

ارزن مرواریدی، گیاهی مناسب برای کشت در اراضی نسبتاً شور استان همدان

مهدی متقی^{۱*}، رضا عطایی^۲ و فرزاد مرادی^۱

۱. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم باغی و زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۲. استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول: مهدی متقی، پست الکترونیک: m.motaghi@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷

چکیده

طی دهه‌های اخیر، پدیده شور شدن خاک روندی رو به رشد و تصاعدی داشته است. شوری خاک در استان همدان، از حدود ۶۷ هزار هکتار در سال ۱۳۸۳ به حدود ۱۰۳ هزار هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است. یکی از راهکارهای مناسب برای بهره‌برداری از اراضی شور، کشت گیاهان متحمل به شوری می‌باشد. ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) یکی از غلات متحمل در برابر شوری و خشکی است و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای گیاهان پر آب‌بر که حساس به شوری هستند مطرح باشد. این گیاه در مرحله جوانه‌زنی، بیشترین حساسیت را به شوری دارد بطوری که اعمال شوری متوسط (۴ تا ۶ دسی‌زیمنس بر متر) در این مرحله سبب کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی و تراکم بوته می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود که به منظور بهبود جوانه‌زنی بذر ارزن مرواریدی، از پیش تیمار بذر پیش از کاشت (ترجیحاً پیش تیمار آبی) استفاده شود. در مراحل استقرار گیاهچه، گل‌دهی و پر شدن دانه، ارزن مرواریدی نسبتاً حساس به شوری است و در هدایت الکتریکی ۶ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، توقف رشد و زردی برگ‌ها به همراه کاهش تعداد و وزن دانه‌ها و در نتیجه افت عملکرد دانه رخ می‌دهد. مرحله رشد رویشی، متحمل‌ترین مرحله رشد و نمو گیاه در برابر تنش شوری است و تنها در صورت شوری شدید (بالتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر)، کاهش سطح برگ و فتوستتس رخ می‌دهد. استفاده از برخی کودهای شیمیایی مانند سولفات پتاسیم، سولفات روی، نترات کلسیم و سیلیکات پتاسیم، عناصر کم‌مصرف منگنز و روی، کودهای آلی، تاریخ کاشت و برداشت مناسب، افزایش عمق کاشت و تراکم بوته، به همراه بهره‌گیری از قارچ‌های میکوریزا و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی، محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی و تنظیم کنندگان رشد گیاهی و کاشت ارقام متحمل به شوری از راهبردهای بهبود تحمل ارزن مرواریدی به شوری خاک هستند که سبب افزایش عملکرد دانه و یا علوفه برداشتی می‌شوند.

واژگان کلیدی: ارقام متحمل، شوری خاک، عملکرد دانه و علوفه، پیش تیمار بذر، ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی.

بیان مسئله

شوری خاک یکی از چالش‌های جدی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که به کاهش باروری خاک و افت تولید گیاهان زراعی منجر می‌شود. در حالی که در سال ۱۳۸۸، از کل ۱۸/۵ میلیون هکتار اراضی کشاورزی کشور، حدود ۶/۸ میلیون هکتار متأثر از شوری خاک اعلام شدند، به دلیل کاهش نزولات آسمانی و افزایش تنش ناشی از خشک‌سالی، وسعت اراضی زراعی متأثر از شوری در سال ۱۴۰۰، به حدود ۹/۵ میلیون هکتار افزایش یافت (۵). در استان همدان نیز طی دهه‌های اخیر، پدیده شور شدن خاک روندی تصاعدی داشته است، به‌طوری‌که میزان اراضی شور (با هدایت الکتریکی بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر) از حدود ۶۷ هزار هکتار در سال ۱۳۸۳ به حدود ۱۰۳ هزار هکتار در سال ۱۴۰۳ افزایش یافته است (۱). افزایش روند شور شدن خاک استان همدان عمدتاً در دشت قهاوند و شهرستان‌های نهاوند، فامنین، کبودآهنگ و ملایر (منطقه شوشاب) رخ داده است. برای مثال در دشت قهاوند (واقع در شرق استان همدان) طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۴ درصد خاک‌های غیرشور یا با شوری اندک (کلاس S0) حدود ۶۱/۵ درصد کاهش یافته است و در مقابل وسعت اراضی در کلاس شوری کم تا متوسط (کلاس S1) به میزان ۴۱/۳ درصد و در کلاس شوری متوسط تا شدید (کلاس S2) به میزان ۴۸/۶ درصد افزایش یافته است. همچنین، کیفیت آب‌های زیرزمینی از کلاس C3S1 (شوری زیاد و سدیم کم) به کلاس C4S2 (شوری بسیار زیاد و سدیم متوسط) افت پیدا کرده است (۲). همراهی افزایش شوری خاک و آب با افت سطح آب‌های زیرزمینی (سالانه به طور متوسط ۱/۷ متر) و کاهش حجم نزولات آسمانی، سبب رهاسازی بخش‌های زیادی از اراضی زراعی آبی و اراضی دیم کم بازده در سطح استان همدان شده است که این امر سبب افزایش وسعت اراضی فاقد پوشش گیاهی و در نتیجه افزایش وقوع سیلاب و فرسایش آبی شده است. در چنین شرایطی کشت گیاهان متحمل به شوری خاک، به منظور افزایش

سطح زیر کشت اراضی منطقه و جلوگیری از گسترش پدیده بیابانی شدن اراضی و تبدیل آن‌ها به کانون‌های بالقوه ریزگرد ضروری است.

درحالی‌که آستانه تحمل به شوری گندم و ذرت به ترتیب در حدود ۶ و ۳ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است، ارزیابی مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) با آستانه تحمل به شوری ۸-۶ دسی‌زیمنس بر متر در مراحل استقرار گیاهچه، گل‌دهی و پر شدن دانه، از غلات متحمل در برابر شوری است که در مناطق با خاک‌های نسبتاً شور (کلاس S1) و نامرغوب قابل کشت است (۱۷). ارزیابی مرواریدی، نسبت به سایر انواع ارزن متداول در ایران (ارزن معمولی و ارزن دم‌روباهی) تحمل بیشتری به شوری خاک نشان می‌دهد. گزارش شده است که ارقام متداول ارزن مرواریدی در شوری ۱۰-۸ دسی‌زیمنس بر متر با ۲۰-۳۰ درصد کاهش عملکرد دانه و ۲۶ درصد کاهش عملکرد علوفه مواجه می‌شوند. در شوری بالاتر از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ارقام متداول ارزن مرواریدی با ۶۶-۴۷ درصد کاهش عملکرد دانه و ۵۱ درصد کاهش عملکرد علوفه مواجه می‌شوند (۱۷). علاوه بر تحمل نسبی ارزن مرواریدی به شوری خاک، این گیاه به‌عنوان گیاهی با نیاز آبی پایین و متحمل به گرمای شدید تابستانه شناخته می‌شود، بطوری‌که تا دمای ۴۴ درجه سانتی‌گراد قادر به رشد و نمو است.

با توجه به پایین بودن نیاز آبی ارزن مرواریدی و تحمل آن به خاک‌های شور و سدیمی، گسترش کشت ارزن مرواریدی در مناطق شور و نسبتاً شور استان همدان که عمدتاً با مشکل کمبود منابع آبی نیز مواجه‌اند، به‌عنوان جایگزین مناسب گیاهان پر آب‌بر حساس به شوری (به خصوص ذرت) جهت تأمین دانه مورد نیاز مرغدارها و علوفه واحدهای دامپروری قابل توصیه است.

معرفی دستاورد

اگرچه ارزن مرواریدی در زمره گیاهان نسبتاً متحمل به شوری شناخته می‌شود، میزان تحمل آن به شوری بسته به

بذر ارزن مرواریدی (رقم مهران)، کیسه بذر به مدت شش ساعت در بشکه حاوی آب قرار داده شد و سپس در طول شب، اقدام به پخش کردن یکنواخت بذور بر روی پارچه کفی گردید و پس از گذشت ۴ یا ۵ ساعت، بذور تیمار شده زیر و رو شدند تا هوادهی بهتر انجام شود و در نهایت صبح روز بعد اقدام به کشت بذور گردید (۱۱). کشت بذور پیش تیمار شده و بذور فاقد پیش تیمار آبی به طور همزمان و در تراکم یکسان انجام گرفت. نتایج حاصله از افزایش جوانه‌زنی بذر و تراکم مطلوب مزرعه در شرایط پیش‌تیمار آبی بذر نسبت به شرایط شاهد (عدم پیش‌تیمار بذر) (شکل ۱) و در نهایت افزایش عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب به میزان ۸/۵ و ۱۳/۵ درصد نسبت به شرایط شاهد در شوری خاک ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر حکایت داشت (۱۱). پیش‌تیمار بذر با استفاده از هورمون‌های گیاهی نیز سبب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذر می‌شود. برای مثال برخی محققین از افزایش ۳۰-۳۵ درصدی جوانه‌زنی و استقرار ارزن دمروباهی در صورت قرار دادن بذور در ظرف حاوی ۱۰۰ میکرومول اسید سالسیک به مدت ۸ ساعت و یا ظرف حاوی ۵۰ ppm اسید جیبرلیک به مدت ۲ ساعت گزارش داده‌اند (۱۳).

۲- راهکارهای زراعی

الف. کودهای شیمیایی و آلی

استفاده از برخی کودهای شیمیایی مانند سولفات پتاسیم، سولفات روی، نترات کلسیم و سیلیکون (سیلیکات پتاسیم) مطابق جدول شماره ۱، با بهبود تحمل گیاهان زراعی به تنش شوری، اثرات نامطلوب شوری بر رشد و نمو گیاه را کاهش می‌دهد (۹).

علاوه بر کودهای معدنی ذکر شده، مصرف گچ کشاورزی به میزان ۲-۳ تن در هکتار در خاک‌های سدیمی و یا زئولیت و ورمی‌کولیت به میزان ۲-۳ تن در هکتار برای جذب یون‌های سدیم و سایر یون‌های مضر از خاک و در نتیجه کاهش میزان شوری و بهبود بافت خاک توصیه می‌شود.

رقم و مرحله رشد متفاوت است. این گیاه در مرحله جوانه زنی، به شوری بسیار حساس است و شوری متوسط (هدایت الکتریکی ۴ تا ۶ دسی‌زیمنس بر متر) سبب کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی و تراکم بوته می‌شود. در مرحله استقرار گیاهچه، ارزن مرواریدی نسبتاً حساس به شوری بوده و در شوری ۶ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، توقف رشد و زردی برگ‌ها رخ می‌دهد. مرحله رشد رویشی، متحمل‌ترین مرحله رشد و نمو گیاه در برابر تنش شوری است و تنها در صورت شوری شدید (بالتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر)، کاهش سطح برگ و فتوستیز رخ می‌دهد. در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه، ارزن مرواریدی نسبتاً به شوری حساس است و کاهش تعداد و وزن دانه‌ها و در نتیجه افت عملکرد دانه در شرایط شوری خاک ۸-۶ دسی‌زیمنس بر متر رخ می‌دهد. نخستین واکنش ارزن مرواریدی به تنش شوری، سوختگی حاشیه برگ‌های پایینی است، با این همه، در صورت ادامه تنش توقف رشد و کوتاهی میانگره‌ها و در نهایت ریزش برگ‌ها و خشک شدن جوانه انتهایی رخ می‌دهد (۱۷).

روش‌های بهبود تحمل ارزن مرواریدی به شوری خاک

۱- پیش‌تیمار بذر

همچنان‌که گفته شد ارزن مرواریدی در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه نسبتاً به شوری حساس است. جوانه‌زنی بذر به‌عنوان اولین و حیاتی‌ترین مرحله در چرخه رشد گیاه، نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نهایی محصول دارد. شوری بیش از ۶ دسی‌زیمنس بر متر در هنگام جوانه‌زنی بذر ارزن مرواریدی سبب کاهش ۳۰-۵۰ درصدی جوانه‌زنی، ۶۰-۴۰ درصدی طول ریشه‌چه و ۴۵-۲۵ درصدی وزن خشک گیاهچه می‌شود (۱۷). هیدروپرایمینگ (پیش‌تیمار بذر با آب)، به‌عنوان روشی اقتصادی و آسان برای افزایش درصد جوانه‌زنی، تسریع سرعت جوانه‌زنی و بهبود استقرار گیاهچه ارزن مرواریدی معرفی شده است (۱۲). در تحقیقی در مورد پیش‌تیمار آبی



شکل ۱: تراکم مطلوب مزرعه ارزن مرواریدی (رقم مهران) حاصل از پیش تیمار آبی بذور (الف) ، سمت چپ تراکم ضعیف مزرعه شاهد (ب).
(فامنین، استان همدان - تاریخ کاشت: ۱۳۹۹/۴/۱۵، تاریخ عکس برداری: ۱۳۹۹/۴/۲۴)

جدول ۱: توصیه کلی زمان، مقدار و روش مصرف کودهای شیمیایی جهت افزایش تحمل گیاهان زراعی به تنش شوری

نوع کود	زمان مصرف	مقدار مصرف	روش مصرف
سوپر فسفات تریپل	پیش از کشت	۱۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	خاک دهی
سولفات پتاسیم	پیش از کشت	۸۰-۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	خاک دهی
سولفات روی	مرحله ۴-۶ برگی	۵-۱۰ کیلوگرم در هکتار	محلول پاشی
نیتрат کلسیم	قبل از گلدهی	۵۰-۷۵ کیلوگرم در هکتار	آب آبیاری
سیلیکات پتاسیم	پس از گلدهی	یک لیتر در هکتار	محلول پاشی

همچنین، استفاده از کودهای آلی مانند کودهای حیوانی کاملاً پوسیده و کمپوست، بیوجار (زغال زیستی) و هیومات پتاسیم (هیومیک اسید) جهت بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، دسترسی به مواد مغذی خاک، بهبود پارامترهای رشدی گیاه و کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی بر عملکرد نهایی گیاهان زراعی مؤثر است (۹). در تحقیقی مشخص گردید که محلول پاشی هیومیک اسید به میزان ۱۰-۱۵ لیتر در هکتار پس از مرحله گلدهی، از طریق کاهش اثرات تنش خشکی در ارزن، باعث افزایش تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌گردد (۷). در تحقیق دیگری استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور

در مرحله ۴-۶ برگی و مخلوط با آب آبیاری، به تنهایی و به صورت ترکیبی به ترتیب سبب افزایش ۱۵، ۱۹ و ۲۴ درصدی عملکرد دانه ارزن مرواریدی تحت شرایط تنش خشکی شدید گردید (۸). در میان عناصر کم مصرف، روی نقش بسیار مؤثری در مقابله با تنش شوری دارد. این عنصر در سنتز پروتئین‌ها، تثبیت غشاء و فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نقش دارد. منگنز نیز یون فلزی مهم در آنزیم سوپراکسید دیسموتاز است که مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد، همچنین منگنز به پایداری کلروفیل تحت شرایط تنش کمک می‌کند (۹). مشخص شده است که تحت شرایط تنش خشکی، محلول پاشی روی و منگنز با

آبیاری‌های اولیه توصیه می‌شود (۱۷). علاوه بر این، آبیاری سنگین اولیه (دو برابر حد معمول) برای شستشوی نمک از ناحیه ریشه مؤثر است. کاهش فواصل آبیاری (هر ۵-۷ روز یک‌بار)، آبیاری شبانه (برای کاهش تبخیر و تجمع نمک) و استفاده از مالچ (کاه یا پلاستیک) از دیگر تدابیر کاهش شوری سطح خاک است (۹).

۴- استفاده از قارچ‌های میکوریزا و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی

یکی از راهکارهای بهبود تحمل شوری در محصولات زراعی، استفاده از ریزجانداران همزیست ریشه و به ویژه قارچ‌های میکروسکوپی "مایکوریزا" است که با کمک در حفظ تعادل یونی سیتوپلاسم، تحمل گیاه به شوری را افزایش می‌دهند. قارچ مایکوریزا با بهبود وضعیت تغذیه‌ای و آبی گیاه و تغییر در مورفولوژی ریشه و تحریک تبادلات گازی از طریق افزایش ظرفیت مقصد سبب بهبود تحمل گیاه میزبان به تنش شوری می‌شود (۴). ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی، باکتری‌های ریزوسفری یا اندوفیتی هستند که در ناحیه ریزوسفر مستقر شده و جوانه‌زنی بذرها و رشد ریشه و ساقه را بهبود می‌بخشند و با افزایش جذب مواد معدنی و تقویت تحمل به شوری، عملکرد را افزایش می‌دهند. طیف وسیعی از ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی شناسایی شده‌اند که سبب بهبود رشد و نمو گیاهان در محیط‌های شور می‌شوند. در این میان، اثر مثبت ریزوباکتری‌های جنس باسیلوس (*Bacillus* sp.)، جنس گوردونیا (*Gordonia* sp.) و *Aspergillus terreus* به‌عنوان ریزوباکتری‌های قادر به رشد و حفظ فعالیت متابولیکی در شوری ۱۲ تا ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، بر افزایش تحمل ارزن مرواریدی به تنش شوری اثبات شده است (۱۵). گوردونیا یک مایه‌کوب باکتریایی متحمل به شوری است که در صورت تلقیح بذر با ۵۰۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری (با غلظت 10^8 CFU/ml) به ازای هر کیلوگرم بذر، با افزایش مقاومت به تنش‌های ترکیبی خشکی و شوری سبب افزایش ۲۵-۳۰ درصدی طول

غلظت پنج در هزار به طور جداگانه و توأمان در یک ماه پس از سبز شدن و زمان گلدهی، سبب افزایش عملکرد دانه ارزن معمولی به ترتیب به میزان ۳۱، ۲۴ و ۴۹ درصد نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی می‌گردد (۱۰).

ب. تاریخ کاشت و برداشت مناسب

کشت به‌هنگام، سبب می‌شود که گیاه فرصت بیشتری برای ایجاد ریشه قوی‌تر و جذب مواد مغذی قبل از بروز اثرات شوری داشته باشد. با توجه به این امر توصیه می‌شود که در مناطق با خاک شور، کشاورزان در اولین فرصت پس از اتمام سرمای بهاره و رسیدن دمای محیط به ۱۶ درجه سانتی‌گراد، اقدام به کاشت ارزن مرواریدی نمایند و از تأخیر در کاشت خودداری کنند. همچنین پیشنهاد می‌شود که در صورت شوری شدید، زودتر اقدام به برداشت محصول گردد تا از تأثیرات نامطلوب شوری بر کاهش عملکرد کاسته شود (۹).

ج. افزایش عمق کاشت و تراکم بوته

به دلیل ریز بودن دانه ارزن مرواریدی، عمق مناسب کاشت ۱-۲ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. اما در صورت شوری خاک، افزایش عمق کاشت در خاک‌های غیر سنگین به ۲-۳ سانتیمتر جهت بهبود رشد ریشه و افزایش دسترسی به رطوبت و مواد مغذی توصیه می‌شود. همچنین اگرچه تراکم مناسب بوته برای ارزن مرواریدی ۱۵۰-۲۰۰ هزار بوته در هکتار است، در شرایط شوری خاک، افزایش تراکم کاشت پیشنهاد می‌شود (۹).

۳- مدیریت آبیاری

ارزن مرواریدی با نیاز آبی حدود ۴۰۰۰-۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار، یکی از کم‌آب‌برترین گیاهان زراعی به شمار می‌آید و در دور آبیاری ۷-۱۰ روز یک‌بار عملکرد مطلوبی تولید می‌کند، اگرچه در صورت محدودیت منابع آبی، امکان آبیاری به‌صورت ۱۴ روز یک‌بار نیز وجود دارد. با این‌همه در صورت شور بودن خاک، رعایت برخی ملاحظات همچون بهره‌گیری از آب غیرشور (با هدایت الکتریکی ۳ دسی‌زیمنس بر متر و کمتر) به خصوص در

ریشه، بهبود ۲۰ درصدی زیست توده هوایی و کاهش ۴۰ درصدی تجمع سدیم در برگ‌ها می‌گردد (۱۴). در تحقیقی اقدام به تلقیح ارزن مرواریدی با ۲۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون دو گونه باسیلوس، *Bacillus megaterium* و *B. Pumilus* (با غلظت 2×10^8 CFU/ml) به ازای هر کیلوگرم بذر گردید. مطابق نتایج حاصله، تحت غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار)، به طور متوسط میزان ارتفاع بوته در شرایط تیمار جداگانه *B. megaterium* و *pumilus* و تیمار ترکیبی آنها به ترتیب ۱۶/۳، ۱۴/۲ و ۲۴/۸ درصد نسبت به شرایط شاهد (عدم استفاده از باسیلوس) بیشتر بود. علاوه براین، محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پس از تلقیح بهبود یافت که نشان‌دهنده پتانسیل کاهش تنش کارآمد هر دو گونه باسیلوس بود (۱۶).

۵- محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی و تنظیم کنندگان رشد گیاهی در مراحل رشد رویشی و زایشی

هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها، اسید آبسزیک و اسید سالیسیلیک که در غلظت‌های بسیار کم در گیاه تولید می‌شوند، قادر به تنظیم رشد و توسعه گیاه بوده و اثرات تنش‌های زیستی و غیرزیستی از جمله شوری را کاهش می‌دهند. هورمون‌های گیاهی سبب بهبود جذب مواد مغذی، تجمع آنتی اکسیدان‌ها، بهبود تحمل به شوری و ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی و افزایش عملکرد دانه در شرایط شوری می‌شوند (۹). افزایش ارتفاع گیاه، طول خوشه، تعداد خوشه، وزن دانه، محتوای پروتئین دانه و عملکرد علوفه و دانه ارزن مرواریدی بر اثر محلول‌پاشی تنظیم کنندگان رشد گیاهی (یونیکونازول و سایکوسل به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مراحل ساقه‌دهی و خوشه‌دهی تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است (۳).

۶- کشت ارقام متحمل به شوری

طی دهه‌های اخیر چندین رقم ارزن مرواریدی متحمل به شوری خاک در هند معرفی شده‌اند که حتی در هدایت الکتریکی ۸ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر با افت حداقلی عملکرد مواجه می‌شوند (۱۷). با این همه در ایران، علیرغم معرفی ارقام ارزن مرواریدی نوتریفید (سال معرفی ۱۳۶۹) و مهران (سال معرفی ۱۳۹۷)، هنوز رقم مشخصی برای تحمل به تنش شوری معرفی نشده است. شایان ذکر است که با توجه به عدم وجود ذخایر ژنتیکی ارزن مرواریدی در ایران و در راستای تنوع‌بخشی به ارقام ارزن مرواریدی، چند سال پیش اقدام به دریافت ژرم‌پلاسما ارزن مرواریدی از موسسه تحقیقات کشاورزی در مناطق نیمه‌خشک گرمسیری (ایکریسات) واقع در کشور هند گردید که در نهایت شش هیبرید جدید ارزن مرواریدی شامل ۴ رقم علوفه‌ای و دو رقم دانه‌ای در سال ۱۴۰۳ معرفی شدند که از نظر عملکرد بسیار برتر از رقم مهران هستند (۶). شایان ذکر است که از میان پروژه‌های تحقیقی-ترویجی هیبریدهای منتخب ارزن مرواریدی، پروژه تحقیقی-ترویجی هیبرید امیدبخش H794 (رقم مانا) از ارقام جدید دانه‌ای در استان همدان (شهرستان نهاوند) اجرا گردید (شکل ۲).

توصیه ترویجی

۱. با توجه به عدم یکنواختی تراکم مزرعه در شرایط کشت دستپاش، توصیه می‌شود کشت بذر ارزن مرواریدی با استفاده از دستگاه ریزدانه کار انجام شود. برای هر هکتار کشت مکانیزه ارزن مرواریدی حدود ۱۰ کیلوگرم بذر لازم است. با توجه به ریز دانه بودن ارزن مرواریدی، نرم کردن سطح خاک توسط دستگاه سیکلوتیلر و سپس تسطیح آن توسط ماله پیشنهاد می‌شود. همچنین جهت بهبود درصد جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه، پیش‌تیمار آبی بذر به روش پیش گفته شده (چه در اراضی شور و چه در اراضی غیر شور) توصیه می‌گردد.

۲. با توجه به عدم وجود علف‌کش اختصاصی برای ارزن مرواریدی در ایران، برای مبارزه با علف‌های باریک

پس از آن جهت جبران نسبی اثرات نامطلوب آن بر رشد گیاه، از کودهایی چون آمینو اسید به صورت محلول پاشی بهره برد.

برگ می‌توان از سموم پیش‌کاشت مناسب استفاده کرد. برای مبارزه با علف‌های پهن‌برگ می‌توان از علف‌کش پس‌رویشی 2,4-D در مرحله دو برگی بوته استفاده کرد و



شکل ۲: کشت هیبرید امیدبخش HV۹۴ (رقم مانا) در مزرعه زارع (شهرستان نهاوند، استان همدان - تابستان ۱۴۰۳)

همچنین سیلاژ ارزن مرواریدی می‌تواند به میزان ۵۰ درصد جایگزین سیلاژ ذرت در تغذیه گاوهای شیری متوسط تولید گردد.

۴. عملکرد دانه ارقام هیبرید جدید ارزن مرواریدی حدود ۷-۸ تن در هکتار است که می‌توان از آن جهت تغذیه طیور بهره برد. زمان برداشت دانه بعد از تغییر رنگ کامل پانیکول و زرد شدن برگ‌های پایین و مشاهده بیش از ۷۰ درصد رسیدگی در مزرعه است. شایان ذکر است که امکان جایگزینی کامل دانه ذرت با ارزن مرواریدی در جیره غذایی مرغ‌های گوشتی وجود دارد. همچنین، می‌توان از مخلوط ۵۰ درصد دانه ارزن مرواریدی و ۵۰ درصد دانه ذرت در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار استفاده کرد.

