشک کردن نمونه‌ها (کل بوته شامل ساقه، برگ و گل آذین) و آسیاب کردن آن‌ها، با دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) اندازه‌گیری شد. همچنین، غلظت کلروفیل و کاروتنوئید توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (GBC-Cintra 6- Australia) و به روش آرنون [۱۷] انجام گرفت.

تمامی داده‌ها با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS 9.1 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای اطمینان از یکنواختی واریانس خطاها، آزمون یکنواختی بارتلت انجام شد و مقایسه میانگین صفاتی که واریانس خطایشان در دو سال متوالی کاشت با یکدیگر همگن بودند به صورت تجزیه مرکب و آن‌هایی که همگن نبودند تجزیه واریانس جداگانه انجام شد. مقایسات میانگین تمام صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمالی ۵ درصد صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در شرایط تنش

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری

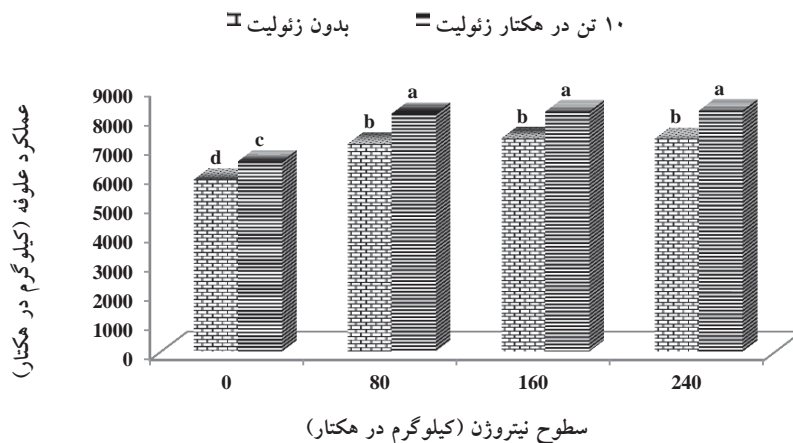
شده است که تخلیه آب به میزان ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه، وزن خشک کل بوته تاج خروس زراعی را به مقدار چشمگیری کاهش می دهد [۱۸]. مقدار آب در خاک برای رشد مطلوب هر گیاه دارای حدی بهینه است که به هر میزان از این حد کمتر و یا بیشتر شود، رشد گیاه را کاهش خواهد داد.

تنش خشکی در گیاه، با کاهش آب برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و افت فتوسنتز از یک سو و اثر بر فعالیت‌های آنزیمی و فرایندهای مربوطه از سوی دیگر، موجب افت عملکرد می شود [۱۱]. در این آزمایش نیز مشاهده شد که همبستگی مثبت و معنادار بین کلروفیل کل و عملکرد خشک علوفه ($r^2 = 0/98^{**}$) وجود دارد. بنابراین، یکی از مهم ترین دلایل کاهش عملکرد خشک علوفه، کاهش محتوای کلروفیل برگ در شرایط تنش کم آبی است.

به دلیل بهبود ساختمان خاک و وجود سایر عناصر غذایی موجود در ترکیب زئولیت باشد.

بررسی مقایسه میانگین کم آبیاری در زئولیت نشان می دهد که در شرایط استفاده نکردن از زئولیت، افزایش فواصل آبیاری به تخلیه بیشتر از ۴۰ درصد آب قابل استفاده، به کاهش عملکرد علوفه انجامید، به طوری که در تیمار آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، عملکرد علوفه به ترتیب ۲۴ و ۴۰ درصد کاهش یافت، ولی مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار، باعث افزایش عملکرد علوفه در تمام سطوح آبیاری شد. به طوری که مصرف زئولیت در شرایط آبیاری بعد تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده منجر به افزایش عملکرد خشک علوفه، به ترتیب به میزان ۵، ۱۷ و ۲۰ درصد شد (جدول ۲).

مطالعات متعددی نشان می دهند که کمبود آب در گیاهان یکی از عوامل مهم کاهش محصول است. گزارش



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد خشک تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در تجزیه مرکب دو ساله

جدول ۲. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی، عملکرد خشک و کلروفیل تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف ژئولیت در شرایط تنش کم آبیاری در تجزیه مرکب دو ساله

ژئولیت (ton/ha)	سطوح کم آبیاری	عملکرد خشک علوفه (kg/ha)	پروتئین خام (%)	خاکستر (%)	قندهای محلول در آب (%)	NDF (%)	کلروفیل b (mg g ⁻¹ FW)
۰	آبیاری بعد تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده	۸۷۶۹ b	۱۷/۵۰ ab	۱۱/۶۹ c	۱۴/۳۴ e	۳۳/۸۷ d	۰/۴۴۱ a
	آبیاری بعد تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده	۶۶۴۸ d	۱۵/۵۵ c	۱۰/۵۲ d	۱۵/۴۷ d	۳۶/۹۱ b	۰/۳۶۳ c
	آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده	۵۲۳۲ f	۱۴/۴۷ d	۹/۸۲ e	۱۵/۹۶ c	۳۹/۴۳ a	۰/۲۷۱ e
۱۰	آبیاری بعد تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده	۹۲۲۲ a	۱۷/۹۰ a	۱۲/۶۰ a	۱۴/۵۸ e	۳۳/۳۸ d	۰/۴۴۹ a
	آبیاری بعد تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده	۷۷۹۹ c	۱۷/۰۱ b	۱۲/۱۱ b	۱۶/۵۶ b	۳۳/۴۵ d	۰/۴۰۶ b
	آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده	۶۲۷۹ d	۱۶/۰۷ c	۱۱/۶۱ c	۱۷/۴۹ a	۳۵/۲۵ c	۰/۳۱۴ d

