

گونه شور جنوبی (*Salsola imbricata* Forssk.) به عنوان علوفه پرتولید و خوش خوراک برای

چرای شتر

صدیقه زارع کیا^{۱*}، محمد ابوالقاسمی^۲، علی بمان میرجلیلی^۳، علی میرحسینی^۴

۱. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. مدیریت شرکت صنایع دامی و مرتعداری تاشک کویر یزد.

۳. محقق پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۴. مربی پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: صدیقه زارع کیا، پست الکترونیک: szarekia@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳

چکیده

کمبود منابع غذایی دام‌ها بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به عنوان یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در افزایش تولیدات دامی محسوب می‌شود. انتخاب گونه‌هایی که علاوه بر تحمل بالا در برابر خشکی و شوری، خوش‌خوراک بوده و بتواند علوفه قابل توجهی تولید کند ضروری بنظر می‌رسد. در این تحقیق به مطالعه خصوصیات رویشی گونه شور جنوبی (*Salsola imbricata*) همانند تولید علوفه، میزان پوشش تاجی و میزان بذر آن در شرایط مزرعه (با یک جمعیت طبس در مرکز خدمات جهاد خرائق استان یزد با شوری لایه سطحی خاک ۲۲ دسی زیمنس بر متر) و در شرایط کشت در مناطق بیابانی و شور (با دو جمعیت طبس و بوشهر مرتع شتری ساغند استان یزد با شوری لایه سطحی خاک ۵۰ دسی زیمنس بر متر) پرداخته شده است. نتایج نشان داد پایه‌های سه ساله گونه شور جنوبی جمعیت طبس در شرایط مزرعه (مرکز جهاد خرائق) دارای تولید علوفه خشک ۱۶۵۱ گرم بر بوته با متوسط پوشش تاجی ۱۶۹۸۶ سانتی‌متر مربع و در منطقه ساغند پایه‌های سه ساله گونه شور جنوبی جمعیت طبس دارای تولید علوفه خشک ۱۳۸۹ گرم بر بوته با متوسط پوشش تاجی ۱۳۰۷۰ سانتی‌متر مربع می‌باشد. البته جمعیت بوشهر دارای وضعیت مناسب‌تری بود، بطوری که متوسط پوشش تاجی آن ۱۷۷۸۶ سانتی‌متر مربع و متوسط تولید ۱۸۹۰ گرم بر بوته برآورد گردید. بطور کلی با توجه به تولید بالا و کیفیت مطلوب علوفه، گونه شور جنوبی می‌تواند بعنوان گونه پرتولید و خوش‌خوراک برای احیای مناطق خشک، شور و بیابانی معرفی شود.

واژگان کلیدی: شور جنوبی، کیفیت علوفه، تولید علوفه، مرتع.

بیان مسئله

بیش از ۳۵۴ گونه از گیاهان هالوفیت به طور طبیعی در زیستگاه‌های شور رشد کرده و به دلیل سازگاری بالایی که به شرایط نامساعد محیطی دارند در بسیاری از بخش‌های جنوبی و مناطق بیابانی و کویری کشور پراکنش یافته‌اند (۱۱). هالوفیت‌ها و دیگر گونه‌های مقاوم به شوری دارای قابلیت بالایی در تولید علوفه بوده و می‌توانند به عنوان یک منبع علوفه‌ای در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرند (۶). در اغلب موارد این گیاهان می‌توانند به عنوان علوفه کمکی و یا ضروری در مواقعی که علوفه‌های مناسب‌تر و خوشخوراک‌تر در دسترس نیستند مورد استفاده واقع شوند. در بخش‌های وسیعی از مناطق کویری ایران علاوه بر کمبود بارندگی اقدامات تخریبی به وسیله انسان و دام نیز موجب انهدام پوشش گیاهی شده و مراتع را به صورت مخروبه و فقیر درآورده است. اصلاح و احیاء چنین مراتعی توسط کاشت گونه‌های شورزیست مناسب که خوشخوراک بوده و بتوانند با شرایط نامساعد اقلیمی منطقه سازگاری داشته باشند امکانپذیر می‌باشد. در این مقاله به معرفی گونه‌های مهم جنس سالسولا (*Salsola sp.*) از خانواده اسفنجیان، به عنوان گیاه دارویی و یا منبع تامین علوفه دام‌های اهلی در مناطق خشک، پرداخته شده است (۸). این جنس عموماً در مناطق خشک، نیمه خشک و نواحی گرم جهان پراکنش دارد (۱۰). جنس سالسولا تحمل بالایی به تنش‌های خشکی و شوری دارد و حدود ۴۵ درصد از کل گونه‌های خانواده اسفنجیان را در آسیای مرکزی به خود اختصاص داده است (۱۲).

گونه شور جنوبی با نام علمی *Salsola imbricata* گیاهی است درختچه‌ای به ارتفاع حداکثر تا ۱۸۰ سانتی‌متر که در ایران، افغانستان، پاکستان، هند، عراق، اردن، فلسطین، شبه جزیره عربستان و شمال آفریقا پراکنش دارد. این گونه در ایران در مناطق جنوبی گسترش دارد (۲). گیاه شور جنوبی با قدرت ریشه دوانی زیاد و تاج نسبتاً گسترده نقش موثری در حفاظت خاک دارد.

شور جنوبی تحمل زیادی به خشکی و شوری خاک دارد و بمنظور کاهش اثرات نمک جذب شده، مقدار زیادی آب را در برگ‌ها ذخیره می‌کند و بدین ترتیب برگ‌ها حالت آبدار به خود می‌گیرند. این گونه در هنگام رشد رویشی مورد توجه دام قرار نمی‌گیرد، اما از اواخر تابستان تا اواخر پاییز، بویژه پس از بذر دهی بصورت یک منبع غذایی مورد چرای بز، گوسفند و شتر قرار می‌گیرد (۴). گیاه شور جنوبی در مناطق کویری به شدت توسط شتر چرا می‌شود (شکل ۱). شور جنوبی ممکن است به صورت علف هرز در مزارع کشاورزان وارد شود. با توجه به نظام بهره‌برداری سنتی و مداوم از مراتع و همچنین تغییرات ناشی از بروز خشکسالی‌های اخیر نیاز به معرفی گونه‌هایی با عملکرد مطلوب از لحاظ تولید علوفه، تاج پوشش، مقدار بذر و ارزش غذایی و خوش خوراکی بالا است که بتواند در تولید علوفه مراتع کشور مخصوصاً در مراتع کویری و شور نقش داشته باشد. گونه شور جنوبی به عنوان منبعی مهم برای تامین علوفه دام و همچنین اصلاح و احیا مراتع شور و خشک برای جلوگیری از فرسایش خاک با توجه به با توجه به معیارهای مزبور و پوشش تاجی گسترده آن معرفی می‌شود.

معرفی دستاورد

این تحقیق در سال ۱۳۸۹ در مرکز خدمات جهاد کشاورزی رباطات (خرانق) انجام گردید. این ایستگاه در مرکز بخش خرانق از توابع شهرستان اردکان، در مسیر جاده اصلی یزد- طبس با مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی، در ۷۵ کیلومتری شمال شرقی شهر یزد واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا حدود ۱۷۰۰ متر، متوسط بارندگی حدود ۱۰۰ میلی‌متر، دمای متوسط منطقه ۱۶/۱ درجه سانتیگراد و آب و هوای آن به روش دومارتن اصلاح شده گرم و خشک است. بافت خاک شنی لومی تا لومی بود. شوری خاک ۲۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. پس از آماده‌سازی بستر کاشت، سه کرت آزمایشی شامل سه خط

پایه در شرایط مزرعه قابل افزایش می باشد) در نظر گرفته شد.

۱۰ متری با فاصله ۲ متر ایجاد شد. فاصله کرت‌های آزمایشی از یکدیگر ۳ متر در نظر گرفته شد. تراکم کاشت یک پایه در ۵ متر مربع (۲۰۰۰ پایه در هکتار و این تعداد



شکل ۱- نمایی نزدیک از برگ و سرشاخه گلدار گونه شور جنوبی



شکل ۲- منظره‌ای از چرای شتر از گونه شور جنوبی در منطقه طبس

گردید. مرتع شتری ساغند در ۱۴۰ کیلومتری شمال استان یزد و مختصات محل کشت شامل طول جغرافیایی ۳۴۵۱۷۹ و عرض جغرافیایی ۳۵۹۶۸۰۸ با ارتفاع ۱۰۴۲ متر است. اقلیم منطقه خشک و فراخشک و متوسط بارندگی سالانه ۶۶ میلی‌متر و دمای متوسط منطقه ۱۸/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بافت خاک شنی لومی تا لومی بود. شوری خاک ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. در این منطقه نیز بعد از انجام آزمایش‌های لازم، بذور در گلدان‌های پلاستیکی در اسفند سال ۱۳۹۸ کاشته شد. نهال‌ها در فصل پاییز ۱۳۹۹ به زمین اصلی منتقل گردید. قابل ذکر است در هر سال چهار نوبت آبیاری با آب با شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر انجام می‌شود. در پاییز ۱۴۰۲، صفات پوشش تاجی، ارتفاع گیاه، تولید علوفه، میزان بذر پایه‌های سه‌ساله اندازه‌گیری شد.

قابل ذکر است در سال اول آبیاری نهال‌های گلدانی بصورت ماهانه با آبی با شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. بذور گونه *Salsola imbricata* از منطقه ابرکوه و طبس استان یزد جمع‌آوری گردید. بذورهای جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل و بوجاری شد. بعد از انجام آزمایش جوانه‌زنی، در گلدان‌های پلاستیکی کشت شد. نهال‌ها در اواخر مهرماه به زمین اصلی منتقل گردید. بعد از استقرار نهال‌ها (اردیبهشت ماه)، صفات پوشش تاجی، ارتفاع گیاه، تولید علوفه، میزان بذر در سه سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) اندازه‌گیری شد. قابل ذکر است استقرار جمعیت ابرکوه با موفقیت همراه نبود و تنها جمعیت طبس مورد مطالعه قرار گرفت. در تحقیق بعدی گونه *Salsola imbricata* (جمعیت طبس و بوشهر) در سال ۱۳۹۹ در منطقه ساغند (منطقه بیابانی و شور) کشت



شکل ۳- عملیات آماده سازی بستر کشت در مرکز جهاد خرائق (الف و ب)، نمایی از استقرار گیاه *Salsola imbricata* در مرکز خدمات جهاد خرائق (ج و د)



شکل ۴- مرتع شتری ساغند قبل (الف) و بعد (ب) از عملیات احیا و کاشت بوته‌ای‌ها (شور جنوبی و آتریپلکس). اندازه‌گیری پوشش تاجی از پایه‌های سه‌ساله (ج) و پایه یکساله شور جنوبی (د)

عملکرد گونه *Salsola imbricata* در مرکز خدمات

خرانق (شرایط مزرعه)

از تعداد دو جمعیت که بذور آنها از مناطق طبس و کویر ابرکوه جمع آوری و کشت گردید، تنها جمعیت

طبس از این گونه سبز و مستقر گردید. با توجه به اینکه گونه‌های مورد کشت از نوع بوته‌ای بودند رشد آنها در سال اولیه بسیار کند بود لذا آماربرداری از طرح در ۳ سال انجام شد. که نتایج در جدول زیر آورده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد صفات مختلف به تفکیک سال گونه *Salsola imbricata* (جمعیت طبس)

سال	درصد زنده‌مانی	تاج پوشش بوته (سانتیمتر مربع)	تولید علوفه خشک بوته (گرم)	تولید بذر بوته (گرم)
اول (پایه دوساله)	۱۰۰	۱۱۵۲۳	۵۶۷	۶۰/۱
دوم (پایه سه ساله)	۱۰۰	۱۶۹۸۶	۱۶۵۱	۱۹۰/۷
سوم (پایه چهارساله)	۱۰۰	۲۲۲۲۱	۲۲۷۸	۲۳۰/۳

نتایج نشان داد (جدول ۱) که عملکرد درصد استقرار در سال‌های مختلف تفاوت نداشته به این معنی که پایه‌های مستقر شده در سال اول آمار برداری (سال دوم استقرار) در سال‌های بعد خشک نشده است. میانگین میزان تاج پوشش، میزان تولید علوفه و میزان تولید بذر در سال سوم ارزیابی بیشترین میزان را داشته است.

نتایج نشان داد گونه *Salsola imbricata* جمعیت (طبس) از لحاظ درصد استقرار، تاج پوشش، میزان تولید علوفه گونه مناسبی می‌باشد. این گیاه در شرایط مزرعه

می‌تواند با تراکم بالای ۲۰۰۰ پایه در هکتار نیز کاشته شود. با احتساب تراکم ۲۰۰۰ پایه در هکتار و میزان تولید علوفه در هر پایه (در پایه‌های سه و چهارساله) به ترتیب می‌توان میزان ۳/۳ و ۴/۵ تن در هکتار علوفه برآورد نمود که تولید چشم‌گیری بوده و برای تامین قسمتی از علوفه دام استفاده شود. می‌توان این علوفه را بصورت بلوک سیلو (پرس و ذخیره علوفه به صورت خشک) نمود و یا بدون سیلو با چرای مستقیم برای تغذیه دام استفاده نمود.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد صفات مختلف در دو جمعیت گونه *Salsola imbricata* در مرتع ساغند در پایه سه ساله

سال	درصد زنده‌مانی	تاج پوشش بوته (سانتیمتر مربع)	تولید علوفه تر بوته (گرم)	تولید علوفه خشک بوته (گرم)	تولید بذر بوته (گرم)
جمعیت بوشهر	۱۰۰	۱۷۷۸۶	۳۴۳۸	۱۸۹۰	۳۱۰
جمعیت طبس	۹۰	۱۳۰۷۰	۲۵۲۶	۱۳۸۹	۱۸۰

عملکرد گونه شور جنوبی در شرایط مرتع نیز بسیار خوب است با اینکه شوری خاک و آب بالا می‌باشد می‌توان با استفاده از کشت جمعیت‌های مختلف جهت تغذیه دام بهره برد.

حداکثر تعداد نهال کاشته شده گونه شور جنوبی در شرایط مرتع و مناطق کویری با توجه به میزان آب با شوری بالا می‌توان با تراکم ۲۰۰ پایه در هر هکتار کشت نمود. با احتساب این تراکم و میزان تولید علوفه در هر

پایه (در پایه‌های سه ساله) طبق جدول (۲) می‌توان میزان ۳۸۰ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار (جمعیت بوشهر) و ۲۸۰ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار (جمعیت طبس) برآورد نمود که برای تأمین قسمتی از علوفه دام بصورت چرای مستقیم توسط دام استفاده نمود.

جوانه زنی بذور

از خصوصیات مهم این گونه نداشتن مشکل جوانه‌زنی در رویشگاه اصلی خود می‌باشد که بذور این گونه در شوری ۲۸/۴ دسی زیمنس بر متر نیز قادر به جوانه‌زنی هستند (۵). بذور نگهداری شده به مدت ۲۴ ماه در دمای ۱۸- و ۴ درجه سانتی‌گراد، دارای جوانه‌زنی ۸۰ تا ۱۰۰ درصد بودند. این در حالی است که بذوری که در دمای محیط و یا در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند اصلاً جوانه نزدند (۱۳).

مصارف دارویی گونه شور جنوبی

این گونه به طور سنتی به عنوان ضد انگل و برای درمان برخی از اختلالات پوستی مورد استفاده قرار گرفته است (۹). عصاره آن در داروهای سنتی به عنوان داروی ضد بارداری توسط زنان بوشمن نامیبیا و جنوب آفریقا استفاده می‌شود. در مصر بعنوان داروی ضد التهاب

استفاده می‌شود. در هند از برگ‌های آن مانا یا مان (محصول جانبی فعالیت حشرات بر روی اندام‌های جوان گیاه میزبان) بدست می‌آید. از آن برای به دست آوردن ساجی، یک شکل خام کربنات سودا استفاده شده است. در عربستان از آن به عنوان داروی ضد احتقان و جوشانده آن برای تمیز کردن سینوس‌ها و برای کاهش خارش پوستی استفاده می‌شود (۷).

کیفیت علوفه

گونه شور جنوبی دارای ارزش غذایی مطلوبی است (جدول ۳) بطوری که میزان پروتئین خام، قابلیت هضم پذیری و میزان انرژی متابولیسمی آن در حد مطلوب می‌باشد. با توجه به این که این گونه از نظر تولید بذور در مراتع شور حائز اهمیت است بهتر است جهت احیا و تکثیر مراتع در زمان بذردهی توسط شتر چرا شود. با توجه به اینکه با گذراندن مراحل رویشی کیفیت علوفه کم می‌شود با اینحال در این مرحله (زمان بذردهی) نیز کیفیت علوفه مطلوب می‌باشد. (پروتئین خام بالای ۸ درصد، هضم پذیری بالای ۶۰ درصد و انرژی متابولیسمی بالای ۸ مگا ژول بر کیلوگرم خیلی مطلوب می‌باشد) (۱).

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای کیفیت علوفه گونه شور جنوبی

مراحل رویشی	مقدار انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم)	ADF (درصد)	هضم پذیری (درصد)	پروتئین خام (درصد)
رویشی	۱۱/۶۲	۱۵/۷۰	۸۰/۱۱	۲۲/۵۳
گلدهی	۱۰/۷۶	۱۸/۹۳	۷۵/۰۶	۱۶/۸۵
بذردهی	۱۰/۲۱	۲۱/۸۰	۷۱/۸۵	۱۴/۸۳

* نمونه‌های هر سه مرحله فنولوژی از مراتع منطقه طبس جمع آوری شده است و نتایج آن در طرح کیفیت علوفه گزارش شده است (۱).

شکل‌های زیستی مختلف به عنوان یک گیاه مهم علوفه‌ای در زمین‌های خشک محسوب شده و برای کاشت در زمین‌های شور جایی که محصولات دیگر تولید خوبی

جنس سالسولا به خاطر ویژگی‌هایی مانند مقاومت به خشکی، شوری، آفات و بیماری‌ها، سیستم ریشه‌ای عمیق، فشار اسمزی بالایی سلول، کارایی بالا در استفاده آب و

و شوری را داشته و بتوانند در چنین شرایطی تولید و پوشش مطلوبی را فراهم کنند دارای اهمیت است.

توصیه ترویجی

- اکثر گونه‌های مرتعی مناطق خشک در خشکسالی‌ها یا به بذر نمی‌روند و یا بذر سالم و مرغوبی تولید نمی‌کنند، به همین جهت لازم است در شرایط ترسالی نسبت به جمع آوری بذر گونه‌ها اقدام نمود.

- با توجه به این که قوه نامیه بذور گونه‌های سالسولا به مرور زمان کاهش می‌یابد، باید بذور جمع آوری شده در سردخانه (دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد) یا دمای یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شود.

- بهتر است انتقال نهال‌های گلدانی گیاه شورجنوبی در پاییز انجام شود و از انتقال گلدان‌ها در اوایل بهار به دلیل کمبود بارندگی‌های فصل بهار و امکان خشکیدگی نهال‌های جوان خودداری شود.

- به دلیل بزرگ شدن سطح تاج پوشش گیاهی در گونه شور جنوبی فاصله کشت در شرایط مزرعه بهتر به نحوی مدیریت گردد که تراکم بیشتر از ۱۲۰۰ پایه در هکتار نباشد.

ندارند و یا در نواحی که آبیاری فقط با آب شور امکان دارد، حائز اهمیت است. گونه‌های سالسولا اکثراً در زمان گلدهی و بذردهی و زمانی که گونه در حال خشک شدن است و اسانس آن کمتر می‌شود بشدت مورد چرای دام قرار می‌گیرد (۳، ۴، ۸). ضمن آن که گیاهان شورپسند کمترین میزان نمک را به سمت اندامهای زایشی، گل‌ها، میوه‌ها و بذرها در حال تشکیل روانه می‌سازند. در حقیقت حساسیت بالای جنین به نمک مانع از تجمع آن در بذرها می‌شود. در این مرحله گیاهان کمترین میزان نمک را دارند و لذا قابلیت پسندیدگی آن بیشتر شده و به این دلیل بیشتر مورد چرا واقع می‌شوند. با توجه به ویژگی‌های عنوان شده کشت گونه شورجنوبی با جمعیت‌های معرفی شده که از لحاظ پارامترهای مختلف گیاهی دارای مقادیر بالا می‌باشند در نواحی خشک و شور پیشنهاد می‌شود. ضمن آن که نتایج مطالعات نشان می‌دهد گونه مورد مطالعه دارای تولید علوفه بالا و پوشش تاجی گسترده بوده و از نظر کیفیت علوفه نیز دارای مقادیر بالایی هستند (۱). این در حالی است که به دلیل خشکسالی‌های اخیر کاهش پوشش گیاهی مناطق خشک و بیابانی، توجه به گونه‌هایی که قابلیت تحمل به خشکی

فهرست منابع

۱. ارزانی، ح.، معتمدی، ج. و زارع چاهوکی، م.ع.، (۱۳۸۹). گزارش طرح ملی کیفیت علوفه گیاهان مرتعی کشور، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور.
۲. اسدی، م. (۱۳۸۰). فلور ایران شماره ۳۸ تیره اسفناج. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۵۰۸ صفحه
۳. زارع کیا، ص. و ابوالقاسمی، م. (۱۳۹۹). جنس علف شور (سالسولا)، قابلیت‌ها و ظرفیت‌ها (با تأکید بر احیای مراتع تخریب یافته و تأمین علوفه). نشریه طبیعت ایران. شماره مرداد و شهریور. ۲۲ (۳): ۷۷-۸۴.
۴. عصری، ی. (۱۳۹۱). گیاهان مرتعی ایران جلد دوم: دو لپه‌ای‌ها. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۱۰۷ صفحه.
۵. مصلح آرانی، ا. و عظیم زاده، ح.ر. (۱۳۹۴). بررسی برخی از خصوصیات اکولوژیکی گونه *Salsola imbricata* در منطقه طبس. نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان. ۴ (۷): ۲۱-۲۸.