۳. ارزن مرواریدی برخلاف سایر گونه‌های ارزن، گیاهی چند چین است که با فاصله سه الی چهار هفته بین دو چین، می‌توان ۱۵۰-۱۲۰ تن در هکتار علوفه سبز طی دو تا سه چین (بسته به اقلیم منطقه) در هر فصل زراعی برداشت کرد. بهترین زمان برداشت ارقام هیبرید علوفه‌ای چند چین، زمانی است که طول بوته به ۹۰ تا ۱۱۰ سانتیمتر رسیده است و در این هنگام می‌توان از ارتفاع ۱۰ سانتیمتری سطح خاک اقدام به برداشت کرد. برای ارقام تک چین می‌توان در مرحله خمیری با توجه به نوع رقم و حساسیت آن به طول روز اقدام به برداشت علوفه کرد. سیلاژ علوفه ارزن مرواریدی را می‌توان به طور کامل جایگزین سیلاژ ذرت در جیره غذایی بره‌ها و یا گوساله‌های پرواری کرد.

منابع مورد استفاده

۱. آمار پایه‌ای کشاورزی استان همدان. (۱۴۰۳). انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، همدان. ۹۴ صفحه.

۲. احمدیان، م. (۱۳۸۵). مطالعه روند شوری خاک با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و بررسی‌های آب‌شناسی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در دشت قهاوند. گزارش نهایی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره فروست: ۲۵۴۹۰.
۳. توسلی، ا.، قنبری، ا.، امیری، ا. و پای‌گذار، ی. (۱۳۸۹). اثر تنظیم‌کننده‌های رشد یونیکونازول و سایکوسل در شرایط تنش خشکی بر برخی خصوصیات ارزن مرواریدی. مجله تولید گیاهان زراعی، ۳(۴): ۱۵-۳۰.
۴. رجالی، ف. (۱۳۹۶). آشنایی با قارچ‌های میکروریزی و کاربرد آنها در اکوسیستم‌های مختلف. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی. ۱۵۴ صفحه.
۵. سعادت، س. (۱۴۰۲). نقشه شوری خاک‌های کشاورزی ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی. ۲۶ صفحه.
۶. عطایی، ر.، ترابی، م.، قاسمی، ا. و شیر، م. (۱۴۰۳). بررسی و امکان‌سنجی تولید ارقام هیبرید ارزن مرواریدی در ایران. علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۵ (۱): ۷۳-۶۳.
۷. قاسمی، ز.، جهان‌بین، ش. و لطیف‌منش، ح. (۱۴۰۱). تأثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر عملکرد و برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*) در شرایط تنش خشکی در منطقه رامجرد فارس، ۱۵(۱): ۱۴۷-۱۳۷.
۸. قنبری، م.، مختصی بیدگلی، ع.، منصور قناعی پاشاکی، ک. و طالبی سیه‌سران، پ. (۱۴۰۰). بررسی عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیکی ارزن مرواریدی در پاسخ به کودهای زیستی و رژیم‌های مختلف آبیاری. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۱ (۱): ۳۷-۲۳.
۹. گالشی، س. و آنالقی، ا. (۱۳۹۹). راهبردهای بهبود تحمل به تنش شوری در گیاهان زراعی (با تأکید بر جنبه‌های فیزیولوژیکی). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ۲۱۰ صفحه.
۱۰. گیدسکی، س. و برادران، ر. (۱۳۹۷). بررسی اثر تنش خشکی و عناصر ریزمغذی (روی و منگنز) روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه ارزن معمولی. اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۰ (۳۲): ۱۶۰-۱۵۲.
۱۱. متقی، م. و عطایی، ر. (۱۴۰۱). تأثیر پیش‌تیمار آبی بذر بر عملکرد علوفه ارقام ارزن باستان و مهران در شرایط زراعی استان همدان. علوفه و خوراک دام، ۳ (۲): ۹۵-۸۲.
12. Coulibaly, A., Woumou, K., and Aune, J. B. (2019). Sustainable intensification of sorghum and pearl millet production by seed priming, seed treatment and fertilizer micro-dosing under different rainfall regimes in Mali. *Agronomy*, 9(10): 664-678.
13. Karthik Kumar, R., run kumar, A., Nuthalapati Karthik, Ch., and M. Kavitha. (2021). Effect of different pre-sowing seed treatments for improving growth, yield and yield attributes in foxtail millet (*Setaria italica*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(02), 1791-1804.
14. Kayasth, M., Kumar, V., and Gera, R. (2014). *Gordonia* sp.: a salt tolerant bacterial inoculant for growth promotion of pearl millet under saline soil conditions. *Biotech*, 4(5), 553-557.
15. Khushdil, F., Jan, F. G., Jan, G., Hamayun, M., Iqbal, A., Hussain, A., and Bibi, N. (2019). Salt stress alleviation in *Pennisetum glaucum* through secondary metabolites modulation by *Aspergillus terreus*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 144, 127-134.
16. Pallavi, Mishra, R. K., Varma, A., Shrivastava, N., & Tripathi, S. (2023). Halotolerant plant growth promoting bacilli from sundarban mangrove mitigate the effects of salinity stress on pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) growth. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(4), 746-755.
17. Swarna, R., Jinu, J., Dheeraj, C., and Talwar, H. S. (2024). Salinity stress in pearl millet: from physiological to molecular responses. In *Pearl Millet in the 21st Century* (pp. 361-394). Springer, Singapore.

استفاده از گیاهان شورزی در تغذیه دام؛ راهکاری برای مقابله با کمبود علوفه در مناطق خشک و شور

آزاده میرشمس الهی^۱

۱. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*. نویسنده مسئول: آزاده میرشمس الهی، پست الکترونیک: A.mirshamsolahi@areo.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۰

چکیده

دامپروری در مناطق خشک و نیمه خشک ایران با چالش‌های جدی همچون کمبود علوفه، خشکسالی‌های مکرر، تخریب مراتع و افزایش شوری خاک و آب مواجه است. این شرایط سبب کاهش تولید علوفه سستی و وابستگی بیشتر دامداران به خرید نهاده‌های دامی شده است. در چنین وضعیتی، بهره‌گیری از اراضی شور که بخش بزرگی از آن‌ها به دلیل شوری بالا غیرقابل استفاده مانده‌اند، فرصتی مهم برای توسعه تولید علوفه محسوب می‌شود. شورورزی رویکردی نوین است که به‌ویژه بر استفاده از توانایی گیاهان شورزی برای رشد در شرایط سخت شوری و خشکی تکیه دارد. مطالعات نشان داده‌اند که شورزیست‌ها می‌توانند ارزش غذایی قابل قبولی برای نشخوارکنندگان فراهم کنند. تعدادی از مهمترین این گیاهان شورزی و متحمل به شوری شامل آتریپلکس، کوشیا، سالیکورنیا، سیاه شور (سوئدا)، تاغ و خار شتر، سورگوم علوفه‌ای و کاکتوس علوفه‌ای می‌باشند که برای هر یک از این گیاهان، لازم است ارزش غذایی تقریبی، دام‌های مناسب، میزان مصرف در جیره، محدودیت‌های احتمالی و روش‌های نگهداری علوفه مورد توجه قرار گیرد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، میزان مصرف پیشنهادی این علوفه‌ها بر مبنای وزن مرطوب در روز در جیره گوساله‌های پرواری به ترتیب برای آتریپلکس (۱ تا ۵ کیلوگرم در روز)، کوشیا (۱ تا ۵ کیلوگرم در روز)، سالیکورنیا (۱ تا ۲ کیلوگرم در روز)، سیاه شور یا سوئدا (۰/۵ تا ۱/۲۵ کیلوگرم در روز)، سورگوم علوفه‌ای (۳ تا ۵ کیلوگرم در روز)، کاکتوس علوفه‌ای (۲/۵ تا ۴ کیلوگرم در روز)، خار شتر (۲ تا ۳ کیلوگرم در روز) و تاغ (۱ تا ۲/۵ کیلوگرم در روز) می‌باشد. اصول کلیدی استفاده میدانی از این منابع علوفه‌ای شامل مخلوط‌سازی با علوفه‌های معمولی برای تعادل جیره، عادت‌دهی تدریجی دام برای جلوگیری از اختلالات گوارشی، و دسترسی دائمی دام به آب شیرین به‌ویژه هنگام مصرف گیاهان با میزان نمک بالا مانند سالیکورنیا و سوئدا می‌باشد. به‌کارگیری گیاهان شورزی در قالب برنامه‌های شورورزی می‌تواند اراضی شور و کم‌بازده را به منابع تولید علوفه تبدیل کند، هزینه‌های خوراک را کاهش دهد و تاب‌آوری دامپروری در مناطق خشک را افزایش دهد.

واژه های کلیدی: تغذیه دام، شورورزی، شورزیست.

بیان مسئله

دامپروری در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، که بخش وسیعی از کشور را به خود اختصاص داده است، همواره با چالش‌های جدی مواجه بوده است. کمبود علوفه، خشکسالی‌های متوالی که منجر به تخریب مراتع و کاهش تولید علوفه سنتی می‌شود، و افزایش روزافزون قیمت نهاده‌های دامی، از جمله مهم‌ترین این چالش‌ها هستند. علاوه بر این، گسترش پدیده شوری خاک و آب در بسیاری از اراضی کشور، بخش قابل توجهی از این زمین‌ها را غیرقابل استفاده باقی گذاشته است. این اراضی شور که اغلب قابلیت کشت محصولات زراعی رایج را ندارند، پتانسیل عظیمی برای توسعه کشاورزی پایدار و تأمین بخشی از نیازهای دامپروری محسوب می‌شوند (۱۳). در مواجهه با این محدودیت‌ها، بهره‌گیری از راهکارهای نوین برای تولید علوفه ضروری است. شورورزی به عنوان یک رویکرد نوین در مدیریت و بهره‌برداری پایدار از اراضی شور و منابع آب شور، به مجموعه‌ای از روش‌های تولیدی اشاره دارد که با هدف استفاده از ظرفیت زیستی مناطق شور، شامل کشت و بهره‌برداری از گیاهان شورزی، مدیریت منابع آب و خاک شور و تولید زیست‌توده، علوفه، مواد غذایی یا سایر محصولات ارزشمند انجام می‌شود. شورزیست‌ها به دلیل سازگاری‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی خود، توانایی رشد و تولید در شرایطی با غلظت بالای نمک را دارند و می‌توانند نقش مهمی در احیای اراضی شور، کاهش فشار بر منابع آب شیرین و توسعه سامانه‌های کشاورزی پایدار ایفا کنند. این گیاهان توانایی رشد در خاک‌هایی با شوری حدود ۱۲ تا بیش از ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر را دارند، در حالی که یونجه از شوری حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر دچار کاهش عملکرد شده و در شوری‌های بیش از ۸ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تولید آن به شدت محدود می‌شود. تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهانی و همچنین در داخل کشور در مورد استفاده از گیاهان شورزی برای تولید علوفه دام صورت گرفته است. این تحقیقات نشان

داده‌اند که بسیاری از این گیاهان، ارزش غذایی قابل قبولی برای دام‌ها دارند و می‌توانند به عنوان مکمل یا جایگزین بخشی از علوفه مورد نیاز دام‌ها مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال گیاهانی مانند آتریپلکس و سالیکورنیا می‌توانند منابع علوفه‌ای مناسبی در مناطق ساحلی و شور باشند (۹ و ۱۱). مطالعات داخلی نیز بر پتانسیل شورزیست‌ها در بهبود وضعیت تغذیه‌ای دام در مناطق خشک و شور تأکید کرده‌اند (۱ و ۳). این رویکرد نه تنها به تأمین علوفه کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به احیای اراضی شور و کاهش فشار بر مراتع طبیعی نیز یاری رساند (۱۳). با توجه به اهمیت بهره‌گیری از منابع علوفه‌ای جایگزین در مناطق خشک و شور، این مقاله با هدف معرفی مهم‌ترین گیاهان شورزیست قابل استفاده در تغذیه دام، بررسی ویژگی‌های تغذیه‌ای، مزایا و محدودیت‌های کاربرد آن‌ها و ارائه توصیه‌هایی برای استفاده بهینه از این گیاهان در جیره دام تدوین شده است. همچنین تلاش شده است با مرور یافته‌های پژوهشی داخلی و خارجی، ظرفیت شورورزی به عنوان راهکاری پایدار برای توسعه دامپروری در اراضی شور کشور تبیین شود.

معرفی دستاورد یا راهکار

شورورزی، رویکردی مبتنی بر بهره‌گیری از ظرفیت گیاهان شورزی برای تولید علوفه در اراضی است که به دلیل شوری بالا، قابلیت کشت محصولات زراعی معمول را ندارند. این گیاهان، با سازگاری‌های فیزیولوژیکی خاص خود، قادر به جذب آب از محیط‌های شور و تحمل غلظت بالای نمک در بافت‌های خود هستند (۱۲). در واقع، شورورزی با استفاده از این گیاهان، اراضی بلااستفاده را به منابع تولید علوفه مولد تبدیل می‌کند و به پایداری دامپروری در مناطق خشک و شور کمک شایانی می‌نماید (۶). در زیر به معرفی برخی از مهمترین گیاهان شورزی که پتانسیل استفاده در تغذیه دام را دارند، به همراه با جزئیات ارزش تغذیه‌ای، دام‌های مناسب، میزان مصرف

پیشنهادی، محدودیت‌ها و امکان نگهداری آن‌ها پرداخته شده است.

۱- آتریپلکس (*Atriplex spp.*)

آتریپلکس یکی از مهم‌ترین گیاهان شوروزی مورد استفاده در تولید علوفه از خانواده تاج خروسیان است و در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران قابلیت کشت دارد. این گیاه در اراضی شور و نیمه‌شور مناطق مرکزی و شرقی کشور عملکرد مناسبی دارد. در حال حاضر گونه‌های مختلف آتریپلکس در استان‌هایی مانند یزد، کرمان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، سمنان، اصفهان و بخش‌هایی از فارس کشت یا در طرح‌های بیابان‌زدایی استفاده می‌شوند. همچنین در برخی مناطق سیستان و بلوچستان و حاشیه کویر مرکزی ایران نیز به عنوان گیاه تثبیت‌کننده خاک و منبع علوفه کاشته شده است (۵) (تصویر ۱).

- ارزش غذایی تقریبی: آتریپلکس به دلیل دارا بودن مقادیر مناسب پروتئین خام (معمولاً بین ۱۰ تا ۲۰ درصد ماده خشک)، فیبر، مواد معدنی و ویتامین‌ها، یک منبع علوفه‌ای ارزشمند محسوب می‌شود. برگ‌های جوان آن معمولاً ارزش غذایی بالاتری دارند (۵).
- دام‌های مناسب: این گیاه به طور گسترده‌ای برای تغذیه گوسفند، بز، گاو و به ویژه شتر در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده می‌شود (۹).

- میزان پیشنهادی مصرف در جیره: بسته به گونه آتریپلکس، ترکیب شیمیایی و کیفیت تغذیه‌ای علوفه (مانند میزان پروتئین خام، قابلیت هضم، الیاف و غلظت ترکیبات محدودکننده‌ای مانند نمک، اگزالات و در برخی گونه‌ها نیترات) و همچنین نوع دام، میزان مصرف می‌تواند متغیر باشد. به‌طور کلی توصیه می‌شود این علوفه ۱۰ تا ۵۰ درصد ماده خشک جیره را تشکیل دهد. به عبارت دیگر، برای گوساله‌های پرواری به میزان ۱ تا ۵ کیلوگرم در روز و برای گوسفند تا حداکثر ۰/۵ کیلوگرم در روز قابل استفاده است. عادت‌دهی تدریجی دام‌هایی که پیش از این از آتریپلکس استفاده نکرده‌اند، ضروری است (۹).

- محدودیت‌ها: برخی گونه‌های آتریپلکس ممکن است حاوی مقادیر بالایی اگزالات باشند که در صورت مصرف زیاد و بدون محدودیت، می‌تواند بر متابولیسم کلسیم تأثیر بگذارند. همچنین، شوری خود گیاه نیازمند دسترسی کافی دام به آب شیرین است.

- امکان نگهداری: آتریپلکس را می‌توان به صورت تازه مصرف نمود، اما برای نگهداری طولانی مدت، روش‌های خشک کردن (تولید علوفه خشک)، سیلاژ (به خصوص مخلوط با علوفه‌های دیگر) و حتی پلت کردن (فشرده‌سازی و گلوله‌سازی) نیز قابل استفاده است.



شکل ۱: بوته گونه آتریپلکس هالیموس

۲- کوشیا (یا جارو) (*Kochia scoparia*)

کوشیا (جارو) گیاهی مقاوم به خشکی و شوری است که در مناطق نیمه خشک و شور قابل کشت می باشد. این گیاه در بسیاری از مناطق مرکزی و شمال شرق ایران از جمله یزد، خراسان رضوی، خراسان شمالی، سمنان، گلستان و بخش هایی از اصفهان مورد بررسی و کشت آزمایشی قرار گرفته است. کوشیا به دلیل رشد سریع و تولید علوفه نسبتاً بالا، برای کشت در زمین های شور و کم بازده این مناطق گزینه مناسبی محسوب می شود. عملکرد این گیاه، بسته به شرایط محیطی، میزان شوری و مدیریت زراعی، معمولاً بین ۲۰ تا ۶۰ تن علوفه تازه یا حدود ۴ تا ۱۲ تن ماده خشک در هکتار در سال گزارش شده است (تصویر ۲).

- ارزش غذایی تقریبی: کوشیا علوفه ای با ارزش غذایی متوسط است که معمولاً حاوی ۱۰ تا ۱۵ درصد پروتئین خام است. همچنین منبع خوبی از فیبر و برخی از ویتامین ها محسوب می شود (۱۳).
- دام های مناسب: عمدتاً برای گوسفند و بز و در برخی موارد برای گاو استفاده می شود.

- میزان پیشنهادی مصرف در جیره: به دلیل احتمال تجمع برخی ترکیبات و عوامل محدودکننده مصرف، از جمله نیترات، اگزالات، ساپونین ها و در شرایط کشت در اراضی شور، غلظت بالای املاح محلول، معمولاً کوشیا به صورت محدود در جیره دام ها استفاده می شود (حدود ۵ تا ۲۰ درصد ماده خشک جیره). به طوری که برای گوساله های پرواری تا حداکثر ۱/۵ کیلوگرم علوفه تازه (وزن تر) در روز و برای گوسفند تا حداکثر ۰/۳ کیلوگرم علوفه تازه (وزن تر) در روز قابل استفاده است. عادت دهی تدریجی دام و استفاده از این گیاه در کنار سایر علوفه ها و با رعایت تعادل مواد معدنی جیره توصیه می شود (۱۴).

- محدودیت ها: مصرف مقادیر بسیار زیاد کوشیا ممکن است باعث ایجاد مشکلاتی در دام شود. نیاز به آب شیرین برای دام در زمان مصرف این علوفه ضروری است.
- امکان نگهداری: کوشیا را می توان به صورت تازه مصرف کرد، اما خشک کردن آن به صورت علوفه خشک و همچنین سیلاژ (به خصوص مخلوط با مواد جاذب رطوبت) از روش های متداول نگهداری آن هستند.



شکل ۲: گیاه کوشیا

۳- سالیکورنیا (*Salicornia* spp.)

سالیکورنیا (یا مارچوبه دریایی) یک گیاه شورزیست اجباری است که می‌تواند حتی با آب دریا نیز رشد کند. این گیاه به طور طبیعی در مناطق ساحلی و تالابی شور رشد می‌کند. در ایران پراکنش طبیعی آن در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان (استان‌های بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان) مشاهده می‌شود. همچنین در برخی مناطق اطراف دریاچه ارومیه، حاشیه دریاچه نمک قم و بخش‌هایی از سواحل جنوبی کشور نیز گونه‌هایی از این گیاه گزارش شده است. در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی برای کشت آن با آب شور در مناطق ساحلی انجام شده است (تصویر ۳).

• ارزش غذایی تقریبی: سالیکورنیا، دارای ارزش غذایی متغیری است، اما معمولاً پروتئین خام علوفه آن مشابه کاه گندم و در حدود ۷-۸ درصد ماده خشک است. این گیاه حاوی مقادیر قابل توجهی مواد معدنی، به ویژه نمک است (۱۵).

• دام‌های مناسب: بیشتر برای دام‌های اهلی مانند گوسفند، بز و گاو مناسب است. شتر نیز می‌تواند از آن تغذیه کند.

• میزان پیشنهادی مصرف در جیره: با توجه به شوری بالای آن، مصرف سالیکورنیا باید با احتیاط و به صورت تدریجی انجام شود. معمولاً به عنوان بخشی از جیره مخلوط (مثلاً ۱۰ تا ۳۰ درصد ماده خشک) توصیه می‌شود. از این علوفه برای تغذیه گوساله‌های پروراری به میزان ۱ تا ۲ کیلوگرم علوفه تر در روز و برای گوسفند تا حداکثر ۰/۳۵۰ کیلوگرم علوفه تر در روز می‌توان استفاده کرد.

• محدودیت‌ها: اصلی‌ترین محدودیت سالیکورنیا، محتوای بسیار بالای نمک آن است. این امر نیازمند دسترسی همیشگی دام به مقادیر کافی آب شیرین است. مصرف بیش از حد می‌تواند منجر به مسمومیت نمکی شود.

• امکان نگهداری: سالیکورنیا به صورت تازه قابل مصرف است. روش‌های نگهداری شامل خشک کردن (که باعث غلظت بیشتر نمک می‌شود)، و همچنین سیلاژ (به صورت مخلوط با علوفه‌های دیگر و مواد جاذب) هستند.



شکل ۳: گیاه سالیکورنیا

نمک قم، کویر مرکزی ایران، دشت‌های شور استان‌های سمنان، یزد، خراسان جنوبی و کرمان گزارش شده است. همچنین در برخی مناطق ساحلی جنوب کشور نیز گونه‌هایی از سوئدا وجود دارند.

۴- سیاه شور یا سوئدا (*Suaeda* spp.)

گیاه سیاه شور یا سوئدا یکی دیگر از شورزیست‌های مهم است که به طور طبیعی در مناطق بسیار شور رشد می‌کند. این گیاه در بسیاری از شوره‌زارهای ایران یافت می‌شود. پراکنش آن در حاشیه دریاچه ارومیه، دریاچه

تغذیه گوساله‌های پرواری به میزان ۰/۵ تا ۱/۲۵ کیلوگرم علوفه تر در روز و برای گوسفند تا حداکثر ۰/۲۵۰ کیلوگرم علوفه تر در روز قابل استفاده می‌باشد.

- محدودیت‌ها: شوری بالا، مشابه سالیکورنیا، یک محدودیت مهم است و دسترسی به آب شیرین را الزامی می‌کند. برخی گونه‌ها ممکن است مقادیری از آلکالوئیدها را داشته باشند.

- امکان نگهداری: سوئدا را می‌توان به صورت تازه مصرف نمود. خشک کردن و سیلاژ (مخلوط) از روش‌های متداول نگهداری آن محسوب می‌شوند.

- ارزش غذایی تقریبی: سوئدا مانند سالیکورنیا، از شورزیست‌های مهم در اکوسیستم‌های شور است و ارزش غذایی آن به گونه و شرایط رشد بستگی دارد. پروتئین خام آن معمولاً بین ۸ تا ۱۵ درصد ماده خشک است (۱۱).

- دام‌های مناسب: گوسفند، بز و شتر از دام‌های مناسب برای تغذیه این گیاه هستند.

- میزان پیشنهادی مصرف در جیره: مصرف این گیاه نیز باید با احتیاط و به صورت تدریجی صورت گیرد. معمولاً به عنوان بخشی از جیره مخلوط (۵ تا ۲۵ درصد ماده خشک) توصیه می‌شود. به‌طوری‌که برای



شکل ۴: گیاه سیاه شور

آبی، می‌تواند جایگزین مناسبی برای ذرت علوفه‌ای در مناطق خشک و کم‌آب باشد.

- ارزش غذایی تقریبی: سورگوم علوفه‌ای، به خصوص انواع اصلاح شده آن، منبع خوبی از انرژی و فیبر است و پروتئین خام آن معمولاً بین ۸ تا ۱۲ درصد ماده خشک می‌باشد. مقدار انرژی قابل متابولیسم سورگوم علوفه‌ای به طور متوسط حدود ۸ تا ۱۰ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک (معادل تقریبی ۱/۹ تا ۲/۴ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) گزارش شده است که بسته به رقم، مرحله برداشت و شرایط کشت تغییر می‌کند.

- دام‌های مناسب: مصرف این علوفه برای گاو، گوسفند و بز مناسب می‌باشد.

۵- سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*)

سورگوم یکی از گیاهان علوفه‌ای مهم در مناطق گرم و نسبتاً خشک است. این گیاه در بسیاری از مناطق جنوبی و جنوب غربی ایران مانند خوزستان، فارس، کرمان و سیستان و بلوچستان کشت می‌شود. همچنین در برخی از مناطق مرکزی کشور که محدودیت آب وجود دارد نیز به عنوان علوفه تابستانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سورگوم علوفه‌ای یکی از گیاهان مقاوم به خشکی است که به طور گسترده در تغذیه دام استفاده می‌شود (تصویر ۵). از نظر میزان تولید علوفه، سورگوم علوفه‌ای در شرایط مناسب زراعی قادر است حدود ۴۰ تا ۸۰ تن علوفه تر در هکتار تولید کند. سورگوم به دلیل نیاز آبی کمتر، تحمل بالاتر به خشکی و توانایی تولید علوفه قابل قبول در شرایط تنش

خشکی یا سرما) است که مصرف مقادیر زیاد آن می‌تواند سمی باشد. بنابراین، زمان برداشت و عادت‌دهی دام به آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

- امکان نگهداری: سورگوم علوفه‌ای به صورت تازه، علوفه خشک و به خصوص سیلاژ، به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (۲).

- میزان پیشنهادی مصرف در جیره: سورگوم علوفه‌ای می‌تواند بخش قابل توجهی از ماده خشک جیره را تشکیل دهد (تا ۷۰ درصد در برخی موارد). که بر این اساس برای گوساله‌های پرواری ۳ تا ۵ کیلوگرم علوفه تر در روز و برای گوسفند ۱ تا ۲ کیلوگرم علوفه تر در روز قابل استفاده می‌باشد.
- محدودیت‌ها: مهمترین محدودیت سورگوم، پتانسیل تولید اسید سیانیدریک در شرایط تنش (مانند



شکل ۵: سورگوم علوفه‌ای

سازگاری این گیاه با اقلیم‌های خشک و نقش آن در افزایش بهره‌وری مصرف آب تأکید کرده‌اند (۴).