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

عملکرد علوفه تاج خروس افزایش می‌یابد، ولی افزودن نیتروژن بیش از این مقدار تأثیر چشمگیری در عملکرد علوفه ایجاد نمی‌کند. اما در تیمارهای آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، مصرف بیش از ۸۰ کیلوگرم نیتروژن تأثیر معناداری بر افزایش عملکرد علوفه تاج خروس ندارد (جدول ۳). در شرایط خشک و نیمه خشک، آب قابل استفاده گیاه، بازدهی نیتروژن مصرفی را تنظیم می‌کند زیرا یکی از ویژگی‌های مهم استفاده مؤثر از نیتروژن در گیاه، اثر متقابل این عنصر و برخی عوامل مؤثر بر رشد، از جمله رطوبت است. فراهمی آب، مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک شناخته شده و در اغلب گیاهان، در چنین شرایطی، پایین بودن نیتروژن در دسترس، فشار مضاعفی را در کاهش عملکرد دارد [۲۹].

گزارش‌های زیادی مبنی بر کاهش آثار تنش خشکی در گیاه با استفاده از ژئولیت وجود دارد. در آزمایشی که روی ذرت دانه‌ای انجام گرفت، مشاهده شد کاربرد ژئولیت در شرایط تنش کم آبی به منظور حفظ رطوبت اطراف محیط ریشه و صرفه‌جویی در مصرف آب مؤثر است [۱۲]. همچنین، در آزمایشی که بر کلزا انجام شد، مصرف ۵ و ۱۰ تن ژئولیت در هکتار نسبت به عدم کاربرد آن، به افزایش عملکرد دانه کلزا منجر شد [۱۰]. ژئولیت‌ها به دلیل تخلخل بالایشان، قادر هستند تا ۶۰ درصد حجم خود، آب جذب کنند [۳۰]. پس به دلیل این امر می‌توانند برای مدت بیشتری آب در اختیار ریشه گیاهان قرار دهند و در شرایط کاهش رطوبت به رشد بهینه گیاه کمک کنند.

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد خشک علوفه شد. به طوری که در شرایط بدون تنش، با افزایش نیتروژن تا ۱۶۰ کیلوگرم

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری

جدول ۳. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی، عملکرد خشک و کلروفیل تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش کم آبیاری در تجزیه مرکب دو ساله

سطوح کم آبیاری	نیتروژن (kg/ha)	عملکرد خشک علوفه (kg/ha)	الیاف نامحلول در شوینده خشتی (%)	کلروفیل b (mg g ⁻¹ FW)
آبیاری بعد تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده	۰	۷۳۴۲ c	۳۷/۲۶ bc	۰/۳۷۶ d
	۸۰	۹۳۳۱ b	۳۳/۱۹ ef	۰/۴۵۵ b
	۱۶۰	۹۶۲۵ a	۳۲/۱۶ fg	۰/۴۷۲ a
	۲۴۰	۹۶۸۵ a	۳۱/۸۷ g	۰/۴۷۷ a
آبیاری بعد تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده	۰	۶۲۰۱ d	۳۷/۹۱ b	۰/۳۹۹ e
	۸۰	۷۵۱۸ c	۳۴/۷۴ d	۰/۳۹۶ c
	۱۶۰	۷۵۹۲ c	۳۴/۰۰ de	۰/۴۰۲ c
	۲۴۰	۷۵۸۵ c	۳۴/۰۸ de	۰/۴۰۲ c
آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده	۰	۵۰۲۸ e	۳۹/۲۴ a	۰/۲۶۲ g
	۸۰	۵۹۹۵ d	۳۶/۶۳ c	۰/۳۰۱ f
	۱۶۰	۶۰۱۱ d	۳۶/۶۷ c	۰/۳۰۳ f
	۲۴۰	۵۹۸۸ d	۳۶/۸۲ c	۰/۳۰۳ f

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک و کلروفیل a تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سال‌های مختلف آزمایش

سال	عملکرد علوفه خشک (kg/ha)	کلروفیل a (mg g ⁻¹ FW)
سال ۱۳۹۲	۷۴۴۳ a	۰/۳۸۳ a
سال ۱۳۹۳	۷۲۰۷ b	۰/۳۶۵ b

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

بنابراین، میزان آب مورد استفاده طی دو سال یکسان بود. پس به نظر می‌رسد دلیل اختلاف عملکرد علوفه خشک در این دو سال، تفاوت دما و یا سایر عوامل محیطی باشد.

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری بر پروتئین خام: تجزیه واریانس مرکب نشان داد که پروتئین خام تحت تأثیر آثار اصلی و اثر متقابل کم آبیاری در زئولیت قرار گرفت. بررسی‌ها نشان

بررسی مقایسه میانگین اثر سال بر عملکرد خشک علوفه نشان می‌دهد که عملکرد خشک علوفه تاج خروس در دو سال متفاوت است (جدول ۴). رشد و نمو گیاهان تابع شرایط آب و هوایی، محیط رشد و بافت خاک است و تفاوت در هر کدام از این فاکتورها بر رشد و نمو گیاهان تأثیر خواهد گذاشت. در این آزمایش نیز با وجود تفاوت شرایط آب و هوایی در دو سال آزمایش، چون رطوبت خاک و میزان آب مصرفی اندازه‌گیری و کنترل می‌شد،

داد که در شرایط عدم استفاده از زئولیت، آبیاری بعد از تخلیه رطوبت تا ۶۰ و ۷۵ درصد نسبت به تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده، باعث کاهش پروتئین خام به ترتیب به میزان ۱۱ و ۱۷ درصد شد، ولی مصرف زئولیت در تیمارهای آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، منجر به افزایش پروتئین خام علوفه، به ترتیب به میزان ۹ و ۱۱ درصد شد (جدول ۲). کاهش پروتئین علوفه در شرایط تنش خشکی در گیاه ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای گزارش شده است [۵]. محققان بیان کرده‌اند که کاهش محتوای پروتئین تحت تنش خشکی در نتیجه واکنش پروتئین با رادیکال‌های آزاد و در نتیجه تغییر اسیدآمین، افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین است [۳۱]. علت افزایش پروتئین خام در شرایط مصرف زئولیت را می‌توان به ویژگی جذب رطوبت بالای زئولیت و جلوگیری از ایجاد تنش در گیاه نسبت داد.