6. Gihad, E. A. & El Shaer, H. M. (1992). Utilization of halophytes by livestock on rangelands, 77–96. In: Ayoub V. R, (Eds.), Halophytes as a source of livestock and for rehabilitation of degraded lands squires, Kluwer Academic Publishers; Dordrecht.
7. Hammiche & Maiza, K. (2006). Traditional medicine in Central Sahara: pharmacopoeia of Tassili N'ajjer, Journal of Ethnopharmacology, 105(3): pp. 358–367.
8. Hanif, Z., Haider Ali, H., Rasool, G., Tanveer, A. & Singh Chauhan, B. (2018). Genus Salsola: Its Benefits, Uses, Environmental Perspectives and Future Aspects - a Review Journal of Rangeland Science, 8 (3): 315-328
9. Khan, M. Ajmal; Böer, Benno; Barth, Hans-Jörg; Kust, & German S. (2006). Sabkha Ecosystems: Volume II: West and Central Asia. Springer Science & Business Media. pp. 143–147
10. Rasheed, D. M., El Zalabani, S. M., Koheil, M.A., El-Hefnawy, H. M., and Farag, M. A. (2013). Metabolite profiling driven analysis of Salsola species and their anti-acetylcholine esterase potential. *Natural product research*, 27(24): 2320-2327.
11. Rezvani Moghaddam, P., & Koocheki, A. (2004). History of research on salt-affected lands of Iran. Pages 83-95 in Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula
12. Toderich, K. N., Shuyskaya, E. V., Taha, F., Ismail, S., Gismatullina, L. G., and LI, E. V. (2012). Adaptive fruit structural mechanisms of Asiatic Salsola species and its germplasm conservation and utilization. Journal of. Arid Land Studies, 22(1): 73-76.
13. Zaman, S., Padmesh, S. & Tawfiq, H. (2010). Seed germination and viability of *Salsola imbricata* Forssk. International Journal of Biodiversity and Conservation, 2(12): 388-394.

مقایسه عملکرد و ارزش غذایی برخی گونه‌های شورزیست در منطقه اردکان و سبزوار

غلامحسن رنجبر^{۱*}، یوسف هاشمی‌نژاد^۲، محمد جواد بابائی‌زارچ^۳، خاطره مزیانی^۴، محمدرضا فتوحی^۵، امیر ریوندی^۶

۱ و ۳. به ترتیب دانشیار و استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
۲ و ۶. استادیار و محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، ایران

۴. کارشناس ترویج، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سبزوار، سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی

۵. کارشناس ترویج، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اردکان، سازمان جهاد کشاورزی استان یزد

*. نویسنده مسئول: غلامحسن رنجبر، پست الکترونیک: ranjbar71@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵

چکیده

با هدف ارزیابی میزان عملکرد و ارزش غذایی برخی گونه‌های شورزیست، یک مطالعه تحقیقی-ترویجی در منطقه چاه‌افضل شهرستان اردکان استان یزد و منطقه حارث‌آباد شهرستان سبزوار استان خراسان رضوی انجام شد. گونه‌های مورد پژوهش شامل کوشیا (*Bassia scoparia*)، سالیکورنیا (*Salicornia sinus persica*)، ارزن‌پادزهری (*Panicum antidotale*)، چغندرعلوفه‌ای (*Beta vulgaris*)، کینوا (*Chenopodium quinoa*) و خارشتر (*Alhagi persarum*) بود. شوری آب آبیاری مورد استفاده در منطقه چاه‌افضل اردکان ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر و در منطقه حارث‌آباد سبزوار ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که در منطقه چاه‌افضل اردکان، مقدار تولید گونه‌های سالیکورنیا، کوشیا، ارزن‌پادزهری و چغندرعلوفه‌ای به‌ترتیب ۱۸/۹، ۱۷/۱، ۱۰/۴ و ۷/۰ تن علوفه خشک در هکتار بود. مقادیر مذکور در منطقه حارث‌آباد سبزوار برای گونه‌های کوشیا، کینوا و خارشتر، به‌ترتیب ۷/۸، ۴/۶ و ۴/۰ تن علوفه خشک در هکتار بود. بیشترین و کمترین درصد خاکستر علوفه گونه‌های شورزیست با ۵۱/۳ و ۱۰/۶ درصد، به‌ترتیب متعلق به سالیکورنیا و ارزن‌پادزهری بود. میزان پروتئین خام علوفه کوشیا، برگ چغندر، سالیکورنیا، ارزن‌پادزهری و ریشه چغندر، به‌ترتیب ۱۳/۳۴، ۱۳/۷۱، ۱۰/۱۸، ۶/۶۲ و ۷/۷۴ درصد ماده خشک بود. هرچند علوفه تولیدی گونه‌های شورزیست دارای محدودیت‌های تغذیه‌ای مانند خاکستر نسبتاً بالاست، ولی این گونه‌ها با توجه به تولید بیوماس قابل توجه در شرایطی که به دلیل شوری بالای آب و خاک، امکان کاشت و توسعه گیاهان علوفه‌ای مرسوم نیست، می‌توانند درصد قابل توجهی از جیره دام را به خود اختصاص دهند. ارزن‌پادزهری به عنوان یک گراس چندساله و با میزان خاکستر پایین، گونه امیدبخش علوفه‌ای در این شرایط می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزش غذایی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خشی، پروتئین خام، شورورزی.

بیان مسئله

بر اساس جدیدترین بررسی، ایران پس از چین، استرالیا و قزاقستان با بیش از ۸۸ میلیون هکتار مساحت شور، در زمره کشورهای تهدیدشونده از نظر تنش شوری محسوب می‌گردد (۱۲). از نظر منابع آبی نیز، حجم آب‌های شور در کشور، قابل توجه می‌باشد. رحیمیان و غلامی (۴) در بررسی ۴۴/۵ میلیارد متر مکعب آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی، گزارش دادند که در حدود ۱۳/۸ میلیارد متر مکعب از این منابع دارای شوری بالای ۲ تا ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر هستند. این درحالی است که تولید گیاهان زراعی با منابع آب شور بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر، به دلیل پایدار نبودن و تولید پایین، اقتصادی نمی‌باشد. لذا به دلیل نیاز به تولید، ضرورت دارد با تغییر نگرش نسبت به منابع آب و خاک بسیار شور و استفاده از آن‌ها در کشاورزی شورزیست یا شورورزی، به موازات کشاورزی در شرایط متعارف، در این شرایط نیز تولید نمود (۳).

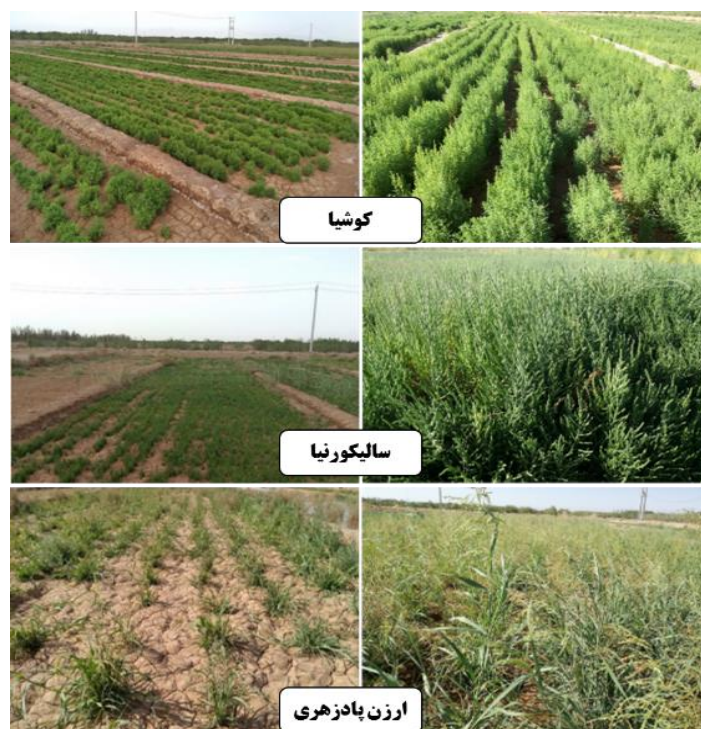
یکی از چالش‌های روز کشور، کمبود علوفه می‌باشد. به نظر می‌رسد به منظور تأمین بخشی از علوفه خشبی مورد نیاز می‌توان به کاشت گونه‌های شورزیست علوفه‌ای با ارزش با استفاده از پتانسیل موجود آب و خاک بسیار شور پرداخت. در حال حاضر گونه‌های علوفه‌ای شورزیست امیدبخشی در کشور معرفی شده است. گونه‌هایی مانند کوشیا با تولید قابل توجه حتی با شوری آب در حدود ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر (۹) و ارزن پادزهری با تولید ۱۰ تن علوفه خشک با کاربرد آب شور ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر از گونه‌های علوفه‌ای مهم در سامانه‌های شورورزی محسوب می‌گردند (۲). یکی دیگر از گیاهان شورزیست برای تولید

علوفه با استفاده از منابع آب بسیار شور از جمله آب دریا و زه‌آب‌های کشاورزی، گونه‌های مختلف سالیکورنیا می‌باشد. مطالعات انجام شده بر روی اکوتیپ‌های مختلف این گونه نشان داد که این گیاه قادر است در محدوده وسیعی از شوری‌های آب ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر تا شوری آب دریای خلیج فارس (در حدود ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر) بین ۲۷ تا ۱۲ تن در هکتار علوفه خشک در طول یک فصل رشد تولید نماید (۶).

بنابراین راهبرد عملیاتی نمودن توسعه کاشت این گونه‌ها و ورود آن‌ها به الگوی کشت کشور، یک ضرورت اساسی قلمداد می‌گردد. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی میزان عملکرد کمی و کیفی برخی گونه‌های امیدبخش شورزیست در شرایط آب و خاک شور استان‌های یزد و خراسان رضوی بود.

معرفی دستاورد

به منظور مقایسه عملکرد کمی و کیفی علوفه تعدادی گونه‌های شورزیست، دو آزمایش جداگانه تحت شرایط آبیاری با آب شور ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در منطقه چاه‌افضل شهرستان اردکان استان یزد و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر در منطقه حارث‌آباد شهرستان سبزوار استان خراسان رضوی انجام شد. در منطقه چاه‌افضل اردکان، گونه‌های شورزیست مورد مطالعه شامل؛ کوشیا، ارزن پادزهری و سالیکورنیا (شکل ۱) و در منطقه حارث‌آباد سبزوار شامل؛ کوشیا، کینوا و خارشتر بود (شکل ۲). هم‌چنین در منطقه چاه‌افضل از چغندر علوفه‌ای (لاین ۰۵۲ مؤسسه تحقیقات چغندرقند) نیز استفاده شد.



شکل ۱- تصاویری از گونه‌های کاشت شده در منطقه چاه‌افضل اردکان در ابتدای رشد
اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۰ (سمت چپ تصاویر) و در زمان برداشت؛ شهریورماه ۱۴۰۰ (سمت راست تصاویر)



شکل ۲- تصاویری از گونه‌های مورد مقایسه در منطقه حارث‌آباد سبزوار؛ تیرماه ۱۴۰۰ (سمت چپ خارشتر، سمت راست کینوا)

منطقه حارث‌آباد سبزوار، در هفته آخر اسفند ۱۳۹۹ انجام شد. بذر مصرف‌شده برای گیاهان کوشیا، کینوا، سالیکورنیا و چغندر علوفه‌ای، به‌ترتیب ۱۰، ۱۰، ۱۵ و ۵ کیلوگرم در هکتار بود. ارزن پادزهري نیز به صورت نشایی و بر اساس فاصله بین و روی ردیف ۵۰ و ۴۰ سانتی‌متر کشت گردید.

قالب طرح آزمایشی برای مقایسه صفات گونه‌های مورد بررسی طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. بر اساس توصیه‌های انجام شده، کاشت گیاهان مورد نظر پس از تهیه زمین و آماده‌سازی کرت‌های ۳۰۰ متری، در منطقه چاه‌افضل اردکان در هفته اول فروردین‌ماه سال ۱۴۰۰ و در

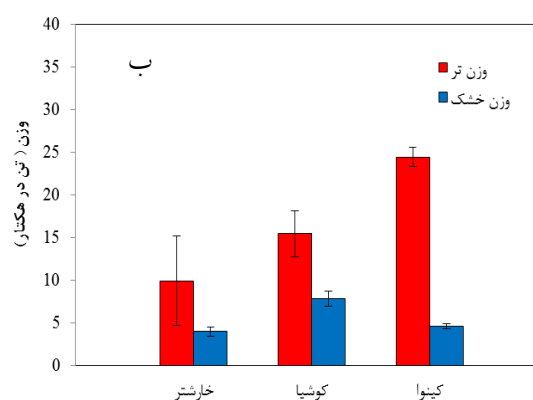
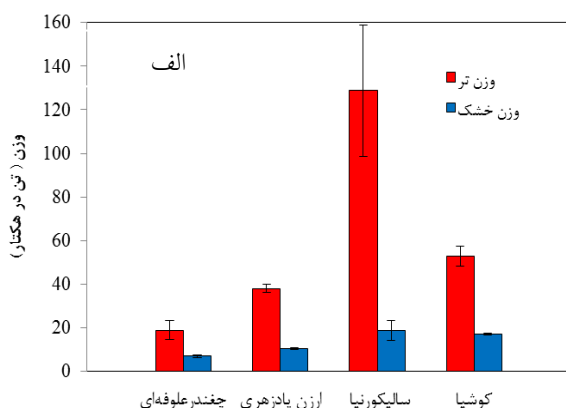
در منطقه حارث‌آباد سبزوار به ترتیب برای گیاه سالیکورنیا و ارزن پادزه‌ری، به ترتیب ۱۲۸/۷ و ۱۸/۷۹ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳). کینوا (۲۴/۴۶ تن در هکتار)، کوشیا (۱۵/۴۷ تن در هکتار) و خارشتر (۱۰/۰۰ تن در هکتار) بود (شکل ۳).

بیشترین عملکرد علوفه خشک برای گیاه سالیکورنیا و کوشیا در منطقه چاه افضل اردکان به ترتیب به میزان ۱۸/۸۹ و ۱۷/۰۷ تن در هکتار بود (شکل ۳). عملکرد ماده خشک ارزن پادزه‌ری و چغندر (مجموع برگ و ریشه) نیز به ترتیب ۶/۹۴ و ۱۰/۳۹ تن در هکتار بود. در منطقه حارث‌آباد سبزوار میزان عملکرد علوفه خشک برای گیاه کوشیا (۷/۸۲ تن در هکتار)، کینوا (۴/۵۸ تن در هکتار) و خارشتر (۳/۹۷ تن در هکتار) بود (شکل ۳). ذکر این نکته ضروری است که علت تفاوت‌های بین میزان بیوماس گونه‌های مورد بررسی در یک مکان و برای یک گونه مشابه در دو مکان آزمایش، علاوه بر اختلاف موجود بین تیپ رشد و خصوصیات مورفولوژیک گیاه، به میزان تحمل به شوری و کیفیت آب بکاربرده شده نیز وابسته می‌باشد (۵).

داده‌های عملکرد کمی و ارزش غذایی خارشتر در منطقه حارث‌آباد سبزوار، مربوط به یک مزرعه خودرو در کنار آزمایش با تراکم تقریبی ۵ بوته در متر مربع بود. در اواسط فصل رشد بسته به گونه نمونه گیاه برای تعیین ارزش غذایی برداشت شد و علاوه بر اندازه‌گیری میزان عناصر سدیم، پتاسیم و خاکستر؛ درصد پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی^۱ و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی^۲ و مقدار تولید گاز اندازه‌گیری شد. به منظور اطلاع از میزان عملکرد کمی برای گونه‌های کوشیا، سالیکورنیا، ارزن پادزه‌ری، خارشتر و کینوا، کل بیوماس هوایی و برای چغندر علوفه‌ای مجموع ریشه و برگ به عنوان عملکردتر در نظر گرفته شد. عملکرد ماده خشک پس از قراردادن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

عملکرد علوفه تر و خشک:

بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در منطقه چاه‌افضل اردکان، بیشترین و کمترین عملکرد علوفه‌تر برای میزان علوفه تر کوشیا و چغندر علوفه‌ای به ترتیب ۳۸/۰۶ و ۵۲/۸۸ تن در هکتار بود. هم‌چنین میزان عملکرد علوفه‌تر



شکل ۳- مقایسه میزان عملکرد علوفه تر و خشک گونه‌های مورد بررسی. الف: منطقه چاه افضل اردکان و ب: حارث‌آباد سبزوار

¹ NDF; Natural Detergent Fiber

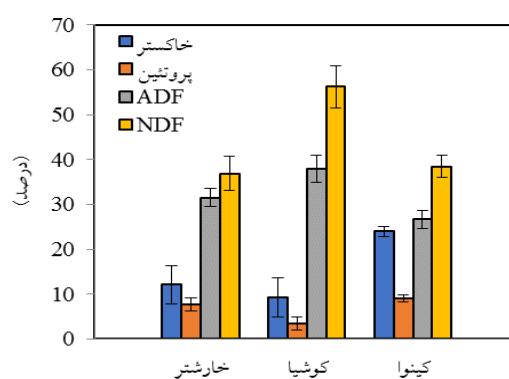
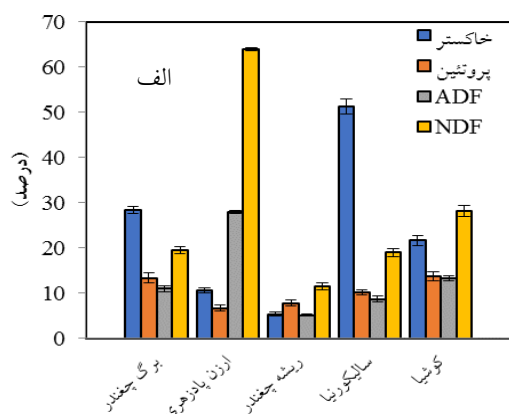
² ADF; Acid Detergent Fiber

درصد خاکستر

در منطقه چاه افضل اردکان بیشترین میزان خاکستر بوته برای گیاه سالیکورنیا به میزان ۵۱/۲۸ درصد بود. میزان خاکستر برگ چغندر (۲۸/۳۸ درصد) از میزان خاکستر ریشه چغندر (۵/۳ درصد)، ارزن پادزه‌ری (۱۰/۶۱ درصد) و کوشیا (۲۱/۶۵ درصد) بیشتر بود (شکل ۴) میزان خاکستر علوفه گونه‌های مورد بررسی در منطقه حارث‌آباد سبزوار به ترتیب برای گیاه کینوا (۲۳/۹۹ درصد)، خارشتر (۱۲/۱۱ درصد) و کوشیا (۹/۳۸ درصد) بدست آمد (شکل ۴). با توجه به این نتایج ارزن پادزه‌ری کمترین درصد خاکستر ماده خشک را در بین گونه‌های شورزیست داشت. آنچه مسلم است میزان بالای خاکستر به عنوان یک ارزش ضد تغذیه‌ای محسوب می‌گردد و به همین خاطر نمی‌توان از علوفه‌های شورزیست به طور کامل در جیره دام استفاده نمود. البته علت بالا بودن میزان خاکستر در گیاهان شورزیست، سازوکار تحمل به شوری در آنها است که با تجمع مقادیر بالایی از یون‌های مختلف به ویژه در مورد سالیکورنیا تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- در بافت گیاه با هدف تنظیم اسمزی برای تحمل و بقا در شرایط بسیار شور می‌باشد (۱۱).

درصد پروتئین

تحت شرایط این آزمایش، در منطقه چاه افضل اردکان بیشترین میزان پروتئین علوفه برای کوشیا (۱۳/۷۱ درصد) و برگ بوته چغندر (۱۳/۳۴ درصد) بدست آمد (شکل ۴). میزان پروتئین علوفه سالیکورنیا (۱۰/۱۸ درصد)، ارزن پادزه‌ری (۶/۶۲ درصد) و ریشه چغندر (۷/۷۴ درصد) بود. میزان پروتئین علوفه گونه‌های مورد بررسی در منطقه حارث‌آباد سبزوار به ترتیب برای گیاه کینوا (۹/۰۹ درصد)، خارشتر (۷/۷۲ درصد) و کوشیا (۳/۴۶ درصد) بود (شکل ۴). آنچه مسلم است میزان پروتئین خام بسته به گونه و در مورد یک گونه بسته به نسبت برگ به ساقه، دوره رشدی گیاه و شرایط آزمایش و کیفیت آب مورد استفاده متفاوت می‌باشد. برای مثال درصد پروتئین کاه برخی ارقام جو (۳۰/۹ تا ۹/۰ درصد)، یولاف (۱/۹ تا ۷/۱ درصد) و کاه گندم (۲/۴ تا ۵/۹ درصد)، (۱۰)، علف مرغ (کمتر از ۰/۹) (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴) و ذرت سیلو شده (۰/۹) گزارش شده است. درصد پروتئین خام علوفه خشک یونجه نیز بسته به عوامل گفته شده بین ۱۳/۵ تا ۲۵/۶ بدست آمده است (۱).



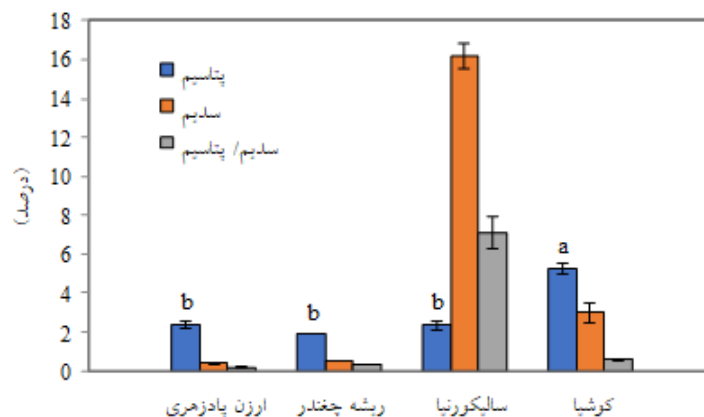
شکل ۴- مقایسه میانگین میزان خاکستر، درصد پروتئین، ADF و NDF علوفه گونه‌های مختلف علوفه‌ای. الف: منطقه چاه افضل اردکان و ب: حارث‌آباد سبزوار

میزان الیاف نامحلول در شوینده خشتی (NDF) و اسیدی (ADF)

در منطقه چاه افضل اردکان بیشترین میزان NDF علوفه برای گیاهان ارزن پادزه‌ری (۶۳/۹ درصد) و کمترین میزان این شاخص برای ریشه چغندر (۱۱/۵۳ درصد) بود (شکل ۴). میزان NDF علوفه سالیکورنیا (۱۸/۹۳ درصد)، کوشیا (۲۸/۲ درصد) و برای برگ چغندر (۱۹/۵۳ درصد) بود. میزان NDF علوفه گونه‌های مورد بررسی در منطقه حارث‌آباد سبزوار به ترتیب برای گیاه کوشیا (۵۶/۲ درصد)، کینوا (۳۸/۴۸ درصد) و خارشتر (۳۶/۸۶ درصد) بیشترین مقدار بود (شکل ۴). روند میزان ADF علوفه گونه‌های مورد بررسی در دو منطقه مشابه بود (شکل ۴). بر اساس نتایج این تحقیق مقادیر NDF، ADF گیاهان مورد بررسی این تحقیق به غیر از ارزن پادزه‌ری بسیار کمتر از مقادیر گزارش شده در ذرت سیلویی و یونجه خشک می‌باشد. در دهه‌های اخیر معرفی معیارهایی مانند NDF و ADF در تغذیه نشخوارکنندگان، به عنوان معیار الیافی بودن ماده خوراکی مورد نظر قرار گرفته است. لازم به ذکر است مقادیر این شاخص‌های کیفی بسته به مرحله رشد، نوع رقم و گونه گیاه علوفه‌ای متفاوت می‌باشد (۷). برای مثال با اینکه مقدار NDF یونجه خشک و ذرت سیلو شده در حدود ۴۵ درصد می‌باشد، برخی مطالعات این مقدار را برای

یونجه خشک بین ۵۲ درصد (۸) تا ۴۰ درصد و برای سیلاژ ذرت ۵۲/۷۳ درصد (۱) گزارش کرده اند. بطورکلی بالا بودن لیگنین باعث کاهش قابلیت هضم علوفه می‌گردد (۷).