- ارزش غذایی تقریبی: کاکتوس علوفه‌ای، به خصوص رقم‌های اصلاح شده، منبع خوبی از انرژی، آب و مواد معدنی است، اما پروتئین خام آن نسبتاً پایین (حدود ۵ تا ۱۰ درصد ماده خشک) است. مقدار انرژی قابل متابولیسم کاکتوس علوفه‌ای به طور متوسط حدود ۹ تا ۱۱ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک (معادل تقریبی ۲/۱۵ تا ۲/۶۳ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) گزارش شده است که بسته به رقم، شرایط رشد و مرحله برداشت تغییر می‌کند.

- دام‌های مناسب: کاکتوس علوفه‌ای قابلیت استفاده در تغذیه دام‌هایی مانند گوسفند، بز، گاو و به‌ویژه شتر را دارد. این گیاه به دلیل تحمل بالا به خشکی، توانایی تولید زیست‌توده در شرایط کم‌آبی و

۶- کاکتوس علوفه‌ای (*Opuntia ficus-indica* L.)

کاکتوس علوفه‌ای در سال‌های اخیر به عنوان یک منبع علوفه مقاوم به خشکی در برخی مناطق کشور معرفی شده است. این گیاه در شرایط گرم و خشک رشد خوبی دارد و در استان‌هایی مانند سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، بوشهر و بخش‌هایی از فارس و خوزستان قابل کشت است (تصویر ۶). مطالعات انجام‌شده در استان کرمان نشان داده است که کاشت کاکتوس علوفه‌ای می‌تواند در شرایط تنش خشکی، ضمن حفظ تولید زیست‌توده، به‌عنوان یک گزینه مناسب برای تأمین بخشی از نیاز علوفه‌ای دام‌ها مطرح باشد (۱۰). همچنین پژوهش‌های انجام‌شده در مناطق خشک جنوب شرق ایران، از جمله منطقه سیستان و بلوچستان، بر قابلیت

• محدودیت‌ها: وجود خارها (که باید قبل از مصرف حذف شوند یا دام به آن عادت کند) و محتوای پایین پروتئین از محدودیت‌های اصلی آن است. نیاز به مصرف مکمل پروتئینی در جیره همراه با کاکتوس وجود دارد.

• امکان نگهداری: کاکتوس علوفه‌ای به صورت تازه مصرف می‌شود. برای نگهداری، می‌توان آن را خرد کرد، خشک نمود (که مستلزم حذف آب زیاد و غلظت خارها است) یا به صورت سیلاژ (با افزودن مواد جاذب) تهیه کرد.



شکل ۶: کاکتوس علوفه ای

• دام‌های مناسب: دام‌های مناسب: گوسفند، بز، گاو و شتر از دام‌های مناسب برای استفاده از گیاه خارشتر هستند. در مراتع طبیعی، چرای مستقیم این گیاه بیشتر در مراحل رشد رویشی و قبل از خشبی شدن ساقه‌ها (مرحله جوانی گیاه و پیش از گل‌دهی کامل) توصیه می‌شود، زیرا در این مرحله برگ‌ها و ساقه‌های جوان دارای ارزش غذایی بالاتر و قابلیت مصرف بیشتری هستند. در مراحل رشد پیشرفته و پس از افزایش میزان الیاف و چوبی شدن ساقه‌ها، بهتر است گیاه برداشت شده و پس از خرد کردن یا مخلوط شدن با سایر اجزای جیره مورد استفاده دام قرار گیرد (۸).

• میزان پیشنهادی مصرف در جیره: بسته به فصل و بلوغ گیاه، می‌تواند به صورت چرای مستقیم یا در

قابلیت تأمین بخشی از آب مورد نیاز دام از طریق مصرف کلادوهای پرآب، در سیستم‌های دامپروری مناطق خشک و کم‌آب مورد توجه قرار گرفته است (۱۳).

• میزان پیشنهادی مصرف در جیره: کاکتوس علوفه‌ای می‌تواند بخش عمده‌ای از جیره را تشکیل دهد، به خصوص در شرایط کمبود آب (۵۰ تا ۷۰ درصد ماده خشک). به عبارت دیگر استفاده از این گیاه برای گوساله‌های پرواری به میزان ۲/۵ تا ۴ کیلوگرم علوفه تر در روز و برای گوسفند به میزان ۰/۵ تا ۱ کیلوگرم علوفه تر در روز بلامانع است (۱۳).

۷- خارشتر (*Alhagi spp.*)

گیاه خارشتر یکی از گیاهان بومی مناطق خشک و بیابانی ایران است و در بسیاری از دشت‌ها و مناطق بیابانی کشور به طور طبیعی رشد می‌کند. این گیاه در استان‌هایی مانند یزد، کرمان، سمنان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، اصفهان و بخش‌هایی از فارس به وفور دیده می‌شود و دام‌ها در مراتع طبیعی از آن تغذیه می‌کنند و می‌تواند بخشی از نیاز علوفه‌ای دام را تأمین کند (تصویر ۷).

• ارزش غذایی تقریبی: گیاه خارشتر، به خصوص برگ‌ها و ساقه‌های جوان آن، حاوی مقادیر قابل قبولی پروتئین (حدود ۱۰ تا ۱۸ درصد ماده خشک) و فیبر است (۱).

حاوی مقادیر کمی آلکالوئید باشد.

- امکان نگهداری: گیاه خارشتر به صورت تازه قابل چرا است. خشک کردن آن به صورت علوفه خشک و همچنین سیلاژ (با ملاحظات مربوط به خاها) از روش‌های نگهداری ممکن هستند.

جیره مخلوط استفاده شود. مصرف این علوفه تا ۲ کیلوگرم علوفه تر در روز برای گوساله‌های پرواری و تا حدود ۰/۳ کیلوگرم علوفه تر در روز برای گوسفندان قابل استفاده می‌باشد (۸).

- محدودیت‌ها: وجود خار در بخش‌های بالایی گیاه می‌تواند محدود کننده باشد. همچنین، ممکن است



شکل ۷: گیاه خارشتر

۸- تاغ (*Haloxylon*)

تاغ یکی از مهم‌ترین درختچه‌های بیابانی ایران است که به عنوان پوشش گیاهی مناطق بیابانی در تثبیت شن‌های روان و در تغذیه دام نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه در مناطق بیابانی و کویری ایران مانند حاشیه کویر مرکزی، استان‌های یزد، سمنان، اصفهان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و کرمان به طور طبیعی وجود دارد و در بسیاری از طرح‌های بیابان‌زدایی نیز کاشته شده است (تصویر ۸).

- ارزش غذایی تقریبی: گونه‌های مختلف تاغ در بسیاری از مراتع بیابانی ایران به عنوان منبع خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرند. گونه‌های مختلف تاغ، به خصوص تاغ زرد و تاغ سفید، ارزش علوفه‌ای دارند. پروتئین خام آنها معمولاً بین ۶ تا ۱۲ درصد ماده خشک است (۳).

- دام‌های مناسب: به طور گسترده‌ای توسط گوسفند، بز و شتر مصرف می‌شود.

- میزان پیشنهادی مصرف در جیره: تاغ را می‌توان به صورت چرای مستقیم یا بخشی از جیره مخلوط (مثلاً ۱۰ تا ۴۰ درصد ماده خشک) استفاده کرد. استفاده از این گیاه در تغذیه گوساله‌های پرواری به میزان ۱ تا ۲/۵ کیلوگرم علوفه تر در روز و در تغذیه گوسفند تا حداکثر ۰/۴ کیلوگرم علوفه تر در روز امکان‌پذیر است.
- محدودیت‌ها: مهم‌ترین محدودیت استفاده از این گیاه، احتمال تجمع املاح در بافت آن است که می‌تواند مصرف آن را در جیره محدود کند؛ بنابراین تأمین آب آشامیدنی با کیفیت مناسب برای دام ضروری است. میزان املاح و خاکستر این گیاه نیز تحت تأثیر شوری محیط رشد قرار دارد و ممکن است در مقایسه با برخی شورزیست‌های دیگر مانند سالیکورنیا کمتر باشد.

- امکان نگهداری: تاغ به صورت تازه قابل مصرف است. خشک کردن آن به صورت علوفه خشک و همچنین سیلاژ (مخلوط) از روش‌های نگهداری متداول هستند.



شکل ۸: درختچه تاغ

جدول ۱: مقایسه تقریبی ترکیبات شیمیایی گیاهان علوفه‌ای متحمل به خشکی و شوری با یونجه (بر حسب درصد ماده خشک)

گیاه	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	قابلیت هضم ماده خشک	مقایسه با یونجه
درصد (%)						
یونجه (شاهد)	۸۸-۹۰	۱۶-۲۰	۲-۳	۸-۱۰	۶۵-۷۲	مرجع
آتریپلکس	۲۸-۴۰	۱۰-۲۰	۲-۴	۱۸-۳۰	۵۵-۶۵	پروتئین نسبتاً مشابه یونجه، خاکستر بسیار بیشتر
کوشیا	۲۰-۳۰	۱۰-۱۵	۱/۵-۳	۱۰-۱۸	۵۵-۶۸	پروتئین مناسب، هضم‌پذیری مشابه یونجه در مراحل اولیه رشد
سالیکورنیا	۱۸-۳۰	۸-۱۶	۱/۵-۳	۲۰-۴۰	۴۵-۶۰	خاکستر بسیار بالا، انرژی کمتر از یونجه
سوندا	۲۰-۳۵	۸-۱۵	۱/۵-۳	۲۰-۳۵	۴۵-۶۰	مشابه سالیکورنیا، املاح زیاد
سورگوم علوفه‌ای	۲۵-۳۵	۷-۱۲	۲-۳	۵-۸	۵۸-۷۰	انرژی بیشتر، پروتئین کمتر از یونجه
کاکتوس علوفه‌ای	۸-۱۵	۴-۸	۱-۲	۱۰-۲۰	۷۰-۸۰	هضم‌پذیری بالا، پروتئین پایین
خارشتر	۳۵-۴۵	۱۰-۱۶	۱/۵-۳	۸-۱۲	۵۰-۶۵	ارزش غذایی متوسط تا خوب، وابسته به مرحله رشد
تاغ	۳۵-۵۰	۶-۱۰	۱-۳	۱۵-۲۵	۴۵-۶۰	مناسب برای تعلیف زمستانه، خاکستر بالا

نکات مهم در مصرف گیاهان شورورزی

متعادل‌تر مانند یونجه، کاه، یا غلات (جو) مصرف شوند. این کار به بهبود هضم، تأمین نیازهای غذایی و کاهش مشکلات احتمالی کمک می‌کند (۵).

- مخلوط با علوفه‌های معمولی: بسیاری از این گیاهان شورورزی، به دلیل ماهیت فیبر بالا یا شوری، بهتر است به صورت مخلوط با علوفه‌های معمولی و

- تنوع در جیره غذایی دام: افزودن منابع جدید به جیره، ضمن تأمین بخشی از نیازها، می‌تواند تنوع و کیفیت خوراک دام را بهبود بخشد.

نکات کاربردی در مورد استفاده از علوفه‌های

شورزیست در جیره دام

۱. مدیریت صحیح جیره: هرگز این گیاهان را به تنهایی و به صورت ۱۰۰ درصد جیره دام قرار ندهید. آن‌ها را به تدریج و به صورت مخلوط با علوفه‌ها و خوراک‌های معمول (یونجه، کاه، جو) به دام ارائه دهید. دام‌ها باید به تدریج با طعم و بوی این علوفه‌ها آشنا شوند. با مقادیر کم شروع کنید و به مرور زمان میزان مصرف را افزایش دهید.
۲. تأمین آب کافی: به خصوص برای گیاهانی مانند سالیکورنیا و سوندا که شوری بالایی دارند، اطمینان حاصل کنید که دام‌ها همیشه به آب شیرین و فراوان دسترسی دارند.
۳. مشورت با کارشناسان: قبل از هرگونه تغییر اساسی در جیره غذایی دام، حتماً با کارشناسان تغذیه دام یا دامپزشکان مشورت نمایید. آن‌ها می‌توانند بهترین راهکارها را با توجه به شرایط منطقه و نوع دام شما ارائه دهند.
۴. ذخیره‌سازی برای فصول سرد: برخی از این علوفه‌ها، مانند سورگوم، کاکتوس، آتریپلکس و تاغ، قابلیت نگهداری و استفاده در فصول پاییز و زمستان را دارند. سیلاژ کردن یا خشک کردن این گیاهان می‌تواند ذخیره‌ای مطمئن برای دوره‌های کمبود علوفه باشد.

- دسترسی به آب شیرین: نکته حیاتی در مصرف این گیاهان، به ویژه آنهایی که شوری بالایی دارند (مانند سالیکورنیا)، اطمینان از دسترسی مستمر و کافی دام به آب شیرین است. این امر به دفع نمک اضافی از بدن دام و جلوگیری از مسمومیت نمکی کمک می‌کند (۷).

- عادت‌دهی تدریجی: دام‌ها باید به تدریج با این علوفه‌ها عادت داده شوند. شروع با مقادیر کم و افزایش تدریجی آن، از بروز اختلالات گوارشی جلوگیری می‌کند (۹).

توصیه ترویجی

با توجه به چالش‌های موجود در تأمین علوفه، استفاده از گیاهان شورزی می‌تواند فرصت مغتنمی برای افزایش پایداری و خودکفایی در تولید علوفه به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد. گیاهانی همچون آتریپلکس، کوشیا، سالیکورنیا، سوندا، تاغ، خار شتر، سورگوم علوفه‌ای و کاکتوس علوفه‌ای، پتانسیل بالایی برای رشد در اراضی شور و نیمه‌شور دارند و می‌توانند بخشی از نیازهای تغذیه‌ای دام را تأمین کنند. مزایای کلیدی استفاده از شورزیست‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- تولید علوفه در اراضی غیرقابل کشت: گیاهان شورزی و مقاوم به خشکی با توانایی رشد در اراضی شور و کم‌بازده، می‌توانند این مناطق را به منابع تولید علوفه تبدیل کرده و در تأمین خوراک دام نقش داشته باشند.
- کاهش هزینه: کاهش وابستگی به خرید علوفه از خارج از منطقه و استفاده از منابع داخلی.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، س.، رضایی، ک. (۱۳۹۵). امکان‌سنجی استفاده از گیاهان شورپسند در مناطق خشک و شور کشور برای تولید علوفه دام. پژوهش‌های کشاورزی اکولوژیکی، ۵ (۱): ۴۵-۵۸.

۲. محمدی، ا. (۱۳۹۲). تأثیر مصرف سیلاژ سورگوم علوفه‌ای بر عملکرد تولید مثل در گاوهای شیری. فصلنامه علمی-ترویجی تحقیقات دام و طیور، ۱۰ (۳): ۶۷-۸۰.
۳. نوروزی، م.، زارع، ا. (۱۳۹۰). بررسی ارزش غذایی و قابلیت هضم گونه‌های مختلف آتریپلکس در تغذیه گوسفند. مجله علوم دامی ایران، ۸ (۲): ۱۲۳-۱۳۵.
4. Abyar, H., Pakzad-Toocheai, S., & Einollahipeer, F. (2026). Comparative environmental and economic assessment of greenhouse cucumber and *Opuntia ficus-indica* cultivation in arid regions. Scientific Reports, 16, 11736.
5. Ben Salem, H., and Abidi, N. (2009). Nutritional value and utilization of *Atriplex* spp. in the Mediterranean region. Animal Feed Science and Technology, 151(1-2), 1-16.
6. Barrett-Lennard, E. G. (2002). Cultivation of salt-tolerant plants for animal feed. Developments in Applied Plant Biology, 3, 107-122.
7. Glenn, E. P., Riley, J. P., and O'Leary, J. W. (1999). Saltwater irrigation of halophytes for forage in arid coastal areas. Journal of Arid Environments, 41(3), 333-347.
8. Kazemi, M., & Ghasemi Bezdi, K. (2021). An investigation of the nutritional value of camelthorn (*Alhagi maurorum*) at three growth stages and its substitution with part of the forage in Afshari ewes' diets. Animal Feed Science and Technology, 271, 114762.
9. Masters, D. G., Taylor, J. E., Nelson, S. G., and Wilson, M. L. (2007). Using saltbush (*Atriplex* spp.) as a supplement to improve the diet quality of grazing sheep. Australian Journal of Agricultural Research, 58(5), 391-398.
10. Najafinezhad, H., Javaheri, M. A., Koohi, N., Ravari, S. Z., & Asgharipour, M. R. (2025). Optimizing irrigation for cactus (*Opuntia ficus-indica*) fodder production under drought conditions in Kerman, Iran. Irrigation and Drainage, 74(1), 299-315.
11. Norman, S. A., Petch, D. A., and Davies, J. (2013). The potential of saltmarsh plants for livestock feed in coastal regions. Journal of Coastal Conservation, 17(1), 175-182.
12. O'Leary, J. W., Glenn, E. P., and Marcus, M. A. (1985). Agronomy of the saltbush, *Atriplex* species. Desert Plants, 7(2), 58-64.
13. Qadir, M., Ghafoor, A., and Ahmad, N. (2008). Development and use of salt-tolerant forages for livestock in irrigated saline areas. Agricultural Water Management, 95(8), 853-864.
14. Riasi, A., Danesh Mesgaran, M., Stern, M. D., & Ruiz-Moreno, M. J. (2012). Effects of two halophytic plants (*kochia* and *atriplex*) on digestibility, fermentation and protein synthesis by ruminal microbes maintained in continuous culture. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(5), 642-647.
15. Ventura, S., and Sagi, M. (2013). *Salicornia*: A halophyte for the production of food and feed. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(18), 4165-4172.

کاربرد هالوفیت‌ها در شورورزی؛ رویکردی پایدار برای افزایش تاب‌آوری امنیت غذایی در مناطق خشک و شور

احسان زندی اصفهان^۱

۱. دانشیار بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: احسان زندی اصفهان، پست الکترونیک: zandiesfahan@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۳

چکیده

در دهه‌های اخیر، کاهش منابع آب غیر شور، افت سطح آب‌های زیرزمینی، تغییرات اقلیمی و گسترش اراضی تحت تأثیر شوری، از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی تولید پایدار کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان و به‌ویژه ایران بوده است. حدود ۳۴ میلیون هکتار از اراضی کشور تحت تأثیر شوری قرار دارند که این موضوع، ضرورت استفاده از رویکردهای نوین برای بهره‌برداری پایدار از منابع موجود را افزایش داده است. در چنین شرایطی، استفاده از گیاهان شورورزی یا هالوفیت‌ها که توانایی سازگاری و رشد در خاک‌های شور و با آب‌های لب‌شور را دارند، به عنوان یکی از راهکارهای توسعه کشاورزی شور (Saline Agriculture) یا شورورزی مورد توجه قرار گرفته است. شورورزی، رویکردی پایدار برای تولید زیست‌توده، علوفه، محصولات غذایی، مواد دارویی، روغن‌های گیاهی و سوخت زیستی در اراضی شور و کم‌بازده است. در این سیستم، گونه‌های مختلف هالوفیت شامل گیاهان علوفه‌ای مانند آتریپلکس و سوئدا، گیاهان خوراکی مانند سالیکورنیا و کینوا و همچنین گونه‌های چندمنظوره، متناسب با شرایط اقلیمی، شوری خاک و هدف تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند. هالوفیت‌ها با سازوکارهایی مانند تنظیم اسمزی، تجمع یون‌های نمکی در واکوئل‌ها، تغییر در ساختارهای سلولی و در برخی گونه‌ها دفع نمک از طریق اندام‌های تخصص‌یافته، قادر به حفظ رشد و تولید در محیط‌های شور هستند. در این مقاله، ضمن معرفی مفهوم شورورزی و ظرفیت‌های هالوفیت‌ها، اصول انتخاب گونه مناسب، مدیریت کشت، استفاده از آب‌های شور، روش‌های بهره‌برداری و نقش این گیاهان در احیای نسبی اراضی شور بررسی شده است. توسعه این رویکرد، همراه با مدیریت صحیح منابع آب و خاک و بهره‌گیری از سامانه‌های تولید یکپارچه، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری نظام‌های تولید کشاورزی، کاهش فشار بر منابع آب غیر شور، ایجاد فرصت‌های اقتصادی جدید برای جوامع محلی و تقویت امنیت غذایی در مناطق خشک و شور کشور کمک کند.

واژگان کلیدی: احیای اراضی شور، تغییر اقلیم، شورورزی، کم‌آبی

بیان مسئله

کمبود منابع آب غیر شور و افزایش شوری خاک، از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به شمار می‌روند. این دو عامل به‌طور مستقیم بر کاهش بهره‌وری اراضی، محدود شدن تولید محصولات کشاورزی و افزایش فشار بر منابع طبیعی اثرگذار هستند. بر اساس برآوردهای انجام‌شده، اراضی متأثر از شوری در جهان حدود ۱۷ میلیون کیلومتر مربع (بیش از ۱۰۷ میلیارد هکتار) وسعت دارند و بخش قابل توجهی از این اراضی ظرفیت توسعه فعالیت‌های کشاورزی شور یا شورورزی را دارا هستند. همچنین پیش‌بینی شده است که در دهه‌های آینده، با تشدید تغییرات اقلیمی و افزایش استفاده از منابع آب نامتعارف، خطر گسترش شوری در اراضی قابل کشت جهان افزایش یابد (۱۰، ۱۳، ۱۴).

بر اساس مطالعات انجام‌شده و گزارش‌های مبتنی بر داده‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، حدود ۳۴ میلیون هکتار از اراضی ایران در پهنه‌های مختلف، از جمله اراضی کشاورزی، مراتع، کفه‌ها و سایر اراضی تحت تأثیر درجات مختلف شوری قرار دارند. در بخش کشاورزی، شوری خاک و آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید به شمار می‌رود و بخشی از اراضی زراعی و باغی، به‌ویژه اراضی آبی، با درجات مختلفی از شوری مواجه هستند. بر اساس منابع مورد استناد، حدود ۴۰۱ میلیون هکتار از اراضی آبی کشور در معرض شوری قرار دارد؛ با توجه به سطح تقریبی ۸ تا ۸۰۵ میلیون هکتاری اراضی آبی ایران، این میزان نشان‌دهنده گستردگی قابل توجه مسئله شوری در اراضی تحت کشت آبی کشور است. شوری در این اراضی می‌تواند با کاهش عملکرد و کیفیت محصولات، افزایش هزینه‌های مدیریت خاک و آب و در موارد شدید، کاهش قابلیت بهره‌برداری اقتصادی از زمین همراه باشد. برآوردهای اقتصادی نیز نشان می‌دهد که تخریب و کاهش بهره‌وری ناشی از شوری در بخش کشاورزی

ایران، سالانه خسارت اقتصادی قابل توجهی ایجاد می‌کند (۳).

با این حال، طبیعت راهکارهایی برای سازگاری با چنین شرایطی ارائه کرده است؛ گروهی از گیاهان به نام هالوفیت‌ها یا گیاهان شورزیست، دارای سازوکارهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ویژه‌ای هستند که امکان رشد و تولید آن‌ها را در محیط‌های شور فراهم می‌کند (۳، ۱۱، ۱۴).

بهره‌گیری هدفمند از این گیاهان در قالب رویکرد کشاورزی شور (Saline Agriculture) یا شورورزی می‌تواند راهکاری نوین برای استفاده پایدار از اراضی شور، بهره‌برداری از منابع آب نامتعارف و کاهش فشار بر منابع آب غیر شور باشد. شورورزی به مجموعه‌ای از روش‌های مدیریتی و تولیدی گفته می‌شود که با استفاده از گیاهان مقاوم به شوری و مدیریت مناسب منابع آب و خاک، امکان تولید اقتصادی در محیط‌های شور را فراهم می‌کند (۱۳).

معرفی دستاورد یا راهکار

شورورزی و چارچوب مفهومی آن

شورورزی یک رویکرد نوین برای بهره‌برداری پایدار از اراضی شور است که بخشی از آن بر بهره‌گیری از منابع آب شور و لب‌شور برای تولید محصولات مختلف با کاشت گیاهان مقاوم به شوری (هالوفیت‌ها) تأکید دارد. در این رویکرد، به جای آنکه اراضی شور به عنوان مناطق غیرقابل استفاده تلقی شوند، ظرفیت‌های تولیدی آن‌ها با انتخاب گونه‌های مناسب گیاهی و مدیریت صحیح منابع آب و خاک مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (۱۳، ۱۴).

شورورزی با مفهوم پیوند آب-انرژی-غذا (Water-Energy-Food Nexus) هماهنگ است؛ زیرا با استفاده

از منابع آب شور و لب‌شور، ضمن کاهش فشار بر منابع آب غیر شور، می‌تواند به تولید محصولات غذایی، علوفه‌ای، صنعتی، مواد اولیه سوخت زیستی و همچنین ارائه خدمات زیست‌محیطی کمک کند. از این دیدگاه،

پایداری اکوسیستم‌های شور و توسعه سامانه‌های شورورزی دارند (۳، ۱۱، ۱۴).

بر اساس مطالعات انجام‌شده در ایران و جهان، گونه‌های متعددی از گیاهان شورزیست و هالوفیت‌ها دارای ظرفیت استفاده در اراضی شور هستند. این گیاهان با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ارزش اقتصادی و خدمات زیست‌محیطی، می‌توانند در تولید علوفه، محصولات خوراکی، روغن، سوخت زیستی، احیای اراضی تخریب‌شده و صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

اگرچه هالوفیت‌ها از نظر زیست‌شناختی تنوع زیادی دارند، اما از دیدگاه کاربردی می‌توان آن‌ها را در گروه‌های اصلی شامل علوفه‌ای، خوراکی، روغنی، سوخت زیستی، احیای اراضی و صنعتی طبقه‌بندی کرد. در جدول ۱، برخی از مهم‌ترین گونه‌های دارای ظرفیت توسعه شورورزی به همراه کاربردهای اصلی و ویژگی‌های گزارش‌شده آن‌ها ارائه شده است (۷، ۸، ۹، ۱۲، ۱۴).

جدول ۱- گونه‌های کلیدی هالوفیت و شورزیست و کاربردهای آن‌ها

گونه‌های علوفه‌ای (Forage) (۴، ۶، ۸، ۱۳، ۱۴).