پروتئین خام به‌طور معناداری تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت و مصرف نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن، پروتئین خام را به مقدار ۲۰ تا ۲۲ درصد افزایش داد (جدول ۵). به دلیل آن که نیتروژن یکی از ساختارهای اصلی اسیدآمین است، مصرف بیشتر آن سبب بالا رفتن درصد پروتئین در علوفه می‌شود [۸]. تأثیر مثبت نیتروژن بر درصد پروتئین خام در گیاهان علوفه‌ای دیگر گزارش شده است [۳ و ۸].

در گیاهان علوفه‌ای میزان پروتئین علوفه، یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی کیفیت علوفه است. پژوهشگران با ارزیابی ارزش غذایی علوفه گندمیان و لگوم‌های مرتعی اعلام کردند که ارزش غذایی علوفه همبستگی مثبت و معناداری با قابلیت هضم ماده خشک دارد و از طرفی قابلیت هضم ماده خشک همبستگی مثبت و معناداری با پروتئین خام دارد [۲۱]. در این آزمایش نیز همبستگی مثبت و معناداری بین ماده خشک قابل هضم و پروتئین خام ($r^2 = 0.96^{**}$) به دست آمد.

جدول ۵. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن در تجزیه مرکب دو ساله

اثر اصلی	سطح	پروتئین خام (%)	خاکستر (%)	قندهای نامحلول در آب (%)
	۰	۱۴/۲۳ b	۱۰/۱۷ b	۱۴/۵۳ b
سطوح نیتروژن (kg/ha)	۸۰	۱۷/۰۸ a	۱۱/۷۲ a	۱۶/۰۵ a
	۱۶۰	۱۷/۳۰ a	۱۱/۸۴ a	۱۶/۱۷ a
	۲۴۰	۱۷/۰۷ a	۱۱/۸۴ a	۱۶/۱۹ a

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

کمبود آب در خاک جذب و حلالیت عناصر غذایی، تعرق، رشد و توسعه سیستم ریشخای گیاه را در خاک تحت تأثیر قرار می دهد و منجر به کاهش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می شود [۲۳]. افزایش خاکستر گیاه در شرایط مصرف زئولیت به این دلیل است که علاوه بر تأثیر زئولیت در بهبود رطوبت خاک و در نتیجه جذب بیشتر عناصر غذایی، این ماده دارای عناصری نظیر پتاسیم، کلسیم، سدیم، سیلسیوم، آلومینیوم، منیزیم، آهن، فسفر است که می تواند جذب گیاه شده و در نتیجه به افزایش خاکستر منجر شود.

اثر مقدار نیتروژن بر میزان خاکستر علوفه معنادار بود. درصد خاکستر علوفه با اضافه کردن نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن به مقدار ۱۵ تا ۱۶ درصد افزایش یافت (جدول ۵). در حضور نیتروژن در خاک، گیاه به دلیل استفاده بهتر از منابع محیطی و تغذیه ای رشد مناسبی داشته و با افزایش جذب عناصر غذایی، درصد خاکستر آن افزایش یافته است. افزایش درصد خاکستر علوفه با مصرف نیتروژن در سایر گیاهان نیز، گزارش شده است [۳]. پژوهشگران علت افزایش درصد خاکستر علوفه در شرایط افزایش کاربرد نیتروژن را بهبود رشد قسمت های رویشی و گسترش بیشتر ریشه و در نتیجه جذب مواد معدنی بیشتر گزارش کردند [۱۳].

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری بر کربوهیدرات های محلول در آب: تجزیه واریانس مرکب نشان داد که کربوهیدرات های محلول در آب، تحت تأثیر آثار اصلی و اثر متقابل سطوح کم آبیاری و زئولیت قرار گرفت (جدول ۲).

بررسی ها نشان می دهد که در شرایط عدم استفاده از زئولیت، افزایش فواصل آبیاری بیشتر از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده، باعث افزایش کربوهیدرات های محلول در آب شد. به طوری که مقدار کربوهیدرات های محلول، هنگام تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده به ترتیب به میزان ۸ و ۱۱ درصد افزایش یافت، ولی

مصرف زئولیت، در تیمارهای آبیاری بعد تخلیه ۶۰ و ۷۰ درصد آب قابل استفاده، به افزایش کربوهیدرات های محلول در آب، به ترتیب به میزان ۷ و ۱۰ درصد انجامید (جدول ۲). پژوهشگران با بررسی کیفیت علوفه ماشک در دو شرایط آبی و دیم، گزارش کردند که در شرایط دیم، درصد کربوهیدرات محلول، بیشتر از شرایط آبی است و علت این امر به تولید شاخ و برگ کمتر و ساقه های بیشتر در شرایط دیم نسبت داده شد. و عنوان شد که درصد کربوهیدرات ها در ساقه گیاهان علوفه ای تا دو برابر نسبت به برگ هاست، به همین دلیل افزایش درصد کربوهیدرات ها در شرایط تنش خشکی مورد انتظار است [۶].

استفاده از نیتروژن تأثیر معناداری بر کربوهیدرات های محلول در آب علوفه داشت. مصرف نیتروژن در هر سه سطح نسبت به عدم مصرف آن، میزان کربوهیدرات های محلول در آب را ۱۱ درصد افزایش داد (جدول ۵). نتایج این آزمایش با آزمایش های دیگری که بر تاج خروس انجام گرفت همخوانی دارد و نیتروژن به افزایش کربوهیدرات های محلول در آب انجامید [۱۶ و ۲۸].