درصد سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم
بیشترین میزان سدیم علوفه در منطقه چاه افضل اردکان برای گیاه سالیکورنیا (۱۶/۱۸ درصد) و کمترین میزان این شاخص نیز برای ریشه (۰/۵۳ درصد) و برگ چغندر (۰/۳۸ درصد) بود (شکل ۵). هم‌چنین در این منطقه میزان سدیم علوفه کوشیا (۲/۹۹ درصد) به طور معنی‌داری بیش از میزان سدیم برگ و ریشه چغندر و کمتر از سالیکورنیا بود. بیشترین میزان پتاسیم شاخساره برای گیاه کوشیا نیز ۵/۲۴ درصد بود. هم‌چنین بین میزان پتاسیم علوفه سالیکورنیا (۲/۳۴ درصد)، ریشه چغندر (۱/۸۵ درصد) و برگ چغندر (۲/۳۳ درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵). بیشترین میزان نسبت سدیم به پتاسیم علوفه برای گیاه سالیکورنیا به میزان (۷ درصد) و کمترین میزان این شاخص نیز برای ریشه چغندر (۰/۲۸ درصد) و ارزن پادزه‌ری (۰/۱۷ درصد) مشاهده شد (شکل ۴). یکی از اثرات افزایش عنصر سدیم نسبت به دیگر عناصر در بافت گیاه، افزایش غلظت در درصد خاکستر علوفه و در نتیجه کاهش خوش‌خوراکی آن می‌گردد.

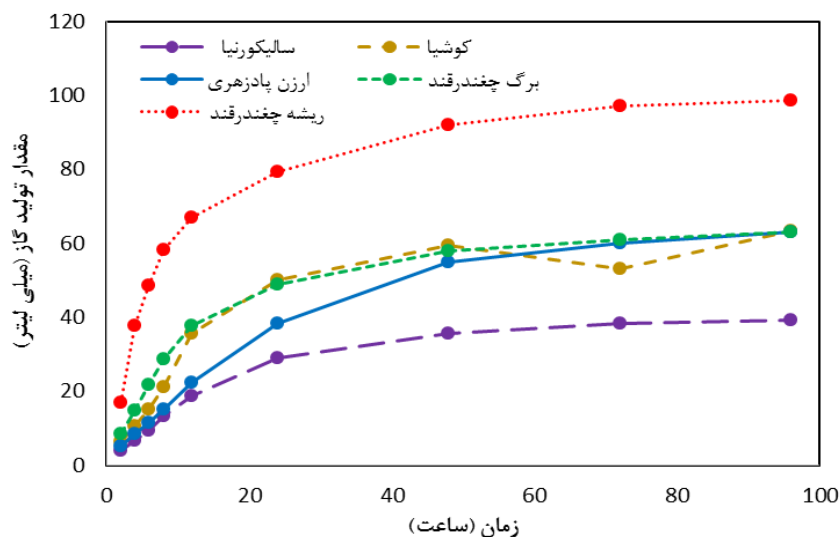


شکل ۵- مقایسه میانگین میزان نسبت سدیم به پتاسیم گونه‌های مختلف علوفه ای منطقه چاه افضل اردکان

مقدار تولید گاز

مقدار تولید گاز (میلی‌لیتر) به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های ارزش غذایی، با انکوبیت کردن نمونه علوفه به مدت ۲ تا ۹۶ ساعت اندازه‌گیری می‌گردد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میزان تولید گاز در تمام مراحل اندازه‌گیری مربوط به ریشه چغندر و کمترین میزان تولید

گاز برای گیاه سالیکورنیا بود (شکل ۶). در این تحقیق تفاوت چندانی بین میزان تولید گاز در ارزن پادزهری، برگ چغندر و کوشیا مشاهده نشد. در ۹۶ ساعت پس از اندازه‌گیری میزان تولید گاز برای سالیکورنیا، ۳۹/۲۲، کوشیا، ۶۳/۳۷، ارزن پادزهری، ۶۳/۱۶، برگ چغندر، ۶۲/۹۳ و ریشه چغندر ۹۸/۷۴ میلی‌لیتر بود (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه میانگین تولید گاز در زمان‌های مختلف برای گونه‌های مختلف علوفه‌ای در منطقه چاه افضل

به‌طور عمده حاصل تجزیه کربوهیدرات‌های ساختمانی است (۱۴).

توصیه ترویجی

- با اینکه ارزش غذایی گونه‌های شورزیست تحت تأثیر برخی محدودیت‌های تغذیه‌ای مانند خاکستر نسبتاً بالاست، ولی این گونه‌ها قادر به تولید بالای بیوماس در شرایطی هستند که به دلیل شوری بالای آب و خاک، عملاً کاشت و توسعه گیاهان علوفه‌ای مرسوم امکان‌پذیر نیست. لذا با توجه به کمبود قابل توجه علوفه خشبی می‌توان با کاشت این گیاهان با استفاده از آب‌های زیرزمینی شور، زه‌آب‌ها،

تولید گاز در زمان‌های مختلف در گونه‌های شورزیست به مقدار قابل توجهی کمتر از میزان تولید گاز در ریشه چغندر بود. علت کاهش تولید گاز در گونه‌های شورزیست سالیکورنیا نسبت به گیاهان زراعی معمولاً به دلیل وجود ماده ضد تغذیه‌ای مانند تانن‌ها می‌باشد. تانن‌ها می‌توانند از طریق باند شدن با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها بوسیله پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی و همچنین تأثیر بر میکروارگانیسم‌های شکمبه (۱۳) میزان تولید گاز را کاهش دهند. هم‌چنین گونه‌های شورزیست معمولاً کربوهیدرات‌های ساختمانی کمتری نسبت به گیاهان زراعی دارند و به همین خاطر گاز کمتری تولید کرده است زیرا بخش مهمی از گازهای شکمبه را متان تشکیل می‌دهد که

رودخانه‌های شور و حتی آب دریا (در مورد سالیکورنیا)، ولی بر اساس نتایج تحقیقات موجود گونه‌های شورزیست بخشی از علوفه مورد نیاز دام کشور را تولید نمود.

مورد مطالعه در این تحقیق می‌تواند بین ۳۰ تا ۴۰ درصد و در مورد ارزش پادزه‌ری بیشتر از این میزان در جیره دام سبک قرار بگیرد. استفاده از علوفه گونه‌های شورزیست معمولاً محدودیتی برای مصرف شتر ندارد.

- اگرچه در مورد نحوه و میزان استفاده از این علوفه‌ها در جیره دام و انتخاب نوع دام (سبک و سنگین) لازم است مطالعات تکمیلی در این ارتباط و با حضور دام انجام بگیرد،

فهرست منابع

- ۱- آقازارتی فراهانی، ن.، ح. امانلو، ه. منصوری، ح. ر. میرزایی، ع. مصطفی تهرانی. (۱۳۹۲). اثر جایگزینی یونجه خشک با سیلاژ یونجه در جیره‌های گاوهای پرتولید هلشتاین. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. جلد ۵(۴): ۳۳۵-۳۴۳.
- ۲- بناکار، م.ح. (۱۳۹۴). تعیین مناسبترین تراکم کاشت گیاه علوفه‌ای ارزش پادزه‌ری در شرایط شور و غیر شور با دو روش کاشت. گزارش نهایی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شماره فروست ۴۸۱۲۷.
- ۳- دهقانی، ف.، غ.ح. رنجبر، و ی. هاشمی‌نژاد. (۱۳۹۵). شورورزی: فناوری اقتصادی استفاده پایدار از منابع آب بسیار شور. دومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، کرمان. ۱۷ و ۱۸ شهریور.
- ۴- رحیمیان، م.ح.، و ح. غلامی. ۱۴۰۱. تحلیلی بر وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی. نرشیه آب و توسعه پایدار. جلد ۹ (۳): ۱۰۷-۱۱۶.
- ۵- رنجبر، غ.ح. و الف. آنالقی. ۱۴۰۲. مفاهیم تنش شوری و واکنش گیاه. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، چاپ دوم. ۱۷۹ صفحه
- ۶- رنجبر، غ.ح.، ف. دهقانی، ا. علاءالدین، و. سلطانی گردفرامری و س. کشتکار. (۱۴۰۰). ارزیابی عملکرد برخی گونه‌ها و اکوتیپ‌های سالیکورنیا آبیاری شده با آب دریا و آب شور زیرزمینی. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۵۲(۱۴)، ۱۸۷-۱۹۹.
- ۷- عباسی، الف.، ح. فضائلی، م. زاهدی‌فر، س.ا. میرهادی، ع. گرامی، ن. تیمورنژاد و س. م. علوی. (۱۳۹۴). جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۸- کهیانی، ع.، غ. قربانی، م. علیخانی، ا. قاسمی، ع. صادقی سفیدمزیگی، س. م. نصراللهی. (۱۳۹۷). تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم و سایر مؤلفه‌های نوین هضم الیاف در مواد خشبی موجود در یک دامداری گاو شیری. مجله تولیدات دامی. دوره ۲۰(۳): ۴۲۵-۴۳۵.
- ۹- نباتی، ج.، م. کافی، ا. نظامی، پ.، رضوانی مقدم، ع. معصومی، و م. زارع مهرجویی. (۱۳۹۰). اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه و خصوصیات مورفولوژیکی کوشیا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲، شماره ۴، ۷۴۳-۷۳۵.

10-Erickson, S. (1981). Nutritive value of cereal straw. Agric. Envir. 6: 257-260.

11-Grattan, S.R., Benes, S.E., Peters, D.W., & Diaz, F. (2008). Feasibility of irrigating pickleweed (*Salicornia bigelovii* Torr) with hyper-saline drainage water. Journal of Environmental Quality. 37: 149-156. Hassani, A., Azapagic, A., & Shokri, N. (2020). Predicting long-term dynamics of soil salinity and sodicity on a global scale. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(52), 33017-33027.

12-Hassani, A., Azapagic, A. & Shokri, N. (2020). Predicting long-term dynamics of soil salinity and sodicity on a global scale. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). USA117, 33017-33027.

13-Mcsweny C. S., Palmer B. McNeill D. M. & Krause D. O. (2001). Microbial interaction with tannin: nutritional consequences for ruminants. Animal Feed Science and Technology, 91:83-93.

-
- 14- Tavendale, M.H., Meagher L.P., Pacheco D., Walker N., Attwood G.T. & Sivakumaram S. (2005). Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Animal Feed Science and Technology*, 124: 403- 419.

مقایسه عملکرد علوفه سه گونه آتریپلکس (*Atriplex* spp.) در کشت متراکم تحت آبیاری با آب بسیار شور

ولی سلطانی گردفرامری^۱، محمد جواد بابائی زارچ^{۲*}، فرهاد دهقانی^۲، غلامحسین رنجبر^۳

۱. محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۳. دانشیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: محمد جواد بابائی زارچ، پست الکترونیک: javadbabaei67@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴

چکیده

گونه‌های مختلف آتریپلکس می‌توانند جهت کمک به تأمین علوفه مورد نیاز دام در شورورزی بکار برده شوند. این آزمایش با هدف کشت زراعی سه گونه آتریپلکس با تراکم ۶ بوته در متر مربع (۶۰۰۰ بوته در هکتار) تحت آبیاری با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر اجرا شد. نشاء آتریپلکس در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱ به مزرعه منتقل و کاشته شد. در سال ۱۴۰۱ یک چین (شهریورماه) و در سال ۱۴۰۲ سه چین (اردیبهشت، تیر و مهرماه) علوفه‌تر و خشک برداشت شد. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه‌تر گونه‌های *Atriplex lentiformis*، *A. canescens* و *A. nummularia* در سال ۱۴۰۱ به ترتیب برابر با ۴۲/۸، ۸/۳۳ و ۹/۵ تن در هکتار و در سال ۱۴۰۲ به ترتیب ۱۱۱/۱۳، ۶۱/۰۳ و ۱۱۴/۹۵ تن در هکتار بود. عملکرد علوفه‌خشک این گونه‌ها در سال ۱۴۰۱ به ترتیب برابر با ۱۵/۳۵، ۲/۸۴ و ۳/۳۶ تن در هکتار و در سال ۱۴۰۲ به ترتیب ۴۰/۸۰، ۲۲/۳۱ و ۴۴/۲۰ تن در هکتار بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که میزان پتاسیم برگ گونه *A. canescens* نسبت به دو گونه دیگر بیشتر ولی میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، خاکستر و نشت یونی برگ آن کمتر بود. هر چند میزان تولید علوفه‌تر و خشک *A. canescens* کمتر از دو گونه دیگر بود، ولی از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار می‌باشد. به طور کلی گونه *A. lentiformis* دارای بیشترین تولید علوفه‌تر و خشک در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بود، بنابراین می‌توان از منابع آب شوری که برای کشت‌وکار گیاهان زراعی معمول مناسب نیستند، برای تولید این گونه به صورت زراعی استفاده نمود.

واژگان کلیدی: خاکستر، شورورزی، علوفه، کشت زراعی.

بیان مسئله

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین عواملی که باعث تهدید امنیت غذایی در سطح جهان و کشور ایران شده است، شور شدن تدریجی آب و خاک‌های کشاورزی است. بر اساس گزارش‌های موجود بیش از نیمی از اراضی کشت‌های آبی کشور ایران دارای مشکل شوری هستند (۱۱) که این مورد باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان زراعی موجود و حتی گیاهان متحمل به شوری می‌شود (۱). گزارش شده است که از بین ۴۴/۵ میلیارد متر مکعب آب‌های زیرزمینی موجود در بخش کشاورزی، ۱۳/۸ میلیارد متر مکعب دارای شوری بالای ۲ دسی‌زیمنس بر متر، ۷/۵ میلیارد متر مکعب دارای شوری ۲-۴ دسی‌زیمنس بر متر، ۴/۳ میلیارد متر مکعب دارای شوری ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۱/۲ میلیارد متر مکعب دارای شوری ۸-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۰/۴ میلیارد متر مکعب دارای شوری ۱۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۰/۲ میلیارد متر مکعب دارای شوری بیش از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (۵) که باید راهی مناسب برای بهره‌وری بهتر از این ذخایر آب با درجات مختلف شوری اندیشید. شورورزی عبارت است از تولید پایدار و اقتصادی محصولات کشاورزی با استفاده از منابع آب و خاک شوری که کشاورزی مرسوم در آن‌ها اقتصادی و یا پایدار نیست. اهلی‌سازی گیاهان متحمل به شوری که در حال حاضر در رویشگاه‌های طبیعی شور و خشک می‌رویند آن‌ها را به عنوان گیاهان زراعی جدیدی معرفی کرده و تحت تنش‌های محیطی ایجاد شده توسط شوری و خشکی محصول رضایت بخش‌تری تولید کنند (۹). گونه‌های مختلف جنس آتریپلکس یکی از انواع گیاهان مقاوم به شوری هستند که می‌توان از پتانسیل آن‌ها با توجه به نیازهای اکولوژیک مشابه با شرایط حاکم بر نقاط مختلف مرتعی کشور برای توسعه شورورزی استفاده نمود. این گونه‌ها به خاطر رشد سریع، همیشه سبز بودن، تاج پوشش بزرگ، ریشه‌های نسبتاً عمیق، خوش‌خوراکی و تولید علوفه قابل ملاحظه اهمیت خاصی را در مناطق

کویری پیدا کرده است. تحت شرایط خشک و شور حاکم بر مناطق وسیعی از ایران، گونه‌های مختلف آتریپلکس سازگاری مناسبی را در این مناطق از خود نشان داده و کشت این گونه‌ها در سطح وسیعی از عرصه‌های منابع طبیعی و مراتع تخریب شده گسترش یافته است. با توجه به هدف اولیه بیابان‌زدایی، گونه‌های آتریپلکس به‌طور مرسوم با تراکم پایین و با فاصله زیاد در عرصه‌های طبیعی کشت می‌گردند. در عرصه‌های کشاورزی با هدف تولید علوفه، میزان بهره‌وری از منابع با این میزان تراکم اقتصادی نخواهد بود. لذا ضرورت دارد به موازات تهیه بسته‌های مدیریت زراعی گیاه، واکنش آن در کشت‌های متراکم هم از نظر میزان تولید و هم از نظر تحمل به چین‌برداری تحت این شرایط بررسی گردد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی میزان تولید علوفه‌تر و خشک سه گونه آتریپلکس به صورت کشت زراعی و فشرده در شرایط شور بود.

معرفی دستاورد

این تحقیق در سال ۱۴۰۰ الی ۱۴۰۲ در مزرعه تحقیقاتی صدوق مرکز ملی تحقیقات شوری با کاشت سه گونه مختلف آتریپلکس شامل *A. lentiformis*، *A. canescens* و *A. nummularia* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایش شامل ۳/۵ در ۲۷ متر بود. تراکم بوته‌های آتریپلکس شامل ۶ بوته (نشاء) در متر مربع (فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. در تحقیقات گذشته انتقال و استقرار گونه‌های مختلف آتریپلکس به عرصه از طریق تولید نهال در کیسه‌های پلاستیکی بود، اما در این تحقیق به منظور کاهش هزینه‌های اولیه کشت و استقرار بوته آتریپلکس و عملیاتی نمودن کشت این گونه‌ها جهت کشت متراکم، راحت و اقتصادی توسط بهره‌برداران، از این سه گونه نشاء تولید شد. برای تهیه نشاء گونه‌های مختلف آتریپلکس از سینی‌های نشایی که دارای

ساعت در آب قرار گرفتند. در نهایت در اوایل اسفندماه سال ۱۴۰۰ در هر سلول از سینی‌های نشاء تعدادی بذر آتریپلکس قرار داده و آبیاری با آب شهر صورت گرفت. آبیاری سینی‌های نشاء هر دو روز یکبار، و کوددهی با کود کامل به میزان دو در هزار، هر سه آبیاری یکبار انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱- نشاء گونه‌های مختلف آتریپلکس قبل از انتقال به مزرعه

سلول‌هایی با قطر دهانه ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. سلول‌های سینی نشاء با مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت (نسبت ۱:۱)، و مخلوط کوکوپیت و پرلیت با خاک (نسبت ۱:۵) پر شدند. بذور آتریپلکس از آذرماه سال ۱۴۰۰ از بیابان‌های استان یزد تهیه و قبل از کاشت به‌خوبی با آب غیرشور شسته، سپس به مدت ۸

آبیاری مزرعه از آب اول و دوم با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر صورت گرفت. دور آبیاری اول با فاصله زمانی هفت روز یکبار و پس از استقرار نشاءها انجام شد. اولین کود ازته به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد (۷) و سپس آبیاری با آب شور ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر و با فاصله بیش از ۱۵ روز یکبار، با توجه به نیاز گیاه انجام گرفت (جدول ۲ و شکل ۲).

جهت آماده‌سازی مزرعه، ابتدا در فروردین‌ماه سال ۱۴۰۱ با استفاده از تیلر زمین شخم‌زده و پس از تسطیح آن، کرت‌بندی انجام شد. شوری اولیه خاک مزرعه مورد نظر در حدود ۱۰۰ دسی‌زیمنس بر متر بود، که با انجام آب‌شویی در فروردین‌ماه با شوری آب آبیاری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به ۳۳ دسی‌زیمنس بر متر در زمان انتقال نشاء کاهش داده شد (جدول ۱). انتقال نشاء آتریپلکس در نیمه اول اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۱ انجام و

جدول ۱- وضعیت شوری خاک مزرعه در طول سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

عمق خاک	شوری اولیه خاک مزرعه	شوری خاک قبل از انتقال نشاء	شوری خاک پس از استقرار نشاء	شوری خاک در اواخر سال زراعی اول	شوری خاک در پایان سال زراعی دوم
	(۱۴۰۱/۰۲/۰۵)	(۱۴۰۱/۰۲/۱۷)	(۱۴۰۱/۰۴/۱۲)	(۱۴۰۱/۰۹/۱۵)	(۱۴۰۲/۰۷/۱۶)
سانتی‌متر	دسی‌زیمنس بر متر				
۰-۳۰	۱۰۱/۶	۳۳	۳۳/۸	۱۷/۱۲*	۲۸/۴
۳۰-۶۰	-	-	-	۲۱/۳	۲۵/۷
۶۰-۹۰	-	-	-	۱۴/۸	۱۸/۱۵

* در هر دو سال آزمایش آخرین آبیاری در مهرماه انجام شد. پایین‌تر بودن شوری خاک در نمونه‌برداری سال اول آزمایش به علت بارندگی‌های پاییزه در فصل آبان و آذر استان یزد می‌باشد، به همین خاطر نمونه‌برداری در سال دوم آزمایش همراه با آخرین آبیاری و شروع باران‌های پاییزه صورت گرفت. با توجه به شوری آب آبیاری (۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر (۲۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر)، کسر آب‌شویی برابر ۱۶/۵ درصد می‌باشد که برای کاهش شوری در عمق‌های بیشتر خاک لازم است در آبیاری‌های بعدی حجم آب بیشتری برای آبیاری مزرعه استفاده شود.



شکل ۲- نمایی از مراحل مختلف انجام آزمایش. الف و ب): به ترتیب مرحله استقرار اولیه نشاء ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت. ج): آبیاری. د): قبل از برداشت. ه و ز): برداشت مکانیزه.