گونه	کاربرد اصلی	دامنه گزارش‌شده تحمل شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
<i>Atriplex</i> spp.	علوفه دام، احیای اراضی شور	تا ۳۲
<i>Suaeda</i> spp.	علوفه دام، احیای خاک	تا ۳۰
<i>Kochia</i> spp.	علوفه دام، مقاوم به خشکی و شوری	حدود ۱۰-۲۰ بسته به اکوتیپ
<i>Leptochloa fusca</i>	علوفه در مناطق بیابانی	تا ۳۰
<i>Spartina patens</i>	علوفه در مناطق ساحلی	تا ۴۲
<i>Panicum</i> spp.	علوفه، مقاوم به شوری	۱۰-۲۰

گونه‌های خوراکی انسانی (Food) (۲، ۱۲، ۱۳).

گونه	کاربرد اصلی	دامنه گزارش‌شده تحمل شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
<i>Salicornia</i> spp.	سبزی خوراکی، منبع امگا-۳	تا ۵۸
<i>Chenopodium quinoa</i>	دانه با ارزش غذایی بالا، آمینواسیدهای ضروری	تا ۲۰
<i>Atriplex triangularis</i>	سبزی شبیه اسفناج	تا ۳۰-۳۵
<i>Distichlis palmeri</i>	آرد و نان، فیبر بالا	تا بیش از ۴۰
<i>Chenopodium album</i>	سبزی و سالاد	تا ۱۵-۲۰

شورورزی تنها یک روش کشت در اراضی شور نیست، بلکه یک سامانه تولیدی یکپارچه برای مدیریت پایدار منابع طبیعی در مناطق خشک و کم‌آب محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر، مفهوم هالو-مهندسی (Haloengineering) برای توصیف طراحی و مدیریت علمی سامانه‌های شورزیست مطرح شده است. این مفهوم شامل مجموعه‌ای از راهکارهای زیستی، مهندسی و مدیریتی برای انتخاب گونه‌های مناسب، استفاده بهینه از آب‌های شور، بهبود شرایط محیط رشد و افزایش بهره‌وری اراضی متأثر از شوری است (۹، ۱۳).

معرفی گونه‌های شورزیست با ارزش اقتصادی

هالوفیت‌ها گروهی از گیاهان هستند که توانایی رشد، بقا و تکمیل چرخه زندگی در محیط‌های شور را دارند. این گیاهان معمولاً قادرند در شرایطی با غلظت بالای نمک (حدود ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم یا بیشتر) رشد کنند؛ شرایطی که برای بیشتر گیاهان زراعی محدودکننده یا حتی غیرقابل تحمل است. هالوفیت‌ها حدود ۱ تا ۲ درصد از فلور جهان را تشکیل می‌دهند و نقش مهمی در

گونه	کاربرد اصلی	محتوای روغن/پروتئین (درصد)
<i>Salicornia bigelovii</i>	روغن خوراکی، بیودیزل	روغن ~۳۰-۳۶، پروتئین ~۲۰-۳۰
<i>Suaeda fruticosa</i>	روغن خوراکی	اسیدهای چرب غیراشباع ~۷۴
<i>Salvadora persica</i>	روغن صنعتی و دارویی	روغن ۴۰-۴۵، غنی از لوریک اسید
<i>Suaeda moquinii</i>	روغن و پروتئین	روغن ۱۸-۲۴؛ پروتئین ۲۰-۲۵
<i>Kosteletskyia virginica</i>	روغن و پروتئین	روغن ۱۸-۲۲؛ پروتئین ۲۲-۲۸
<i>Batis maritima</i>	روغن	۲۰-۲۵

گونه‌های سوخت زیستی (Biofuel) (۷، ۹، ۱۲)

گونه	کاربرد اصلی	ویژگی‌ها
<i>Salicornia bigelovii</i>	بیودیزل، بیواتانول	عملکرد دانه ۱،۵-۲،۵ تن در هکتار با آبیاری آب دریا؛ روغن بذر ۲۸-۳۳٪ (گاهی تا ۳۶٪)
<i>Tamarix spp.</i>	هیزم، تولید بیواتانول	تولید زیست‌توده چوبی ۱۰-۲۰ تن ماده خشک در هکتار در سال؛ مناسب برای تولید بیواتانول نسل دوم
<i>Phragmites australis</i>	اتانول	زیست‌توده ۱۵-۴۰ تن ماده خشک در هکتار در سال؛ بازده اتانول بالقوه حدود ۳۰۰۰-۵۰۰۰ لیتر در هکتار
<i>Panicum spp.</i>	زیست‌توده برای سوخت	زیست‌توده ۱۰-۲۵ تن ماده خشک در هکتار در سال؛ مناسب برای بیواتانول لیگنوسلولزی و مقاوم به شوری و خشکی

گونه‌های احیای اراضی و زیست‌محیطی (Phytoremediation) (۹، ۱۴، ۱۵)

گونه	کاربرد اصلی	مکانیسم
<i>Suaeda fruticosa</i>	فیتودسالی شدن، جذب سدیم	انباشت سدیم در اندام‌های هوایی؛ حذف تا حدود ۰،۳-۰،۲ تن Na در هکتار در هر دوره رشد
<i>Atriplex halimus</i>	استخراج فلزات سنگین (Pb, Cd, Zn)	جذب و انتقال فلزات سنگین به اندام‌های هوایی (Phytoextraction)
<i>Tamarix aphylla</i>	تثبیت خاک، بادشکن، جذب فلزات	ترشح نمک از طریق غدد نمکی و تثبیت خاک با سیستم ریشه‌ای گسترده؛ قابلیت انباشت برخی فلزات
<i>Avicennia marina</i>	حفاظت ساحلی، چرخه مواد مغذی	تثبیت رسوبات، کاهش فرسایش ساحلی و جذب عناصر غذایی و برخی فلزات سنگین
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	احیای خاک‌های شور و ساحلی	انباشت Na^+ و Cl^- در بافت‌ها و کاهش شوری خاک؛ تحمل تا حدود ۴۰۰ mM NaCl
<i>Aeluropus lagopoides</i>	احیای خاک‌های شور، تولید علوفه	تثبیت خاک، کاهش فرسایش و انباشت نسبی نمک در اندام‌های هوایی
<i>Sporobolus marginatus</i>	احیای خاک‌های شور	تثبیت خاک و تولید زیست‌توده در خاک‌های شور و بیابانی
<i>Cressa cretica</i>	احیای خاک‌های شور	تحمل شوری شدید، تثبیت خاک و حفظ پوشش گیاهی در اراضی شور

گونه‌های صنعتی و چندمنظوره (Industrial & Multipurpose) (۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴)

گونه	کاربرد اصلی	ویژگی‌ها
<i>Tamarix aphylla</i>	چوب، هیزم، بادشکن	چوب نیمه‌سنگین و بادوام؛ مناسب برای الوار، هیزم و زغال؛

مقاوم به شوری و خشکی		
تولید صمغ، تثبیت نیتروژن، غلاف خوراکی، برگ‌های	علوفه، خوراک، صمغ، رنگ	<i>Pithecellobium dulce</i>
علوفه‌ای و تحمل شوری		
تولید زیست‌توده چوبی، سوخت و زغال، تثبیت تپه‌های شنی	تثبیت شن‌های روان، سوخت	<i>Haloxylon spp.</i>
و مقاومت بالا به شوری و خشکی		

احیای اراضی شور از طریق فرایند فیتودسالی شدن (Phytodesalination)، یعنی استفاده از گیاهان برای جذب و تجمع نمک‌های محلول و قابل جذب خاک در اندام‌های گیاهی و در نتیجه کمک به کاهش شوری خاک، یکی از کاربردهای مهم هالوفیت‌ها در مدیریت و احیای اراضی شور است. برخی هالوفیت‌ها با جذب، تجمع یا انتقال نمک‌ها و افزایش پوشش گیاهی، می‌توانند در بهبود شرایط خاک و کاهش اثرات منفی شوری نقش داشته باشند. تحقیقات نشان داده است که کاشت هالوفیت‌های پیشگام مانند *Suaeda* و *Tamarix chinensis* طی یک دوره پنج‌ساله، منجر به کاهش چگالی ظاهری خاک، افزایش تخلخل کل خاک (تا ۶۳ تا ۲۸ درصد در لایه سطحی) و بهبود هدایت هیدرولیکی اشباع می‌شود که خود به آب‌شویی املاح و کاهش نسبت جذب سدیم (SAR) کمک می‌کند. به بیان ساده، این گیاهان در اراضی شور می‌توانند موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، افزایش کربن آلی و کاهش تخریب خاک شوند. ریشه هالوفیت‌ها نیز با ترشح ترکیبات آلی و اسیدهای آلی، می‌تواند در هوازادگی مواد معدنی، تغییر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک و شکل‌گیری شرایط مناسب‌تر برای توسعه خاک در محیط‌های بسیار شور و قلیایی نقش داشته باشد (۹، ۱۵).

ترسیب کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از دیگر کارکردهای زیست‌محیطی هالوفیت‌ها و پوشش‌های گیاهی سازگار با شوری است. توسعه پوشش گیاهی در اراضی شور می‌تواند از طریق افزایش زیست‌توده گیاهی و ورود بقایای آلی به خاک، به افزایش ذخیره کربن آلی خاک کمک کند. مطالعات انجام‌شده بر روی برخی گونه‌های شورپسند جنس *Tamarix* نیز نشان داده‌اند که

استقرار پوشش گیاهی در اراضی شور ساحلی می‌تواند ذخیره کربن آلی خاک را نسبت به اراضی فاقد پوشش گیاهی افزایش دهد. با این حال، میزان ترسیب کربن به گونه، شرایط اقلیمی، سن و تراکم پوشش گیاهی، ویژگی‌های خاک و مدیریت اراضی وابسته است. هالوفیت‌ها همچنین با افزایش نسبت کربن به نیتروژن خاک و تشکیل خاکدانه‌های درشت، سرعت تجزیه کربن آلی را کاهش داده و آن را در خاک تثبیت می‌کنند. کشت هالوفیت‌های درختچه‌ای مانند *Tamarix* و *Haloxylon* در مناطق بیابانی و حاشیه کویرها، به تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش بادی کمک می‌کند و از گسترش کانون‌های گرد و غبار جلوگیری می‌نماید. افزون بر این، هالوفیت‌ها با افزایش تخلخل، کاهش جرم مخصوص ظاهری و بهبود هدایت هیدرولیکی، ساختار فیزیکی خاک را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند و با کاهش نسبت جذب سدیم و قلیائیت، شرایط خاک را برای کشت گیاهان زراعی متداول فراهم می‌آورند. برخی هالوفیت‌ها مانند *Atriplex spp.* حتی توانایی جذب فلزات سنگین (مانند سرب، کادمیوم و روی) را دارند و برای گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین نیز کاربرد دارند. پژوهش‌های اخیر نشان داده است که ترکیب کاشت هالوفیت‌ها با اصلاح‌کننده‌های آلی مانند پیت، می‌تواند بر انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثر باشد و انتخاب گونه هالوفیت و مدیریت اصلاح‌کننده‌های خاک می‌تواند به بهینه‌سازی ترسیب کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند. البته استفاده از این گیاهان در اراضی آلوده نیازمند مدیریت صحیح است، زیرا ورود فلزات تجمع‌یافته به زنجیره غذایی باید کنترل شود (۷، ۸، ۹، ۱۳، ۱۴).

بسته به کیفیت آب آبیاری، نوع گونه انتخابی برای کاشت می‌تواند متفاوت باشد (جدول ۲). هرچند به منظور سازگاری یک گونه به شرایط اقلیمی منطقه، قبل از هرگونه توسعه گونه‌های شورزیست در یک منطقه، انجام آزمایشات سازگاری توصیه می‌گردد.

مدیریت‌های به‌زراعی توسعه کاشت شورزیست‌ها بطورکلی قبل از هر گونه تصمیم برای توسعه کاشت گیاهان شورزیست، ارزیابی تناسب اراضی و شناخت مناطق مستعد با توجه به شوری منابع آب و خاک ضرورت دارد. گام بعد انتخاب گونه مناسب می‌باشد که

جدول ۲- راهنمای انتخاب گونه بر اساس شوری خاک و کاربردهای آن

دامنه مناسب شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	گونه‌های پیشنهادی	کاربرد اصلی	توضیحات تکمیلی
کمتر از ۱۵	<i>Panicum antidotale</i> , <i>Atriplex lentiformis</i> , <i>Atriplex halimus</i> , <i>Chenopodium quinoa</i>	تولید علوفه، تولید دانه، احیای خاک	این گونه‌ها در شوری‌های ملایم تا متوسط بهترین عملکرد را دارند. ارزن پادزهری و کینوا در این دامنه شوری زیست‌توده قابل قبولی تولید می‌کنند.
۲۵-۱۵	<i>Suaeda</i> , <i>Tamarix</i> spp., <i>Atriplex</i> spp., <i>Kochia</i> spp., <i>fruticosa</i>	تولید علوفه، تثبیت خاک، احیای اراضی شور	آتریپلکس در این دامنه شوری عملکرد علوفه‌ای خوبی دارد. تاماریکس برای تثبیت خاک و بادشکن مناسب است.
۴۰-۲۵	<i>Suaeda</i> , <i>Salicornia bigelovii</i> , <i>Atriplex lentiformis</i> , <i>calceoliformis</i>	سبزی خوراکی، روغن، احیای خاک، سوخت	سالیکورنیا در این شوری عملکرد روغن قابل قبولی دارد. سوندا کلسفورمیس برای جذب سدیم و احیای خاک مؤثر زیستی است.
۵۰-۴۰ و بیشتر	<i>Salicornia europaea</i> , <i>Salicornia sinus-persica</i> , <i>Suaeda salsa</i>	سبزی خوراکی، روغن، تولید زیست‌توده	اکوتیپ بوشهر گونه سالیکورنیا به عنوان یک گونه بسیار متحمل به شوری، حتی تا شوری آب خلیج فارس (۶۰ دسی‌زیمنس بر متر) تولید قابل توجهی دارد (۱۶).

بهترین زمان برای آماده‌سازی زمین، پاییز یا اوایل بهار (حداقل یک ماه قبل از کاشت) است تا خاک فرصت کافی برای تهویه و آماده‌شدن داشته باشد. برای گونه‌های دارای بذر ریز مانند کوشیا و آتریپلکس، نرم و هموار کردن بستر کشت با استفاده از ماله یا غلتک ضروری است (۳، ۹).

زمان کاشت گونه‌های شورزیست، مشابه گیاهان زراعی، بسته به عادت رشدی، نیازهای حرارتی، طول دوره رشد و شرایط اقلیمی منطقه متفاوت است. به‌طور کلی، در مناطق دارای زمستان سرد، کشت مستقیم بسیاری از گونه‌های شورزیست یک‌ساله یا علفی پس از رفع خطر

علاوه بر آزمایشات سازگاری، اطمینان از سیستم زهکشی کارآمد در مناطق تحت کشت برای جلوگیری از تجمع نمک در منطقه ریشه و تسهیل آب‌شویی املاح توصیه می‌شود. آماده‌سازی مکانیکی زمین، از جمله شخم و دیسک، باید متناسب با نوع سامانه تولید، وضعیت خاک و هدف کشت انجام شود. در اراضی شور که هدف تولید اقتصادی است، عملیات خاک‌ورزی مناسب می‌تواند به بهبود بستر کشت و استقرار گیاه کمک کند؛ اما در سامانه‌های احیای اراضی شور و مناطق طبیعی، حداقل دستکاری خاک به منظور حفظ ساختار خاک، جلوگیری از فرسایش و حفاظت از پوشش گیاهی توصیه می‌شود.

نهال، اصلاح شرایط بستر و مدیریت آبیاری و آب‌شویی می‌تواند نسبت به کشت مستقیم موفقیت بیشتری داشته باشد. بنابراین، پیش از کشت مستقیم، ارزیابی شوری خاک و آب آبیاری و مقایسه آن با دامنه تحمل گونه موردنظر ضروری است.

در گونه‌های درختچه‌ای مانند *Tamarix* نیز بسته به شرایط اقلیمی و روش تکثیر، استفاده از نهال‌های پرورش‌یافته در خزانه می‌تواند استقرار اولیه را بهبود دهد و انتقال نهال به زمین اصلی معمولاً در زمان‌هایی انجام می‌شود که تنش گرما یا سرمای شدید حداقل باشد (۱، ۳، ۴).

شورزیست‌ها به‌طور کلی گونه‌هایی کم‌توقع هستند و در مقایسه با بسیاری از گیاهان زراعی، نیاز کودی نسبتاً پایینی دارند؛ با این حال، کم‌توقع بودن به معنای بی‌نیازی از عناصر غذایی نیست. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که بسیاری از این گونه‌ها، از جمله سالیکورنیا و آتریپلکس‌ها، در صورت تأمین متعادل عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن، می‌توانند افزایش قابل توجهی در رشد و تولید زیست‌توده نشان دهند. همچنین، استفاده از کودهای آلی مانند کمپوست یا ورمی‌کمپوست می‌تواند با افزایش ماده آلی و بهبود برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، شرایط رشد هالوفیت‌ها را بهبود بخشد. در خاک‌های بسیار فقیر از نظر فسفر یا پتاسیم نیز تأمین این عناصر می‌تواند در افزایش رشد و تولید برخی گونه‌های شورزیست مؤثر باشد؛ با این حال، میزان و نوع کود باید بر اساس نیاز غذایی گونه، ویژگی‌های خاک و نتایج آزمون خاک تعیین شود. بنابراین، انجام آزمایش خاک پیش از مصرف هرگونه کود توصیه می‌شود (۳، ۵، ۶).

اگرچه پژوهش‌های فراوانی در ارتباط با واکنش **علف-های هرز** و گیاهان زراعی در شرایط متعارف انجام شده است، با اینحال اطلاعات کمی در مورد توان رقابتی علف‌های هرز در شرایط شور گزارش شده است. به نظر می‌رسد در شرایط شور نیز همانند شرایط متعارف، تداخل گونه‌های مهاجم در زیست‌بوم‌های زراعی می‌تواند بر

یخبندان و در اواخر زمستان یا اوایل بهار انجام می‌شود؛ با این حال، در مناطق گرم‌تر و در گونه‌های متحمل به سرما، امکان کشت پاییزه نیز وجود دارد. بنابراین، تعیین زمان کاشت باید بر اساس گونه، دمای خاک و هوا، احتمال یخبندان، رطوبت خاک و شرایط اقلیمی منطقه انجام شود. در مناطق گرم و خشک، تأخیر در کشت بهاره ممکن است به دلیل افزایش سریع دمای هوا و تبخیر و تعرق، موجب کاهش استقرار گیاهچه‌ها شود؛ از این‌رو، کشت باید در زمان مناسب و با تأمین رطوبت کافی در لایه بذر انجام گیرد.

در **کشت مستقیم بذری**، عمق کاشت به اندازه بذر، نوع خاک، رطوبت و روش کاشت بستگی دارد و نمی‌توان عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متر را برای همه گونه‌های شورزیست توصیه کرد. برای بذرهای کوچک مانند سالیکورنیا، استقرار بذر در عمق کم و تماس مناسب آن با خاک اهمیت زیادی دارد و در خاک‌های سنگین یا دارای پوسته سطحی، عمق زیاد می‌تواند موجب کاهش سبز شدن شود. در مقابل، برای بذرهای بزرگ‌تر یا گونه‌هایی که با روش‌های متفاوت کشت می‌شوند، عمق کاشت باید متناسب با اندازه بذر و ویژگی‌های بستر کشت تعیین شود. برای بذرهای بسیار ریز مانند سالیکورنیا، اختلاط بذر با حامل مناسب مانند ماسه نرم و استفاده از روش دست‌پاشی یا بذرکار دقیق می‌تواند به توزیع یکنواخت بذر کمک کند (۱۶).

امکان کشت مستقیم در خاک‌های شور نیز به میزان شوری، بافت و ساختمان خاک، زهکشی، رطوبت اولیه خاک و آستانه تحمل شوری گونه در مرحله جوانه‌زنی و استقرار بستگی دارد. در بسیاری از هالوفیت‌ها، حساسیت به شوری در مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه ممکن است با مرحله رشد کامل متفاوت باشد؛ بنابراین، صرفاً مقاوم بودن یک گونه در مرحله بالغ، به معنای مناسب بودن کشت مستقیم آن در خاک‌های بسیار شور نیست. در خاک‌هایی با شوری بالا، به‌ویژه خاک‌های دارای زهکشی ضعیف و تجمع نمک در لایه سطحی، استفاده از نشا یا

قارچ‌های خاک‌زاد می‌توانند مشکل‌ساز باشند. توصیه می‌شود از روش‌های کنترل تلفیقی آفات (IPM) شامل کنترل بیولوژیک (استفاده از دشمنان طبیعی مانند کفشدوزک‌ها برای کنترل شته) و در صورت لزوم، کنترل شیمیایی استفاده شود (۵، ۶).

با توجه به اینکه زمان برداشت بسته به گونه متفاوت است، انتخاب زمان مناسب و روش برداشت در سامانه‌های شورزیست باید بر اساس ویژگی‌های هر گونه، هدف تولید، شرایط اقلیمی منطقه و توان بازرویی گیاه انجام شود. در جدول زیر، زمان برداشت بهینه، محصول برداشتی، تعداد برداشت در سال و نکات کلیدی برداشت برای گونه‌های مختلف هالوفیت ارائه شده است (۷، ۸، ۱۲، ۱۴).

توان رقابتی گیاه زراعی برای حصول آب، مواد غذایی و نور تأثیر بگذارد. بنابراین لزوم آگاهی از توان رقابتی این گونه‌ها در شرایط شور و وسعت دامنه تحمل آنها، می‌تواند علاوه بر کنترل مناسب آن‌ها، میزان توان پراکنش آنها در اکوسیستم‌های زراعی را پیش‌بینی نماید (۳).

بطورکلی کنترل علف‌های هرز در سال اول کشت در اطراف بوته‌ها ضروری است. بهترین روش کنترل علف‌های هرز در سال اول، کنترل مکانیکی (وجین دستی) است. در مزارع بزرگ، در صورت نیاز و با مشورت کارشناسان، می‌توان از علف‌کش‌های مجاز استفاده کرد. همچنین باید نسبت به آفات و بیماری‌های احتمالی که ممکن است به این گیاهان حمله کنند، هوشیار بود. به عنوان مثال، شته‌ها و کنه‌ها از آفات شایع در کشت *Atriplex* هستند و در کشت سالیکورنیا،

جدول ۳- زمان و نحوه برداشت گونه‌های مختلف هالوفیت

گروه علوفه‌ای (Forage Halophytes)				
گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Atriplex</i> spp.	اواخر پاییز تا اوایل بهار (آبان تا فروردین)	علوفه خشک (برگ و سرشاخه‌های جوان)	۱-۳ بار	• برداشت در فصل گرم باعث افزایش ۵ تا ۸ برابری مرگ‌ومیر بوته‌ها می‌شود • برداشت تا ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری از سطح زمین، بهترین روش برای حفظ شادابی و رشد مجدد است • هرس شدید (برداشت تا سطح زمین) باعث نابودی بوته‌ها می‌شود
<i>Suaeda</i> spp.	اواخر تابستان تا اوایل پاییز	علوفه، زیست‌توده	۱-۲ بار	• برداشت پس از استقرار کامل بوته‌ها (معمولاً از سال دوم)
<i>Kochia</i> spp.	اواخر تابستان تا اوایل پاییز	علوفه، زیست‌توده	۱ بار	• برداشت سرشاخه‌های سبز و نرم برای علوفه دام
<i>Leptochloa fusca</i>	اوایل پاییز	علوفه	۱-۲ بار	• برداشت در زمان گلدهی کامل برای حداکثر زیست‌توده
<i>Spartina patens</i>	اواخر تابستان	علوفه	۱ بار	• برداشت انتخابی سرشاخه‌های جوان • برداشت در مناطق ساحلی
گروه خوراکی (Halophytes Food)				
گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Salicornia</i> spp.	اواخر تابستان تا	سبزی، دانه	۱ بار	• چرخه رشد حدود ۹ تا ۱۱ ماه

• برداشت بذر همزمان با رسیدن کامل بذرها	روغنی،	اوایل پاییز (مرداد تا	
• عملکرد زیست‌توده: ۱۳۰۶ تا ۲۳۰۱ تن ماده خشک در هکتار	زیست‌توده	شهریور)	
• عملکرد دانه: حدود ۲ تن در هکتار با ۲۶ تا ۳۳ درصد روغن			
• برداشت پس از خشک شدن کامل بوته و رسیدگی فیزیولوژیک دانه	دانه خوراکی	اواخر تابستان تا اوایل پاییز (رسیدن دانه‌ها)	<i>Chenopodium quinoa</i>
• زمان برداشت حدود ۹۰-۱۲۰ روز پس از کاشت	۱ بار		
• برداشت برگ‌های جوان و تازه	چندین بار	بهار تا اوایل تابستان	<i>Atriplex triangularis</i>
• برداشت پس از رسیدگی کامل دانه‌ها	۱ بار	اواخر تابستان	<i>Distichlis palmeri</i>

گروه روغنی و پروتئینی (Oilseeds & Protein)

گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Salicornia bigelovii</i>	اواخر تابستان (رسیدن بذرها)	دانه روغنی	۱ بار	• برداشت بذر پس از خشک شدن کامل گیاه
<i>Suaeda fruticosa</i>	اواخر تابستان	روغن خوراکی	۱ بار	• روغن قابل استفاده برای بیودیزل
<i>Salvadora persica</i>	پاییز	روغن صنعتی و دارویی	هر ۲-۳ سال	• برداشت بذرها پس از رسیدگی کامل
				• برداشت میوه و دانه
				• غنی از لوریک اسید

گروه سوخت زیستی (Biofuel)

گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Tamarix spp.</i>	پاییز و زمستان	هیزم، زیست‌توده	هر ۲-۳ سال	• برداشت‌های مکرر سالانه توصیه نمی‌شود
<i>Phragmites australis</i>	اواخر پاییز تا اوایل زمستان	زیست‌توده برای اتانول	۱ بار	• هرس انتخابی شاخه‌های خشک و اضافی
				• برداشت پس از خشک شدن کامل ساقه‌ها

گروه احیای اراضی (Phytoremediation)

گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Halogeton glomeratus</i>	اواخر تابستان تا اوایل پاییز	زیست‌توده (جذب نمک)	۱ بار	• برداشت کامل گیاه برای حذف نمک از خاک
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	اواخر تابستان	زیست‌توده	۱ بار	• عملکرد بالا در جذب سدیم
<i>Seidlitzia rosmarinus</i>	اواخر تابستان تا اوایل پاییز	زیست‌توده	۱ بار	• تجمع‌کننده قوی نمک
<i>Halostachys caspica</i>	اواخر تابستان	زیست‌توده	۱ بار	• برداشت برای حذف نمک از خاک
<i>Avicennia marina</i>	-	خدمات اکولوژیکی	-	• تجمع‌کننده نمک در بافت‌های ساقه
				• برداشت انجام نمی‌شود (حفاظت ساحلی)

گروه صنعتی و چندمنظوره

گونه	زمان برداشت بهینه	محصول برداشتی	تعداد برداشت در سال	نکات کلیدی برداشت
<i>Haloxylon spp.</i>	پاییز و زمستان	چوب، هیزم	هر ۳-۵ سال	• برداشت انتخابی برای تثبیت شن‌های روان

اگرچه بسیاری از هالوفیت‌ها توانایی رشد در شرایط سخت محیطی را دارند، اما مدیریت صحیح برداشت نقش مهمی در حفظ پایداری مزرعه و جلوگیری از کاهش پوشش گیاهی دارد. در گونه‌های علوفه‌ای، رعایت ارتفاع مناسب برداشت و حفظ اندام‌های رویشی برای رشد مجدد ضروری است؛ در حالی که در گونه‌های تولیدکننده بذر، روغن یا زیست‌توده، برداشت باید پس از رسیدگی کامل محصول انجام شود. همچنین در سامانه‌های احیای اراضی شور، هدف اصلی تنها برداشت محصول نیست، بلکه افزایش پوشش گیاهی، کاهش فرسایش، بهبود شرایط خاک و بازگشت تدریجی قابلیت تولید به اراضی تخریب‌شده مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین، موفقیت شورورزی به انتخاب صحیح گونه و مدیریت هماهنگ مراحل تولید از استقرار گیاه تا برداشت وابسته است.