پژوهشگران عنوان کرده اند کربوهیدرات های محلول که متشکل از برخی قندهای ساده محلول بوده، از قابلیت هضم بالایی برخوردار هستند و همبستگی مثبت و معناداری بین کربوهیدرات های محلول با ماده خشک قابل هضم وجود دارد که بر این اساس می توان کربوهیدرات های محلول را به متغیرهای معرف افزایش کیفیت علوفه افزود [۲۷]. در این آزمایش نیز همبستگی مثبت و معناداری بین ماده خشک قابل هضم و کربوهیدرات های محلول ($r^2 = 0/44^{***}$) مشاهده شد.

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF): تجزیه واریانس مرکب نشان داد که NDF تحت تأثیر آثار اصلی، آثار متقابل کم آبیاری در زئولیت و کم آبیاری در

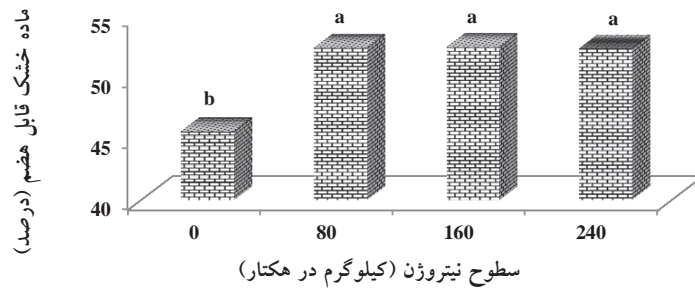
می یابد که پیامد آن کاهش بخش های خشبی و غیر قابل هضم علوفه است. نتایج مشابهی توسط سایر محققان مبنی بر کاهش مقدار NDF و ADF با افزایش کود نیتروژن گزارش است [۳]. به عقیده پژوهشگران با افزایش کود نیتروژن رشد گیاه بیشتر و تجمع ماده خشک در بافت ها به دلیل آبدار شدن آن ها کمتر می شود، تکامل و گسترش سلول ها و دیواره سلولی کمتر شده و بدین ترتیب مقدار NDF و ADF کاهش می یابد که نتیجه آن افزایش کیفیت علوفه تولیدی خواهد شد [۱۵].

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و ژئولیت در شرایط تنش کم آبیاری بر ماده خشک قابل هضم: تجزیه واریانس جداگانه برای دو سال نشان داد که ماده خشک قابل هضم در سال نخست آزمایش تحت تأثیر آثار اصلی و در سال دوم تحت تأثیر آثار اصلی و اثر متقابل کم آبیاری و ژئولیت قرار گرفت. در سال نخست آزمایش، آبیاری هنگام تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده، درصد ماده خشک قابل هضم علوفه تاج خروس را به ترتیب ۶ و ۱۴ درصد نسبت به تیمار آبیاری بعد از تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده کاهش داد، ولی مصرف ژئولیت، به افزایش ۷ درصدی ماده خشک قابل هضم در سال نخست آزمایش منجر شد (جدول ۶). علت پایین بودن ماده خشک قابل هضم در شرایط اعمال تنش خشکی را می توان ناشی از کاهش تعداد و سطح برگ و افزایش نسبت ساقه به برگ دانست که در نهایت، به افزایش مقادیر NDF و ADF منجر می شود. در سال دوم آزمایش کاهش رطوبت خاک تا حد تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده نسبت به آبیاری کامل، ماده خشک قابل هضم علوفه را به ترتیب ۹ و ۱۸ درصد کاهش داد. افزودن ژئولیت، به افزایش ماده خشک قابل هضم در شرایط آبیاری بعد از تخلیه ۴۰ و ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده به ترتیب به میزان ۴، ۸ و ۱۱ درصد منجر شد (جدول ۷).

نیتروژن قرار گرفت. همچنین تجزیه واریانس جداگانه نشان داد که ADF در سال نخست آزمایش تحت تأثیر آثار اصلی نیتروژن و کم آبیاری و در سال دوم آزمایش تحت تأثیر هر سه اثر اصلی نیتروژن، کم آبیاری و ژئولیت قرار گرفت. افزایش فواصل آبیاری بیش از تخلیه ۴۰ درصد رطوبت قابل استفاده، به افزایش میزان NDF (جدول ۲) و ADF (جدول ۶) علوفه منجر شد. افزودن ژئولیت به خاک، تا حدودی درصد NDF علوفه را کاهش داد (جدول ۲)، ولی استفاده از این ماده در سال نخست آزمایش تأثیر معناداری بر درصد ADF علوفه نداشت، ولی در سال دوم آزمایش منجر به کاهش درصد ADF علوفه شد (جدول ۶). در آزمایشی که روی علف های چمنی علوفه ای انجام گرفت، مشخص شد که مقدار بارندگی در طی دو سال بر میزان NDF و ADF تأثیر معناداری داشته و با افزایش بارندگی میزان NDF و ADF کاهش پیدا کرده است [۲۵]. کاهش میزان NDF و ADF علوفه با افزایش میزان آبیاری می تواند به دلیل افزایش برگ و کاهش ساقه در شرایط کافی بودن میزان رطوبت برای رشد گیاه باشد، برای اینکه میزان NDF و ADF در برگ کمتر از ساقه است [۱۴].