جدول ۲- زمان کاشت، آبیاری، برداشت و کوددهی مزرعه آتریپلکس در دو سال آزمایش

سال ۱۴۰۲		سال ۱۴۰۱	
تاریخ	عملیات	تاریخ	عملیات
۱۴۰۲/۰۱/۱۹	برداشت، کوددهی و آبیاری اول	۱۴۰۱/۰۲/۰۸	انتقال نشاء به مزرعه و آبیاری اول با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر
۱۴۰۲/۰۳/۰۵	آبیاری دوم	۱۴۰۱/۰۲/۲۳	آبیاری دوم بعد از انتقال نشاء با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر
۱۴۰۲/۰۳/۲۰	برداشت، کوددهی و آبیاری سوم	۱۴۰۱/۰۲/۲۵	آبیاری سوم به بعد با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر
۱۴۰۲/۰۴/۰۸	آبیاری چهارم	۱۴۰۱/۰۳/۱۱	آبیاری چهارم
۱۴۰۲/۰۴/۲۵	آبیاری پنجم	۱۴۰۱/۰۳/۲۵	آبیاری پنجم
۱۴۰۲/۰۵/۱۵	آبیاری ششم	۱۴۰۱/۰۴/۱۱	آبیاری ششم
۱۴۰۲/۰۶/۱۲	آبیاری هفتم	۱۴۰۱/۰۴/۲۶	آبیاری هفتم
۱۴۰۲/۰۶/۲۵	آبیاری هشتم	۱۴۰۱/۰۵/۱۵	آبیاری هشتم
۱۴۰۲/۰۷/۲۰	برداشت، کوددهی و آبیاری نهم	۱۴۰۱/۰۶/۲۰	برداشت در سال اول آزمایش، کود دهی و آبیاری نهم
	* هر مرحله کوددهی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره مصرف شد (۷).	۱۴۰۱/۰۷/۰۵	آبیاری دهم
		۱۴۰۱/۱۲/۲۵	آبیاری یازدهم

گونه‌های *A. lentiformis*، *A. canescens* و *A. nummularia* به ترتیب برابر با ۱۱۱/۳، ۶۱/۰ و ۱۱۴/۹ تن در هکتار بود. میزان عملکرد علوفه خشک این گونه‌ها در این سال به ترتیب برابر با ۴۰/۸، ۲۲/۳ و ۴۴/۲ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳).

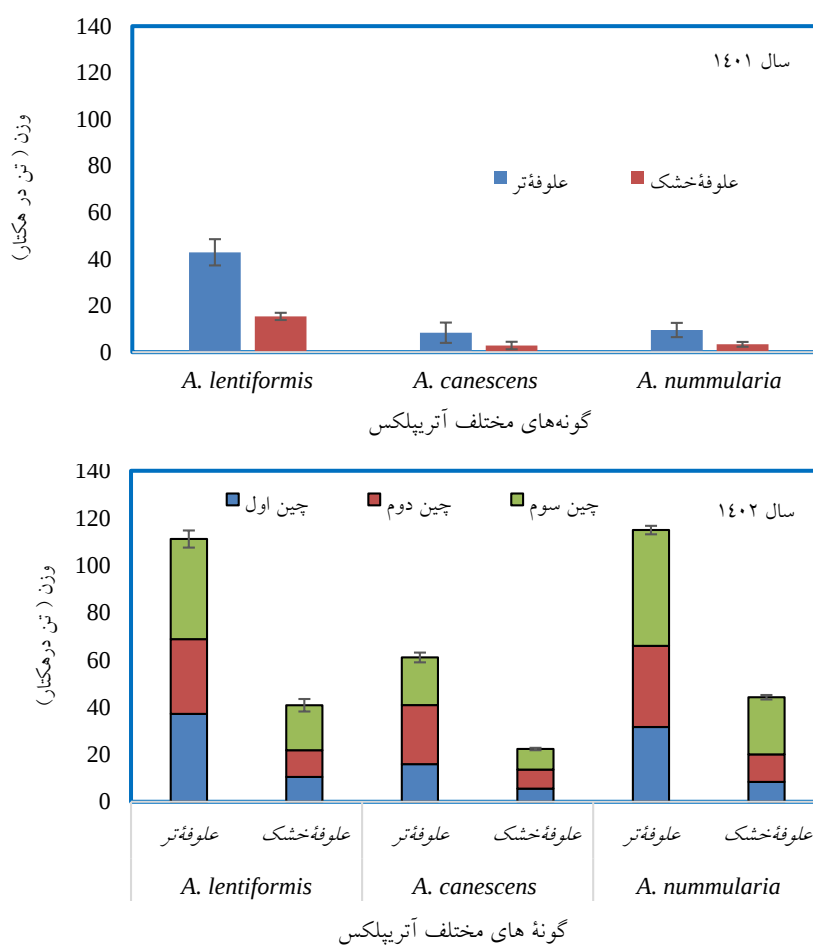
در اکثر گزارش‌های موجود مربوط به بررسی خصوصیات رشدی، فنولوژیک، کمیت و کیفیت علوفه گونه‌های مختلف آتریپلکس از بوته‌های موجود در مراتع دست کاشت یا بوته‌های خودرو (۸)، آزمایش‌های گلدانی و یا کشت تراکم‌های غیرفشرده این گیاهان می‌باشد. برای مثال فاصله کشت ۶×۶، ۴×۴ و ۲×۲ متر بوته گونه *A. canescens* عملکرد علوفه خشک تولیدی آن به ترتیب ۲۱۶/۹۲، ۴۹۷/۹ و ۷۰۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۴). در تحقیق دیگری با تراکم کشت ۱/۵×۱/۵ متر میزان عملکرد علوفه خشک سالانه برای گونه‌های *A. nummularia*، *A. lentiformis*، *A. canescens* و *A. halimus* به ترتیب به میزان ۱/۶، ۱/۶، ۳/۵ و ۲/۶ تن در هکتار گزارش شده است (۲). میزان عملکرد علوفه تر گونه *A. lentiformis* در یک آزمایش گلدانی برای سال اول، دوم و سوم به ترتیب به میزان ۲۰، ۱۴ و ۱۲ تن در هکتار گزارش دادند (۷). در تحقیق دیگری تولید گونه *A.*

در سال اول آزمایش برداشت از مزرعه در یک نوبت در تاریخ ۱۴۰۱/۰۶/۲۰ و در سال دوم نیز سه نوبت در تاریخ‌های ۱۴۰۲/۰۱/۱۶، ۱۴۰۲/۰۳/۲۰ و ۱۴۰۲/۰۷/۱۷ انجام گرفت و پس از هر برداشت نیز کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۷) استفاده و آبیاری انجام شد (شکل ۲). حجم آب مورد استفاده با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر، پس از اولین برداشت در شهریور سال ۱۴۰۱ تا آخرین برداشت در شهریور ۱۴۰۲ جمعاً ۱۱۷۰۰ مترمکعب در هکتار محاسبه شده است. در سال اول آزمایش درصد خاکستر، سدیم و پتاسیم برگ و در سال دوم نیز در آخرین مرحله برداشت، نشت یونی و محتوای نسبی آب برگ و شاخص برگ (وزن خشک کل برگ بر وزن خشک کل علوفه) برای هر سه گونه اندازه‌گیری شد (۱۲ و ۱۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که در سال اول با توجه به تک برداشت انجام شده کل عملکرد علوفه تر گونه‌های *A. lentiformis*، *A. canescens* و *A. nummularia* به ترتیب برابر با ۴۲/۹، ۸/۳ و ۹/۵ تن در هکتار و میزان عملکرد علوفه خشک این گونه‌ها به ترتیب برابر با ۱۵/۳، ۲/۸ و ۳/۳ تن در هکتار بود. اما در سال دوم از مجموع سه مرحله برداشت از مزرعه آتریپلکس، عملکرد علوفه تر

برداشت مدام نیز می‌باشد. با افزایش تراکم بوته‌های آتریپلکس این امکان وجود دارد که از خشبی شدن بوته‌ها جلوگیری شده و با برداشت مداوم در طول سال علاوه بر رشد سرشاخه‌ها عملکرد کمی و کیفی آن نسبت به علوفه تولید شده در مراتع افزایش یابد. بنابراین پیشنهاد می‌شود انجام آزمایش‌های تکمیلی برای تعیین بهترین تراکم کاشت این گیاهان با هدف تولید علوفه صورت گیرد.

canescens وقتی که در تراکم ۳۰۰۰-۱۰۰۰ بوته در هکتار کشت شوند، به میزان ۱ الی ۲ تن ماده خشک در هکتار در سال بوده است (۱۴). بنابراین به نظر می‌رسد واکنش گونه‌های مختلف آتریپلکس به افزایش تراکم بسیار مناسب می‌باشد. اختلاف مربوط به عملکرد علوفه‌تر و خشک این تحقیق (تراکم ۶۰۰۰ بوته در هکتار) با دیگر گزارشات علاوه بر اینکه گیاهان این طرح به صورت مداوم با آب شور آبیاری شده و بوته‌ها با تنش خشکی مواجه نبوده‌اند؛ مرتبط با تراکم، آرایش کشت و



شکل ۳- عملکرد علوفه‌تر و خشک گونه‌های مختلف آتریپلکس در چین‌های مختلف در سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

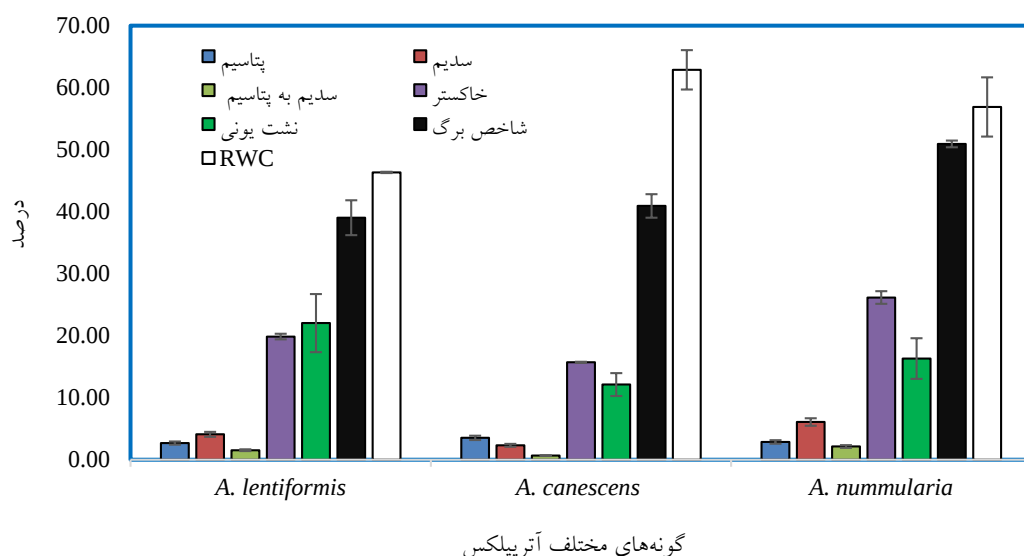
نسبت به گونه *A. canescens* ۲۳/۹ و ۱۱/۸ درصد کمتر بود. میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و خاکستر گونه *A. lentiformis* نسبت به گونه *A. canescens* به ترتیب ۷۶/۱، ۱۳۱/۶ و ۲۶/۴ درصد بیشتر و میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و خاکستر گونه *A. nummularia* نسبت

نتایج به دست آمده نشان داد که میزان پتاسیم برگ گونه *A. canescens* نسبت به دو گونه *A. lentiformis* و *A. nummularia* بیشتر و میزان سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و خاکستر آن نیز کمتر بود. بعبارت دیگر میزان پتاسیم برگ گونه‌های *A. lentiformis* و *A. nummularia*

(۱۰) کمتر است. هم‌چنین کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به علت تجمع یون‌های سدیم و کلر داخل برگ گیاه باشد. هر چند گونه *A. canescens* دارای عملکرد علوفه‌تر و خشک کمتری نسبت به دو گونه دیگر می‌باشد ولی به نظر با دارا بودن خاکستر کمتر و محتوای آب برگ بیشتر دارای کیفیت علوفه بهتری می‌باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که اگر علوفه‌تر برداشت شده گونه‌های مختلف آتریپلکس (برگ و ساقه‌های غیر خشبی) به نسبت ۱:۱۰ در آب مقطر برای مدت یک دقیقه غوطه‌ور شوند شوری آب مورد استفاده به ترتیب برای گونه‌های *A. lentiformis*، *A. canescens* و *A. nummularia* به میزان ۱/۴۸۶، ۰/۶۶۰ و ۱/۵۰۱ دسی‌زیمنس بر متر افزایش می‌یابد بنابراین با شستشوی اولیه علوفه برداشت‌شده بخش زیادی از نمک‌های انباشته شده روی سطح برگ از بین رفته و برای تغذیه دام مناسب‌تر می‌شود. بنابراین لازم است برای افزایش کارایی علوفه آتریپلکس به عنوان بخشی از جیره غذایی دام، شستشوی علوفه نیز انجام شود.

به گونه *A. canescens* به ترتیب ۱۶۲، ۲۲۲/۹ و ۶۶/۶ درصد بیشتر بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که میزان پتاسیم، سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم و خاکستر برگ گونه *A. nummularia* نسبت به گونه *A. lentiformis* بیشتر بود. میزان نشت الکترولیت بین سه گونه متفاوت و این شاخص نیز همانند میزان خاکستر برگ در گونه *A. canescens* کمتر از دو گونه دیگر بود. محتوای نسبی آب برگ (RWC) گونه *A. Canescens* و میزان شاخص برگ (نسبت برگ به کل اندام هوایی) گونه *A. nummularia* بیش از گونه‌های دیگر بود.

محتوای خاکستر علوفه یکی از ویژگی‌های مهم برای انتخاب یک گیاه به عنوان علوفه است و میزان بالای خاکستر معمولاً به عنوان یک ارزش ضد تغذیه‌ای محسوب می‌گردد. هر چند میزان خاکستر علوفه خشک سه گونه آتریپلکس مورد بررسی نسبت به گیاهان علوفه‌ای مرسوم هم‌چون ارزن (۷/۲۴ درصد)، سورگوم (۸/۴۳ درصد) و ذرت (۶/۶ درصد) (۳) بیشتر می‌باشد اما نسبت به دیگر گیاهان علوفه‌ای شورزیست مثل سالیکورنیا (۴۵-۵۴ درصد) (۶)، کوشیا (۲۰/۷۸ درصد)



شکل ۴- درصد سدیم، پتاسیم، نسبت سدیم به پتاسیم و خاکستر، RWC شاخص برگ گونه‌های مختلف آتریپلکس

توصیه ترویجی

- با توجه به اینکه علوفه تولیدی آتریپلکس دارای خاکستر، سدیم و دیگر عوامل ضد تغذیه‌ای نسبتاً بالا می‌باشد، لازم است صرفاً به عنوان بخشی از جیره علوفه تازه دام سنگین مورد استفاده قرار گیرد.

- با توجه به وجود نمک در سطح برگ (افزایش هدایت الکتریکی آب مقطر در غوطه‌ور کردن علوفه‌تر به مدت ۶۰ ثانیه)، شستشوی علوفه‌تر برداشت شده قبل از استفاده برای دام، به خوش‌خوراکی آن کمک می‌کند.

- با توجه به کیفیت بهتر علوفه گونه *A. canescens* نسبت به دو گونه دیگر، اما کمتر بودن عملکرد آن بدلیل تیپ رشدی، استفاده از میزان بذر بیشتر و افزایش تراکم این گونه در متر مربع توصیه می‌شود.

- در صورتی که کیفیت بذر گونه‌های آتریپلکس مناسب باشد، می‌توان برای ایجاد یک مزرعه آتریپلکس از نشاء آن استفاده کرد. اما باید بذر مورد استفاده فاقد خواب بوده و بذور حداقل به مدت ۸ ساعت در آب غیرشور غوطه‌ور و چندین نوبت شستشو شود.

- با توجه به آبیاری با آب شور و در نتیجه شور شدن خاک سطحی بهتر است عمق سلول‌های سینی نشاء بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر باشد تا ریشه زیر منطقه خیلی شور سطحی قرار گیرد.

- برای چین‌برداری آتریپلکس در تراکم بالا، قطر شاخه نباید بیش از یک سانتی‌متر و یا بیش از حد جوان باشد.

فهرست منابع

- ۱- بابائی‌زارچ، م.ج.، محمودی، س.، اسلامی، س.و.، و زمانی، غ.ر. (۱۴۰۰). ارزیابی رفتار سبز شدن ارزن معمولی (*Panicum miliaceum L.*) تاج‌خروس سفید (*Amaranthus albus L.*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album L.*) و خرفه (*Portulaca oleracea L.*) تحت تنش شوری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۴(۱)، ۲۶۵-۲۷۷.
- ۲- بناکار، م. ح.، رنجبر، غ.ح. و سلطانی گردفرامری، و. (۱۳۹۱). واکنش فیزیولوژیکی تعدادی از گیاهان شورزیست علوفه‌ای در شرایط شور. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۵(۱)، ۵۵-۶۵.
- ۳- حاجی‌حسنی‌اصل، ن.، رشدی، م.، خلیلی‌محله، ج.، رضادوست، س.، شیرانی‌راد، ا.ح.، و مرادی‌اقدام، ا. (۱۳۸۹). عملکرد و اجزای عملکرد سه گیاه علوفه‌ای تحت شرایط تنش خشکی در خوی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۳): ۲۳۶-۲۴۶.
- ۴- خسروی فرد، م.، سندگل، ع.، واکبری نیا، ا. (۱۳۸۵). بررسی اثرات فاصله کاشت و هرس بر عملکرد علوفه *Atriplex canescens* در منطقه نودهک قزوین. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳(۲): ۹۴-۱۰۱.
- ۵- رحیمیان، م. ح.، و غلامی، ح. (۱۴۰۱). تحلیلی بر وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی. نشریه آب و توسعه پایدار، ۹(۳): ۱۰۷ تا ۱۱۶.
- ۶- رنجبر، غ.ح.، دهقانی، ف.، صادقی، م. ه.، و بابایی‌زارچ، م. ح. (۱۴۰۲). مقایسه زیست توده و ارزش غذایی گونه‌های مختلف سالیکورنیا (*Salicornia spp.*) تحت آبیاری. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۳۰(۲)، ۱۹۵-۱۸۱.
- ۷- کریمی، م.، بناکار، م. ح.، حاتمی، ح. (۱۴۰۱). امکان سنجی افزایش تولید علوفه گیاه آتریپلکس لتیفرمیس با استفاده از منابع آب نامتعارف و کودهای شیمیایی. علوفه و خوراک دام، ۳(۱): ۳۸-۳۲.
- ۸- کنشلو، ه.، و عامری، ح. (۱۳۹۱). بررسی فنولوژی آتریپلکس گری‌فی‌تی (*Atriplex griffithii*) برای مدیریت مطلوب چرا، در مراتع افتر شهرستان سمنان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۲): ۳۵۴-۳۴۴.

۹- هاشمی نژاد، ی.، دهقانی، ف.، صالحی، م.، و ابراهیمی، ن. (۱۳۸۶). استفاده از فناوری شورورزی برای تثبیت کانونهای

تولید گردوغبار. نشر آموزش کشاورزی.

۱۰- ولیزاده، ر.، محمودی ابیانه، م.، و گنجوی، ر. (۱۳۹۵). تأثیر تنش شوری بر ترکیب شمیایی، قابلیت هضم

آزمایشگاهی و خصوصیات تولید گاز گیاه کوشیا (*Kochia scoparia*). پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۸(۲): ۲۳۸-

۲۴۷.

11-Cheraghi, S.A.M. 2004. Institutional and scientific profiles of organizations working on saline agriculture in Iran. In Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula: Proceedings of the International Seminar on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries 18–20 March 2001, Dubai, United Arab Emirates, Taha FK, Ismail S, Jaradat A (eds). Amherst Scientific Publishers: mherst, MA; 399–412.

12-Ferrat, I.L. and Lova, C.J. (1999). Relation between relative water content, Nitrogen pools and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius*, A. Gray during water deficit. Crop Science, 39: 467-474.

13-Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. (2009). Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. Journal Agriculture Science, 66(2): 271-278.

14-Le Houerou, H.N. (1992). The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. Agroforestry Systems, 18: 107-148.

ویژگی‌های جامعه میکروبی خاک ریزوسفری زمین‌های شور

هوشنگ خسروی*

۱. دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*. نویسنده مسئول: هوشنگ خسروی، پست الکترونیک: khosravi_1971@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

چکیده

شوری منابع خاک و آب یک از شرایط تنش‌ی غیرزنده مهم حاکم بر کشاورزی ایران محسوب می‌شود. یکی از راه‌کارهای مبتنی بر کشاورزی پایدار برای افزایش کارایی تولید محصول در شرایط شور، استفاده از پتانسیل ریزجانداران سازگار با شرایط تنش شوری موجود در ریزوسفر گیاهان مناطق شور است. شوری بر جامعه میکروبی خاک تأثیرگذار است و در مقابل، ریزجانداران هم می‌توانند در شرایطی گیاه را در برابر اثرات مخرب شوری یاری کنند. پژوهش‌ها نشان داده است که مدیریت جامعه میکروبی ریزوسفر گیاهان رشد یافته در مناطق شور می‌تواند گزینه مناسبی برای حل بخشی از مشکلات شوری در کشاورزی باشد. در این مقاله به اثرات زیادی املاح بر نوع و ترکیب ریزجانداران خاک و ویژگی‌های محرک رشد باکتری‌های مفید خاک، محدوده توانایی تحمل ریزجانداران به درجات مختلف شوری و سازوکارهایی که جامعه میکروبی برای کمک به گیاهان در برابر تنش شوری اتخاذ می‌کند پرداخته می‌شود. در انتهای این نوشتار، پیشنهادها و توصیه‌هایی برای بهره‌گیری از این پتانسیل زیستی ارائه می‌شود.

کلمات کلیدی: هدایت الکتریکی، میکروبیوم، مایه تلقیح، نمک.

بیان مسئله

خاک یک محیط منحصربه‌فرد برای رشد و فعالیت انواع موجودات زنده و بستر اصلی رشد گیاهان است. ریزوسفر^۱ ناحیه محدودی از خاک اطراف ریشه به ضخامت چند میلی‌متر است که تحت تأثیر سیستم ریشه‌ای گیاه بوده و علت آن هم ترشح مواد مختلف و غنی از عناصر غذایی توسط ریشه است. این ترشحات ریشه‌ای موجب تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک ریزوسفری از جمله تغییر در pH، فشار جزئی اکسیژن و تغییر در پتانسیل آب نسبت به خاک غیر ریزوسفری می‌شوند. این وقایع باعث افزایش جمعیت و تراکم ریزجانداران در ناحیه ریزوسفر می‌شود. ریزجانداران خاک اگرچه کمتر از ۰/۵ درصد وزنی خاک را تشکیل می‌دهند اما نقش مهم و کلیدی در خواص و فرآیندهای خاک ایفا می‌کنند. مجموع ریزجانداران موجود در ناحیه ریزوسفر را جامعه میکروبی^۲ یا میکروبیوم^۳ ریزوسفر می‌گویند. مهم‌ترین گروه میکروبی خاک شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیست‌ها هستند.

