

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 فیزیکوشیمیایی 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 ۱۵-۱۰ 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، جبریلین‌ها، 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 زارعی 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.