اثر مقدار نیتروژن بر میزان NDF و ADF علوفه تاج خروس معنادار بود. مقدار NDF در تیمار آبیاری کامل با اضافه کردن ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم مصرف نیتروژن به مقدار ۱۱، ۱۴ و ۱۵ درصد کاهش، در تیمار آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک به ترتیب ۸، ۱۰ و ۱۰ درصد و در تیمار آبیاری بعد از تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک به ترتیب ۷، ۷ و ۶ درصد کاهش یافت (جدول ۳). میزان ADF، در هر دو سال زراعی با کاربرد نیتروژن ۵ تا ۶ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در حضور نیتروژن در خاک به دلیل مناسب بودن شرایط برای رشد گیاه، تعداد و سطح برگ در بوته افزایش و نسبت ساقه به برگ کاهش

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری



شکل ۲. مقایسه میانگین ماده خشک قابل هضم تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن در سال

جدول ۶. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری در سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

الیاف نامحلول		ماده خشک قابل هضم (%)		منابع تغیر
۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۲		
۲۲/۹۵ b	۲۲/۷۷ b	۵۶/۱۶ a		آبیاری بعد تخلیه ۴۰٪ آب قابل استفاده
۲۳/۹۵ ab	۲۳/۷۳ ab	۵۳/۰۴ b		آبیاری بعد تخلیه ۶۰٪ آب قابل استفاده
a ۲۴/۶۱	۲۴/۳۹ a	۴۸/۳۳ c		آبیاری بعد تخلیه ۷۵٪ آب قابل استفاده
۲۴/۱۸ a	۲۳/۹۶ a	۵۰/۸۳ b	۰	زئولیت (ton/ha)
۲۳/۴۹ b	۲۳/۳۰ a	۵۴/۱۸ a	۱۰	
۲۴/۷۵ a	۲۴/۵۸ a	۴۷/۱۳ b	۰	
۲۳/۶۴ b	۲۳/۴۴ b	۵۴/۲۸ a	۸۰	سطوح نیتروژن (kg/ha)
۲۳/۵۰ b	۲۳/۲۸ b	۵۴/۳۸ a	۱۶۰	
۲۳/۴۵ b	۲۳/۲۲ b	۵۴/۲۵ a	۲۴۰	

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

قابل هضم علوفه با مصرف نیتروژن، افزایش بافت های سبزینه ای گیاه است که جزء قسمت های خوش خوراک و قابل هضم گیاه بوده و الیاف آن در حداقل است [۲]. در این آزمایش نیز همبستگی منفی و معناداری بین مقدار ماده خشک قابل هضم و مقدار NDF ($r^2 = -0.96^{**}$) و ADF ($r^2 = -0.98^{**}$) مشاهده شد.

ماده خشک قابل هضم علوفه، در هر دو سال آزمایش، با مصرف نیتروژن حدود ۱۵ درصد افزایش یافت، ولی بین سطوح ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تفاوت معناداری وجود نداشت (شکل ۲ و جدول ۶). در تحقیقی با افزایش نیتروژن خاک، درصد ماده خشک گیاه تربیتکاله و جو افزایش یافت [۲۶]. علت افزایش مقدار ماده خشک

غلظت کلروفیل منجر شد. بررسی نتایج نشان داد که در سال نخست آزمایش، مصرف زئولیت در تیمارهای آبیاری بعد تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده به ترتیب، به افزایش ۱۱ و ۱۶ درصد کلروفیل a منجر شد (جدول ۷). مقایسه میانگین کلروفیل a، در سال دوم نیز نشان داد که مصرف زئولیت، به افزایش کلروفیل a به میزان ۸ درصد منجر شد (شکل ۳). کلروفیل b، در صورت مصرف زئولیت، در شرایط آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک، به ترتیب به میزان ۱۲ و ۱۶ درصد افزایش یافت (جدول ۲). کلروفیل کل نیز در سال نخست آزمایش، در صورت مصرف زئولیت، در شرایط آبیاری بعد از تخلیه ۶۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک، به ترتیب به میزان ۱۱ و ۱۵ درصد و در سال دوم به میزان ۱۱ و ۱۶ درصد افزایش یافت (جدول ۷).

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری بر کلروفیل a، b و کل: تجزیه واریانس جداگانه نشان داد که کلروفیل a در سال نخست تحت تأثیر آثار اصلی و اثر متقابل کم آبیاری در نیتروژن و در سال دوم تحت تأثیر آثار اصلی و آثار متقابل کم آبیاری در زئولیت و کم آبیاری در نیتروژن قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب نیز نشان داد که کلروفیل b تحت تأثیر آثار اصلی، اثر سال، آثار متقابل کم آبیاری در زئولیت، کم آبیاری در نیتروژن قرار گرفت. تجزیه واریانس جداگانه نشان داد که کلروفیل کل در هر دو سال تحت تأثیر آثار اصلی، آثار متقابل کم آبیاری در زئولیت و کم آبیاری در نیتروژن قرار گرفت.

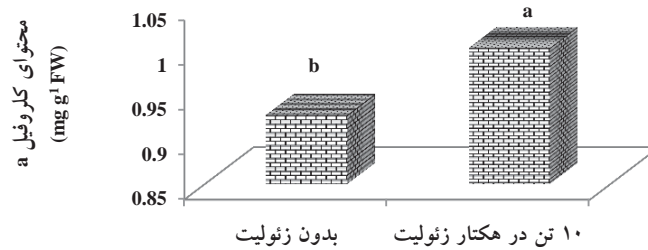
جداول مقایسه میانگین نشان داد که در شرایط عدم مصرف زئولیت، تنش کم آبیاری باعث کاهش غلظت کلروفیل a، b و کل شد، ولی مصرف زئولیت، به افزایش

جدول ۷. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی و کلروفیل تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف زئولیت در شرایط تنش کم آبیاری در سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