به‌طورکلی ترکیب میکروبیوم تحت تأثیر عوامل خاکی و اقلیمی مختلفی از جمله تنش‌ها است. یکی از مهم‌ترین تنش‌های تعیین‌کننده ترکیب جامعه میکروبی خاک، تنش شوری است که از دیگر عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند دما و pH، از اهمیت بیشتری برخوردار است. شوری در خاک عبارت است از غلظت بالای نمک‌های محلول در ناحیه اطراف ریشه که موجب کاهش جذب آب توسط بذر و کاهش قدرت جوانه‌زنی آن، جذب نامتعادل عناصر غذایی توسط ریشه و درنهایت کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. غلظت بالای نمک‌ها در منابع خاک و آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در ایران است. عمده‌ترین نمک‌های محلول در خاک شامل کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و

آنیون‌های کلر، سولفات، کربنات، بی‌کربنات و نترات هستند. سطح کل زمین‌های مبتلا به شوری در ایران حدود ۳۴ میلیون هکتار است (۳). از ۱۸ میلیون هکتار زمین‌های قابل‌کشت در ایران حدود ۶/۸ میلیون هکتار آن دارای درجات مختلفی از شوری هستند (۲). همچنین منابع آب شور با سطوح مختلف شوری در کشور به‌وفور یافت می‌شود. شناخت توان تولیدی منابع خاک و آب، مدیریت درست و بهره‌برداری اصولی از این منابع، در راستای تولید پایدار بوده و امنیت غذایی و سلامت جامعه را فراهم خواهد نمود. در این رابطه، شناخت سازوکارهای تأثیر شوری بر جامعه میکروبی خاک و اثر متقابل این جامعه بر افزایش تحمل گیاه به تنش شوری دارای اهمیت زیادی است. در سال‌های اخیر پژوهش‌های مرتبط با مدیریت ترکیب میکروبی و تغییر در میکروبیوم برای بهبود رشد گیاه افزایش یافته است. میکروبیوم مناطق تحت تنش شوری با ریزوسفر گیاه سازگاری پیدا کرده بطوریکه در اغلب موارد، ترکیب میکروبی در ریزوسفر گیاهان مختلف، خاص و منحصربه‌فرد است، بنابراین ناحیه ریزوسفری ذخیره ژنتیکی مناسبی برای پژوهش در این زمینه است. در این مقاله به مهم‌ترین سازوکارهای متقابل گیاه-ریزجاندار و مدیریت زیستی ناحیه ریزوسفر برای افزایش بهره‌وری تولید محصولات کشاورزی در شرایط شور پرداخته می‌شود.

معرفی راهکارها

اثرات شوری بر میکروبیوم خاک

تأثیر شوری خاک بر میزان فرآیند میکروبی مناطق تحت تأثیر نمک از منظر حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا ریزجانداران برای چرخه عناصر غذایی و حفظ مواد مغذی در خاک ضروری هستند. پژوهش‌های زیادی نشان داده است که شوری سبب کاهش فعالیت میکروبی، کاهش توده زنده و تغییرات در ساختار جامعه میکروبی خاک می‌شود. مطالعات نشان داده است که با افزایش شوری، تنفس

1 -Rhizosphere

2 - Microbial community

3 -Microbiome

فراوانی نماتدها در خاک‌های نسبتاً شور کمتر بود و همچنین نتیجه‌گیری شد که خاک‌های شور دارای ویژگی‌های بیولوژیک منحصربه‌فردی هستند که دلالت بر عملکرد کلی خاک در شرایط شور دارد (۱۴).

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده بر اساس روش 16S rRNA از یک خاک شور طبیعی نشان داد که ترکیب و تنوع جامعه باکتریایی در آن متفاوت بوده و ادعای اینکه در خاک‌های شور یک گروه یا گروهی از باکتری‌ها غالب هستند دشوار است (۱۳). به نظر می‌رسد که گروه‌بندی و توزیع ریزجانداران در یک محیط با شرایط سخت همانند شوری بستگی به میزان کلونیزاسیون و پراکندگی آن‌ها دارد و بررسی همبستگی بین جمعیت ریزجانداران و شاخص‌های محیطی مانند ماده آلی، pH و شوری به کشف اطلاعات مهمی در مورد سازوکارهای تشکیل و ساختار جوامع باکتریایی کمک می‌کند. به‌طورکلی پذیرفته شده است که در مقابله با تنش اسمزی، قارچ‌ها توانایی بیشتری نسبت به باکتری‌ها دارند، باین‌حال این مسئله در شوری‌های بالا به‌خوبی تبیین نشده است. همچنین گزارش شده در خاک‌های بیابانی شور تعداد باسیلوس‌های گرم مثبت اسپوردار بیشتر از اکتینومیسیت‌ها می‌باشد که علت آن از نظر اکولوژیک، مقاومت بیشتر اسپور به شرایط شور عنوان شده است. تولید آنزیم‌های نمک دوست هم در خاک‌های شور ثابت شده است. برخی مطالعات نشان داده است که تنش شوری اثرات مضر بر جوانه‌زنی اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF)، رشد هیف‌ها و کلونیزه شدن گیاهان و درنهایت تشکیل یک همزیستی مؤثر دارد. برخلاف این مسئله، گزارش شده که شوری سبب افزایش جوانه‌زنی اسپور و کلونیزه شدن قارچ‌های میکوریز گردیده است. همه این مسائل حاکی از پیچیدگی خاص جامعه میکروبی ریزوسفر خاک‌های شور است. به‌طورکلی تاکنون تعداد زیادی از گونه‌های میکروبی مقاوم به نمک در اکوسیستم‌های مختلف بومی کشور جداسازی و شناسایی شده‌اند که می‌توانند به‌عنوان منابع ژنتیکی مهمی در نظر گرفته شوند (۸، ۷، ۴).

میکروبی خاک کاهش می‌یابد. معمولاً تخریب اراضی^۱ در اثر شوری خاک می‌تواند منجر به تغییر در تنوع گیاهی شود که این مسئله، مستقیماً تنوع میکروبی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد. شوری خاک به دو روش اثر اسمزی و اثر ویژه یونی بر ریزجانداران و جامعه میکروبی خاک تأثیر می‌گذارد. ریزجانداران می‌توانند با تنظیم متابولیسم فیزیولوژیک خود به تنش شوری پاسخ داده و از طریق تجمع مواد اسمولیت با شرایط فشار اسمزی منفی سازگار شوند. سازگاری با شرایط شور، نیاز به انرژی زیادی دارد که سبب کاهش رشد و فعالیت ریزجانداران می‌شود تا جایی‌که حتی در فشارهای اسمزی خیلی منفی و شوری‌های بالا، سلول‌های ریزجانداران در اثر پلاسمولیز از بین خواهند رفت و رشد میکروبی متوقف خواهد شد. زیست‌توده میکروبی خاک و رشد میکروبی دو شاخص زیستی مهم در ارزیابی سلامت خاک هستند. اندازه زیست‌توده میکروبی یکی از شاخص‌هایی است که اغلب در مطالعات اثرات زیست‌محیطی بر ریزجانداران ارزیابی شده است. اثر بازدارندگی شوری بر رشد میکروبی نیز به‌طور غیرمستقیم ناشی از مقدار در دسترس بودن رطوبت و مواد آلی خاک است. در نمونه‌های میدانی، فعالیت میکروبی که به‌صورت تنفس یا فعالیت آنزیمی اندازه‌گیری می‌شود با شوری همبستگی معکوس دارد. گزارش شده که بین انتشار کربن جمععی و شوری، همبستگی منفی قوی وجود دارد زیرا افزایش شوری مستقیماً سرعت رشد میکروبی را مهار کرده و درنهایت منجر به کاهش تجزیه کربن آلی می‌شود (۱۳). در یک مطالعه، اثر شوری بر ساختار جامعه میکروبی خاک شامل شاخص‌های کربن بیوماس میکروبی، تجزیه اسیدهای چرب فسفولیپیدی و جمعیت نماتدها در دو گروه خاک‌های نسبتاً شور (۴-۲ دسی‌زیمنس بر متر) و غیر شور (کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر) بررسی شد. نتایج نشان داد که در خاک‌های نسبتاً شور نسبت به خاک‌های کم شور فراوانی گروه میکروبی بالاتر است. در مقابل،

حدود تحمل ریزجانداران مفید خاک به سطوح

تنش شوری

به‌منظور مشخص شدن حدود تحمل ریزجانداران مفید خاک به شوری، به پژوهش‌های انجام‌شده در این مورد با تأکید بر انواع بومی کشور اشاره می‌شود. در یک پژوهش، سویه‌های بومی *Azotobacter* جداسازی شده از مناطق خشک ایران از نظر توان تحمل به شوری در مقادیر

۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر مطالعه شدند. نتایج نشان داد که رشد این سویه‌ها تا شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با شاهد بدون تلقیح با باکتری داشتند (۴). نتایج مربوط به شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر در جدول یک نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین رشد باکتری *Azotobacter* در EC=40 دسی‌زیمنس بر متر (۴)

ردیف	تیمار تلقیح باکتری	میانگین*	گروه‌های همگن
۱	Az62	۱/۴۹	a
۲	Az22	۱/۸۳	b
۳	Az26	۱/۰۲	c
۴	Az66	۰/۹۵	c
۵	Az12	۰/۷۳	d
۶	Az69	۰/۳۶	e
۷	Az11	۰/۰۰	f
۸	***Blank	۰/۱۴	f

میزان کدورت رشد باکتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذبی در OD₆₀₀

*** کدورت در نمونه شاهد بدون تلقیح

(معادل ۵۵ دسی‌زیمنس بر متر) در محیط دارای کلرید سدیم در شرایط آزمایشگاهی داشتند (۹). موارد مذکور نشان می‌دهد جامعه میکروبی خاک‌های مناطق تحت تنش، دارای تحمل بالایی نسبت به شرایط تنش محیط زندگی خود هستند و نسبت به این شرایط، سازگار شده‌اند که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند.

تأثیر شوری بر ویژگی‌های محرک رشدی باکتری‌های مفید خاک

اگرچه باکتری‌های ریزوسفری توان تحمل به شوری را تا شوری‌های بالاتر از حد معمول خاک‌ها از خود نشان داده‌اند اما آیا خصوصیات محرک رشدی باکتری‌ها هم در شرایط شور مانند شرایط غیر شور است؟ بر اساس مطالعات انجام شده غلظت‌های بالای نمک بر ویژگی‌های

در یک پژوهش، تحمل سویه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد گیاه به سطوح مختلف تنش شوری در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد و نتایج نشان داد که جمعیت یک سویه باکتری *Pseudomonas* تا شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر هیچ کاهش رشدی نشان نداد و در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر فقط ۱۴ درصد نسبت به شاهد کاهش رشد نشان داد. اگرچه با افزایش سطح شوری سایر سویه‌ها دچار کاهش رشد شدند اما توقف رشدی در هیچ‌کدام از سویه‌ها مشاهده نشد (۷). در مطالعه‌ای دیگر باکتری‌های برگزیده ریزوسفری در شرایط آزمایشگاهی و در سطوح مختلف شوری حداکثر تا ۶۰۰ میلی‌مولار (۶۴ دسی‌زیمنس بر متر) رشد قابل‌توجهی از خود نشان دادند گزارش شده است که باکتری‌های *P. fluorescens* تحمل زیادی به شوری تا ۶۰۰ میلی‌مولار

منسوب به محرک رشد باکتری‌های مفید خاک اثرات منفی دارند. به عنوان مثال در یک پژوهش تعداد ۲۰ سویه *Azotobacter* در شرایط آزمایشگاهی در شوری‌های تا ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر در کشت درون شیشه‌ای توانایی رشد از خود نشان دادند اما در شرایط گلخانه‌ای و در محیط خاک و گیاه حتی در شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر، اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد ذرت نداشتند و عدم توفیق جدایه‌ها در کاهش اثرات تنش شوری را بایستی در موضوعاتی غیر از توانایی رشد آن‌ها در شرایط شور جستجو کرد (۴).

در یک مطالعه، مایه‌زنی با سویه‌هایی از باکتری‌های محرک رشد برگزیده که در شرایط آزمایشگاهی به خوبی در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس رشد کرده بودند تأثیر معنی‌داری بر هیچ‌کدام از شاخص‌های رشد گندم نارین در شرایط شوری‌های ۶، ۱۰ و ۱۴ نشان ندادند (۷). نکته قابل توجه این‌که سویه‌های مورد استفاده در این مطالعه، در پژوهش‌های پیشین اثرات معنی‌داری بر رشد گندم رقم رخشان در شرایط تنش خشکی نشان دادند به طوری‌که وزن خشک دانه به عنوان مهم‌ترین شاخص رشد گندم در تنش مربوط به ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه در اثر تلقیح با *P. fluorescens* P187 نسبت به شاهد بدون تلقیح ۷۰ درصد افزایش نشان داد. تلقیح در تنش مربوط به ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک دانه نداشت اما وزن خشک اندام هوایی و ریشه را به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (۱).

خصوصیات منسوب به محرک رشد باکتری‌ها مطابق روش‌های مرسوم و در شرایط محیط کشت باکتری و بدون اعمال تنش اندازه‌گیری می‌شوند و سپس بر روی گیاه و در شرایط تنشی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند؛ بنابراین در مرحله آزمایشگاهی اگر سویه‌ای دارای توانایی تولید هورمون محرک رشدی را نشان دهد ممکن است در شرایط تنشی از جمله شوری این ویژگی را بروز ندهد. در تأیید این موضوع تعداد ۱۰۰ سویه از ریزوسفر دو گیاه متحمل به شوری جداسازی و خصوصیات محرک رشدی آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی بررسی و ۲۲ سویه

منتخب در شرایط شور به جو تلقیح شدند، نتایج نشان داد که بهترین سویه‌ها که در شرایط آزمایشگاهی بالاترین مقادیر را در خصوصیات محرک رشدی نشان داده بودند هیچ تأثیری بر رشد گیاه نشان ندادند. برعکس سویه‌ای که در شرایط آزمایشگاهی خصوصیات محرک رشدی خوبی نشان داده بود باعث افزایش قابل توجه رشد گیاه شد. در هر حال برخی از سویه‌های ریزجانداران مفید در کاهش اثرات تنشی در گیاهان موفقیت‌هایی نشان داده‌اند (۱۲). در پژوهشی اثر تلقیح گندم با سویه‌های ریزوبیوم در شرایط تنش شوری ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بر رشد و جذب عناصر غذایی معنی‌دار گزارش شده است (۷). در پژوهشی اثر مایه‌زنی *Pseudomonas fluorescens* P. putida و *Azotobacter vinelandii* در شرایط تنش شوری بر رشد ذرت معنی‌دار گزارش شده است (۱۱). در پژوهش دیگری، تأثیر مایه‌زنی باکتری‌های برگزیده محرک رشد در تعدیل اثرات زیان‌بار شوری در دوره رشد رویشی گندم رقم قدس در شرایط گلخانه‌ای مثبت گزارش شده است (۱۰).

سازوکارهای حمایتی میکروبیوم از گیاهان در برابر تنش شوری

این ایده که جوامع میکروبی که قبلاً شرایط تنشی را تجربه کرده‌اند باعث افزایش تحمل گیاهان به آن تنش خاص می‌شوند را فرضیه "هم‌زیستی سازگار با زیستگاه" می‌نامند. باکتری‌های مقاوم به خشکی به گیاهان تحمل خشکی می‌دهند ولی قادر نیستند که این تحمل را به گیاه در شرایط تنش شوری بدهند، برعکس باکتری‌های مقاوم به تنش شوری به گیاه تحمل شوری داده اما در ایجاد تحمل به خشکی مؤثر نیستند. به عبارت دیگر، یک جامعه میکروبی که تحت شرایط محیطی خاصی به وجود آمده و سازگاری پیدا کرده در مقایسه با جامعه میکروبی که تحت شرایط دیگری بوده و

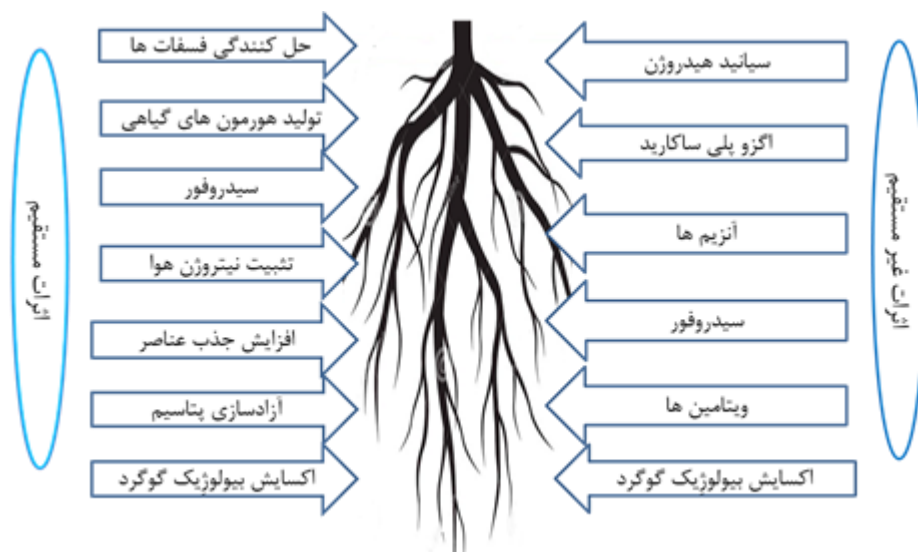
شوری در حضور میکروب‌های خاک بهتر از عدم وجود میکروب‌ها رشد می‌کند.

ریزجانداران در میکروبیوم ریزوسفری از طریق سازوکارهای مختلف به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند. سازوکارهای تأثیر ریزجانداران خاک در حمایت از گیاه برای مقابله با تنش شوری را می‌توان به دو دسته سازوکارهای عمومی و اختصاصی تقسیم‌بندی کرد.

از سازوکارهای عمومی می‌توان موارد زیر را نام برد (۵ و ۶):

۱. تثبیت نیتروژن مولکولی
 ۲. توانایی حل‌کنندگی فسفر نامحلول
 ۳. تولید سیدروفور و افزایش قابلیت جذب آهن
 ۴. اکسایش بیولوژیک گوگرد و کاهش pH و افزایش قابلیت جذب عناصر
 ۵. تجزیه سیلیکات‌ها و آزادسازی پتاسیم
 ۶. تولید هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکینین و اثر بر مورفولوژی ریشه
- در شکل یک به‌صورت شماتیک برخی سازوکارهای تأثیر ریزجانداران بر رشد گیاهان نشان داده شده است (۵).

به گیاه معرفی می‌شود به تحمل گیاه در آن شرایط محیطی خاص بیشتر کمک می‌کند. با این حال، این مسئله که آیا شرایط شوری پیشین تجربه‌شده توسط یک جامعه میکروبی بر تحمل گیاهان تأثیر می‌گذارد یا خیر به‌طور کامل مشخص نشده و به پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد. ریشه گیاهان از طریق تولید مواد مختلف در شرایط تنشی ممکن است در جذب یک میکروبیوم مفید ریزوسفر در حضور نمک تأثیر بگذارند. اگرچه میکروب‌های مختلفی از شاخه‌های مختلف در حمایت از رشد گیاه در شرایط شور نقش دارند. با این حال مشخص نیست کدام شاخه از این میکروب‌ها تأثیرات بیشتری بر رشد گیاه می‌گذارند. در هر حال همانطوری که اشاره شد میکروبیوم خاک متأثر از شوری خاک بوده و خاک‌های شور به‌عنوان زیستگاه‌های خاص، منابع و ذخایر ژنتیکی مهمی از ریزجانداران مقاوم به شوری هستند. ریزجانداران خاک در شرایط شور از طریق سازوکارهای مختلف بر گیاهان تأثیر گذاشته و تصور می‌شود که برخی از اثرات منفی شوری خاک بر رشد گیاهان را کاهش دهند. گزارش شده که ریزجانداران خاک ابزار مهمی در برابر تهدید فراگیر شوری در جهان به‌حساب آمده و مشخص شده که گیاهان تحت تنش



شکل ۱- سازوکارهای تأثیر ریزجانداران بر رشد گیاهان (۵)

ریزجانداران متحمل به شوری در سلول آنها تجمع می‌یابند.

۸. بالا نگه‌داشتن نسبت K/Na در گیاهان که در

ریزجانداران خاک و به‌ویژه قارچ‌های میکوریزی (AMF) در شرایط تنش شوری گیاه را در برابر آسیب شوری کمک می‌کنند.

۹. تولید اندام‌های مقاوم مانند باکتری

Azotobacter که دارای توانایی تشکیل کیست^۲

مقاوم است و باکتری را در برابر شرایط نامساعد محیطی نسبت به سایر ریزجانداران فاقد این ویژگی حفظ می‌کند و بنابراین حضور آنها در خاک به مقاومت گیاه نیز کمک می‌کند.

در بین باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه، *Azotobacter* به دلیل توزیع گسترده در خاک‌ها و تولید طیف متنوعی از متابولیت‌ها به‌ویژه در ریزوسفر گیاهان دارای اهمیت ویژه‌ای است (۵).