مزایا، چالش‌ها و چشم‌انداز توسعه کشاورزی شور (شورورزی)

شورورزی به عنوان یک سامانه تولیدی نوین، علاوه بر ایجاد فرصت‌های اقتصادی، می‌تواند در مدیریت پایدار منابع آب و خاک، احیای اراضی شور و افزایش تاب‌آوری جوامع محلی نقش مؤثری داشته باشد. با وجود این ظرفیت‌ها، توسعه این رویکرد با چالش‌هایی مانند هزینه‌های اولیه، نیاز به دانش فنی، نبود بازارهای مشخص و ضرورت تدوین سیاست‌های حمایتی مواجه است (۱۵). شناخت همزمان فرصت‌ها و محدودیت‌های شورورزی، پیش‌شرط برنامه‌ریزی موفق برای توسعه آن در مناطق شور کشور است.

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای شورورزی، ایجاد درآمد جدید از طریق بهره‌برداری از اراضی بلااستفاده و شوری است که سال‌ها از چرخه تولید خارج شده‌اند. این

اراضی با کشت هالوفیت‌ها به منابعی ارزشمند تبدیل می‌شوند و درآمد جدیدی برای کشاورزان و جوامع محلی ایجاد می‌کنند. این موضوع به ویژه در مناطق کمتر توسعه‌یافته که با معضل شوری خاک مواجه هستند، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از سوی دیگر، استفاده از آب‌های شور و نامتعارف برای آبیاری هالوفیت‌ها، فشار بر منابع محدود آب غیر شور را کاهش می‌دهد و می‌تواند وابستگی به منابع آب غیر شور را کاهش داده و در برخی مناطق هزینه تأمین آب را کاهش دهد توسعه شورورزی در مناطق حاشیه‌ای و کمتر توسعه‌یافته، فرصت‌های شغلی جدیدی برای جوامع محلی ایجاد کرده و به بهبود معیشت و کاهش مهاجرت روستایی کمک می‌کند. همچنین با ایجاد منابع درآمدی جدید و کاهش وابستگی به منابع آب غیر شور، تاب‌آوری جوامع کشاورزی در برابر خشکسالی، تغییر اقلیم و بحران‌هایی مانند پاندمی‌ها افزایش می‌یابد. با وجود مزایای متعدد، اجرای موفقیت‌آمیز توسعه گیاهان شورزیست نیازمند بررسی دقیق ملاحظات بوم‌شناختی، فرهنگی و اقتصادی در هر منطقه است تا از بروز پیامدهای ناخواسته جلوگیری شود. همچنین نیاز به تحقیقات بین‌رشته‌ای، دانش محلی محدود در مناطق شور و اهمیت سیاست‌های حمایتی از چالش‌های پیش روی توسعه این سیستم هستند (۲، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۴).

با وجود مزایای متعدد، اجرای شورورزی با چالش‌هایی نیز مواجه است که باید به آن‌ها توجه کرد. پیشنهاد می‌گردد تا حد امکان از گونه‌های بومی هر منطقه استفاده شود تا سازگاری بیشتری داشته باشند و به اکوسیستم محلی آسیب نرسانند. با این حال، معرفی گونه‌های غیربومی باید پس از ارزیابی‌های دقیق

برای بهره‌برداری موفق از این پتانسیل و تبدیل شورورزی از یک مفهوم علمی به یک راهکار عملی در سطح مزرعه، انجام اقدامات زیر در قالب یک رویکرد هماهنگ و چندسطحی ضروری است.

۱. شناسایی و توسعه گونه‌های بومی و مناسب هر

منطقه: انجام مطالعات جامع در سطح کشور برای شناسایی گونه‌های بومی هالوفیت با ارزش اقتصادی، توسعه بانک ژن، و معرفی گونه‌های برتر مناسب برای هر منطقه اقلیمی و شوری. استفاده از گونه‌های بومی به دلیل سازگاری بالاتر با شرایط محلی، شانس استقرار و بقای بیشتری دارد و از خطر تبدیل گونه‌های غیربومی به گونه‌های مهاجم جلوگیری می‌کند. اولویت باید با گونه‌های بومی یا سازگار شده هر منطقه باشد تا علاوه بر افزایش موفقیت کشت، خطرات زیست‌محیطی ناشی از ورود گونه‌های غیربومی کاهش یابد.

۲. توسعه مزارع الگویی و ترویج کشت

هالوفیت‌های با ارزش اقتصادی: ترویج کشت گونه‌های هالوفیت با کاربردهای چندمنظوره (علوفه، سبزی، روغن، سوخت و احیای خاک) در اراضی شور حاشیه کویرها و مناطق خشک و نیمه‌خشک. تأکید بر گونه‌هایی که علاوه بر تولید محصول، به احیای اراضی شور (فیتودسالی شدن) و ترسیب کربن نیز کمک می‌کنند. ایجاد مزارع الگویی در مناطق دارای اراضی شور می‌تواند نقش مهمی در نمایش عملی قابلیت‌های شورزیست و افزایش پذیرش آن توسط کشاورزان داشته باشد.

۳. آموزش و توانمندسازی بهره‌برداران: برگزاری

دوره‌های آموزشی و ترویجی گسترده برای کشاورزان و بهره‌برداران در زمینه روش‌های کشت، داشت، برداشت و فرآوری هالوفیت‌ها. تهیه و توزیع بروشورها و راهنماهای عملی و کاربردی و متناسب با نیاز بهره‌برداران به زبان گویا و قابل فهم برای کشاورزان. همچنین تأکید بر مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی این روش و ارائه مثال‌های عملی از مزارع موفق.

زیست‌محیطی انجام شود، زیرا برخی گونه‌ها ممکن است در شرایط جدید رفتار مهاجم پیدا کنند.

نکته مهم دیگر تکمیل زنجیره ارزش شورزیست‌ها می‌باشد. بطور کلی قبل از توسعه کاشت هر گونه شورزیست باید از بازار فروش محصول و کسب و کار آن اطمینان حاصل شود. این امر باعث می‌شود که بازخورد و پذیرش مناسبی توسط کشاورزان داشته باشد.

آنچه مسلم است توسعه شورورزی نیازمند سیاست‌های حمایتی، انجام مطالعات محیط زیستی، سرمایه‌گذاری اولیه برای تأمین بذر یا نهال، ایجاد زیرساخت‌های آبیاری و توسعه فناوری‌های فرآوری است. انجام تحقیقات کاربردی، معرفی ارقام مناسب، جیره‌نویسی مناسب با توجه به برخی ترکیبات ضدتغذیه‌ای مانند تانن‌ها، ساپونین‌ها، اگزالات‌ها، فنل‌ها و نیترات‌ها در علوفه تولیدی، ایجاد مزارع الگویی، آموزش بهره‌برداران و تدوین مشوق‌های اقتصادی می‌تواند نقش مهمی در توسعه کاشت گیاهان شورزیست و پذیرش آنها توسط جامعه بهره‌برداران داشته باشد.

در مجموع، توسعه شورورزی در ایران نیازمند یک رویکرد هماهنگ میان پژوهش، ترویج، سیاست‌گذاری و مشارکت بهره‌برداران است. سرمایه‌گذاری در تحقیقات کاربردی، توسعه زنجیره ارزش محصولات هالوفیتی، آموزش کشاورزان و ایجاد حمایت‌های نهادی می‌تواند زمینه استفاده پایدار از ظرفیت گسترده اراضی شور کشور را فراهم کرده و نقش مؤثری در افزایش تاب‌آوری سامانه‌های کشاورزی، کاهش فشار بر منابع آب غیر شور و کمک به امنیت غذایی در شرایط تغییر اقلیم ایفا نماید.

توصیه‌های ترویجی

توسعه کشاورزی شور یا شورورزی با بهره‌گیری از هالوفیت‌ها به عنوان یک راهبرد کلان برای مقابله با بحران‌های کم‌آبی، شوری و امنیت غذایی، فرصت ارزشمندی برای مدیریت پایدار منابع آب و خاک و استفاده از ظرفیت اراضی شور کشور فراهم آورده است.

منابع مورد استفاده

۱. بناکار، م.ح (۱۳۹۶). تعیین مناسب‌ترین روش بهبود جوانه‌زنی و سبز شدن بذور روناس در شرایط شور. گزارش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز ملی تحقیقات شوری، شماره فروست ۵۲۳۵۷، ۴۰ صفحه.
۲. رحیمیان، م.ح.، هاشمی‌نژاد، ی.، دهقانی، ف.، رنجبر، غ.ج.، و پورمقدم، م. (۱۴۰۱). تأثیر کم‌آبایی گیاه سالیکورنیا با آب دریا بر عملکرد زیست‌توده و شاخص بهره‌وری آب در منطقه بوشهر. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱۶ (۲): ۴۲۰-۴۱۳.
۳. رنجبر، غ.ج.، و آناقلی، ا. (۱۴۰۲). مفاهیم تنش شوری و واکنش گیاه (چاپ دوم). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.
۴. صالحی، م.، کافی، م.، و کیانی، ع. (۱۳۹۲). بهره‌وری آب، ضریب حساسیت به خشکی و ضریب گیاهی کوشیا تحت تنش شوری و کم‌آبی در کشت بهاره. مجله پژوهش آب ایران، ۷ (۱۲): ۹۸-۸۹.
۵. صادقی، س.م.، کریمی، م.، و فرار، ن. (۱۴۰۲). تأثیر میزان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات علوفه سالیکورنیا (*Salicornia persica* Akhani). پژوهش‌های خاک، ۳۷ (۲): ۱۴۶-۱۳۳.
۶. کریمی، م.، بناکار، م.ح.، و یزدانی بیوکی، ر. (۱۳۹۹). تأثیر کودهای نیتروژنه و فسفوری بر تولید علوفه آتریپلکس (*Atriplex canescens*) در شرایط شور. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، ۲ (۲): ۱۵۳-۱۴۱.
7. Alamzadeh, A., Heshmati, G., Zandi Esfahan, E., & Motamedi, J. (2021). Oil content, fatty acid profile and lignocellulosic content of *Salicornia europaea* L. in west shorelines of Uromia Lake. *Rangeland*, 15(3), 357–370.
8. Behnamfar, K., Zandi Esfahan, E., Jafari, A. A., & Azarnivand, H. (2024). Effects of phenological stages on yield and quality traits of three halophyte plant species as forage sources and combating desertification in Khuzestan Province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, 14(4), 379–392.
9. Jafari, M., Tavili, A., Panahi, F., Zandi Esfahan, E., & Ghorbani, M. (2018). *Reclamation of arid lands*. Springer.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Global status of salt-affected soils: Main report*. FAO.
11. Flowers, T. J., & Colmer, T. D. (2015). Plant salt tolerance: Adaptations in halophytes. *Annals of Botany*, 115(3), 327–331.
12. Glenn, E. P., Anday, T., Chaturvedi, R., Martinez-Garcia, R., Pearlstein, S., Soliz, D., Nelson, S. G., & Felger, R. S. (2013). Three halophytes for saline-water agriculture: An oilseed, a forage and a grain crop. *Environmental and Experimental Botany*, 92, 110–121.
13. Malekmohammadi, L. (2025). Haloculture in a changing world: A comprehensive review on sustainable agriculture, saline water resource management, and future prospects under water scarcity and climate change conditions. *Applied Water Science*, 15, 289.
14. Panta, S., Flowers, T., Lane, P. A., Doyle, R., Haros, G., & Shabala, S. N. (2014). Halophyte agriculture: Success stories. *Environmental and Experimental Botany*, 107, 71–83.
15. Rabhi, M., Ferchichi, S., Jouini, J., Hamrouni, M. H., Koyro, H.-W., Ranieri, A., Abdelly, C., & Smaoui, A. (2010). Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic crop. *Bioresource Technology*, 101(17), 6822–6828.
16. Ranjbar, G.H., khademi, R., Dehghany, F., Keshtekar, S., and Islam K.R. 2023. *Salicornia sinus-persica*: a high-yielding species for fodder production with seawater. *Arid Land Research and Management*, 38: 97-108.

مقایسه ظرفیت‌های تریتیکاله، گندم و جو برای تولید علوفه سبز با آب شور

سیدحسن موسوی فضل^{*}

۱. عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

*. نویسنده مسئول: سیدحسن موسوی فضل، پست الکترونیک: Hmousavifazl@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۱۹

چکیده

کمبود منابع آب غیرشور و تشدید فرآیند شور شدن آب و خاک، تولید محصولات زراعی و تأمین علوفه مورد نیاز دام را در بخش قابل توجهی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور با محدودیت‌های جدی مواجه ساخته است. با وجود آنکه بخش عمده‌ای از منابع آب موجود در این مناطق دارای درجات مختلفی از شوری بوده و در حال حاضر از چرخه بهره‌برداری خارج شده‌اند، انتخاب گونه‌های متحمل به شوری می‌تواند زمینه استفاده هدفمند از این منابع را برای تولید علوفه فراهم سازد. یافته‌های یک مطالعه میدانی در دو منطقه استان سمنان با کیفیت‌های متفاوت آب آبیاری (آب غیرشور با هدایت الکتریکی ۱/۲ و آب شور با هدایت الکتریکی ۱۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و با بررسی سه غله علوفه‌ای پاییزه شامل تریتیکاله، گندم و جو نشان داد که این گیاهان از ظرفیت تولید علوفه در شرایط آبیاری با آب‌های شور برخوردارند. با این حال، شوری آب موجب کاهش ۷۱ درصدی عملکرد علوفه تر، ۷۸ درصدی بهره‌وری آب و ۲۶ درصدی پروتئین خام شد. میانگین عملکرد علوفه تر از ۶۰ تن در هکتار در شرایط آب غیرشور به ۱۷/۴ تن در هکتار با آب شور کاهش یافت و بهره‌وری آب نیز از ۱۰/۷ به ۲/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب رسید. نتایج نشان داد که حتی در شرایط استفاده از آب با شوری بالا نیز می‌توان با انتخاب گیاهان مناسب، بخشی از نیاز علوفه‌ای واحدهای دامپروری را تأمین کرد. در این پژوهش، تریتیکاله در مقایسه با گندم و جو از سازگاری بیشتری در برابر تنش شوری برخوردار بود و عملکرد علوفه‌ای مطلوب‌تری داشت. بنابراین، تریتیکاله می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای کشت در مناطقی باشد که دسترسی به منابع آب غیرشور محدود است. بهره‌گیری موفق از این راهکار مستلزم ارزیابی کیفیت آب و خاک، انتخاب ارقام مناسب شرایط شور و به‌کارگیری روش‌های مناسب مدیریت زراعی است. کشت غلات علوفه‌ای در فصل پاییز افزون بر بهره‌مندی از نزولات جوی فصلی، امکان تولید علوفه سبز در دوره‌ای از سال را فراهم می‌سازد که معمولاً واحدهای دامداری با کمبود علوفه مواجه‌اند. اتخاذ این رویکرد می‌تواند ضمن بهره‌برداری هدفمند از آب‌های نامتعارف، به افزایش تولید علوفه، کاهش فشار بر منابع آب غیرشور و بهبود پایداری فعالیت‌های زراعی و دامی در مناطق خشک و کم‌آب کشور کمک کند.

کلیدواژه‌ها: شورورزی، آب شور، پایداری تولید علوفه، تریتیکاله

بیان مسئله

آب به عنوان اساسی‌ترین نهاده در فرآیند تولید کشاورزی شناخته می‌شود و استمرار تولید محصولات زراعی به میزان کمیت و کیفیت منابع آب قابل دسترس قرار دارد. ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان، با محدودیت جدی منابع آب روبه‌رو است (۱۱). کاهش میزان بارش، افزایش دمای محیط، تداوم دوره‌های خشکسالی‌ها و بهره‌برداری مفرط از سفره‌های آب زیرزمینی موجب شده است که افزون بر کاهش حجم منابع آب، کیفیت این منابع نیز در بسیاری از مناطق کشور با روند نزولی مواجه شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از منابع آب موجود به‌ویژه در مناطق مرکزی و شرقی کشور دارای شوری متوسط تا زیاد هستند و استفاده از آنها برای بسیاری از محصولات زراعی با محدودیت همراه است. براساس گزارشات آب منطقه‌ای و سازمان جهاد کشاورزی استان سمنان، بیش از ۸۰ درصد آب کشاورزی استان از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. کیفیت آب‌های زیرزمینی در بخش‌های وسیعی از استان (ایوانکی، گرمسار، سمنان، دامغان و بخش‌هایی از شاهرود) نامطلوب و دارای شوری زیادی است (کلاس C3 و C4). مناطق ذکر شده به دلیل مجاورت با کویر علاوه بر آب بی‌کیفیت، دارای خاک‌های شور نیز هستند که این امر ناشی از آب آبیاری و زهکش مناطق کویری است. میانگین هدایت الکتریکی آب بخش‌های وسیعی از این مناطق فراتر از ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر است، و حتی شوری آب در برخی از این مناطق به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر هم می‌رسد. از طرف دیگر مطالعات انجام شده توسط سازمان آب منطقه استان سمنان، نشان می‌دهد که کیفیت آب‌های زیرزمینی حتی در دشت‌هایی که کیفیت مناسب‌تری دارند (بسطام، میامی، شاهرود و بیارجمند)، رو به کاهش است. بطوریکه در برخی از این دشت‌ها، افزایش شوری آب‌ها به سه برابر در ۱۰ سال اخیر رسیده است (۳).

در کنار تنگاهای موجود در حوزه منابع آب، تأمین علوفه مورد نیاز دام نیز از جمله چالش‌های اساسی بخش کشاورزی محسوب می‌گردد. علوفه سهم عمده‌ای از جیره غذایی دام را تشکیل می‌دهد و نقش محوری در تولید شیر، گوشت و سایر فرآورده‌های دامی ایفا می‌کند. افزایش فرآیند هزینه‌های تولید، محدودیت منابع آب غیرشور و بی‌ثباتی بازار نهاده‌های خوراک دام، ضرورت توسعه روش‌های جدید تولید علوفه را بیش از پیش برجسته ساخته است (۴).

بخش قابل توجهی از علوفه مورد نیاز کشور از محصولاتی تأمین می‌گردد که در فصول گرم سال کشت شده و به آب نسبتاً بالایی نیاز دارند. این امر در شرایطی است که در همین دوره زمانی، میزان تبخیر و تعرق نیز به اوج خود می‌رسد و رقابت فزاینده‌ای بین بخش‌های مختلف کشاورزی برای بهره‌برداری از منابع آب موجود شکل می‌گیرد. از این‌رو، تولید علوفه در فصول سرد سال و استفاده از منابع آبی کمتر می‌تواند راهکاری مؤثر برای کاهش فشار بر منابع آب غیرشور و بهینه‌سازی مصرف آن به شمار آید (۱). علاوه بر تولید علوفه‌های سبز پاییزه با استفاده از آب‌های شور، علوفه‌های خشبی حاصل از گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی مانند آترپلکس، گز و برخی درختچه‌های بومی نیز می‌توانند به عنوان بخشی از جیره دام مورد استفاده قرار گیرند. این گونه‌ها ضمن بر خورداری از نیاز آبی کم و توانایی رشد در شرایط نامساعد، امکان بهره‌برداری از آب‌های کم‌کیفیت و اراضی کم‌بازده را فراهم می‌کنند. از این‌رو، تلفیق علوفه‌های زراعی متحمل به شوری با علوفه‌های خشبی، راهبردی مؤثر برای افزایش تاب‌آوری نظام‌های دامپروری، کاهش فشار بر منابع آب غیرشور و استفاده بهینه از منابع آب نامتعارف در مناطق خشک کشور به شمار می‌رود (۱۰).

در سال‌های اخیر، بهره‌گیری از آب‌های شور و لب‌شور در چارچوب رویکرد کشاورزی شورزیست و «شورورزی» مورد توجه و اقبال فزاینده‌ای قرار گرفته است. کشاورزی شورزیست با اتکا بر انتخاب گیاهان

علوفه تابستانه متوقف گردیده و دسترسی به علوفه تازه با محدودیت جدی مواجه است (۵).

کشت علوفه‌های پاییزه واجد مزایای چندگانه است. این گیاهان با بهره‌مندی از بارش‌های پاییزه و زمستانه، در دوره‌ای رشد و نمو می‌پردازند که میزان تبخیر و تعرق در سطح پایین‌تری قرار دارد و در مقایسه با بسیاری از محصولات تابستانه نیازآبی به مراتب کمتری دارند. افزون بر این، برداشت علوفه در اواخر زمستان و اوایل بهار موجب می‌گردد بخشی از نیاز تغذیه‌ای دام در بازه زمانی تأمین شود که معمولاً کمبود علوفه تازه به عنوان یک چالش جدی در تولیدات دامی مطرح است (۲).

در میان گیاهان مختلف، غلات علوفه‌ای پاییزه از مناسب‌ترین گزینه‌ها برای تولید علوفه در شرایط کم‌آبی و شوری هستند. مهم‌ترین این گیاهان شامل تریتیکاله، جو و گندم است که علاوه بر عملکرد مناسب، توانایی نسبی تحمل شوری آب و خاک را نیز دارند.

تریتیکاله حاصل تلاقی بین گندم و چاودار است و با هدف تلفیق ویژگی‌های مطلوب این دو گیاه بوجود آمده است. این گیاه از یک سو دارای عملکرد بالا و کیفیت مناسب علوفه برخوردار است و از سوی دیگر تحمل نسبتاً مطلوبی به تنش‌های محیطی نظیر شوری، خشکی و سرما از خود نشان می‌دهد. تریتیکاله در شرایطی که بسیاری از محصولات زراعی با کاهش شدید عملکرد مواجه می‌گردند، همچنان قادر به حفظ تولید در سطح قابل قبولی است (۱۲).

این گیاه علاوه بر تولید علوفه سبز، برای تهیه سیلو و تولید دانه نیز قابل استفاده است. عملکرد علوفه تریتیکاله در بسیاری از شرایط محیطی از گندم فراتر می‌رود و همین امر موجب گریده است که سال‌های اخیر توجه پژوهشگران و بهره‌برداران را به خود جلب نماید. تحمل بالاتر در برابر به شوری و امکان استفاده از آب‌های دارای کیفیت پایین‌تر از دیگر ویژگی‌های برجسته این گیاه به شمار می‌رود (۷).

سازگار و مدیریت بهینه مزرعه، امکان بهره‌برداری از بخشی از منابع آبی را فراهم می‌آورد که پیش‌تر به‌خاطر کاهش کیفیت آن کاربرد محدودی در تولیدات کشاورزی داشتند. غلات علوفه‌ای پاییزه از قبیل تریتیکاله، گندم و جو در زمهره گیاهانی قرار می‌گیرند که می‌توانند نقش مؤثری در این راستا ایفا نمایند. کشت پاییزه این گیاهان به‌دلیل قرار گرفتن فصل رشد آن‌ها در پاییز و زمستان، بخشی از نیاز آبی آن‌ها از طریق بارش‌های فصل سرد تأمین می‌شود و آبیاری آن‌ها به طور کامل با آب شور انجام نمی‌شود. در نتیجه، این گیاهان نسبت به بسیاری از محصولات تابستانه کمتر در معرض تنش شوری قرار گرفته و با نیاز آبی کمتر، گزینه‌ای مناسب برای بهره‌برداری از آب‌های نامتعارف محسوب می‌شوند.

استان سمنان به عنوان یکی از مناطق خشک کشور، بخش زیادی از منابع آبی با شوری بالا را در اختیار دارد. از این رو، بررسی و ارزیابی امکان‌سنجی تولید علوفه با استفاده از این منابع آبی می‌تواند در تأمین بخشی از نیاز علوفه‌ای دامداران و ارتقای بهره‌وری منابع موجود نقش سازنده‌ای ایفا نماید. در پژوهش حاضر، نتایج حاصل از یک مطالعه میدانی پیرامون تولید علوفه سبز پاییزه با استفاده از آب‌های شور و غیرشور ارائه گردیده و قابلیت کاربرد از این راهکار در شرایط واقعی مزرعه مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

معرفی دستاورد یا راهکار

تولید علوفه سبز پاییزه با استفاده از آب‌های شور

یکی از راهکارهای کارآمد برای بهره‌برداری از منابع آب نامتعارف، تولید علوفه سبز پاییزه با استفاده از گیاهان متحمل به شوری است. علوفه سبز پاییزه که در بسیاری از مناطق کشور با عنوان «قصیل» شناخته می‌شود، به گیاهانی اطلاق می‌گردد که در فصل پاییز کشت شده و در اواخر زمستان یا اوایل بهار به عنوان علوفه برداشت می‌گردند. این نوع علوفه نقش محوری در تأمین خوراک دام در فصول سرد سال ایفا می‌کند؛ در دوره‌ای که تولید

در این پژوهش از ارقام گندم، جو و تریتیکاله به شرح زیر استفاده شد.