ماده خشک				اثر اصلی فاکتورها
کلروفیل کل	کلروفیل a	قابل هضم (%)	ماده خشک	
(mg g ⁻¹ FW)	(mg g ⁻¹ FW)	(%)	قابل هضم (%)	زئولیت (ton/ha)
۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۳	سطوح کم آبیاری
۱/۵۰۹ a	۱/۵۷۴ a	۱/۰۷۸ a	۵۳/۶۴ b	آبیاری بعد تخلیه ۴۰٪ آب قابل استفاده
۱/۲۴۸ c	۱/۳۱۱ c	۰/۸۹۳ c	۴۹/۰۱ c	آبیاری بعد تخلیه ۶۰٪ آب قابل استفاده
۰/۹۴۸ e	۰/۹۹۹ e	۰/۶۸۷ e	۴۴/۰۵ d	آبیاری بعد تخلیه ۷۵٪ آب قابل استفاده
۱/۵۳۵ a	۱/۵۹۷ a	۱/۰۹۵ a	۵۵/۶۵ a	آبیاری بعد تخلیه ۴۰٪ آب قابل استفاده
۱/۳۹۱ b	۱/۴۵۴ b	۰/۹۹۳ b	۵۳/۰۷ b	آبیاری بعد تخلیه ۶۰٪ آب قابل استفاده
۱/۱۰۲ d	۱/۱۵۰ d	۰/۷۹۷ d	۴۸/۷۷ c	آبیاری بعد تخلیه ۷۵٪ آب قابل استفاده

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری



شکل ۳. مقایسه میانگین محتوای کلروفیل a برگ تاج خروس علوفه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف زئولیت در سال ۱۳۹۲

جدول ۸. مقایسه میانگین کلروفیل تاج خروس تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش کم آبیاری در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

کلروفیل کل (mg g ⁻¹ FW)		کلروفیل a (mg g ⁻¹ FW)		نیتروژن (kg/ha)	اثر اصلی فاکتورها سطوح کم آبیاری
۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲		
۱/۱۹۷ d	۱/۲۴۱ d	۰/۸۲۸ d	۰/۸۵۷ c	۰	آبیاری بعد تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده
۱/۵۷۸ b	۱/۶۴۵ b	۱/۱۳۳ b	۱/۱۷۹ a	۸۰	
۱/۶۴۶ a	۱/۷۱۹ ab	۱/۱۸۴ ab	۱/۲۳۶ a	۱۶۰	
۱/۶۶۷ a	۱/۷۳۸ a	۱/۲۰۰ a	۱/۲۵۰ a	۲۴۰	
۱/۰۹۸ e	۱/۱۴۴ e	۰/۷۶۶ e	۰/۷۹۹ c	۰	آبیاری بعد تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده
۱/۳۸۵ c	۱/۴۵۲ c	۰/۹۹۸ c	۱/۰۴۷ b	۸۰	
۱/۳۹۶ c	۱/۴۶۶ c	۱/۰۰۴ c	۱/۰۵۶ b	۱۶۰	
۱/۳۹۹ c	۱/۴۶۶ c	۱/۰۰۶ c	۱/۰۵۶ b	۲۴۰	
۰/۸۷۶ f	۰/۹۱۳ f	۰/۶۲۱ f	۰/۶۴۴ d	۰	آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد آب قابل استفاده
۱/۰۷۴ e	۱/۱۲۶ e	۰/۷۸۳ ed	۰/۸۱۵ c	۸۰	
۱/۰۷۶ e	۱/۱۳۰ e	۰/۷۸۲ ed	۰/۸۱۷ c	۱۶۰	
۱/۰۷۶ e	۱/۱۲۸ e	۰/۷۸۳ ed	۰/۸۱۶ c	۲۴۰	

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنادار نیستند.

عدم کاربرد نیتروژن بود (جدول ۸). همچنین بیشترین مقدار کلروفیل b، در شرایط آبیاری کامل و مصرف نیتروژن به مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار کلروفیل b در شرایط آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده و عدم کاربرد نیتروژن بود (جدول ۳).
نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد کلروفیل b تحت

مصرف کود نیتروژن، به افزایش معنادار کلروفیل a، b و کلروفیل کل در تمام سطوح آبیاری منجر شد. بیشترین مقدار کلروفیل a و کل مربوط به سال نخست آزمایش و در شرایط آبیاری کامل و مصرف نیتروژن به مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در سال دوم آزمایش و در شرایط آبیاری بعد تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل استفاده و

آبشویی آن، به طور غیرمستقیم باعث کاهش آثار ناشی از تنش کم آبی و کمبود نیتروژن شده و منجر به افزایش کلروفیل می شود. در آزمایشی که روی پنیوک انجام گرفت، کاربرد زئولیت هم در شرایط تأمین کامل نیاز آبی گیاه و هم در شرایط تنش موجب افزایش کلروفیل a و b شد [۱].

۴. نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که رشد و عملکرد گیاه تاج خروس علوفه‌ای تا حد زیادی تحت تأثیر مقدار رطوبت قابل دسترسی و کود نیتروژن قرار گرفت. کاهش رطوبت خاک تا تخلیه ۶۰ درصد آب قابل استفاده، گرچه عملکرد علوفه را به میزان ۲۰ درصد کاهش داد، ولی در همین شرایط نیز، عملکرد علوفه تاج خروس در هر دو سال، در خور توجه بود و در مناطقی که ذخایر آب کمی دارند می تواند، جایگزین بسیاری از گیاهان علوفه‌ای با نیاز آبی فراوان قرار گیرد. در پژوهش حاضر، مشاهده شد که مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن برای به دست آوردن عملکرد علوفه در خور توجه و با کیفیت، مناسب است و افزایش بیش از این مقدار نیتروژن نه تنها تأثیر چشمگیری در افزایش محصول علوفه خشک ندارد، بلکه علاوه بر افزایش هزینه تولید، موجب آلودگی‌های زیست محیطی می شود.