توصیه ترویجی

جامعه میکروبی ریزوسفری (میکروبیوم) خاک‌های مناطق شور، منبع و ذخیره ژنتیکی ارزشمندی است که دارای پتانسیل خوبی برای کمک در جهت مقابله با تنش شوری در گیاهان می‌باشد. برای این منظور مطالعه این نوع میکروبیوم برای بازسازی چرخه‌های بیوژئوشیمیایی خاک‌های شور و پایداری آنها ممکن است راه‌حل‌های کلیدی مبتنی بر طبیعت ارائه کند؛ بنابراین برای بهره‌مندی از این مواهب، نیاز است مطالعات دقیقی بر روی نوع و تعداد ریزجانداران ناحیه ریزوسفر گیاهان بومی مرتعی رویش یافته در خاک‌های شور کشور انجام و کلکسیون از ریزجانداران برتر آنها تهیه شود. نتیجه این مطالعات برای یافتن پاسخ سؤالات مهمی همچون چگونگی تغییر

از سازوکارهای اختصاصی تأثیر ریزجانداران خاک در حمایت از گیاه برای مقابله با تنش شوری می‌توان موارد زیر را نام برد (۵):

۱. تولید آنزیم ACC-دآمیناز که موجب کاهش

اثرات منفی اتیلن تنشی بر رشد گیاه می‌شود

۲. تولید پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی (EPS)^۱ که

از طریق تشکیل بیوفیلم سبب خاصیت نگه‌دارندگی آب و حالت سیمانی شدن و همچنین نقش حیاتی در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها و تنظیم جریان آب و عناصر غذایی به ریشه گیاه می‌باشند

۳. تولید آنتی‌اکسیدان‌ها که سبب تجزیه اکسیژن-

های غیر واکنشی همانند رادیکال‌های سوپر اکسید، رادیکال‌های هیدروکسیل و پروکسید هیدروژن می‌شود. این رادیکال‌ها موجب تخریب اندام‌های فتوسنتزی و کاهش رشد گیاه می‌شوند

۴. تولید ترکیبات اسمولیت همانند K^+ ، گلوتامات و ترهالوز

۵. تولید سیتوکینین که موجب افزایش تولید آبسزیک اسید در گیاه شده و در نتیجه روزه‌ها بسته شده و تبخیر و تعرق گیاه کاهش می‌یابد

۶. افزایش تولید پرولین در اثر کاهش خروج الکترولیت‌ها باعث افزایش میزان نسبی آب برگ و جذب انتخابی K^+ و تحمل به تنش می‌شود

۷. تولید هورمون‌های محرک رشد همانند اکسین‌ها و جبرلین‌ها که موجب افزایش طول و ریشه‌های موئین و در نتیجه جذب بیشتر آب و عناصر غذایی می‌شوند. عنصر پتاسیم مهم‌ترین اسمولیت معدنی و پرولین، گلیسین و بتاین مهم‌ترین اسمولیت‌های آلی هستند که توسط

و تنظیم شرایط محیطی برای تعامل میکروبی در خاک‌های شور راهگشا خواهد بود؛ بنابراین، در جمع‌بندی این مقاله توصیه به پژوهشگران و علاقه‌مندان این است که میکروبیوم انواع گیاهان شور پسند طبیعی از ابعاد مختلف اکولوژیک، فیزیولوژیک و مرفولوژیک بررسی تا زمینه برای شبیه‌سازی آن در ریزوسفر گیاهان موردنظر برای کشت در شرایط شور فراهم شود. با توجه به این‌که ممکن است همبستگی بالایی بین نتایج آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در این مورد وجود نداشته باشد؛ بنابراین به‌منظور دستیابی به دانش فنی یک فرآورده زیستی مناسب برای کشت در مناطق شور، پژوهش‌های جامعی شامل انجام همه مراحل تحقیق و درنهایت اجرای آزمون‌های اثربخشی در قالب طرح‌های تحقیقی-ترویجی و آزمایش در شرایط زارع و بررسی روش‌های مصرف بذری، مصرف خاکی و یا استفاده در آب آبیاری توصیه و تأکید می‌شود.

فهرست منابع

- ۱- اوتادی، ا. (۱۴۰۰). پتانسیل کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه بر شاخصه‌ای رشد گندم در شرایط تنش کم‌آبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، گروه علوم و مهندسی خاک. ۹۶ صفحه.
- ۲- مؤمنی، ع. (۱۳۸۹). پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهش‌های خاک، ۲۴ (۳): ۲۰۳-۲۱۵.
- ۳- بی‌نام، (۱۳۸۱). نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ منابع خاک و کاربری اراضی ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران- ایران.
- ۴- خسروی، ه. (۱۴۰۰). بررسی خصوصیات محرک رشدی جدایه‌های بومی *Azotobacter* و تأثیر تلقیح آن‌ها در شرایط تنش شوری بر رشد ذرت. زیست‌شناسی خاک، ۹ (۲): ۱۷۱-۱۸۸.
- ۵- خسروی، ه. (۱۴۰۰). مروری بر پژوهش‌ها و کاربرد کودهای زیستی در زراعت گندم در ایران. نشریه علمی مدیریت اراضی، ۹ (۲): ۲۲۰-۲۰۵.
- ۶- خسروی، ه. (۱۴۰۱). ازتوباکتر و نقش آن در خاک و رشد گیاهان. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۷۷ صفحه.
- ۷- خسروی، ه. (۱۴۰۲). تأثیر مایه‌زنی باکتری‌های محرک رشد گیاه بر شاخص‌های رشد گندم در شرایط آبیاری با آب شور. زیست‌شناسی خاک، ۱۱ (۱): ۳۱-۱۷.
- ۸- خسروی، ه.، علیخانی، ح. و یخچالی، ب. (۱۳۸۷). بررسی اثر سویه‌های ریزوبیوم دارای آنزیم ACC-دآمیناز بر رشد گندم در شرایط تنش شوری. مجله تحقیقات آب و خاک ایران (مجله علوم کشاورزی ایران)، ۳۹ (۱): ۹۳-۱۰۳.
- ۹- سرچشمه پور، م.، ثواقبی، غ.، صالح راستین، ن.، علیخانی، ح. و پوربابایی، ا. (۱۳۸۸). جداسازی، غربالگری، شناسایی نسبی و تعیین تحمل به تنش شوری و خشکی جدایه‌های برتر باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد (PGPR) درختان پسته. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۰ (۲): ۱۹۰-۱۷۷.
- ۱۰- صفدریان، م.، عسکری ح.، سلطانی‌نصف‌آبادی م. و نعمت‌زاده، ق. (۱۳۹۷). تأثیر باکتری‌های محرک رشد مقاوم به شوری بر رشد و مقاومت گندم تحت تنش شوری. علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۹ (۱): ۵۶-۴۵.

- 11- Abd El-Ghany, T.M., Masrahi, Y.S., Mohamed, A., Abboud, A., Alawlaqi, M.M. & Elhussieny, A., (2015). Maize (*Zea mays* L.) growth and metabolic dynamics with plant growth-promoting rhizobacteria under salt stresses. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 6(305), p.2.
- 12- Cardinale, M., Ratering, S., Suarez, C., Montoya, A.M.Z., Geissler-Plaum, R. & Schnell, S. (2015). Paradox of plant growth promotion potential of rhizobacteria and their actual promotion effect on growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salt stress. *Microbiological Research*, 181:22-32.
- 13- Rath KM, & Rousk J. (2015). Salt effects on the soil microbial decomposer community and their role in organic carbon cycling: a review. *Soil Biol Biochem*, 81: 108–23.
- 14- Ries, M.L. (2020). The Effect of Salinity on Soil Microbial Community Structure (Doctoral dissertation, North Dakota State University), 45p.

مقایسه عملکرد سورگوم رقم فومن با رقم محلی زابل تحت تاثیر آبیاری با آب شور و غیر شور در منطقه سیستان

احمد قاسمی^{۱*}، عظیم خزایی^۲، محمدرضا نارویی راد^۱ و محمود محمدقاسمی^۱

۱. اعضای هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۲. عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

*. نویسنده مسئول: احمد قاسمی، پست الکترونیک: ghasemiahmad@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد دو رقم سورگوم فومن و رقم محلی زابل (به عنوان شاهد منطقه) آزمایشی تحقیقی-ترویجی در شرایط آبیاری با آب غیر شور (۲ دسی‌زیمنس بر متر) و شور (۸ دسی‌زیمنس بر متر) در دو سایت جداگانه در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مزارع کشاورزان دو شهرستان هامون (روستای اکبرآباد) و شهرستان زهک (روستای سیاسر) اجرا شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول پانیکول، عملکرد علوفه‌تر و خشک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار بود. رقم فومن در روستای اکبرآباد در شرایط غیر شور و شور به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۴ و ۱/۹ تن در هکتار و در روستای سیاسر در شرایط غیر شور و شور به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۴/۲ و ۲ تن در هکتار نسبت به رقم سورگوم محلی زابل برتری داشت. رقم محلی زابل در روستای سیاسر در شرایط غیر شور و شور دارای میانگین عملکرد دانه ۲/۴ و ۱/۳ تن در هکتار و در روستای اکبرآباد در شرایط غیر شور و شور ۲/۵ و ۱/۲ تن در هکتار عملکرد دانه داشت. میزان افزایش عملکرد دانه در رقم فومن در مقایسه با سورگوم محلی زابل در روستای سیاسر در شرایط غیر شور و شور به ترتیب ۶۶ و ۴۶ درصد و در روستای اکبرآباد به ترتیب ۶۸ و ۶۶ درصد بود. از نظر میزان تولید علوفه‌تر در روستای سیاسر سورگوم رقم محلی زابل در شرایط غیر شور و شور با میانگین تولید علوفه‌تر ۵۴/۱ و ۳۰/۶ تن در هکتار و در روستای اکبرآباد سورگوم محلی زابل در شرایط غیر شور و شور با میانگین ۵۲/۵ و ۳۳/۵ تن در هکتار نسبت به رقم فومن برتری نشان داد. با توجه به نتایج این بررسی سورگوم رقم فومن در شرایط غیر شور و شور به عنوان رقم دانه‌ای مناسب برای تکثیر و توسعه در منطقه سیستان و مناطق هم اقلیم قابل توصیه می‌باشد. در صورتیکه هدف تولید علوفه باشد، رقم محلی زابل پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌گان کلیدی: سورگوم دانه‌ای، وزن هزار دانه، تعداد پنجه، عملکرد علوفه‌تر، ارتفاع بوته

بیان مسئله

در منطقه سیستان شغل بیش از ۷۰ درصد مردم کشاورزی و دامپروری می‌باشد. با توجه به قطع آورد رودخانه هیرمند در منطقه سیستان اکثر کشاورزان و دامداران شغل خود را از دست داده و به استان‌های همجوار مهاجرت می‌کنند. یکی از راهکارهای پایداری منطقه توسعه صنعت دامپروری و ایجاد اشتغال مولد می‌باشد. جهت تامین علوفه و کشت گیاهان علوفه‌ای، در منطقه چاهک‌های زیادی حفر شده است و تقریباً از درجه شوری بالایی برخوردار می‌باشند و بدون استفاده رها شده‌اند. شور شدن آب چاهک‌ها و زمین‌های کشاورزی با برداشت آب در حال تشدید است؛ لذا باید به دنبال توسعه کشت گیاهانی بود که قادر به تولید علوفه و دانه در شرایط تنش شوری باشند و بتوانند حداکثر تولید را در این شرایط داشته باشند. در این راستا سورگوم گیاه مناسبی است که می‌توان آن را در برنامه‌ریزی الگوی کشت منطقه قرار داد. سورگوم به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی از جمله مقاومت به خشکی، شوری، عملکرد نسبتاً زیاد، کیفیت مطلوب و قابلیت نگهداری آن به صورت علوفه خشک و سیلوشده، سبب گردیده تا در مناطق خشک و نیمه خشک از ارزش خاصی برخوردار شود (۶). در بین ارقام سورگوم نیز ارقام متحمل‌تر و سازگارتر به شرایط آب و هوایی منطقه و تنش‌های محیطی خصوصاً شوری باید مورد آزمایش قرار گیرد. برای مثال بر اساس برخی منابع موجود رقم فومن در شرایط غیر تنش و تنش ملایم و شدید رطوبتی به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۱۰۸۰۴/۴، ۹۹۲۱/۳ و ۵۹۲۱ کیلوگرم در هکتار در جایگاه مناسبی در بین ارقام سورگوم دانه‌ای قرار دارد (۳).

تنش شوری نیز یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که تولید گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در منطقه سیستان بر اساس مطالعات مؤسسه خاک و آب ۲۷ درصد از خاک‌های منطقه دارای شوری بین ۴-۸ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۳ درصد اراضی دارای شوری بین ۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند (۱).

بنابراین روند نزولی کمی و کیفی آب در این منطقه و مستعد بودن اراضی کشاورزی می‌طلبد تا کاربرد روش‌های مدیریتی برای حصول عملکرد مطلوب، با حفظ پایداری کشاورزی مورد ارزیابی قرار گیرند. آنچه مسلم است با کاربرد منطقی از آب شور به عنوان یک منبع آب آبیاری ضمن افزایش تولیدات کشاورزی، می‌توان از رقابت موجود برای آب غیرشور نیز کاست (۲). این پژوهش با هدف مقایسه عملکرد دانه و علوفه سورگوم دانه‌ای رقم فومن با سورگوم محلی زابل در مزارع زارعین منطقه سیستان تحت تأثیر آب شور و غیر شور انجام گردید.

معرفی دستاورد

به‌منظور مقایسه عملکرد رقم فومن سورگوم به عنوان یک رقم دانه‌ای با سورگوم محلی زابل در شرایط زارعین منطقه سیستان، این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در دو منطقه سیستان شامل شهرستان زهک (روستای سیاسر) و شهرستان زابل (روستای اکبرآباد) انجام شد. سطح زیر کشت هر رقم ۲۰۰۰ متر مربع تعیین شد. عملیات تهیه زمین شامل یک شخم عمیق به میزان ۳۰ سانتی‌متر در پاییز بود. در اسفندماه دیسک، تسطیح و مرزبندی طبق روش معمول منطقه انجام گرفت. کاشت در ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۹ و به میزان ۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار انجام شد. میزان و نحوه مصرف کود نیتروژن، فسفر و پتاس بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، شامل ۲۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود. تمامی کود فسفر و پتاسیم به همراه نصف کود نیتروژن از منبع اوره هم‌زمان با کاشت به زمین داده شد. باقیمانده کود اوره به‌صورت سرک در زمانی که ارتفاع بوته‌ها به ۳۵ سانتی‌متر رسید در پای بوته‌ها پخش شد. آبیاری براساس عرف منطقه و در مراحل رشدی گیاه به‌صورت کرتی انجام شد. براساس شرایط آب و هوایی موجود در منطقه، آبیاری در مراحل قبل از کاشت،

عملکرد از ۳۰ بوته به صورت تصادفی اندازه گیری انجام شد. برای اندازه گیری علوفه تر در مرحله گل دهی (یکم خردادماه)، برداشت گیاه از سطح خاک از ۳۰ نقطه ۵ مترمربعی انجام و بلافاصله توزین شد. سپس ۲ کیلوگرم از هر نمونه برای تعیین وزن خشک به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در تاریخ ۲۵ خردادماه نیز برای اندازه گیری عملکرد دانه از ۳۰ نقطه ۵ مترمربعی در مرحله رسیدگی و سفت شدن دانه ها برداشت صورت گرفت و دانه ها پس از رسیدن رطوبت دانه ها به ۱۴ درصد توزین شد. داده های اندازه گیری شده به منظور مقایسه دو رقم با آزمون t بررسی شدند.



شکل ۱- مزرعه سورگوم محلی زابل (سمت چپ) و رقم فومن (سمت راست) در مرحله ظهور پانیکول

دو ژنوتیپ مورد بررسی داشت. ارتفاع بوته در رقم فومن با میانگین $102/3$ سانتی متر به دست آمد (جدول ۱). در شرایط آبیاری با آب شور رقم سورگوم محلی زابل با میانگین $111/5$ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته را در بین دو ژنوتیپ مورد بررسی داشت. ارتفاع بوته در رقم فومن $73/5$ سانتی متر بود. در این شرایط افزایش ارتفاع در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن $51/70$ درصد بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری با آب غیر شور از نظر طول پانیکول رقم فومن با میانگین طول پانیکول $23/1$ سانتی متر در برابر سورگوم محلی زابل با میانگین $17/7$ سانتی متر برتری داشت (جدول ۱). در شرایط آبیاری با آب شور رقم فومن دارای طول پانیکول $16/6$ سانتی متر و طول پانیکول سورگوم محلی زابل $11/7$ سانتی متر بود.

پنجه دهی، ساقه رفتن، دو بار در مرحله گل دهی، خمیری نرم و خمیری سخت انجام شد. در شرایط نرمال میزان مصرف آب در سورگوم 7000 متر مکعب در هکتار بود. در کنار مزرعه با آبیاری غیر شور (آبیاری با آب رودخانه هیرمند)، مزرعه با آبیاری شور چاهک ها نیز در هر دو منطقه کشت گردید. شوری اولیه خاک در دو منطقه ۳ دسی زیمنس بر متر بود. آبیاری با آب شور با استفاده از آب چاهک ها با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر که از قبل انتخاب شده بود انجام شد. آبیاری غیر شور هم با آب رودخانه (۲ دسی زیمنس بر متر) و شبکه لوله تامین گردید. در زمان برداشت ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول پانیکول، عملکرد علوفه تر و خشک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار اندازه گیری شد. برای تعیین اجزاء

نتایج آزمایش در روستای سیاسر

همان طور که میانگین ها در روستای سیاسر در جدول ۱ نشان می دهد در شرایط غیر شور بین دو ژنوتیپ از نظر تعداد پنجه در بوته تفاوت وجود داشت. سورگوم محلی زابل با میانگین $2/8$ پنجه بیشترین تعداد پنجه در بوته را داشت. تعداد پنجه در رقم فومن با میانگین $1/9$ عدد پنجه در بوته وجود داشت. بین دو ژنوتیپ از نظر تعداد پنجه در شرایط شور نیز تفاوت وجود داشت. سورگوم محلی زابل با $1/9$ عدد پنجه نسبت به رقم فومن با $1/4$ پنجه برتری نشان داد. بین دو ژنوتیپ از نظر ارتفاع بوته تفاوت وجود داشت. در شرایط آبیاری غیر شور سورگوم محلی زابل با میانگین $139/9$ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته را در بین

جدول ۱- میانگین صفات اندازه‌گیری شده در دو ژنوتیپ موردبررسی با آبیاری غیر شور و شور در روستای سیاسر

ژنوتیپ	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول پانیکول (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)
رقم فومن با آبیاری غیر شور	۱/۹	۱۰۲/۳	۲۳/۱	۲۴/۱
سورگوم محلی زابل با آبیاری غیر شور	۲/۸	۱۳۹/۹	۱۷/۷	۲۰/۲
مقدار t	۳/۸۵**	۱۶۰۷**	۱۰/۳۷**	۸/۵۱**
رقم فومن با آبیاری شور	۱/۴	۷۳/۵	۱۶/۶	۲۰/۸
سورگوم محلی زابل با آبیاری شور	۱/۹	۱۱۱/۵	۱۱/۷	۱۸/۱
مقدار t	۰/۰۰۷*	۲۵/۶۱۹**	۷/۸۶۸**	۶/۰۲۰**

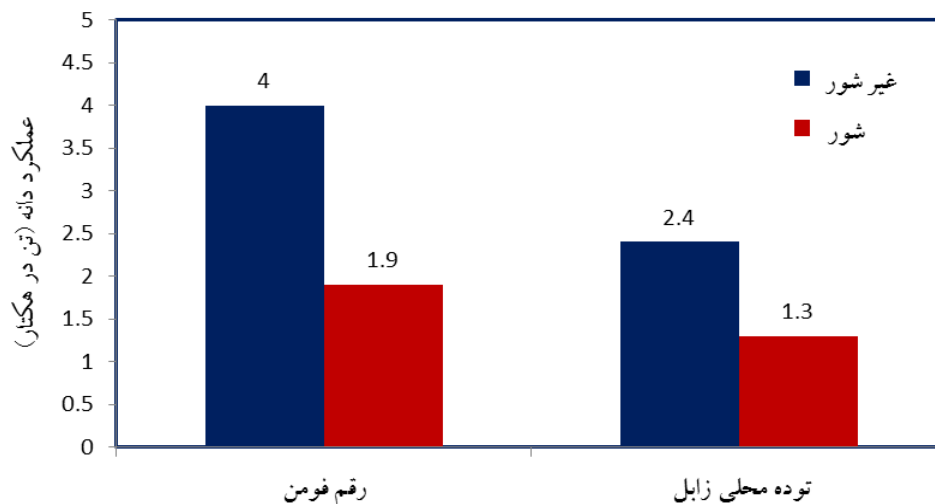
بین دو ژنوتیپ از نظر وزن هزاردانه تفاوت وجود داشت. در شرایط آبیاری با آب غیر شور رقم فومن با میانگین ۲۴/۱ گرم بیشترین وزن هزاردانه را داشت (جدول ۱). سورگوم محلی زابل دارای وزن هزاردانه ۲۰/۲ گرم بود. در شرایط آبیاری با آب شور رقم فومن با میانگین ۲۰/۸ گرم وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سورگوم محلی زابل داشت. وزن هزار دانه در سورگوم محلی زابل ۱۸/۱ گرم بود (جدول ۱).

بر اساس نتایج بدست آمده، در شرایط آبیاری با آب غیر شور بیشترین میزان عملکرد دانه در رقم فومن با میانگین ۴ تن در هکتار تولید شد (شکل ۲). در شرایط شور عملکرد دانه رقم فومن ۱/۹ تن در هکتار بود. عملکرد دانه در سورگوم محلی زابل در این شرایط ۱/۳ تن در هکتار بود (شکل ۲). نتایج نشان می‌دهد که تنش شوری باعث کاهش عملکرد هر دو ژنوتیپ سورگوم گردید. زمان برداشت محصول در شرایط شور در این روستا در رقم فومن و سورگوم محلی زابل به ترتیب ۲۱ و ۱۵ خرداد ماه بود. نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری غیر شور بیشترین میزان عملکرد علوفه‌تر در سورگوم محلی زابل با میانگین ۵۴/۱ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۳-الف). در این شرایط رقم فومن دارای ۴۶ تن در هکتار علوفه تر بود. میزان افزایش عملکرد علوفه‌تر سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن ۱۷/۶۰ درصد به دست آمد. بیشترین میزان عملکرد علوفه‌تر در سورگوم

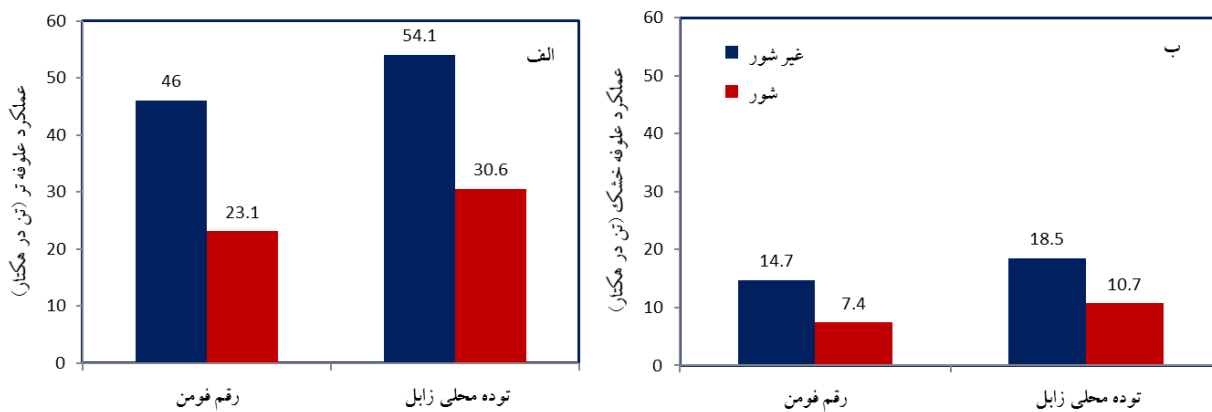
محلی زابل با میانگین ۳۰/۶ تن در هکتار در شرایط شور حاصل شد. عملکرد علوفه‌تر در رقم فومن ۲۳/۱ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳-الف). میزان افزایش عملکرد علوفه‌تر در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن در این شرایط ۳۲ درصد حاصل شد.