- ارقام گندم (میهن _ زرينه _ نارین)

- ارقام جو (بهمن _ آذران _ گلشن)

- ارقام تریتیکاله (پاژ _ هاشمی _ سناباد)

این مطالعه در دو منطقه در استان سمنان انجام شد. مزرعه شماره ۱ در منطقه بسطام (اراضی مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان) با آب آبیاری بدون محدودیت شوری (هدایت الکتریکی ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر)، و مزرعه شماره ۲ در منطقه تل واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شاهرود (مزرعه یک کشاورز محلی) با شوری آب آبیاری زیاد (۱۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر) انتخاب شد. بافت خاک هر دو مزرعه لوم و شوری خاک آن‌ها به ترتیب ۱/۴ و ۲۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج کیفی آب و خاک دو منطقه در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

کاشت محصول در دو منطقه در اواخر آبان ماه ۱۴۰۰ و برداشت محصول در مرحله خمیری دانه‌ها در نیمه اول اردیبهشت سال بعد (۱۴۰۱) انجام شد. در هر منطقه نه کرت آزمایشی از ارقام گندم، جو و تریتیکاله انتخاب شد. هر کرت آزمایشی دارای ۶ متر عرض و ۱۵ متر طول بود. روش آبیاری در منطقه بسطام، روش قطره‌ای (نوار تیپ) و در منطقه تل روش آبیاری کرتی (آبیاری غرقابی) مطابق با عرف منطقه و کیفیت آب آبیاری انتخاب شد. برداشت محصول از ۴ متر وسط هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای تیمارها انجام شد (۹).

عملکرد علوفه تر

در منطقه بسطام با آبیاری غیر شور ارقام تریتیکاله بیشترین عملکرد علوفه تر را به خود اختصاص دادند که در بین آن‌ها رقم سناباد در جایگاه نخست قرار گرفت. پس از تریتیکاله ارقام گندم عملکردشان در رتبه دوم از نظر عملکرد علوفه جای گرفتند. به گونه‌ای که ارقام گندم

جو متحمل‌ترین غله علوفه‌ای به شوری یکی از قدیمی‌ترین و سازگارترین غلات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. این گیاه رشد سریعی دارد، زودرس است و علوفه‌ای خوش‌خوراک و پرانرژی برای دام تولید می‌کند. نیاز آبی نسبتاً کم و سازگاری مناسب با شرایط نامساعد محیطی موجب شده است که جو در بسیاری از مناطق کشور به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مهم شناخته شود.

از بارزترین ویژگی‌های جو، تحمل قابل توجه این گیاه در برابر شوری است. جو در شرایطی که بسیاری از محصولات زراعی با کاهش چشمگیر عملکرد روبرو می‌شوند، همچنان توانایی تولید علوفه در سطح قابل قبول را حفظ می‌نماید. جو در مقایسه با بسیاری از گیاهان علوفه‌ای تابستانه، از تحمل بیشتری در برابر تنش کم‌آبی و خشکی برخوردار است (۸).

گندم نیز افزون بر جایگاه محوری خود در تولید دانه، قابلیت مناسبی برای تولید علوفه پاییزه نیز برخوردار است. این گیاه در بخش‌های وسیعی از کشور به خوبی شناخته شده و مدیریت زراعی آن برای کشاورزان از آشنایی و تسلط کافی برخوردار است. علوفه گندم از کیفیت تغذیه‌ای مطلوبی برخوردار بوده و می‌تواند سهم قابل توجهی از نیاز غذایی دام را تأمین کند (۶). تحمل گندم به شوری کمتر از جو و در بسیاری از موارد کمتر از تریتیکاله است. اما در شرایط شوری متوسط همچنان می‌تواند عملکرد قابل قبولی داشته باشد. به همین دلیل در مناطقی که شوری آب و خاک در حد متوسط قرار دارد، گندم می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های تولید علوفه پاییزه مورد توجه قرار گیرد.

نتایج مطالعه میدانی در استان سمنان

پژوهش دو ساله‌ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان سمنان (شاهرود) در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ با دو سطح از کیفیت آب آبیاری (آب شور و غیرشور) انجام شد.

ارقام تریپتیکاله و جو بیشترین عملکرد علوفه‌ای را از خود نشان دادند. عملکرد ارقام تریپتیکاله، جو و گندم در شکل ۱ و حجم آب مصرفی در دو منطقه شور و غیرشور در جدول ۳ ارائه شده است.

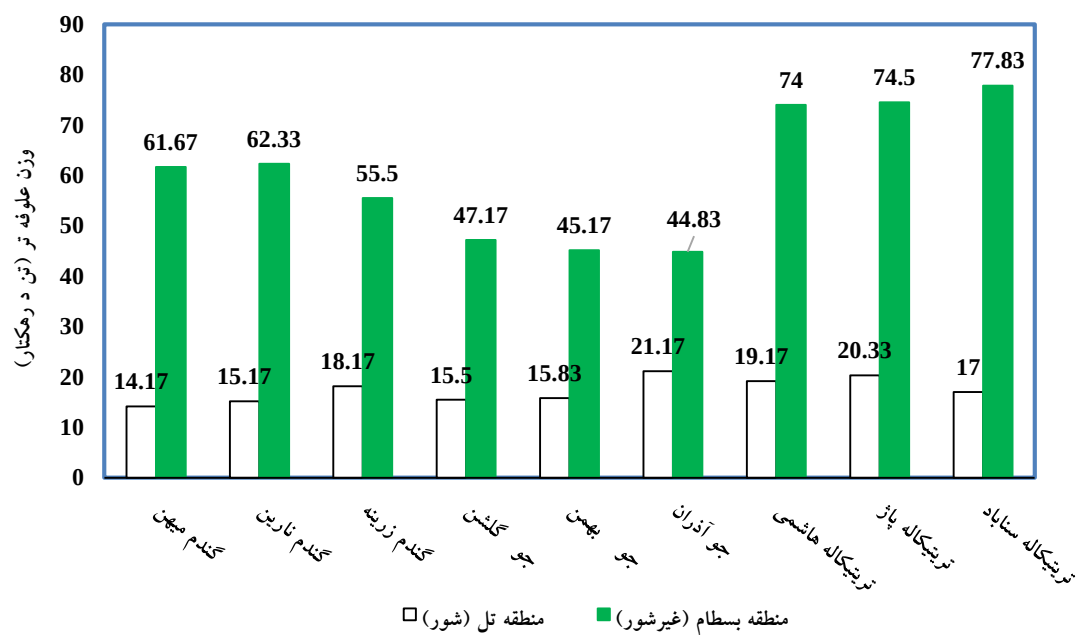
نارین و میهن بیشترین عملکرد را در بین ارقام گندم داشتند و رقم زرینه در مرتبه بعدی قرار گرفت. عملکرد علوفه ارقام جو نیز در مقایسه با ارقام تریپتیکاله رتبه آخر در بین ارقام تریپتیکاله و گندم در پایین‌ترین سطح مشاهده شد. در منطقه تل با شرایط شوری بالای آب و خاک،

جدول ۱ - نتایج تجزیه و تحلیل کیفی آب مزارع تحقیقاتی مورد استفاده در تولید علوفه سبز پاییزه

منطقه	هدایت الکتریکی (EC) (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	کاتیون‌ها (میلی اکوی والان بر لیتر)						نسبت جذب سدیم (SAR)
			Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻	
بسطام	۱/۲	۸/۱	۵/۶	۳/۵	-	۵/۲	۰/۹۲	۲/۹۸	۲/۱
تل	۱۲/۷	۷/۲۴	۴۵/۶	۹۱/۷	-	۸۷	۰/۹۲	۲/۲۶	۱۹/۲

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در دو مزرعه مورد آزمایش در شهرستان شاهرود

پارامترهای اندازه‌گیری شده				منطقه بسطام		منطقه تل	
				عمق خاک (سانتی‌متر)	عمق خاک (سانتی‌متر)	عمق خاک (سانتی‌متر)	عمق خاک (سانتی‌متر)
				۰ - ۳۰	۳۰ - ۶۰	۰ - ۳۰	۳۰ - ۶۰
بافت خاک				لوم	لوم	لوم	لوم
الف - درصد شن				۴۵	۴۵	۴۷	۴۸
ب - درصد سیلیت				۳۲	۳۴	۳۹	۳۸
ج - درصد رس				۲۳	۲۱	۱۴	۱۴
- جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)				۱/۴۶	۱/۵۹	۱/۴۸	۱/۴۷
- رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه (درصد)				۲۰/۷	۱۹/۷	۲۰/۲	۱۹/۸
- رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی دائم (درصد)				۹/۵	۹	۹/۴	۹
- اسیدیته خاک (pH)				۷/۹	۷/۸	۷/۸	۷/۹
- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر)				۱/۴	۱/۳	۲۳/۳	۲۲/۶
عناصر غذایی							
الف - پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)				۱۵۰	۱۵۰	۲۴۶	۲۴۶
ب - فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)				۱۶	۱۲	۱۱/۶	۱۲
ج - نیتروژن کل (درصد)				۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶
د - ماده آلی (درصد)				۰/۸	۰/۵	۱	۰/۸۵



شکل ۱- عملکرد علوفه تر سبز پاییزه در طرح تحقیقاتی با آب شور و غیرشور در شهرستان شاهرود



شکل ۲: مزرعه تحقیقاتی تولید علوفه سبز با استفاده از آب غیر شور در منطقه بسطام، واقع در شاهرود



شکل ۳: مزرعه تحقیقاتی تولید علوفه سبز با استفاده از آب با شوری بسیار بالا در منطقه تل، واقع در جنوب شاهرود

بهره‌وری آب آبیاری

در منطقه بسطام با آب معمولی (غیر شور) ارقام تریپیکاله بیشترین بهره‌وری مصرف آب را به خود اختصاص دادند. ارقام گندم در جایگاه دوم و جو در رتبه سوم از نظر بهره‌وری مصرف آب قرار گرفتند. در منطقه تل با شرایط

شوری بالای آب و خاک، ارقام تریپیکاله و جو بیشترین بهره‌وری مصرف آب را داشتند و ارقام گندم در مرتبه بعدی جای گرفتند. بهره‌وری آب در ارقام علوفه‌ای در هر دو منطقه در شکل ۴ ارائه شده است.

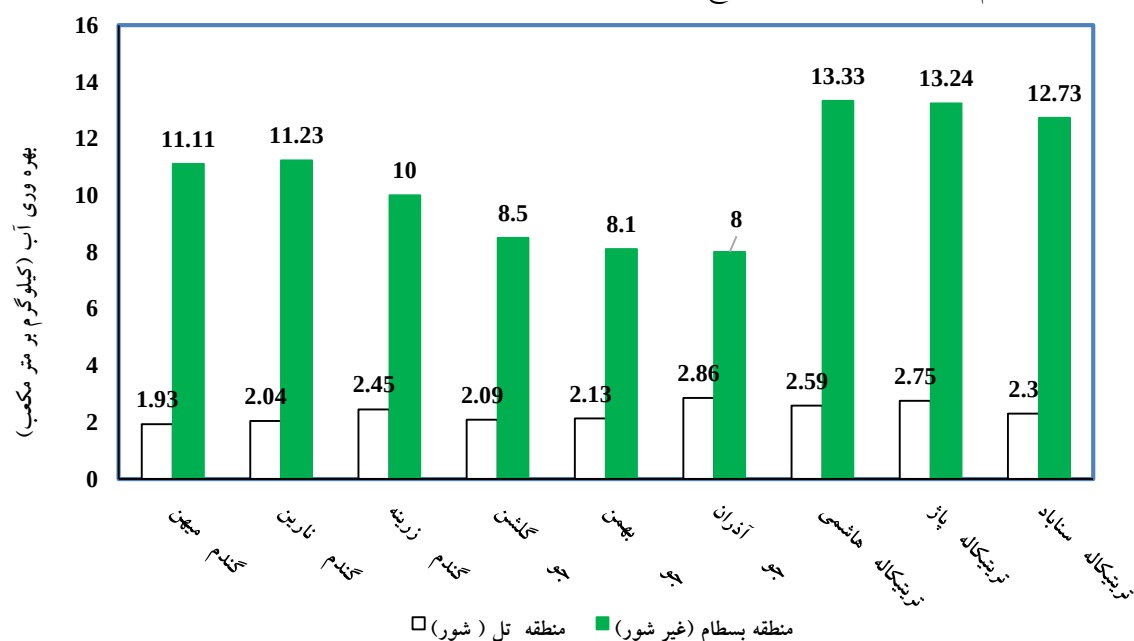
جدول ۳: حجم آب آبیاری در سال‌های انجام پژوهش

محل آزمایش	کیفیت آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	روش آبیاری	حجم آب (مترمکعب در هکتار)
ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام	۱/۲	قطره ای نواری	۵۱۰۰
منطقه تل (یونس آباد)	۱۲/۷	کرتی	۶۹۵۰

تحلیل اقتصادی

هزینه‌های تمام‌شده تولید علوفه در سال اجرای پژوهش، شامل عملیات آماده‌سازی زمین، تهیه بذر، نوارهای آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ)، هزینه نیروی کار، کودهای شیمیایی و آلی و عملیات برداشت بود که در مجموع رقمی معادل ۷۰ میلیون تومان در هر هکتار برآورد گردید. قیمت فروش هر کیلوگرم علوفه تازه بر اساس نرخ بازار، ۶

هزار تومان منظور شد. سود خالص هر یک از انواع ارقام علوفه‌ای مورد مطالعه، از طریق کسر مجموع هزینه‌ها از درآمد حاصل از عملکرد هر تیمار، محاسبه و تعیین گردید. شکل ۵ درآمد خالص حاصل از کشت علوفه‌های پاییزه را در شرایط آبیاری با آب شور و غیرشور در مقیاس یک هکتار نشان می‌دهد.

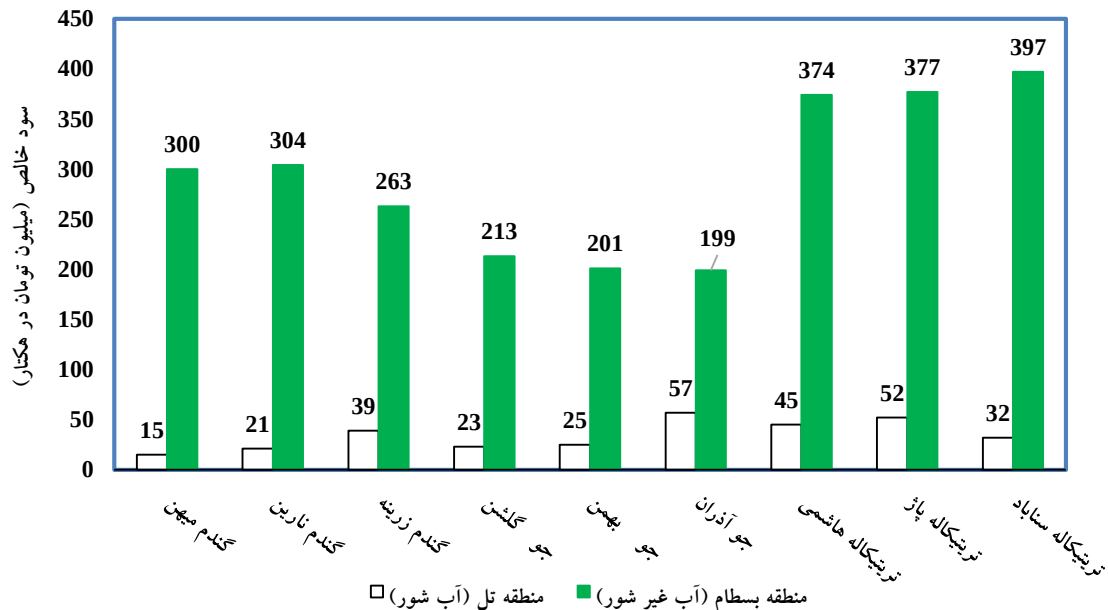


شکل ۴: بهره‌وری مصرف آب در تولید علوفه سبز پاییزه در قالب طرح تحقیقاتی با آب‌های شور و غیرشور

تحلیل اقتصادی

هزینه‌های تمام‌شده تولید علوفه در سال اجرای پژوهش، شامل عملیات آماده‌سازی زمین، تهیه بذر، نوارهای آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ)، هزینه نیروی کار، کودهای شیمیایی و آلی و عملیات برداشت بود که در مجموع رقمی معادل ۷۰ میلیون تومان در هر هکتار برآورد گردید. قیمت فروش هر کیلوگرم علوفه تازه بر اساس نرخ بازار، ۶

هزار تومان منظور شد. سود خالص هر یک از انواع ارقام علوفه‌ای مورد مطالعه، از طریق کسر مجموع هزینه‌ها از درآمد حاصل از عملکرد هر تیمار، محاسبه و تعیین گردید. شکل ۵ درآمد خالص حاصل از کشت علوفه‌های پاییزه را در شرایط آبیاری با آب شور و غیرشور در مقیاس یک هکتار نشان می‌دهد.



شکل ۵: سود خالص حاصل از تولید علوفه‌های سبز پاییزه در قالب طرح تحقیقاتی دو منطقه مورد مطالعه

مراحل کار به شرح زیر است.

- در صورت فراهم بودن شرایط، کاشت محصول اوایل مهر ماه (برای برداشت یا چرای علوفه در اواخر پاییز) و یا اواخر آبان (برای برداشت در بهار) توصیه می‌شود.
- برداشت محصول در مرحله خمیری خوشه‌ها براساس تاریخ کاشت در اواخر فصل پاییز یا اوایل فصل بهار انجام شود.
- روش آبیاری در مناطق بدون محدودیت شوری ترجیحاً روش قطره‌ای (نواری تیپ) و در مناطق با آبیاری آب شور، روش آبیاری سطحی (کرتی یا نواری) توصیه می‌شود.

توصیه ترویجی

براساس یافته‌های پژوهش انجام شده، کشت تولید علوفه در فصل پاییز می‌تواند به دلیل استفاده از بارش‌ها و کاهش تبخیر و تعرق گیاه در مقایسه با فصل تابستان، سبب افزایش بهره‌وری مصرف آب گردد. تولید علوفه در شرایط آبیاری با کیفیت آب معمولی و آبیاری با آب‌های شور امکان‌پذیر است. کیفیت آب آبیاری و شوری خاک بر عملکرد علوفه تاثیر زیادی دارد. شوری آب آبیاری عملکرد علوفه، ارتفاع بوته، طول سنبله و بهره‌وری مصرف آب را کاهش می‌دهد. در بین علوفه‌های پاییزه از نظر عملکرد محصول و سایر خصوصیات رشدی با آبیاری شور و غیر شور، اولویت کشت به‌ترتیب با محصولات تریتیکاله، گندم و جو است.

روش آبیاری سنتی (نواری یا کرتی) حدود ۷۰۰۰ مترمکعب (براساس شرایط منطقه و بارش) برآورد می-گردد.

- حجم آب مصرفی برای تولید علوفه پاییزه در مناطق غیر شور با روش آبیاری قطره‌ای (نواری تیپ) حدود ۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار و در شرایط شور با



شکل ۶: مقایسه خصوصیات رشدی ارقام علوفه سبز پاییزه در آب شور و غیرشور (سمت راست آب غیرشور و سمت چپ آب شور)

توصیه می‌شود نوع علوفه و رقم در شرایط شور و غیرشور به صورت زیر انتخاب گردد.

الف- آب‌های معمولی (غیرشور)

- در مناطق با شوری آب آبیاری کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر (آب با کیفیت مطلوب) اولویت کشت به ترتیب با علوفه‌های تریتیکاله، گندم و جو تعلق دارد. در این شرایط، ارقام علوفه تریتیکاله پاژ، هاشمی و سناباد و همچنین رقم گندم نارین دارای بیشترین عملکرد علوفه‌ای و بهره‌وری مصرف آب برخوردار خواهند بود. این ارقام در شرایط آب غیر شور (آب با کیفیت مطلوب) قادرند عملکردی بیش از ۶۰ تن در هکتار و بهره‌وری مصرف آب ۱۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار را محقق سازند.

- کشت تریتیکاله به‌عنوان علوفه پاییزه در مناطق با کیفیت آب آبیاری خوب (کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم سناباد (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۸۰ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به دو رقم تریتیکاله پاژ و هاشمی (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۷۵ تن در هکتار) قرار دارد. بنابراین با توجه به امکان سهولت دسترسی به هر کدام از ارقام مذکور، بهتر است اولویت ارقام رعایت شود.

- کشت گندم به‌عنوان علوفه پاییزه در مناطق با کیفیت آب آبیاری خوب (کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم گندم نارین (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۶۵ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به دو رقم میهن و زرینه (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۶۰ تن در هکتار) قرار دارد.

- کشت جو به‌عنوان علوفه پاییزه در مناطق با کیفیت آب آبیاری خوب (کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم جو گلشن (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۵۰ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به دو رقم بهمن و آذران (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۴۵ تن در هکتار) قرار دارد.

ب- آب‌های شور

- در مناطق با شوری آب آبیاری در حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (آب با شوری بسیار بالا) اولویت کشت به ترتیب با علوفه‌های تریتیکاله، گندم و جو اختصاص می‌یابد. در این شرایط ارقام علوفه تریتیکاله پاژ، هاشمی و سناباد و همچنین رقم گندم نارین دارای بیشترین عملکرد علوفه‌ای و بهره‌وری مصرف آب خواهند بود. این ارقام در شرایط آب با شوری بالا قادرند عملکردی بیش از ۱۷ تن در هکتار و بهره‌وری مصرف آب معادل ۲/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار را تحقق بخشند.

- کشت تریتیکاله به‌عنوان علوفه پاییزه در مناطق با شرایط آب شور (در حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم پاژ و هاشمی (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۲۰ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به رقم سناباد (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۱۷ تن در هکتار) قرار دارند. رقم سناباد در مقایسه با دو رقم پاژ و هاشمی حساسیت بیشتری نسبت شوری دارد.

- در کشت گندم به‌عنوان علوفه پاییزه برای مناطق با شرایط آب شور (در حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم زرینه (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۱۸ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به دو رقم میهن و نارین (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۱۵ تن در هکتار) قرار دارد.

- در کشت جو به‌عنوان علوفه پاییزه برای مناطق با شرایط آب شور (در حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، رقم آذران (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۲۰ تن در هکتار) در اولویت بالاتری نسبت به دو رقم بهمن و گلشن (با پتانسیل عملکرد علوفه بیش از ۱۶ تن در هکتار) قرار دارد.

توصیه ترویجی

کمبود آب غیرشور و افزایش شوری آب و خاک، استفاده از آب‌های شور را به یکی از راهکارهای مهم کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور تبدیل کرده است. نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان با

توصیه نهایی برای بهره‌برداران

- برای شرایط اقلیمی مشابه استان سمنان و در صورت استفاده از آب‌های شور، تربیتکاله بهترین گزینه برای تولید علوفه سبز پاییزه است. در میان ارقام بررسی‌شده، ارقام پاژ و هاشمی به دلیل تحمل بیشتر به شوری و تولید بیش از ۲۰ تن علوفه تر در هکتار، برای کشت در این مناطق توصیه می‌شوند. همچنین، در صورت عدم دسترسی به بذر تربیتکاله، جو رقم آذران می‌تواند به‌عنوان گزینه جایگزین مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

- برای مزارع دارای آب شور در شرایط مشابه استان سمنان، تربیتکاله (ارقام پاژ و هاشمی) انتخاب اول برای تولید علوفه سبز پاییزه است و جو رقم آذران به‌عنوان گزینه جایگزین مناسب توصیه می‌شود.

استفاده از آب‌های شور، علوفه سبز پاییزه تولید کرد و بخشی از نیاز خوراک دام را تأمین نمود.

غلات علوفه‌ای پاییزه به دلیل استفاده از بارندگی‌های فصل سرد، نیاز آبی کمتر و سازگاری مناسب با شرایط اقلیمی، گزینه مناسبی برای این مناطق هستند. برای دستیابی به عملکرد بهتر، توصیه می‌شود کشاورزان قبل از کشت، از وضعیت شوری آب و خاک مزرعه خود آگاهی داشته باشند و از ارقام متحمل به شوری استفاده کنند.

در طول فصل رشد، مدیریت صحیح آبیاری، جلوگیری از تنش خشکی و تغذیه مناسب گیاه، نقش مهمی در افزایش تولید علوفه دارد. کشت علوفه‌های پاییزه علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، امکان تولید علوفه تازه را در فصلی که معمولاً کمبود خوراک دام وجود دارد، فراهم می‌کند.

منابع مورد استفاده

۱. آذربایجانی، ع.، ترابی، ع. و محلوچی، م. (۱۴۰۰). کاربرد گیاهان علوفه‌ای زمستانه در تغذیه دام. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۶۰ صفحه.
۲. آذربایجانی، ع.، خانیان، س. و محلوچی، م. (۱۴۰۱). کاربرد علوفه سبز تربیتکاله در تغذیه دام. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۲۶ صفحه.
۳. بی نام. (۱۳۹۶). گزارش بهره‌وری مصرف آب محصولات زراعی و باغی. سازمان جهاد کشاورزی استان سمنان. ۸۵ صفحه.
۴. ترابی، م. (۱۳۹۹). توسعه کشت علوفه زمستانه، گامی در جهت افزایش بهره‌وری آب و تحقق استفاده از آب سبز. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام، ۱ (۲): ۵۳-۴۳.
۵. قاسمی، م.، وهاب زاده، م.، خلیل زاده، غ. و غریب عشقی، ا. (۱۳۸۳). بررسی و مقایسه عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و علوفه سبز ارقام تربیتکاله و جو. مجله نهال و بذر، ۲۱: ۳۵۷-۳۴۵.
۶. قندی، ا. (۱۳۸۲). اثر برداشت علوفه بر عملکرد دانه غلات در کشت دو منظوره. مجله پژوهش و سازندگی، ۸۶: ۸۲-۶۱.
۷. قدسی، م. (۱۳۹۹). مزیت استفاده دو منظوره از تربیتکاله نسبت به سایر غلات دانه ریز. علوفه و خوراک دام، ۱ (۱): ۵۲-۴۶.
۸. محلوچی، م. و رمضانی، ا. (۱۴۰۰). ارزیابی پتانسیل تولید برخی از ارقام جو، به منظور تولید علوفه سیلویی. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام، ۲: ۴۳-۳۷.
۹. موسوی فضل، س. ح. (۱۴۰۵). اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب علوفه سبز غلات پاییزه در استان سمنان گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۸۵ صفحه.