نتایج این آزمایش، مشخص کرد که کاربرد زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار که با دو هدف حفظ رطوبت و جلوگیری از آبشویی نیتروژن استفاده شد، به دلیل خاصیت جذب، نگهداری و افزایش دسترسی به رطوبت و عناصر غذایی در شرایط تنش کم آبی، موجب کاهش آثار منفی تنش در تاج خروس شد و با تأثیر بر کلروفیل برگ، به بهبود عملکرد و کیفیت علوفه منجر شد. بنابراین، به نظر می رسد کاربرد زئولیت، به عنوان اصلاح کننده خاک در مناطق در معرض تنش خشکی مشابه منطقه مورد آزمایش، شایان توجه بیشتری است.

تأثیر سال قرار گرفت. جدول مقایسه میانگین نشان داد که کلروفیل b برگ در سال نخست بیشتر از سال دوم است (جدول ۴). رشد و نمو گیاهان تابع شرایط آب و هوایی، منطقه، رقم، درجه حرارت و بافت خاک است. در این پژوهش نیز، به احتمال زیاد عوامل فوق به طور غیرمستقیم باعث تغییرات در میزان کلروفیل b در سال های مختلف شدند.

تنش خشکی با تغییر در سنتز و مقدار رنگدانه های گیاهی و اختلال در فعالیت آنزیم های مسئول سنتز رنگدانه های فتوسنتزی، سبب اختلال در فرآیند فتوسنتز می شود، به گونه ای که محتوای کلروفیل در شرایط کمبود آب کاهش می یابد [۱۹]. برخی از پژوهشگران، کلروفیل برگ را یکی از معیارهای مهم نشان دهنده تنش های محیطی بر گیاه دانسته و گزارش می کنند که مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش می یابد و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط گیاه می شود [۳۳].

به واسطه شرکت نیتروژن در ساختار کلروفیل، ارتباط مثبت و معناداری بین نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد [۲۴]. در تحقیقی که از کود اوره به عنوان منبع نیتروژن گیاهان زراعی استفاده شد، نسبت کلروفیل برگ در تیمار نیتروژن بالاتر در مقایسه با تیمار نیتروژن پایین تر، افزایش معناداری داشت [۲۴]. در کل می توان گفت زمانی که گیاه در مراحل رشد خود در معرض تنش خشکی قرار گیرد، کاربرد بهینه عناصر، از جمله نیتروژن می تواند موجب افزایش کلروفیل شود یا به عبارتی از کاهش شدید کلروفیل جلوگیری کند که این امر سبب جلوگیری از کاهش فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه می شود. در رابطه با تأثیر زئولیت بر کلروفیل می شود بیان کرد که اگرچه این ماده خود به طور مستقیم در سنتز کلروفیل مشارکتی ندارد، ولی با جذب رطوبت و نگهداری نیتروژن و جلوگیری از

منابع

۱. احمدی آذر ف، حسنلو ط، ایمانی ع و فیضی اصل و (۱۳۹۴) تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*). پژوهش‌های گیاهی. ۲۸(۳): ۴۵۹-۴۷۴.
۲. ارزانی ح (۱۳۸۹) کیفیت علوفه و نیاز روزانه دام چراکننده از مرتع. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۴ ص.
۳. اصغرزاده ف م، فتحی نسری م ح و بهدانی م ع (۱۳۹۳) بررسی تأثیر کودهای نیتروژن و فسفر بر ارزش غذایی علوفه و سیلاژ گلرنگ. علوم دامی ایران. ۴(۴): ۳۷۵-۳۸۴.
۴. آینه بند ا، آقاسی زاده و و مسکرباشی م (۱۳۸۶) بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گیاه زراعی جدید تاج خروس علوفه ای (*Amaranthus spp.*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۲(۲): ۲۲۱-۲۲۸.
۵. حاجی حسنی اصل ن، مرادی اقدم ا، شیرانی راد ا ح، حسینی ن و رسائی فر م (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی بر عملکرد علوفه و برخی صفات زراعی ارزن، سورگوم و ذرت در کشت تأخیری. پژوهش‌های به‌زراعی. ۱(۲): ۶۳-۷۵.
۶. حسنونند م، جعفری ع ا، سپهوند ع و نخجوان ش (۱۳۸۸) بررسی عملکرد و کیفیت علوفه در توده‌های بومی ماشک (*Vicia sativa*) در شرایط آبی و دیم منطقه لرستان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۶(۴): ۵۱۷-۵۳۵.
۷. دوکوهکی ح، قیصری م، موسوی، س ف، میرلطیفی، س م (۱۳۹۱) شبیه‌سازی رطوبت خاک در شرایط کم
۸. دولت‌مندشهری ن و طهماسبی ا (۱۳۹۵) تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت رقم MV500 در کشت دوم. به‌زراعی کشاورزی. ۱(۱): ۱۷۳-۱۸۲.
۹. ساسانی ش، جهانسوز م، احمدی ع، لیاقت ع، جعفری ع و نقوی م (۱۳۸۳) ارزیابی کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد ارزن نوتریفید در شرایط تنش خشکی. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان.
۱۰. شیرانی راد ا ح، طاهرخانی ت، مرادی اقدم ا، نظری گلشن ا و اسکندری ک (۱۳۹۰) تأثیر مقادیر نیتروژن و زئولیت بر صفات زراعی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳(۲): ۱۲۵-۱۳۵.
۱۱. فرخی نیام، رشدی م، پاسبان اسلام ب و ساسان دوست ر (۱۳۹۰) بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۳): ۵۵۳-۵۴۵.
۱۲. ماهرخ ع و عزیزی ف (۱۳۹۳) تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی بر تحمل به تنش کم آبیاری در ذرت دانه ای. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۲): ۲۹۶-۳۰۴.
۱۳. مجیدیان م (۱۳۸۷) اثر کود شیمیایی نیتروژنه، کودآلی و تنش رطوبت در نظام‌های کشاورزی در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات زراعی کمی و کیفی ذرت. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. پایان‌نامه دکتری.
۱۴. مکاری ف، غلامعلی پور علمداری ا و بیات کوهسار ج (۱۳۹۵) تجزیه فیتوشیمیایی اندام‌های مختلف گیاه