همچنین نتایج عملکرد علوفه خشک در بین دو رقم مورد بررسی نشان داد که در شرایط غیر شور سورگوم محلی زابل با میانگین ۱۸/۵ تن در هکتار نسبت به رقم فومن برتری داشت. میزان عملکرد علوفه خشک در رقم فومن ۱۴/۷ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳-ب).

میزان افزایش عملکرد علوفه خشک در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن، برابر با ۲۵/۸۵ درصد بود. میزان کاهش عملکرد علوفه خشک در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور در رقم سورگوم فومن و محلی زابل به ترتیب ۴۹ و ۴۲ درصد می‌باشد. همچنین نتایج عملکرد علوفه خشک در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی در شرایط شور نشان داد که سورگوم محلی زابل با میانگین ۱۰/۷ تن در هکتار نسبت به رقم فومن برتری داشت. رقم فومن با میانگین ۷/۴ تن در هکتار در رده بعدی قرار گرفت. در شرایط شور میزان افزایش عملکرد علوفه خشک در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن، برابر با ۳۰/۸۴ درصد به دست آمد (شکل ۳-ب).



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه دو رقم فومن و توده محلی زابل در شرایط آبیاری غیر شور و شور در روستای سیاسر



شکل ۳- میانگین عملکرد علوفه تر (الف) و علوفه خشک (ب) در دو رقم فومن و توده محلی زابل در شرایط آبیاری غیر شور و شور در روستای سیاسر

نتایج آزمایش در روستای اکبرآباد

در شرایط آبیاری با آب غیر شور سورگوم محلی زابل با میانگین ۲/۴ عدد پنجه بیشترین تعداد پنجه را در این روستا داشت. تعداد پنجه در رقم فومن بعد از سورگوم محلی زابل ۱/۷ عدد بود. میزان افزایش تعداد پنجه در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن ۴۱ درصد بود (جدول ۲).

تعداد پنجه در شرایط آبیاری با آب شور در روستای اکبر آباد برای رقم فومن و سورگوم محلی زابل به ترتیب ۱/۴ و ۱/۷ به دست آمد (جدول ۲). میزان کاهش تعداد پنجه در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور در رقم

فومن ۱۷/۶۴ درصد و در سورگوم محلی زابل ۲۹ درصد می باشد. همان طور که میانگین ها در جدول ۲ نشان می دهد بین دو ژنوتیپ از نظر ارتفاع بوته در شرایط شور و غیر شور تفاوت وجود داشت. ارتفاع بوته در شرایط آبیاری با آب غیر شور در رقم فومن ۱۱۰/۸ و در سورگوم محلی زابل ۱۴۲/۳ سانتی متر به دست آمد. در شرایط شور سورگوم محلی زابل با میانگین ۱۱۳/۷ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته را در بین دو ژنوتیپ مورد بررسی داشت. بعد از سورگوم محلی زابل، رقم فومن با میانگین ۷۷/۲ سانتی متر وجود داشت. میزان کاهش ارتفاع در سورگوم محلی زابل در شرایط شور

نسبت به شرایط غیر شور ۲۰ درصد و در رقم فومن ۳۰ درصد به دست آمد. در روستای اکبرآباد بیشترین طول پانیکول در شرایط غیر شور با ۲۳/۲ سانتی متر در رقم فومن به دست آمد. طول پانیکول سورگوم محلی زابل ۱۶/۳ سانتیمتر در این منطقه در شرایط غیر شور به دست آمد. سورگوم فومن در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور ۲۲ درصد و سورگوم محلی زابل ۲۶ درصد طول پانیکول آن‌ها کاهش پیدا کرد (جدول ۲). در این روستا بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۲۳/۸ گرم در رقم فومن وجود داشت. بعد از رقم فومن، سورگوم محلی زابل وزن هزار دانه معادل ۲۰/۱ گرم داشت. در شرایط شور رقم فومن با میانگین ۲۱/۳ گرم بیشترین وزن هزار دانه را در بین دو ژنوتیپ مورد بررسی داشت. وزن هزار دانه در سورگوم محلی زابل ۱۷/۲ گرم وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین صفات مورد بررسی در دو ژنوتیپ مورد بررسی در شرایط آبیاری غیر شور و شور در روستای اکبرآباد

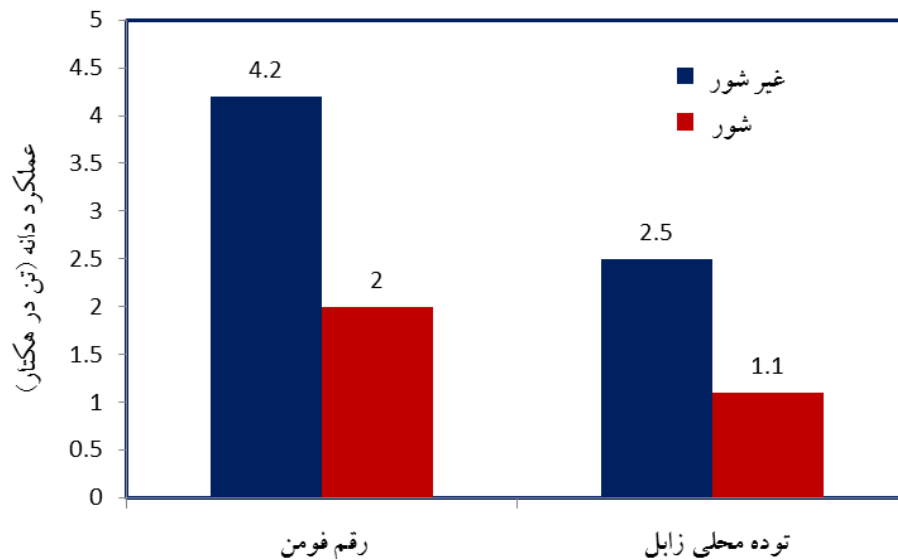
ژنوتیپ	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول پانیکول (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)
رقم فومن با آبیاری غیر شور	۱/۷	۱۱۰/۸	۲۳/۲	۲۳/۸
سورگوم محلی زابل با آبیاری غیر شور	۲/۴	۱۴۲/۳	۱۶/۳	۲۰/۱
مقدار t	۴/۵۸**	۲۲**	۱۲/۹۴**	۸/۷۴**
رقم فومن با آبیاری شور	۱/۴	۷۷/۲	۱۷/۱	۲۱/۳
سورگوم محلی زابل با آبیاری شور	۱/۷	۱۱۳/۷	۱۲/۷	۱۷/۲
مقدار t	۲/۲۳**	۲۹/۲۱**	۶/۵۶**	۱۱/۶۹**

بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط غیر شور در رقم فومن با میانگین ۴/۲ تن در هکتار تولید شد (شکل ۴). بعد از این رقم محلی زابل با تولید ۲/۵ تن در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفت (شکل ۴). میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور در رقم سورگوم فومن ۵۲ درصد و در سورگوم محلی زابل ۵۶ درصد می باشد. بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط شور در روستای اکبرآباد در رقم فومن با میانگین ۲ تن در هکتار تولید شد. میزان عملکرد دانه رقم محلی زابل در این منطقه ۱/۱ تن در هکتار بود. میزان افزایش عملکرد دانه رقم فومن در مقایسه با سورگوم محلی زابل ۶۸ درصد بود (شکل ۴).

در شرایط آبیاری با آب غیر شور در روستای اکبر آباد سورگوم محلی زابل با میانگین ۵۲/۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را داشت (شکل ۵-الف). رقم فومن بعد از سورگوم محلی زابل دارای میانگین علوفه تر

۴۵/۸ تن در هکتار بود. میزان افزایش عملکرد علوفه تر در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن در شرایط غیر شور ۱۴/۶۲ درصد بود (شکل ۵-الف). سورگوم محلی زابل با میانگین ۳۳/۵ تن در هکتار در شرایط شور بیشترین عملکرد علوفه تر را داشت. رقم فومن بعد از هکتار قرار گرفت. میزان افزایش عملکرد علوفه تر در سورگوم محلی زابل با میانگین علوفه تر ۲۲/۵ تن در هکتار قرار گرفت. میزان افزایش عملکرد علوفه تر در سورگوم محلی زابل نسبت به رقم فومن ۴۹ درصد بود. در شرایط آبیاری با آب غیر شور بیشترین عملکرد علوفه خشک با میانگین ۱۸/۲ تن در هکتار به سورگوم محلی زابل تعلق گرفت (شکل ۵-ب). عملکرد علوفه خشک در رقم فومن بعد از سورگوم محلی زابل با میانگین ۱۷/۸ تن در هکتار تولید شد. میزان کاهش عملکرد علوفه خشک در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور در رقم سورگوم فومن ۵۸ درصد و در سورگوم محلی زابل ۳۶ درصد می باشد (شکل ۵-ب).

در شرایط آبیاری با آب غیر شور در روستای اکبر آباد سورگوم محلی زابل با میانگین ۵۲/۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را داشت (شکل ۵-الف). رقم فومن بعد از سورگوم محلی زابل دارای میانگین علوفه تر



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه دو رقم فومن و توده محلی زابل در شرایط آبیاری غیر شور و شور در روستای اکبر آباد



شکل ۵- میانگین عملکرد علوفه تر (الف) و علوفه خشک (ب) در دو رقم فومن و توده محلی زابل در شرایط آبیاری غیر شور و شور در روستای اکبر آباد

توصیه ترویجی

- با توجه به نتایج این بررسی رقم فومن از نظر تولید عملکرد دانه بیشتر، ارتفاع مناسب برداشت، طول پانیکول بزرگتر و وزن هزار دانه بیشتر در مقایسه با سورگوم محلی زابل در دو شرایط آبیاری با آب شور و غیر شور منطقه سیستان برتری داشت. بنابراین این رقم با هدف تولید دانه برای کاشت در منطقه توصیه می‌شود. میزان بذر مورد استفاده برای کاشت ۱۵ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت مناسب ۱۵ اسفندماه می‌باشد.

بیشترین عملکرد علوفه خشک در شرایط شور با میانگین ۱۱/۵۵ تن در هکتار به سورگوم محلی زابل تعلق گرفت (شکل ۵-ب). میزان عملکرد ماده خشک رقم فومن ۷/۳ تن در هکتار به دست آمد. میزان افزایش عملکرد علوفه خشک در شرایط شور در سورگوم محلی زابل نسبت رقم فومن ۵۷ درصد بود. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که تنش شوری در این آزمایش باعث کاهش عملکرد ماده خشک نسبت به شرایط آبیاری با آب غیر شور گردید. در پژوهشی دیگر مشخص شد که عملکرد ماده خشک سورگوم تحت تأثیر تنش شوری تا سطح ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت (۵).

- در صورتی که هدف تولید علوفه باشد، کاشت رقم سورگوم محلی زابل توصیه می‌گردد. برای این منظور لازم کیلوگرم در هکتار کشت گردد.
- است این رقم در تاریخ ۱۵ اسفندماه و با میزان بذر ۲۰

فهرست منابع مورد استفاده

- ۱- ارزیابی وضعیت شوری خاک با استفاده از داده‌های زمینی سنجش از دور در طرح ۴۶۰۰۰ هکتاری دشت سیستان (۱۴۰۰). انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
- ۲- پیری، ح.، انصاری، ح.، و پارسا، م. (۱۳۹۶). بررسی عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در سطوح مختلف شوری و آب آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰ (۱): ۴۶۷-۴۸۲.
- ۳- خزائی، ع. ۱۳۹۸. اثر کم آبیاری و فاصله بوته روی ردیف بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش سورگوم دانه‌ای. نشریه علوم زراعی ایران، ۲۱ (۲): ۹۶-۱۰۸.
- ۴- خزایی، ع.، فومن، ع.، قاسمی، ا. (۱۴۰۰). فومن رقم زودرس و متحمل به خشکی سورگوم دانه‌ای، مناسب برای کشت در مناطق مختلف کشور. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام، ۲ (۲): ۵۸-۵۱.
- ۵- رنجبر، غ.، و پیرسته انوشه، ه. (۱۳۹۴). نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تاکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. مجله علوم زراعی ایران، ۲ (۱۷): ۱۶۵-۱۷۸.

6- Zerbini, E., & Thomas, D. (2003). Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and Pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. Field Crop Research, 84: 3- 15.

بهبود صفات رشدی درختان انار با کاربرد نیترات کلسیم در شرایط شور

علی مؤمن پور^{۱*}، اعظم جعفری^۲، ساره صباحی^۳ و حسین بیرامی^۴

۱. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، یزد، ایران

۴. استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: علی مؤمن پور، پست الکترونیک: a.momenpour@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

چکیده

با توجه به شور شدن منابع خاک و آب در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از آب‌های شور به منظور تولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. کلسیم نقش مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارد. در این پژوهش کاربرد نیترات کلسیم (به عنوان منبع کلسیم) در سه سطح (شاهد ۰)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار سه ساله شامل پوست سیاه اردکان، چاه افضل، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، ملس یزدی و رباب نیریز در شوری ثابت آب آبیاری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین درصد نکروزه (۱۲ و ۲ درصد) و محتوی پتاسیم (۰/۳۷۸ و ۰/۳۲۲ درصد) و کمترین و بیشترین محتوی سدیم (۱/۸۸ و ۲/۷۵ درصد) و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۱۱۸ و ۰/۱۹۷) به ترتیب در ژنوتیپ چاه افضل با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و رقم رباب نیریز بدون کاربرد نیترات کلسیم مشاهده شد. کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نیترات کلسیم در ابتدای فصل رشد به طور معنی‌داری موجب بهبود خصوصیات رشدی و کاهش اثرات مخرب سدیم در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. لذا کاربرد آن با توجه به میزان شوری آب و خاک باغات در ابتدای فصل رشد توصیه می‌گردد.

واژه‌گان کلیدی: آب‌های شور، نیترات کلسیم، آب اول، سدیم و پتاسیم.

بیان مسئله

شوری آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و شور شدن تدریجی خاک یکی از مسائل بسیار مهم در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران می‌باشد (۳). موقعیت جغرافیایی، کمبود نزولات آسمانی، زیاد بودن میزان تبخیر از سطح خاک از دلایل اصلی پتانسیل بالای شوری در این مناطق از لحاظ عوامل طبیعی می‌باشد (۳). در نتیجه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب به‌عنوان عوامل اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان به‌شمار می‌روند. بنابراین استفاده از آب‌های شور به‌منظور تولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است (۱۵). یکی از موثرترین راهکارها برای بهره‌برداری بهتر از منابع خاک و آب شور، شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به شوری و استفاده از آن‌ها در مناطق شور است (۱۲). تحقیقات نشان داده است، آستانه تحمل به شوری آب آبیاری و خاک برای درختان انار به‌ترتیب $1/8$ و $2/7$ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد به‌طوری‌که در شوری $5/4$ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری و $8/4$ دسی‌زیمنس بر متر خاک به میزان ۵۰ درصد از عملکرد آن کاسته می‌شود (۸). بنابراین، در انار نیز همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک‌های متحمل، راهبرد بسیار مناسبی به‌منظور کاهش عوارض ناشی از شوری به‌ویژه در نواحی خشک کشور می‌باشد. علاوه بر نقش نوع پایه و رقم انتخابی در افزایش تحمل به شرایط نامناسب خاک و آب‌های نامتعارف و شور، کلسیم از جمله عناصری است که در بهبود و اصلاح اثرات مخرب سدیم بر رشد نقش به‌سزایی دارد (۴). گزارش شده است، جذب انتخابی یون‌هایی مانند پتاسیم، آهن و روی (Zn) توسط ریشه گیاهان، در صورت وجود میزان مناسبی از کلسیم بهبود یافته و به مقدار بیشتری جذب ریشه گیاه می‌شوند (۴). همچنین گیاهان حساس به شوری مانند گوجه‌فرنگی و لوبیا به مقدار زیادی به کلسیم نیاز دارند و در صورت وجود غلظت مناسبی از آن، تحمل این گیاهان به شوری بیشتر شده و افزایش در

عملکرد آن‌ها مشاهده می‌گردد. زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم در گیاه جلوگیری می‌کند (۴). برای حصول نتیجه، انتخاب مناسب نمک کلسیم حائز اهمیت می‌باشد. در بیشتر تحقیقات از کلرید، سولفات و نیترات کلسیم برای مقابله با شوری استفاده شده است. نمک‌های کلسیم از دو جنبه با هم تفاوت دارند: ۱- میزان حلالیت این نمک‌ها در آب که غلظت‌های متفاوتی از یون کلسیم را در محلول غذایی گیاه فراهم می‌کند. این ویژگی با pH و دما تغییر می‌کند. ۲- تفاوت در آنیون آن‌ها که با تأثیر کلسیم بر گیاه تحت تنش ارتباط دارد (۴). این پژوهش در ادامه تحقیقات قبلی (۲) و با هدف بررسی خصوصیات رشدی ۶ ژنوتیپ انتخابی انار شامل چاه افضل، پوست سیاه اردکان، نرک لاسجرد سمنان و وحشی بابلسر به عنوان پایه و ارقام ملس یزدی و رباب نیریز به عنوان شاهد در شرایط آب و خاک شور و با ارزیابی کاربرد غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم بر ویژگی‌های رشدی آن‌ها انجام پذیرفت.

معرفی دستاورد

به‌منظور ارزیابی کاربرد نیترات کلسیم بر برخی از ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌های انتخاب شده انار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل ژنوتیپ و رقم در شش سطح (پوست سیاه اردکان، چاه افضل، نرک لاسجرد سمنان، وحشی بابلسر، ملس یزدی و رباب نیریز) و تیمار نیترات کلسیم در سه سطح ۰ (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۳۰ و ۶۰ گرم به ازای هر درخت)، در سه بلوک و در هر بلوک با ۳ تکرار و در مجموع با ۱۶۲ درخت در شوری ثابت آب آبیاری $9/5$ دسی‌زیمنس بر متر در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در ایستگاه چاه افضل مرکز ملی تحقیقات شوری، انجام شد. به‌منظور انجام این تحقیق، ابتدا از گیاهان مادری واقع در کلکسیون ذخایر ژنتیکی انار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، قلمه‌های خشبی به طول 27 ± 3 سانتی‌متر و قطر 10 ± 1 میلی-متر در دهه سوم بهمن ماه ۱۳۹۶ تهیه شد. همچنین به

منظور تکثیر ژنوتیپ چاه افضل، قلمه‌گیری از یکی از درختان شناسایی شده در این منطقه که تحت شرایط آب و خاک شور رشد کرده بود و دارای وضعیت مطلوبی از نظر رشد رویشی و کمیت و کیفیت میوه داشت، هم‌زمان با سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده انجام شد. سپس قلمه‌ها به مدت پنج ثانیه در محلول ایندول بوتریک اسید با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفتند و در کیسه‌های پلاستیکی حاوی ماسه کشت و پس از آن نهال‌های یک ساله ریشه‌دار شده کاملاً یکنواخت و یک اندازه از نظر طول و قطر انتخاب و در اوایل بهمن ماه ۱۳۹۷ به مزرعه انتقال داده شدند و با فاصله کشت ۳×۲ (۲ متر روی ردیف و ۳ متر بین ردیف‌ها) کشت شدند (شکل ۹). از هر ژنوتیپ ۳۶ نهال در مزرعه کشت گردید که از بین

آنها ۲۷ نهال دو ساله برای هر ژنوتیپ که دارای وضعیت رشدی مناسبتری بودند، جهت اعمال تیمارها و یادداشت برداری انتخاب شدند. در تمامی مدت این آزمایش، تمامی درختان با آب چاه با شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر و به صورت غرقابی آبیاری شدند (جدول ۱). به منظور جلوگیری از تجمع نمک در طول آزمایش، کسر آبشویی ۳۰ درصد و دور آبیاری ثابت ۱۲ روز در نظر گرفته شد. در هر دور آبیاری هر کرت به مدت $23 \pm 2/5$ دقیقه آبیاری می‌شد. به منظور کنترل شوری در طول دوره آزمایش نمونه‌های خاک از عمق توسعه ریشه تهیه و هدایت الکتریکی آن اندازه‌گیری می‌شد. متوسط شوری و pH خاک در طول دوره آزمایش در عمق توسعه ریشه به ترتیب ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۷/۳۶ بود.

جدول ۱- ویژگی‌های کیفی آب چاه مورد استفاده

شوری	pH	کلسیم	منیزیم	سدیم	کربنات	بی کربنات	کلر	سولفات
(دسی‌زیمنس بر متر)					(میلی‌اکی والان بر لیتر)			
۹/۵	۷/۹۵	۱۷/۹۴	۱۷/۷۰	۶۶/۹۰	۰	۴/۶۰	۶۶/۳۶	۴۰/۲۷

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از شروع آزمایش.