۱۰. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. (۱۳۹۸). راهنمای کشت و بهره‌برداری از گونه‌های علوفه‌ای خشبی مقاوم به خشکی و شوری. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۹۵ صفحه.

11. FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*.

12. Mergoum, M., Sapkota, S., El Doliefy, A.E.A., et al. (2019). Triticale: A “new” crop with old challenges. In: *Cereals*. IntechOpen.

ارزیابی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر برای اصلاح جدول نیازهای رویشی در جنوب استان خوزستان

ابوالفضل آزادی^{۱*}، میرناصرنویدی^۲

۱. استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲. دانشیار، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: ابوالفضل آزادی، پست الکترونیک: a.azadi@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶

چکیده

نیشکر یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی جهان است که به دلیل تولید شکر، اتانول، بیوانرژی و باگاس، به طور گسترده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌شود. استان خوزستان نیز یکی از مهم‌ترین مناطق مستعد کشت و تولید نیشکر در ایران است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید کشاورزی در این استان، شوری اراضی است. نیشکر در دامنه گیاهان حساس تا نیمه حساس به شوری قرار دارد و آستانه تحمل آن حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است. از این رو، بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و بازنگری در فاکتور شوری جداول نیازهای رویشی این محصول ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر انجام شد. بدین منظور، ۱۰۰ پروفیل و مته در مزارع مختلف کشت نیشکر در استان خوزستان، با تأکید بر تنوع شوری خاک، مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های خاک در محدوده توسعه ریشه اندازه‌گیری و رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر با استفاده از رگرسیون ساده بررسی شد. نتایج نشان داد که رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر از نظر آماری معنی‌دار بوده و شوری خاک توانسته است حدود ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد را تبیین کند. بنابراین، شوری خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد نیشکر در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد. نتایج این پژوهش بر ضرورت مدیریت شوری از طریق تسطیح اراضی، بهبود زهکشی، مدیریت آبیاری، استفاده از زیرشکن و اجرای عملیات آبشویی تأکید دارد. همچنین، بازنگری فاکتور شوری در جداول نیازهای رویشی نیشکر بر اساس داده‌های میدانی و رابطه کمی بین شوری و عملکرد، می‌تواند مبنای مناسب‌تری برای ارزیابی تناسب اراضی، شناسایی محدودیت‌های تولید و مدیریت پایدار مزارع نیشکر در استان خوزستان فراهم کند.

واژگان کلیدی: رگرسیون، خوزستان، نیشکر، شوری

بیان مسئله

نیشکر یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی جهان است که به دلیل کاربرد گسترده در تولید شکر، اتانول، بیوانرژی، باگاس و فرآورده‌های جانبی مانند کاغذ، نئوپان و خوراک دام، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی و صنایع وابسته دارد. این گیاه عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود و در صورت تأمین آب و فراهم بودن شرایط مناسب خاک و اقلیم، از ظرفیت بالایی برای تولید برخوردار است (۷). در ایران، اگرچه نیشکر در برخی مناطق شمالی کشور به صورت محدود و عمدتاً به شکل دیم کشت می‌شود، تولید تجاری و گسترده این محصول به صورت آبی، عمدتاً در استان خوزستان متمرکز است. به گونه‌ای که بیش از ۹۹ درصد از سطح زیر کشت نیشکر کشور، با مساحتی بیش از ۱۰۶ هزار هکتار، در این استان قرار دارد. همچنین، میانگین عملکرد نیشکر در کشور حدود ۵۵،۱۹۳ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. بنابراین، استان خوزستان را می‌توان مهم‌ترین قطب تولید تجاری نیشکر در ایران دانست.

استان خوزستان همچنین به دلیل برخورداری از منابع آب سطحی، اراضی گسترده و شرایط اقلیمی مناسب، مهم‌ترین قطب تولید نیشکر کشور محسوب می‌شود. دشت خوزستان در مسیر جریان رودخانه‌های مهم کرخه، کارون، دز، جراحی و هندیجان قرار دارد و بخش قابل‌توجهی از منابع آب سطحی کشور در این استان جریان دارد. وجود منابع آب و خاک مناسب و شرایط اقلیمی مطلوب، زمینه توسعه کشت نیشکر را در اراضی مختلف استان فراهم کرده است. بخش مهمی از اراضی تحت کشت نیشکر در پایین‌دست دشت‌های پای پل و همچنین دشت‌های حمیدیه، قدس، دشت آزادگان، دشت عباس و فکه-عین‌خوش قرار دارد. بر همین اساس، کشت و صنعت‌های امیرکبیر، میرزا کوچک‌خان، سلمان

فارسی، دعبل خزاعی و فارابی به عنوان بخش مهمی از مناطق تولید نیشکر استان، در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند.

با وجود ظرفیت بالای خوزستان، شوری خاک یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید کشاورزی در این استان و به ویژه در مناطق جنوبی آن است. شوری یکی از نامطلوب‌ترین تنش‌های محیطی محسوب می‌شود که از طریق ایجاد تنش اسمزی، سمیت یون‌های خاص و برهم‌زدن تعادل عناصر غذایی، رشد و نمو گیاهان را محدود می‌کند (۶). افزایش شوری می‌تواند در اثر فرایندهای طبیعی و همچنین عواملی مانند آبیاری نامناسب، استفاده از آب شور، ضعف زهکشی و مصرف نامتعادل برخی نهاده‌های کشاورزی تشدید شود. در شرایط شور، افزایش نسبت جذب سدیم نیز می‌تواند موجب تخریب ساختمان خاک، افزایش مقاومت خاک، کاهش رشد ریشه و کاهش حرکت آب در خاک و گیاه شود.

نیشکر اگرچه در مقایسه با برخی گیاهان زراعی تحمل نسبتاً مناسبی به شوری دارد، اما افزایش شوری در ناحیه توسعه ریشه می‌تواند به طور معنی‌داری عملکرد و کیفیت محصول را کاهش دهد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که آستانه شوری نیشکر برای کاهش عملکرد حدود ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر است و با افزایش شوری، عملکرد ماده خشک و میزان ساکارز نیز کاهش می‌یابد (۴). همچنین گزارش شده است که افزایش شوری در ناحیه ریشه می‌تواند کاهش قابل‌توجهی در عملکرد نیشکر ایجاد کند. از این رو، مدیریت شوری در اراضی تحت کشت نیشکر، به ویژه در مناطق دارای زهکشی نامناسب و خطر تجمع نمک، اهمیت زیادی دارد. استفاده از زهکش‌های زیرزمینی و اعمال آبیاری مناسب از جمله اقدامات ضروری برای کنترل تجمع نمک در ناحیه ریشه نیشکر است (۱۱).

از سوی دیگر، ارزیابی صحیح تناسب اراضی برای کشت نیشکر نیازمند استفاده از جداول دقیق و به روز

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر و اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی این محصول در کشت و صنعت‌های منتخب جنوب استان خوزستان انجام شد. در این پژوهش تلاش شد با مطالعه پروفیل‌ها و مته‌های خاک، اندازه‌گیری شوری در محدوده توسعه ریشه و بررسی رابطه آن با عملکرد واقعی مزارع، حدود مناسب شوری برای طبقه‌بندی تناسب اراضی نیشکر تعیین و مبنایی علمی برای اصلاح جدول نیازهای رویشی این محصول فراهم شود.

معرفی دستاورد یا راهکار

این پژوهش با مطالعه ۱۰۰ نقطه شامل پروفیل و مته در مزارع کشت و صنعت‌های نیشکر واقع در جنوب استان خوزستان انجام شد (شکل ۱). نقاط مطالعاتی به‌گونه‌ای انتخاب شدند که تا حد امکان شرایط مدیریتی، اقلیمی و سایر عوامل مؤثر بر عملکرد در مزارع مورد مطالعه مشابه باشد. هدف از این نحوه انتخاب نقاط، کاهش اثر سایر عوامل مؤثر بر عملکرد و فراهم کردن امکان بررسی دقیق‌تر اثر ویژگی‌های سرزمین، به‌ویژه شوری خاک، بر عملکرد نیشکر بود. خاک‌رخ‌های منتخب بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک سرویس حفاظت منابع طبیعی وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA-NRCS, 2012) تشریح شدند. از هر افق خاک، نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، بر اساس روش‌های استاندارد مورد تجزیه قرار گرفتند. هدایت الکتریکی عصاره خمیر اشباع (ECe) با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد.

برای هر مزرعه، پرسشنامه اختصاصی تهیه شد و اطلاعاتی شامل موقعیت جغرافیایی، عملکرد محصول، دورآبیاری و هزینه‌های ثابت و متغیر در یک سال زراعی ثبت گردید (۱). هزینه‌های متغیر و ثابت شامل عملیات شخم و دیسک، کوددهی، سم‌پاشی، آبیاری، هرس، برداشت محصول و هزینه نیروی کار بود. جمع‌آوری

نیازهای رویشی، خاکی و اقلیمی است. مقادیر و حدود شوری موجود در برخی جداول مورد استفاده در ارزیابی تناسب اراضی عمدتاً بر اساس مطالعات قدیمی و شرایط متفاوت اقلیمی، خاکی، مدیریتی و ارقام مورد کشت تعیین شده‌اند. بنابراین، ممکن است این حدود با شرایط واقعی مزارع نیشکر امروزی استان خوزستان مطابقت کامل نداشته باشند. به‌ویژه، نبود رابطه کمی و مبتنی بر داده‌های میدانی بین شوری خاک و عملکرد نیشکر، تعیین دقیق حدود شوری متناظر با کلاس‌های مختلف تناسب اراضی را با محدودیت مواجه می‌کند.

از طرف دیگر، مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که حتی در مزارعی با شوری نسبتاً مشابه، عملکرد نیشکر می‌تواند تفاوت قابل‌توجهی داشته باشد. این تفاوت احتمالاً ناشی از اثر هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، وضعیت زهکشی، کیفیت و نحوه مصرف آب، مدیریت مزرعه، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های ارقام مورد کشت است. بنابراین، تعیین سهم واقعی شوری در تغییرات عملکرد و مشخص کردن حدود بحرانی آن، مستلزم مطالعه میدانی گسترده و استفاده از روش‌های آماری مناسب است.

در چنین شرایطی، تعیین رابطه کمی بین شوری خاک و عملکرد نیشکر و استفاده از این رابطه برای اصلاح فاکتور شوری در جداول نیازهای رویشی می‌تواند دقت ارزیابی تناسب اراضی را افزایش دهد. جدول اصلاح‌شده می‌تواند در تهیه نقشه‌های تناسب اراضی، شناسایی مناطق دارای محدودیت شوری، تعیین اولویت عملیات اصلاحی و مدیریت بهتر مزارع مورد استفاده قرار گیرد (۳). همچنین، شناخت دقیق محدودیت‌های شوری می‌تواند به انتخاب اراضی مناسب‌تر برای توسعه کشت نیشکر و معرفی ارقام مناسب شرایط شور کمک کند.

بنابراین، با توجه به اهمیت اقتصادی نیشکر، تمرکز تولید تجاری آن در استان خوزستان و نقش تعیین‌کننده شوری در کاهش عملکرد، انجام پژوهشی مبتنی بر داده‌های واقعی مزارع ضروری است. بر همین اساس،

اطلاعات در طی سه سال متوالی، از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ انجام شد. اطلاعات مربوط به عملکرد هر یک از مزارع مطالعاتی بر اساس میانگین عملکرد گزارش شده طی سال‌های مختلف کشت نیشکر، که توسط کارشناسان و محققان مربوطه در مراکز تحقیقات نیشکر جمع‌آوری و کنترل شده بود، تعیین گردید.

به منظور بررسی اثر ویژگی‌های خاک و اراضی، به‌ویژه شوری خاک، بر عملکرد نیشکر، از تحلیل‌های آماری شامل آمار توصیفی، ضریب همبستگی، رگرسیون ساده و رگرسیون چندمتغیره استفاده شد. در تحلیل رگرسیون ساده، ویژگی مورد نظر خاک یا سرزمین به‌عنوان متغیر مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. این روش امکان تعیین نوع و میزان ارتباط بین متغیر مستقل و عملکرد و همچنین تعیین سهم متغیر مستقل در تبیین تغییرات عملکرد را فراهم می‌کند (۲).

از آنجا که ویژگی‌های خاک در عمق‌ها و افق‌های مختلف اندازه‌گیری شدند، لازم بود برای هر خاکرخ یک مقدار نماینده از هر ویژگی خاک تعیین شود. بدین منظور، میانگین وزنی با شاخص تصحیح عمق، بر اساس روش سایس و همکاران (۸)، مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب، مقادیر اندازه‌گیری شده در افق‌های مختلف به یک مقدار واحد برای هر خاکرخ تبدیل شدند.

پس از تشکیل پایگاه داده، ویژگی‌های خاک و اراضی، از جمله شوری، به‌عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد نیشکر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. شاخص‌های آماری شامل میانگین، مد، میانه، حداقل، حداکثر، واریانس، انحراف معیار، ضریب چولگی و ضریب کشیدگی محاسبه شدند. همچنین، نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. به‌منظور تعیین شدت و جهت ارتباط عملکرد با ویژگی‌های خاک، از ضریب همبستگی و تحلیل رگرسیون استفاده شد. در نهایت به‌منظور اصلاح فاکتور شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر، روابط رگرسیونی ساده بین هر یک از

ویژگی‌های مهم خاک از جمله شوری و عملکرد نیشکر بررسی شد. مناسب‌ترین رابطه برای هر شوری خاک بر اساس بالاترین ضریب همبستگی و میزان تبیین تغییرات عملکرد انتخاب گردید.

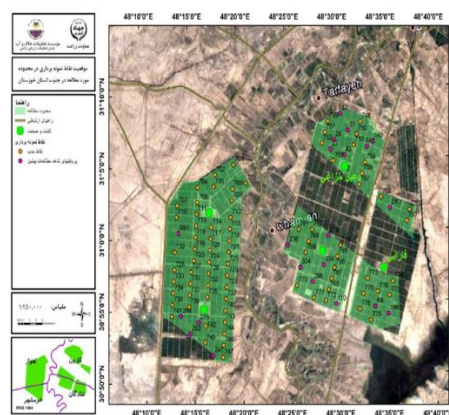
مبنای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی، راهنمای ارزیابی سرزمین برای نباتات خاص فائو (۵) و روش پیشنهادی سایس و همکاران (۸) بود. پس از شناسایی ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد نیشکر، از جمله شوری خاک، بهترین معادله رگرسیونی بین عملکرد و هر ویژگی خاک به‌صورت جداگانه تعیین شد.

برای تعیین حدود کلاس‌های تناسب، مقادیر متناظر با ۸۰، ۴۰ و ۲۰ درصد حداکثر عملکرد روی محور عملکرد مشخص و به منحنی رگرسیون منتقل شد (۵). سپس با رسم خطوط عمودی از نقاط مذکور تا محور مربوط به ویژگی خاک، مقادیر آستانه برای مرز کلاس‌های مختلف تناسب تعیین گردید. بر این اساس، مقدار ویژگی متناظر با ۸۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین کلاس‌های S1 و S2، مقدار متناظر با ۴۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین S2 و S3 و مقدار متناظر با ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان مرز بین S3 و N در نظر گرفته شد. عملکرد معادل ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به‌عنوان عملکرد سربه‌سر در نظر گرفته شد؛ زیرا فائو این سطح عملکرد را در ارزیابی کیفی تناسب اراضی به‌عنوان حد اقتصادی و عملکرد سربه‌سر معرفی کرده است (۵). همچنین، مقادیر مذکور با درجات تناسب متناظر در روش پارامتریک، شامل درجات ۸۵، ۶۰ و ۴۰، تطبیق داده شدند.

بر این اساس، جدول پیشنهادی نیازهای رویشی، خاکی و زمین‌نمای نیشکر برای مناطق مورد مطالعه استخراج و اصلاح شد. جدول اصلاح شده می‌تواند در ارزیابی تناسب اراضی و تعیین مناطق مناسب برای کشت نیشکر در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که برای ارزیابی اعتبار جدول پیشنهادی، از داده‌های ۳۰ خاکرخ استفاده شد که در

جدول و ۳۰ درصد برای صحت‌سنجی جدول پیشنهادی اختصاص یافت.

[illegible]

(ج) اصلاح و تدوین جدول نیازهای رویشی

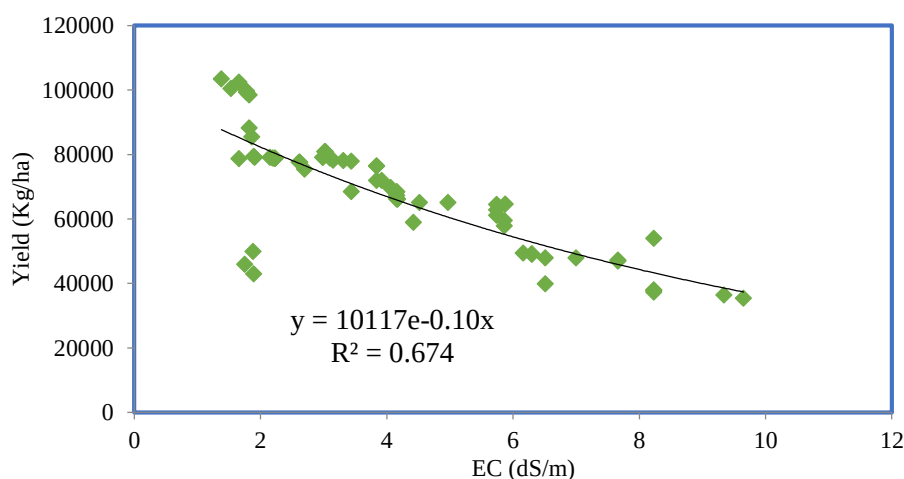
نتایج بررسی‌ها شوری خاک نشان داد که داده‌ها نرمال بوده و دامنه آنها از ۱/۳۸ تا ۹/۶۵ دسی زیمنس بر متر متغیر است. مقدار میانگین و ضریب تغییرات این مشخصه در سرزمین مورد بررسی به ترتیب ۴/۱۴ دسی زیمنس بر متر و ۵۲/۶ درصد می‌باشد. در تحلیل رگرسیون ساده، یک متغیر از مشخصه‌های سرزمین به عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در واقع ساده ترین حالت تحلیل رگرسیون زمانی است که رابطه متغیر مستقل و وابسته خطی باشد. کاربرد اصلی رگرسیون ساده در این بررسی ها، اثر شوری خاک با عملکرد نیشکر می باشد. رابطه رگرسیون تک متغیره برای شوری خاک با عملکرد در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همه معادلات ممکن از جمله خطی، لگاریتمی، نمایی، درجه دوم، توانی و سایر معادلات، استخراج شدند. در نهایت معادله تک متغیره‌ای که دارای بیشترین مقدار ضریب همبستگی بود، انتخاب گردید. بهترین معادله به دست آمده برای پارامتر شوری و عملکرد از نوع نمایی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر از نظر آماری معنی دار بوده و شوری خاک توانسته است حدود ۶۷ درصد از تغییرات

مقدار ویژگی متناظر با ۸۰ درصد حداکثر عملکرد به عنوان
مرز بین کلاس‌های S1 و S2، مقدار متناظر با ۴۰ درصد
حداکثر عملکرد به عنوان مرز بین S2 و S3 و مقدار متناظر
با ۲۰ درصد حداکثر عملکرد به عنوان مرز بین S3 و N در
نظر گرفته شد (جدول ۱).

Class, degree of limitation and rating scale									
Land characteristics	S1	S2	S3	N1	N2				
	0	1	2	3	4	100	95	85	60
Salinity and Alkalinity (n)									
EC (dS/m)	0-2	2-5	5-8	8-10	>10				
ESP (%)	0-10	10-15	15-30	30-35	>35				

جدول ۱. مقادیر اصلاح شده شوری خاک برای نیشکر جهت استفاده در تناسب اراضی

در حالی که در این تحقیق در شوری ۳/۴ نسبت به
شوری آستانه ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد محصول
۱۵/۵ تن در هکتار کاهش یافت. عملکرد واقعی ۱۳/۲ تن
در هکتار تن نسبت به عملکرد پیش بینی شده کاهش
نشان داد. که نتایج بدست آمده با نتایج ویرگند و
همکاران (۱۰) تطابق داشت (شکل ۲).



شکل ۲. بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و مقدار شوری خاک

از نظر ویژگی‌های خاک و محدودیت‌های سرزمین،
بخش عمده اراضی مورد مطالعه در رده Typic
Haplosalids طبقه‌بندی شده و غالباً دارای بافت بسیار
سنگین رسی-سیلتی هستند. همچنین، شوری و سدیمی
بودن خاک و بالا بودن سطح آب زیرزمینی از مهم‌ترین
محدودیت‌های این اراضی محسوب می‌شوند. ترکیب این
عوامل می‌تواند موجب کاهش نفوذپذیری، محدود شدن
آبشویی نمک‌ها و تشدید تجمع نمک در ناحیه ریشه
نیشکر شود.

توصیه ترویجی

نتایج بررسی شوری خاک در اراضی مورد مطالعه
نشان داد که مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک
(ECe) از ۱/۳۸ تا ۹/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بوده و
میانگین آن ۴/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر است. ضریب
تغییرات ۵۲/۶ درصد نیز بیانگر تغییرپذیری قابل توجه
شوری خاک در اراضی مورد بررسی است. بنابراین،
شدت شوری در سطح اراضی یکنواخت نبوده و مدیریت
آن باید متناسب با وضعیت هر واحد اراضی انجام شود.

اساس شدت شوری، وضعیت زهکشی و عمق سطح آب زیرزمینی در هر واحد اراضی تنظیم شوند. با توجه به رابطه بین شوری خاک و عملکرد نیشکر، نتایج این پژوهش می‌تواند برای بازنگری و اصلاح مرزهای شوری در جدول نیازهای رویشی نیشکر مورد استفاده قرار گیرد. تعیین این مرزها بر اساس داده‌های واقعی عملکرد و ECE در شرایط جنوب استان خوزستان، می‌تواند موجب افزایش دقت ارزیابی تناسب اراضی و ارائه توصیه‌های مدیریتی متناسب با شرایط واقعی منطقه شود.

با توجه به این شرایط، مدیریت و بهبود وضعیت زهکشی و کنترل سطح آب زیرزمینی باید در اولویت اقدامات اصلاحی قرار گیرد؛ زیرا در خاک‌های بسیار سنگین و شور، پایین نگه‌داشتن سطح آب زیرزمینی و فراهم کردن امکان خروج املاح از ناحیه ریشه، پیش‌شرط مؤثر برای کاهش شوری است. پس از آن، مدیریت کیفیت و مقدار آب آبیاری و اجرای برنامه مناسب آبشویی نمک‌ها می‌تواند در کنترل شوری و سدیمی بودن خاک مؤثر باشد. بنابراین، توصیه‌های مدیریتی باید بر

منابع مورد استفاده

۱. آزادی، ا.، سید جلالی، س.ع.، دهقان، ر. و نویدی، م. ن. (۱۴۰۰). بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک طی مراحل مختلف رشد نیشکر و برآورد ظرفیت ترسیب کربن آلی. پژوهش‌های خاک، ۳۵(۳): ۲۸۶-۲۹۶.
۲. سلطانی، ا. (۱۳۸۰). احتمالات و آمار برای علوم مهندسی (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه شیراز.
۳. سید جلالی، س.ع.، دهقان، ر.، آزادی، ا.، زین الدینی میمند، ع.، نویدی، م. ن. و محمداسماعیل، ز. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر عوامل خاکی بر رشد نیشکر در اراضی تحت کشت نیشکر در استان‌های خوزستان و مازندران. پژوهش‌های خاک، ۳۴(۳): ۳۵۷-۳۶۳.
۴. شکوه‌فر، ع. ر. و حاجی شرفی، غ. م. (۱۳۸۸). تأثیر تنش شوری بر پارامترهای رشد و عملکرد نیشکر. زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۵(۱): ۱۹-۲۹.
5. FAO. (1983). *FAOSTAT*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
6. Iman Talab, A. R., Hazrati, S., & Pasban Eslam, B. (2024). Evaluation of morphological, physiological, and agronomical traits related to the productivity of some promising rapeseed genotypes in saline areas. *Journal of Crop Breeding*, 16(2), 118-135.
7. Salman, M., Inamullah, Jamal, A., Mihoub, A., Saeed, M.F., Radicetti, E., & Pampana, S. (2023). Composting sugarcane filter mud with different sources differently benefits sweet maize. *Agronomy*, 13(3), 748.
8. Sys, C, E, Van Ranst, J. Debaveye. 1991. Land evaluation, Part I and II. General Administration for development cooperation, Brussels.
9. Van Genuchten, M.Th., and Hoffman, G.J. 1984. Analysis of crop salt tolerance data. P: 258-271. In: Shainberg, I., and J. Shalhevet (eds.), *Soil Salinity under Irrigation. Process and Management*. Springer-Verlag, New York, NY.
10. Wiegand, C., Anderson, G., Lingle, S., & Escobar, D. (1996). Soil salinity effects on crop growth and yield—Illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane. *Journal of Plant Physiology*, 148, 418-424.
11. Zhao, D., Zhu, K., Momotaz, A., & Gao, X. (2020). Sugarcane plant growth and physiological responses to soil salinity during tillering and stalk elongation. *Agriculture*, 10(12), 608.