- (2008) Comparing relative feed value with degradation parameters of grass and legume forages. *Animal Sciences*. 86:2344-2356.
22. Harb E.M.Z and Mahmoud M.A. (2009) Enhancing of growth, essential oil yield and components of yarrow plant (*Achillea millefolium* L.) growth under safe agriculture conditions using zeolite and compost. 4rd Conference on Recent Technologies in Agriculture Giza. Egypt.
23. Hopkins, WG and Huner NPA (2009) Introduction to plant physiology, Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, pp. 503.
24. Jeffrey V and Gyles R (2003) Controlled release urea as a nitrogen source of corn in southern Minnesota. Annual Report to Agrium U. S. Inc.
25. Kerstin G, Juergen K, Laura FHD, Carl C and Anke J (2014) Water stress due to increased intra-annual precipitation variability reduced forage yield but raised forage quality of a temperate grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 186: 11-22.
26. Lithougidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas KV and Yiak Oulaki MD (2006) Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seedling ratios. *Field Crops Research*. 99: 106-1130.
27. Nakhjavan S, Bajolvand M, Jafari AA and Sepavand K (2011) Variation for yield and quality traits in populations of sainfoin (*Onobrychis sativa*) American-Eurasian. *Agriculture and Environmental Sciences*. 10(3): 380-386.
28. Olaniyi JO, Adelasoye KA and Jegede CO (2008) Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties. *World Journal of Agricultural Sciences*. 4 (4): 506-513.
- خودرو ریواس (*Rheum ribes*) در مرحله گل‌دهی (مطالعه موردی: ارتفاعات روستای کاریزک از توابع شهرستان کاشمر). *فیزیولوژی محیطی گیاهی*. ۱۱(۴۲): ۲۵-۳۶.
۱۵. نقی زاده م و گلوی م (۱۳۹۰) ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) تحت تأثیر کودهای فسفوری زیستی و شیمیایی. *بوم‌شناسی کشاورزی*. ۴(۱): ۵۲-۶۲.
16. Abbasi D, Rouzbehan Y and Rezaei J (2012) Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). *Animal Feed Science and Technology*. 171(1): 6- 13.
17. Arnon DI (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24(1): 1-150.
18. Ejieji CJ and Adeniran KA (2010) Effects of water and fertilizer stress on the yield, fresh and dry matter production of grain Amaranth (*Amaranthus cruentus*). *Agricultural Engineering*. 1(1):18-24.
19. Erdem Y, Shirali S, Erdem T and Kenar D (2006) Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture and Forest*. 30: 195-202.
20. Gholizadeh A, Amin MSM, Anuar AR, Esfahani M and Saberioon MM (2010) The Study on the Effect of Different Levels of Zeolite and Water Stress on Growth, Development and Essential Oil Content of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *American Journal of Applied Sciences*. 7: 33-37.
21. Hackmann TJ, Sampson JD and Spain JN

اثر سطوح مختلف نیتروژن و زنولیت بر محتوای کلروفیل، کمیت و کیفیت علوفه تاج خروس تحت تنش کم آبیاری

29. Osborne SL, Schepers JS, Francis DD and Schlemmer MR (2002) Use of spectral radiance to estimate in-season biomass and grain yield in nitrogen and water stressed corn. *Crop Science*. 42: 165-171.
30. Polat E, Karaca M, Demir H and Naci Onus A (2004) Use of natural zeolite (*Clinoptilolite*) in agriculture. *Fruit and Rnamental Plant Research*. 12: 183-189.
31. Ranjan R, Bohra SP and Jeet A M (2001) *Book of plant senescence*. Jodhpur, Agrobios New York. pp. 18-42.
32. Teutonico RA and Knorr D (1985) Amaranth composition, properties and application of a reddish covered food crop: *Food technology*. 39: 49-61.
33. Zarco-Tejada PJ, Miller JR, Mohammad GH, Noland TL and Sampson PH (2000) Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remote Sensing of Environment*. 74: 596-608.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

Effect of different levels of nitrogen and zeolite on chlorophyll content, quantity and quality of amaranth forage under deficit irrigation stress

Somayeh Karami¹, Hashem Hadji^{2}, Mehdi Tajbakhsh Shishavan³, Seyed Ali Mohammad Modarres-Sanavy⁴*

1. Former Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
3. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
4. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Received: June 22, 2017

Accepted: August 26, 2017

Abstract

In order to study the effect of different levels of irrigation, nitrogen and zeolite on chlorophyll content, forage yield and quality of amaranth, a split plot factorial experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Tarbiat Modarres University during 2013 and 2014 growing seasons. Main factor was three irrigation regimes, irrigation after depleting 40, 60 and 75 percent of soil available water and sub factor was the combination of the two factors: nitrogen levels 0, 80, 160 and 240 kg.h⁻¹ and zeolite levels 0 and 10 ton.h⁻¹. Results showed that increasing irrigation intervals, especially irrigation after depleting 75% of available water, decreased chlorophyll (37%), forage yield (40%), digestible dry matter (18%), crude protein (17%) and ash (16%) but increased neutral detergent fiber (16%) and acid detergent fiber (7%) compared to control irrigation treatments. Zeolite application under water deficit stress conditions increased chlorophyll, forage yield, digestible dry matter, crude protein and ash, and reduced NDF and ADF. Nitrogen consumption more than 80 kg.h⁻¹ had no significant effect on forage dry yield and quality under soil water deficit conditions and application of zeolite; Therefore, Nitrogen application (80 kg.h⁻¹) was sufficient to obtain suitable forage yield and quality of the amaranth with zeolite application.

Keywords: ash, crude protein, digestible dry matter, photosynthesis, water deficit stress.