ویژگی	نماد	مقدار	ویژگی	نماد	مقدار
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	EC	۱۰/۹۰	بی کربنات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	HCO_3^-	۳/۶۴
واکنش خاک	pH	۷/۴۱	سولفات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	SO_4^{2-}	۴۰/۱۹
سدیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Na^+	۶۸/۹۸	شن (درصد)	Sand	۵۴/۵
منیزیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Mg^{2+}	۱۷/۱۸	سیلت (درصد)	Silt	۴۵
کلسیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Ca^{2+}	۲۳/۲۴	رس (درصد)	Clay	۰/۵
کلر (میلی‌اکی والان بر لیتر)	Cl^-	۵۹/۳۹	بافت	Texture	سیلتی لوم
کربنات (میلی‌اکی والان بر لیتر)	CO_3^{2-}	۰			

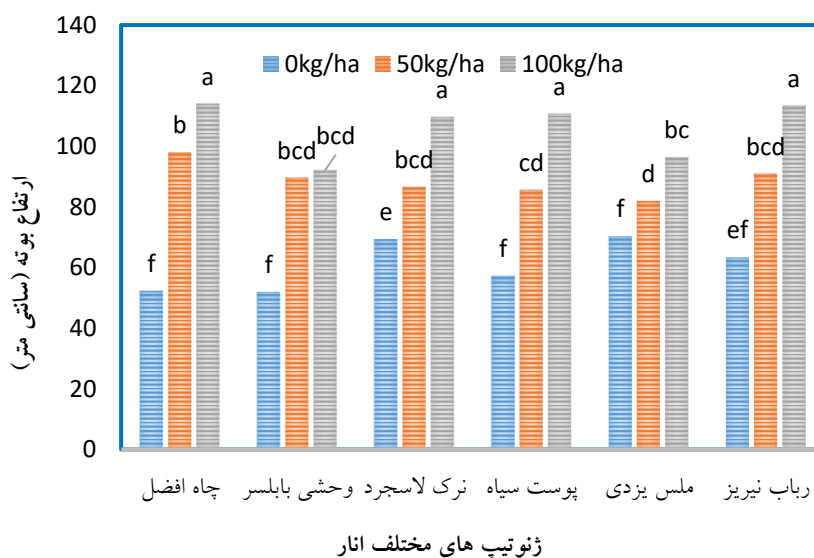
در شروع فصل رشد (اوایل اسفند ماه ۱۳۹۸) و در اولین دور آبیاری درختان، تیمار نیترات کلسیم به صورت کود آبیاری و در یک نوبت و با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (به ترتیب ۳۰ و ۶۰ گرم به ازای هر درخت)، اعمال شد (شکل ۱۰). در این کود، حداقل نیتروژن کل ۱۵/۵ درصد و حداقل میزان کلسیم محلول در آب به صورت کلسیم ۱۹ درصد، بود.

به منظور اندازه‌گیری درصد برگ‌های نکرزده، در طول آزمایش تا پایان مدت آزمایش تعداد برگ‌های نکرزده شمارش و بر تعداد کل برگ‌ها تقسیم شدند (۱۰). به منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، برگ‌ها از نهال‌ها در اوسط شهریور ماه جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با

کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس در سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، ارتفاع گیاه کمتر افزایش می‌یابد (۱۲). تنش اسمزی در مرحله اول تنش شوری موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها شده و طولی شدن آن‌ها را با مشکل روبه رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طولی شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (۱۲). حفظ فراهمی کلسیم در محلول خاک شور یک فاکتور مهم در کنترل شدت سمیت یون ویژه است، به-خصوص در محصولاتی که به آسیب سدیم و کلر حساس هستند (۱۲). کاربرد مناسب یون کلسیم، حساسیت گیاهان به شوری را پایین آورده و پارامترهای رشدی را به خوبی بهبود می‌بخشد. بنابراین کاربرد کلسیم در گیاهان زراعی و باغی می‌تواند به کاهش هزینه‌های اقتصادی در مقابل شوری کمک کند (۱).

آسیاب برقی به صورت پودر شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره-گیری با استفاده از ۱۰ میلی لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر انجام شد. در نهایت غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم-فوتومتر (Jenway, PFP7, England) اندازه‌گیری شدند. همچنین عناصر کلسیم و منیزیم نیز به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (۵).

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۱۴ سانتی‌متر مربوط به ژنوتیپ چاه افضل و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم بود که فاقد اختلاف معنی‌دار با ژنوتیپ‌های پوست سیاه، نرک لاسجرد و رباب نیریز در این تیمار بود. در نقطه مقابل، کمترین میزان ارتفاع در ژنوتیپ وحشی بابلر، چاه افضل و پوست سیاه و بدون مصرف نیترات کلسیم مشاهده شد (شکل ۱). از آن جا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب



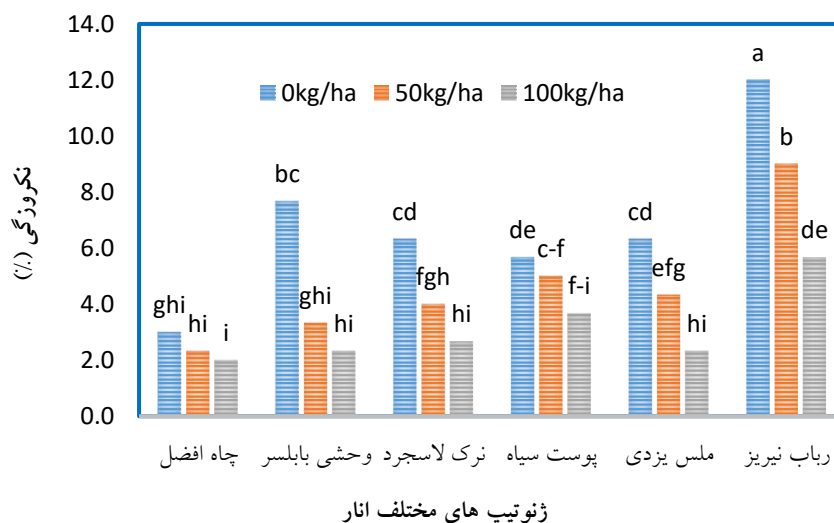
شکل ۱- اثر متقابل ژنوتیپ و نیترات کلسیم بر ارتفاع ژنوتیپ‌های انار مورد بررسی در شرایط شور (میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر هستند)

شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم بود (شکل ۲). با توجه به میزان آسیب‌های ظاهری، ژنوتیپ چاه افضل دارای وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق بود. نتایج مشابهی

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین میزان نکروزه با میانگین ۱۲ درصد مربوط به رقم رباب نیریز و در شرایط عدم کاربرد نیترات کلسیم بود و کمترین میزان نیز با میانگین ۲ درصد مربوط به ژنوتیپ چاه افضل و در

کوتاهی اتفاق می‌افتد. وقتی گیاهان در مدت زمان بیشتری در معرض شوری باشند، صدمات ویژه سدیم، بسته به میزان انباشت این یون، آشکار می‌شود که علاوه بر صدمات اسمزی در گیاهان می‌باشد (۱۱).

توسط دیگران گزارش شده است (۹، ۱۰ و ۱۳). صدمات اصلی سدیم در ارتباط با انباشت یون سدیم در بافت برگ می‌باشد و نتیجه‌اش نکروزه و پیر شدن برگ‌ها در نوک و حاشیه آن‌ها است که پس از مدتی در تمامی سطح برگ ادامه می‌یابد و کاهش رشد محصول در مدت زمان



شکل ۲- اثر متقابل ژنوتیپ و نیترا کلسیم بر درصد نکروزه ژنوتیپ‌های انار مورد بررسی در شرایط شور (میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

درصد) مشاهده شد که فاقد اختلاف معنی‌دار با ژنوتیپ چاه افضل (۰/۳۷۸ درصد) بود. همچنین کم‌ترین غلظت پتاسیم به ترتیب در ارقام رباب نیریز (۰/۳۲۲ درصد) و ملس یزدی (۰/۳۳۷ درصد) مشاهده شد. غلظت پتاسیم در برگ‌های ژنوتیپ‌های وحشی بابلر و پوست سیاه اردکان به ترتیب (۰/۳۶۹ و ۰/۳۷ درصد) بود. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های نرک لاسجرد سمنان و چاه افضل از طریق افزایش مقدار پتاسیم تحت شرایط تنش شوری می‌توانند با اثرات منفی و مخرب سدیم مقابله کنند. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک نیز مطابقت داشت. ژنوتیپ چاه افضل که بیشترین تجمع پتاسیم در برگ را داشت، کمترین درصد نکروزه را نیز دارا بود. گزارش شده است که پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، و باز و بسته شدن روزنه‌ها مؤثر می‌باشد و اثرات مخرب سدیم را کاهش می‌دهد (۱۵).

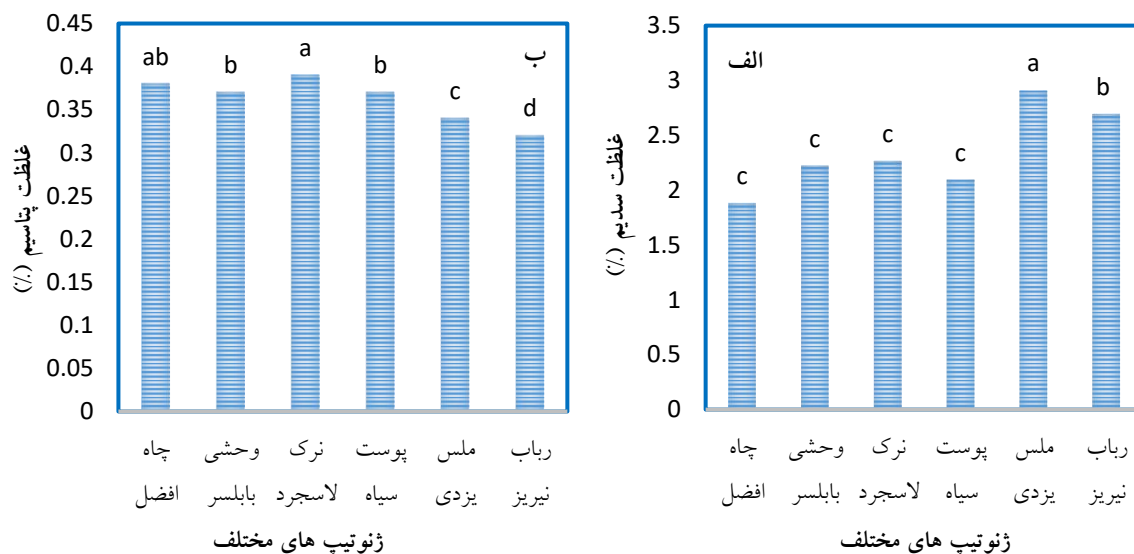
پتاسیم علاوه بر ایفای نقش اساسی در متابولیسم‌های حیاتی، در شرایط تنش شوری بسیار با اهمیت

بیش‌ترین غلظت سدیم در رقم ملس یزدی (۲/۹۰ درصد) و رباب نیریز (۲/۷۵ درصد) مشاهده شد. در نقطه مقابل، کمترین غلظت سدیم در ژنوتیپ چاه افضل (۱/۸۸ درصد) مشاهده شد که با ژنوتیپ‌های وحشی بابلر (۲/۲۲ درصد)، نرک لاسجرد سمنان (۲/۲۶ درصد)، پوست سیاه اردکان (۲/۰۹ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۳-الف). این نتایج با یافته‌های حاصل از بررسی صفات مورفولوژیک گیاهان مطابقت داشت. ارقام انار ملس یزدی و رباب نیریز که بیشترین تجمع سدیم در برگ را داشتند، بیشترین درصد نکروزه را نیز دارا بودند. در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، و جلوگیری از تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود (۱۵).

همانطور که از شکل (۳-ب)، مشاهده شود، بیش‌ترین غلظت پتاسیم در ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان (۰/۳۸۶

اساسی است (۶).

جلوه می‌کند به نحوی که مدیریت کارآمد پتاسیم در مقابل سدیم در گیاه در بقای آن در شرایط شوری



شکل ۳- اثر ژنوتیپ بر غلظت سدیم (الف) و اثر ژنوتیپ بر غلظت پتاسیم (ب) در ژنوتیپ های انار مورد بررسی

سیاه اردکان (۰/۱۳۴) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۴-ب).

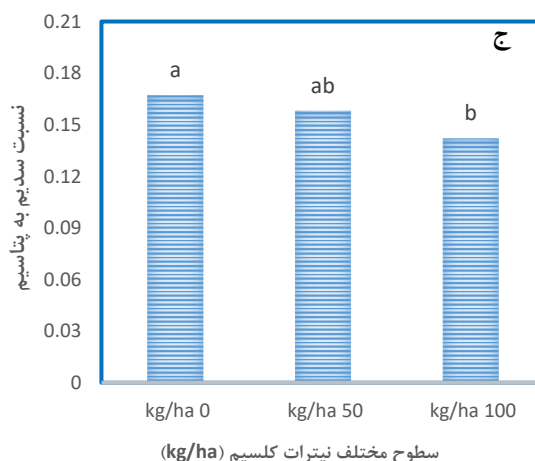
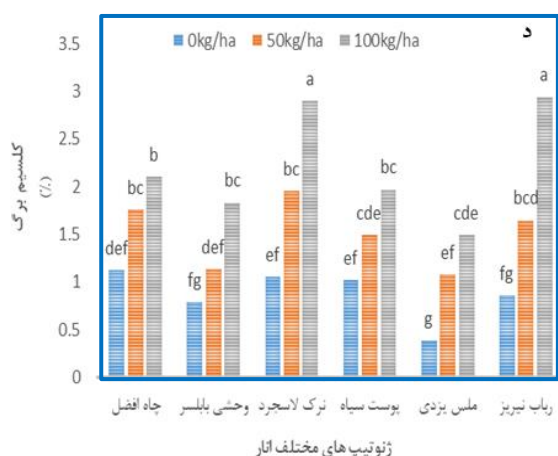
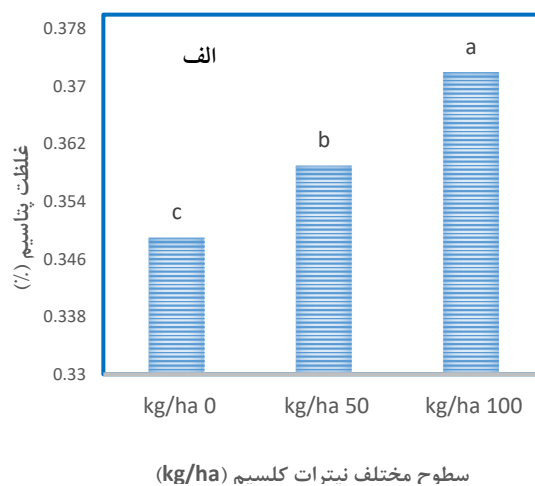
بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ۴-د)، بیشترین درصد کلسیم برگ با میانگین ۲/۹۴ درصد در رقم رباب نیریز و در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم مشاهده شد. پس از این رقم بیشترین درصد کلسیم در برگ‌های ژنوتیپ نرک لاسجرد سمنان مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با درصد کلسیم موجود در برگ‌های رقم رباب نیریز نداشت. کمترین درصد کلسیم برگ نیز در رقم ملس یزدی و بدون مصرف نیترات کلسیم (۰/۳۸ درصد)، مشاهده شد که با مقدار کلسیم موجود در برگ‌های رقم رباب نیریز و ژنوتیپ وحشی بابلر تحت این تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به اینکه این رقم به همراه رقم رباب نیریز از سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده در این تحقیق، دارای تحمل کمتری به شوری بودند، نشان می‌دهد که ریشه‌های این رقم قابلیت جذب کلسیم کمتری در شرایط شور نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مطالعه شده داشتند و به همین دلیل

بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ۴-الف)، با کاربرد نیترات کلسیم محتوی پتاسیم در برگ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه افزایش یافت. بیشترین و کمترین محتوی پتاسیم به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و شاهد (۰/۳۷۲ و ۰/۳۴۹ درصد)، مشاهده شد. گزارش شده است که جذب انتخابی یون‌هایی مانند پتاسیم، آهن و روی (Zn) در ریشه گیاه تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفته است. تحقیقات نشان می‌دهد که در صورت وجود میزان مناسبی از کلسیم در محیط رشد ریشه، جذب انتخابی این عناصر توسط ریشه بهبود یافته و در نتیجه عناصری مانند پتاسیم بهتر جذب ریشه گیاه می‌شود (۷).

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در رقم ملس یزدی (۰/۲۰۲) مشاهده شد که فاقد اختلاف معنی‌دار با رقم رباب نیریز (۰/۱۹۷) بود. در نقطه مقابل، کمترین نسبت سدیم به پتاسیم در ژنوتیپ چاه افضل (۰/۱۱۸) حاصل شد که با ژنوتیپ‌های وحشی بابلر (۰/۱۴۲)، نرک لاسجرد سمنان (۰/۱۴) و پوست

سلولی، قطبیت سلول، استحکام غشاء و ساختار دیواره نقش داشته و به عنوان پیغام‌بر ثانویه در زمان تنش عمل می‌کند (۱۴).

دارای کلسیم پایتتری در برگ‌های خود بودند. کلسیم یکی از عناصر پر مصرف است که برای رشد و توسعه طبیعی گیاه مورد نیاز است. کلسیم در تنظیم تعدادی از فرآیندهای بنیادی شامل جریان سیتوپلاسم، تقسیم



شکل ۴- اثر نیترات کلسیم بر غلظت پتاسیم (الف)، اثر ژنوتیپ بر نسبت سدیم به پتاسیم (ب)، اثر نیترات کلسیم بر نسبت سدیم به پتاسیم (ج) و اثر متقابل ژنوتیپ و نیترات کلسیم بر کلسیم برگ گیاهان انار مورد بررسی در شرایط شور

۰/۱۹۷) به ترتیب در ژنوتیپ های چاه افضل و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات کلسیم و رقم رباب نیریز بدون کاربرد نیترات کلسیم مشاهده شد. ژنوتیپ چاه افضل از طریق حفظ خصوصیات رشدی خود و افزایش جذب پتاسیم در مقابل سدیم، شرایط رشدی مناسبتری نسبت به سایر ژنوتیپ های مطالعه شده در این تحقیق از خود نشان داد. پس از این ژنوتیپ، ژنوتیپ های نرک لاسجرد سمنان و وحشی بابلر دارای وضعیت رشدی مناسبتری نسبت به سایر ژنوتیپ های مورد مطالعه بودند.

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، که نوع ژنوتیپ و سطح نیترات کلسیم بر تغییرات صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و غلظت عناصر غذایی مؤثر است. بررسی خصوصیات رشدی شش ژنوتیپ انتخابی انار مورد مطالعه در این تحقیق در سطح شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر، نشان داد، بیشترین و کمترین درصد نکروزه (۱۲ و ۲ درصد)، محتوی پتاسیم (۰/۳۷۸ و ۰/۳۲۲ درصد) و بیشترین و بیشترین محتوی سدیم (۱/۸۸ و ۲/۷۵ درصد) و نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۱۱۸ و

- ابتدا به ازای هر هکتار ۱۰۰ کیلوگرم کود نیترات کلسیم تهیه گردد.

- با توجه به ابعاد کرت‌ها و طول جوی‌ها در هر باغ مقدار مناسبی از کود نیترات کلسیم (۶۰ گرم به ازای هر درخت) در بشکه‌ای شیردار حل گردد.

- در ۱/۳ پایانی زمان آبیاری در هر کرت یا جوی، شیر بشکه به اندازه‌ای باز گردد تا قبل از اتمام زمان آبیاری محلول موجود در بشکه به اتمام رشد.

- کود مورد نظر در زمان شروع فصل رشد و در آب اول استفاده گردد.

همچنین نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نیترات کلسیم در ابتدای فصل رشد به طور معنی‌داری موجب بهبود خصوصیات رشدی تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد. ضمن اینکه کاربرد کلسیم به صورت کودآبیاری در ابتدای فصل رشد به طور موثری موجب کاهش اثرات مخرب سدیم می‌شود.

توصیه ترویجی

به منظور کاربرد ترکیب فوق طبق دستورالعمل زیر عمل نمایید:



شکل ۵- نمایی از سایت تحقیقاتی (سمت راست) و ژنوتیپ چاه افضل (سمت چپ)

منابع

۱. مظفری، ح.، و منوچهری کلاتری، خ. (۱۳۸۳). نقش کلسیم در کاهش اثرات شوری در گیاه خاکشیر *Descurainia Sophia*. پژوهش و سازندگی، زراعت و باغبانی، ۶۵: ۹۹-۱۰۳.
۲. مومن پور، ع.، سلطانی گردفرامری، و.، راد، م. ه.، وظیفه شناس، م. ر.، آنالقی، ا.، احمدی، ف.، و جماعتی اردکانی، ز. (۱۳۹۹). تعیین آستانه تحمل شوری ژنوتیپ‌های مختلف انار. پژوهش‌های آب در علوم کشاورزی ۳۴ (۱): ۱-۱۴.
۳. ولی‌پور، م.، کریمیان اقبال، م.، ملکوتی، م. ج.، و خوشگفتارمنش، ا. ح. (۱۳۸۷). روند توسعه شوری و تخریب اراضی کشاورزی در منطقه شمس‌آباد استان قم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴۶): ۶۸۳-۶۹۱.
4. Bayuelo-Jiménez, J.S., Debouck, D.G., & Lynch, J.P. (2003). Growth, gas exchange, water relations, and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions. Field Crops Research. 80 (3): 207-222.
5. Emami, A. (1996). Methods of plant analysis. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. 130 Pp.
6. Karimi, H.R., & Hasanpour, Z. (2014). Effects of salinity and water stress on growth and macro nutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Plant Nutrition. 37:1937-1951.
7. Liu, C., Ming, Y., Xianbin, H., and Zhaohe, Y. (2018). Effects of salt stress on growth and physiological characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) cuttings. Pakistan Journal of Botany. 50 (2): 457-464.

8. Maas, E.V., and Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 103: 115- 134.
9. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E. (2018). Evaluation of salinity tolerance of some selected almond genotypes budded on GF677 rootstock. *International Journal of Fruit Science*. 18 (4): 410-435.
10. Momenpour, A., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M., Gholamnezhad, J. Ahmadi, F. and Jamaati, Z. (2022). Salinity tolerance evaluation of twelve selected pomegranate (*Punica granatum*) genotypes to achieve tolerant cultivars and rootstocks. *Journal of Horticultural and Postharvest Resarch*. 5 (4): 363-378.
11. Munns, R. (2002) . Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*. 25 (2): 239- 250.
12. Munns, R., & Tester. M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 651–681.
13. Rahemi, M., Nagafian, Sh., & Tavallaie, V. (2008). Growth and chemical composition of hybrid GF677 influenced by salinity levels of irrigation water. *Plant Sciences*. 7 (3): 309-313.
14. Shao, H. B. Song, W. Y. & Chu, L. Y. (2008). Advances of calcium signals involved in plant anti-drought. *Comptes rendus biologies*. 331 (8): 587- 596.
15. Szczerba, M.W., Britto, D.T., Balkos, K.D., & Kronzucker, H.J. (2008). NH_4^+ stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa* L.). *Experimental Botany*. 59: 3415–3423.