شفق؛ رقم جدید گندم نان متحمل به تنش شوری و مناسب اقلیم معتدل و گرم کشور

اشکبوس امینی^۱، محمدتقی طباطبایی^{۲*}، محمدحسین صابری^۳، حسین اکبری مقدم^۴، ذبیح الله راوری^۵، داود امین آزر^۶، مجتبی وهابزاده^۷، فرزاد افشاری^۸، عبدالکریم ذاکری^۹، علی ملیحی پور^{۱۰}، سید طه دادرزایی^{۱۱}، محمود عطا حسینی^{۱۲}، شاپور ابراهیم نژاد^{۱۳}، صفرعلی صفوی^{۱۴}، کمال شهبازی^{۱۵}، محسن یاسایی^{۱۶}، نصرت الله طباطبایی^{۱۷}، محمد دالوند^{۱۸}، عزت الله نباتی^{۱۹}، مهرداد چایچی^{۲۰}، محمدعلی دهقان^{۲۱}، رحیم هوشیار^{۲۲}، احمد احمدپورملکشاه^{۲۳}، غلامحسین احمدی^{۲۴}

۱. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
۳. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران.
۵. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران.
۶. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
۷. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان، ایران.
۸. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی شیراز، ایران.
۹. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۱۰. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل (مغان)، ایران.
۱۱. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آ. غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
۱۲. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
۱۳. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۱۴. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.
۱۵. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۱۶. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی دزفول، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.
۱۷. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران.
۱۸. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.
۱۹. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

*. نویسنده مسئول: سید محمدتقی طباطبایی، پست الکترونیک: Staba1349@gmahl.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۱۶

چکیده

رقم شفق حاصل دورگ‌گیری بین رقم گندم متحمل به شوری سیستان به عنوان والد مادری و یک لاین متحمل به شوری^۱ به عنوان والد پدری در بخش تحقیقات به نژادی غلات در کرج و انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک تحت شرایط تنش شوری در ایستگاه مرکزی یزد با هدف تولید ارقام متحمل به شوری با پتانسیل عملکرد بالا می‌باشد. نتایج آزمایش‌های مقایسه عملکرد تحت شرایط آبیاری با آب شور در پنج ایستگاه تحقیقاتی یزد (۸ دسی‌زیمنس بر متر)، اصفهان (۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، کرمان (۹/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، بیرجند (۱۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و زابل (۹/۴ دسی‌زیمنس بر متر) نشان دهنده برتری رقم شفق نسبت به ارقام شاهد ارگ، افق و نارین بود. در آزمایشات سازگاری، این رقم با میانگین عملکرد دانه ۴۹۷۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۷۲۸، ۹۸۶ و ۷۵۹ کیلوگرم نسبت به ارقام شاهد ارگ، افق و نارین و به طور میانگین ۱۶ درصد نسبت به میانگین ارقام شاهد افزایش عملکرد داشت. رقم شفق در آزمایش‌های ترویجی در شرایط زارعین در مکان‌های مختلف تحت شرایط تنش شوری، با میانگین عملکرد ۴۵۲۲ کیلوگرم در هکتار در مجموع به طور میانگین ۴۴۸ کیلوگرم (حدود ۱۱ درصد) نسبت به رقم شاهد نارین افزایش عملکرد داشت. رقم شفق نسبت به بیماری زنگ زرد نیمه حساس تا نیمه مقاوم می‌باشد. این رقم علاوه بر مقاومت به ورس و ریزش دانه و کیفیت نانویی مطلوب (۱۲/۱ درصد پروتئین، سختی دانه ۵۲ و گلوتن مرطوب ۲۸ درصد)، دارای برتری عملکرد نسبت به ارقام شاهد ارگ، افق و نارین، و همچنین سازگاری مناسب در مناطق دارای آب و خاک شور (با شوری آب آبیاری ۶/۳ تا ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) در اقلیم گرم و معتدل کشور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: به‌نژادی، دورگ‌گیری، سازگاری، کیفیت نانویی، مناسب شرایط شور

^۱ 1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir /4/ IRENA/BABAX//PASTOR

بیان مسئله

یکی از عوامل مهم در کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی در جهان امروز تنش شوری می‌باشد (۴). هر ساله در دنیا نزدیک به ۱۰ میلیون هکتار از اراضی کل دنیا، تحت تاثیر تنش شوری قرار دارد که بخش زیادی از اراضی تحت کشت در مناطق خشک دنیا می‌باشد. طبق نظر محققین تا سال ۲۰۵۰ نیمی از اراضی دنیا توسط شوری خاک تهدید می‌شود (۸). حدود ۵۸ درصد از اراضی کشاورزی کشور دارای شوری کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر بوده و در کلاس غیر شور قرار دارند. سطح اراضی کشاورزی با شوری کم (۴-۲ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۱۴ درصد، با شوری متوسط (۸-۴ دسی‌زیمنس بر متر)، ۴۴/۵ درصد و شوری خیلی زیاد (۱۶-۸ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۵/۵ درصد می‌باشد (۴). طبق گزارشات موجود بیش از ۹۰ درصد ایران جزء اقلیم خشک طبقه بندی شده و با توجه به بارندگی کم و تبخیر زیاد در سطح زیادی از ایران، پدیده شوری خاک بسیار گسترده و جدی می‌باشد (۸).

بنابراین، با توجه به اینکه گندم نان محصول استراتژیک است، استفاده از اراضی و آبهای شور و لب شور و با کیفیت پایین، برای استفاده در تولید این گیاه ضروری است. دستیابی به افزایش تولید، تهیه لاین‌ها و ارقام متحمل به شوری با عملکرد پایدار در شرایط تنش شوری را طلب می‌کند، چرا که استفاده از ارقام متحمل به شوری همراه با سایر روش‌ها مانند زهکشی، آبیاری با آبهای شیرین، اصلاح بیولوژیک اراضی، روشهای به-زراعی و زراعت مناسب در اراضی شور و غیره، تولید در شرایط تنش شوری را ممکن می‌سازد (۶، ۵، ۷).

با توجه به اینکه گندم در کلیه اقلیم‌های کشور کشت می‌شود و نظر به اینکه قسمت‌های وسیعی از استان‌های یزد، اصفهان، خراسان جنوبی و رضوی، کرمان، قم، سمنان، فارس، تهران (ورامین تا گرمسار) و سیستان و بلوچستان به نحوی متأثر از شوری (آب و خاک) هستند، لذا یکی از اهداف و اولویتهای اصلی برنامه‌های

به‌نژادی گندم نان در کشور تهیه و معرفی ارقام و لاین‌های با تیپ رشد بهاره/ بینابین، زودرس تا متوسط رس، با عملکرد بالا، کودپذیر (مقاوم به ورس)، دارای کیفیت نانوائی خوب و دارای تحمل نسبت به تنش شوری می‌باشد. هدف از انجام تحقیقاتی که منجر به معرفی رقم شفق گردید نیز یافتن رقم جدیدی از گندم متحمل به شوری برای مناطق دارای آب و خاک شور که دارای صفات عملکرد بالا و پایدار، مقاوم به خوابیدگی و ریزش دانه، متحمل به بیماری‌ها، و دارای کیفیت نانوائی مطلوب نیز باشد، به طوری که هم از لحاظ اقتصادی کشت آن با صرفه‌تر از ارقام رایج بوده و هم چنین باعث تنوع بیشتر ارقام متحمل به شوری برای کشت در مناطق دارای آب و خاک شور کشور گردد (۳ و ۱).

لذا یکی از اهداف مهم محققین در کشور تهیه و معرفی ارقام گندم نان با قابلیت کشت در فصل پاییز و بهار با طول دوره رشد کوتاه (زودرس)، عملکرد خوب، کودپذیری خوب که نسبت به خوابیدگی گندم مقاوم، کیفیت آرد خوب و نسبت به آب و خاک شور تحمل خوبی داشته باشد. در این راستا گندم رقم شفق این خصوصیات را دارا می‌باشد به طوری که از لحاظ اقتصادی کشت آن با صرفه‌تر از ارقام بومی منطقه بوده و باعث افزایش تعداد ارقام گندم در مناطق دارای آب و خاک شور کشور گردیده است.

معرفی دستاورد

نتایج آزمایش مشاهده ای در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در اردکان یزد (با شوری آب آبیاری ۸ دسی‌زیمنس بر متر) نشان داد که رقم شفق (کد MS-94-14) با میانگین عملکرد دانه ۵۶۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به ارقام شاهد بم و ارگ به ترتیب ۹۱۹ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برتری عملکرد نشان داد و با توجه به عملکرد دانه بالا و خصوصیات مناسب زراعی (وزن هزاردانه، عدم چروکیدگی، زودرسی، ارتفاع مناسب بوته و غیره) برای بررسی بیشتر در آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی تحمل

هکتار در مقایسه با ارقام شاهد افق و ارگ (به ترتیب با میانگین عملکرد ۳۶۶۸ و ۳۴۶۲ کیلوگرم در هکتار برتری داشت (جدول ۱). در این آزمایش رقم شفق با توجه به عملکرد بالا و برتری نسبت به شاهد‌ها برای ادامه بررسی در آزمایش مقایسه عملکرد پیشرفته تکراردار انتخاب شد (۲).

به شوری در اقلیم معتدل انتخاب شد (۲). در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در آزمایش ارزیابی مقدماتی تحمل به شوری که بدون تکرار و با شرکت ۱۴۵ لاین (با احتساب شاهد‌های ارگ و بم) به صورت یکنواخت در مناطق شور معتدل (یزد، زابل و بیرجند) در شرایط تنش شوری اجرا گردید. رقم شفق با میانگین عملکرد ۴۰۸۶ کیلوگرم در

جدول ۱: میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) رقم شفق و ارقام شاهد در آزمایش ارزیابی مقدماتی تحمل به شوری در ایستگاه‌های مناطق معتدل و گرم در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

رقم	یزد	بیرجند	زابل	میانگین عملکرد	درصد برتری نسبت به شاهد
شفق	۴۴۶۷	۴۷۹۲	۳۰۰۰	۴۰۸۶	**
افق (شاهد ۱)	۴۳۱۹	۴۰۴۸	۲۶۳۷	۳۶۶۸	۱۱
ارگ (شاهد ۲)	۳۴۴۳	۴۲۹۸	۲۶۴۵	۳۴۶۲	۱۸

کنیا، دارای واکنش مقاومت نسبت به این نژاد بوده است (۲).

نتایج بررسی‌های مربوط به کیفیت نانوايي

میانگین خصوصیات مربوط به کیفیت نانوايي رقم شفق و ارقام شاهد که در سال‌های متفاوت و ایستگاه‌های مختلف تحت تنش شوری انجام گرفته، در جدول ۳ نشان داده شده است. رقم شفق با رنگ دانه زرد و ۱۲/۱ درصد پروتئین دانه از کیفیت نانوايي مطلوبی برخوردار بود. درصد پروتئین ارقام شاهد شامل ارگ (۱۱/۷)، افق (۱۲/۱) و نارین (۱۱/۱) می‌باشند. حجم رسوب زلنی این رقم در حدود ۳۳ بود که نشان دهنده کیفیت و کمیت مطلوب پروتئین آن بوده و از لحاظ این صفت نیز برتر یا در حد شاهد‌های ارگ (۳۲)، افق (۳۳) و نارین (۲۹) بود. رقم شفق به طور میانگین دارای ۲۸ درصد گلوتن مرطوب بود. حجم رسوب با SDS رقم شفق ۵۸/۵ بود که از لحاظ این صفت نیز در حد ارقام شاهد بود. بطور کلی این رقم دارای کیفیت نانوايي خوب و قابل قبولی می‌باشد (جدول ۳).

در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۴، رقم شفق در آزمایش بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امید بخش در مناطق شور در ایستگاه‌های یزد، بیرجند، اصفهان، زابل و کرمان تحت شرایط آبیاری با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دو ساله ژنوتیپ‌ها بر اساس آزمون LSD در پنج ایستگاه (جدول ۲) نشان داد که رقم شفق با میانگین عملکرد ۴۹۷۳ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را در بین لاین‌های مورد بررسی به خود اختصاص و به ترتیب مقدار ۷۲۷، ۹۸۲ و ۷۵۴ کیلوگرم نسبت به ارقام ارگ (۴۲۴۵ کیلوگرم در هکتار)، افق (۳۹۸۷ کیلوگرم در هکتار) و نارین (۴۲۱۴ کیلوگرم در هکتار) افزایش عملکرد داشت (جدول ۲). از نظر بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای نیز این رقم با واکنش مقاوم تا نیمه حساس وضعیت مناسب‌تری از ارقام شاهد و سایر لاین‌های مورد بررسی داشت. علاوه بر این، این رقم بر اساس نتایج ارزیابی‌های انجام شده برای بیماری زنگ سیاه (نژاد Ug99) در سالهای ۱۴۰۱ در کشور

جدول ۲: مقایسه عملکرد دو ساله عملکرد دانه (آزمون LSD) و نتایج مربوط به بیماری‌ها در ایستگاه‌های مختلف در آزمایش ERWYT-Salinity (تعیین VCU) (۹۶-۱۳۹۴)

رقم	میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)						میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		واکنش به زنگ
	یزد	بیرجند	اصفهان	زابل	کرمان	هکتار	هکتار	واکنش به زنگ زرد (۹۶-۱۳۹۴)	واکنش به زنگ قهوه ایی (۹۶-۱۳۹۴)
نارین (شاهد ۱)	۴۶۳۳	۲۴۰۶	۵۶۵۶	۲۵۷۱	۴۸۰۴	۴۲۱۴def	۱۰MR	۰	۲۰MS
افق (شاهد ۲)	۳۵۶۳	۳۰۲۲	۵۴۹۸	۲۴۵۰	۵۴۰۲	۳۹۸۴ef	۶۰MS	۰	۲۰MS
ارگ (شاهد ۳)	۴۹۴۶	۳۳۳۱	۵۵۸۳	۲۶۴۹	۴۷۱۵	۴۲۴۵cdef	۲۰MR	۲۰R	۵MS
شفق	۴۹۲۱	۴۱۷۲	۵۹۷۰	۳۹۵۹	۵۸۴۴	۴۹۷۳a	۲۰MR	۱۰R	۵MS

جدول ۳: میانگین صفات مرتبط با کیفیت نانوائی رقم گندم شفق و ارقام شاهد در شرایط تنش شوری آب و خاک

رقم	درصد	حجم	حجم	شاخص	درصد گلوتن	درصد	سختی	عدد زلنی
گندم	پروتئین	رسوب	نان	گلوتن	مرطوب	جذب آب	دانه	
شفق	۱۲/۱	۵۸/۵	۴۹۳	۳۲/۵	۲۸	۶۳/۹	۵۲	۳۲/۵
ارگ	۱۱/۷	۵۶/۵	۴۸۵	۳۰/۲	۲۴	۶۳/۶	۵۰	۳۲/۴
افق	۱۲/۱	۵۸/۱	۴۸۷/۵	۴۵/۱	۲۶	۶۴/۳	۵۰	۳۳/۵
نارین	۱۱/۱	۵۰/۱	۴۸۰	۳۳/۲	۲۴	۶۳/۱	۴۸	۲۹/۳

بررسی رقم شفق در آزمایش‌های تحقیقی-ترویجی

نتایج آزمایش‌های تحقیقی-ترویجی به تفکیک نوع آزمایش، در سال‌ها و مکان‌های مختلف اجرا در شرایط تنش شوری در جدول ۴ نشان داده شده است.

همانطور که مشخص می‌باشد برتری این رقم در آزمایش‌های تحقیقی-ترویجی اجرا شده در شرایط زارعین در مناطق مختلف دارای آب و خاک شور، نسبت به ارقام شاهد مورد کشت در این مناطق نیز مشهود بود، و این برتری در تمامی مناطق (به جز آزمایش‌های ترویجی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ برخوار اصفهان مشاهده شد. به طوریکه رقم شفق با میانگین عملکرد ۴۹۷۳ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با میانگین عملکرد ۴۱۴۷ کیلوگرم در هکتار ارقام شاهد (ارگ، افق و نارین به ترتیب با میانگین عملکرد ۴۲۴۵، ۳۹۸۴ و ۴۲۱۴ کیلوگرم در هکتار) برتری داشت. به عبارت دیگر نسبت به میانگین

عملکرد دانه ارقام شاهد در شرایط زارعین ۸/۴۵ درصد افزایش عملکرد داشت. نتایج بررسی‌های انجام شده اعم از ارزیابی‌های مشاهده‌ای، ارزیابی مقایسه عملکرد مقدماتی، پیشرفته سازگاری و همچنین بررسی‌های تحقیقی-ترویجی نشان دهنده برتری رقم شفق نسبت به شاهد‌های آزمایش شامل ارقام افق، ارگ و نارین در اراضی کشاورزی با آب و خاک شور در منطقه معتدل و گرم بود. رقم شفق دارای تیپ رشد بهاره با طول دوره رشد متوسط‌ترس بوده، و در مجموع نسبت به ارقام تجاری متحمل به شوری (افق، نارین و ارگ) دارای برتری نسبی عملکرد سازگاری بالاتری می‌باشد. این رقم همچنین مقاوم به خوابیدگی و ریزش دانه می‌باشد (جدول ۵). خصوصیات زراعی و مورفولوژی رقم شفق و شاخص‌های پایداری عملکرد دانه این رقم به همراه ارقام شاهد در آزمایش سازگاری در پنج ایستگاه تحقیقاتی

تحت شرایط تنش شوری آب و خاک به ترتیب در
جداول ۵ و ۶ آورده شده است. شکل ۱ نیز تصویر این

جدول ۴: نتایج بررسی های شرایط زارعین (آزمایشات ترویجی) رقم شفق در مناطق مختلف با آب و خاک شور*

سال اجرای پروژه	مناطق اجرای پروژه	عملکرد رقم شفق (کیلوگرم در هکتار)	ارقام شاهد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد شاهد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش (+)/کاهش (-) نسبت به شاهد
۱۳۹۷-۹۸	اصفهان (نابین)	۴۶۴۰	افق	۳۶۲۰	+۲۸/۲
۱۳۹۷-۹۸	اصفهان (برخوار)	۳۵۳۰	نارین	۳۹۵۰	-۱۰/۶
۱۳۹۷-۹۸	زابل (هیرمند)	۴۱۰۰	نارین	۳۷۰۰	+۱۰/۸
۱۳۹۸-۹۹	کرمان (علی آباد)	۴۸۶۸	نارین	۴۵۵۰	+۶/۹
۱۳۹۸-۹۹	کرمان (الله آباد)	۴۹۲۰	نارین	۴۵۷۴	+۷/۶
۱۳۹۸-۹۹	سمنان	۳۹۹۷	برزگر	۳۸۸۰	+۳
۱۴۰۲-۰۳	یزد (بافق)	۵۶۰۰	پریان	۴۲۵۰	+۱۳/۳

* دامنه شوری آب آبیاری بین ۶/۳ تا ۱۱/۶ دسی زیمنس بر متر بود.

جدول ۵: خصوصیات زراعی و مورفولوژی رقم شفق مناسب کشت در مناطق معتدل و گرم دارای آب و خاک شور†

خصوصیات رقم	شفق	ارگ	نارین
منشاء	ایران	ایران	ایران
عادت رشد (عادت گلدهی)	بهاره	بهاره	بهاره
میانگین عملکرد دانه در آزمایشات سازگاری (تن در هکتار)	۴۹۷۳	۴۲۴۵	۴۲۴۱
عملکرد دانه در شرایط زارعین (تن در هکتار)	۴۵۲۲	***	۴۱۹۴
ارتفاع گیاه (سانتی متر)	۷۶	۷۵	۷۶
خوابیدگی	مقاوم	مقاوم	مقاوم
ریزش دانه	مقاوم	مقاوم	مقاوم
رنگ سنبله (گلوم)	سفید	قهوه ایی	قهوه ایی
وزن هزار دانه (گرم)	۳۷	۳۷	۳۸
تعداد روز تا گلدهی (از زمان کاشت)	۱۵۲	۱۵۱	۱۵۰
درصد پرتین دانه (میانگین)	۱۲/۱	۱۱/۷	۱۱/۱
میانگین سختی دانه	۵۲	۵۰	۴۸
میانگین درصد گلو تن مرطوب دانه	۲۸	۲۴	۲۴
واکنش نسبت به زنگ زرد (در مکانهای مختلف)	نیمه مقاوم تا نیمه حساس	نیمه حساس	نیمه حساس
واکنش نسبت به زنگ قهوه ای (در مکانهای مختلف)	نیمه حساس	نیمه حساس	نیمه حساس
واکنش نسبت به نژاد Ug99 زنگ سیاه	نیمه حساس	نیمه حساس	نیمه حساس

† مقادیر این خصوصیات (به جز بیماری ها) مربوط به میانگین آزمایشات مقایسه عملکرد دانه در شرایط تنش شوری می باشد (محدوده شوری آب آبیاری ۸-۱۲ دسی زیمنس بر متر).

جدول ۶: شاخص‌های پایداری عملکرد دانه رقم شفق در مقایسه با ارقام شاهد در آزمایش سازگاری در پنج ایستگاه تحقیقاتی تحت شرایط تنش شوری آب و خاک در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۴

رقم	عملکرد دانه (t/ha)	میانگین رتبه (R)	انحراف معیار رتبه (SDR)	شاخص نسبی عملکرد (%) YIR	ضریب تغییرات محیطی (CV%)	شاخص پایداری (Pi)
نارین	۴۲۱۴def	۱۰/۱۰	۶/۸۵۵	۹۹	۳۱/۴۲	۰/۵۵۶
افق	۳۹۸۷ef	۱۲/۷۰	۵/۸۵۱	۹۳	۳۶/۱۹	۰/۸۲۸
ارگ	۴۲۴۵cdef	۱۰/۲۰	۵/۴۳۲	۹۹	۳۰/۲۰	۰/۵۷۳
شفق	۴۹۷۳a	۴/۰۵	۳/۹۱۹	۱۱۶	۲۴/۶۳	۰/۰۵۹



شکل ۱: نمایی از رقم شفق گندم در زمان رسیدن دانه

توصیه‌های ترویجی

با توجه به پتانسیل عملکرد بالا و برتری عملکرد رقم شفق نسبت به ارقام شاهد (در هر دو شرایط تحقیقاتی و زارعین)، سازگاری خوب در مناطق معتدل و گرم دارای آب و خاک شور، مقاومت به خوابیدگی، مقاومت به ریزش دانه، کیفیت خوب رقم شفق در مقایسه با ارقام شاهد ارگ، افق و نارین این رقم جهت کشت در اراضی تحت تنش شوری آب و خاک (شوری آب آبیاری ۸ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (در اقلیم معتدل و گرم کشور) استان‌های یزد، کرمان، خراسان جنوبی و رضوی، فارس، سیستان (زابل)، قم، سمنان و قسمت‌هایی از استان اصفهان پیشنهاد می‌گردد. تاریخ کاشت مناسب رقم شفق در اراضی تحت تنش شوری در اقلیم معتدل و گرم از

اوایل تا اواخر آبان ماه می‌باشد. تیمارهای کودی در اراضی شور از اهمیت خاصی برخوردار بوده و میزان مصرف کودهای شیمیایی بسته به نوع خاک، زراعت قبلی و سایر عوامل متفاوت است. به‌طور کلی توصیه بر مصرف کودها بر اساس تجزیه خاک و نتایج آزمایشگاه خاکشناسی و تحت مشاوره کارشناس تغذیه گیاهی می‌باشد. میزان بذر بسته به نوع خاک، تهیه بستر، تاریخ کاشت و سایر عوامل متفاوت می‌باشد. با توجه به عملیات زراعی خاص در خاک‌های شور، تراکم بذر رقم شفق ۵۰۰ دانه در مترمربع در نظر گرفته می‌شود که براساس وزن هزار دانه آن، حدود ۱۸۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است. کاشت رقم شفق در شرایط شور، با توجه به این که تجمع شوری اکثراً بر روی بالای پشته‌ها انجام

می‌گیرد، به صورت جوی و پشته‌ای توصیه نمی‌شود. مناسب‌ترین روش کاشت رقم شفق در شرایط شور کشت نواری می‌باشد. علاوه بر این بهتر است در هنگام کشت رقم شفق در شرایط شور از روش هیرم‌کاری به جای خشکه‌کاری استفاده نمود. این روش علاوه بر شستشوی نمک از سطح خاک در هنگام کاشت، بستری مناسب برای بذور جوانه زده مهیا نموده و باعث افزایش درصد

بوته‌های سبز و عدم وجود سله می‌گردد. زراعت گندم در اراضی شور در استان‌های یزد، اصفهان، کرمان، خراسان و زابل در تناوب با یونجه و پنبه و در سال‌های اخیر با کلزا است، ولی در زمین‌های با شوری بالای ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تناوب زراعی گندم محدود به یونجه و جو می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. امینی، ا. (۱۴۰۴). گزارش معرفی رقم جدید متحمل به شوری شفق، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۳۱ صفحه.
۲. امینی، ا. (۱۳۹۳). بررسی ارقام و لاین‌های گندم نان در آزمایشات مقایسه عملکرد پیشرفته یکنواخت مناطق شور (Salt-ARWYT) سال زراعی ۱۳۹۳-۹۴، بخش تحقیقات غالت، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۲۶ صفحه.
۳. امینی، ا.، امیرنیا، ر.، و قزوینی، ح. (۱۳۹۴). ارزیابی تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط مزرعه. نهال و بذر، ۳۱ (۱): ۹۵-۱۱۵.
۴. امینی، ا.، طباطبایی، م.ت.، اکبری مقدم، ح.، راوری، س.، امین آزر، د. و تجلی، ح. (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد دانه و پایداری آن در ژنوتیپ‌های گندم نان در مناطق شور ایران. علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۱ (۴): ۱۹۱-۲۰۲.
۵. خورسندی، ف.، هاشمی نژاد، ی. (۱۳۹۷). کشاورزی در شرایط شور. نشر آموزش، ۳۲۲ صفحه.
۶. سعادت، س.، رضایی، ج.، اسماعیل نژاد، ل.، میرخانی، ر.، باقری، ی.ر. (۱۴۰۲). نشریه فنی نقشه شوری خاک‌های کشاورزی ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، شماره ثبت ۶۴۴۴۷/۱۴۰۲.
۷. طباطبایی، م. ت. (۱۳۸۹). بررسی درتوده‌های دورگ و نسل‌های درحال تفکیک گندم در شرایط خاک و آب شور. ۲۸ صفحه. (گزارش نهایی).

8. Amini, A., M. Vahabzadeh, D. Afiuni, M.H. Saberi and M.T. Tabatabaei. (2008). Study of adaptation and grain yield stability of wheat genotypes in salt affected regions of Iran. 18th EUCARPIA General Congress. Valencia, Spain, 9-12 Sept. 2008.