

واکنش ارقام محلی برنج به شوری خاک در شرایط کنترل شده در شهر یاسوج

احمد مجیدی مهر^{۱*}، رضا امیری فهلیانی^۲، غلامحسن رنجبر^۳

۱ و ۳- استادیار و دانشیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

* نویسنده مسئول: a.majidimehr@areeo.ac.ir

چکیده

برنج یکی از گیاهانی است که به شوری آب و خاک بسیار حساس است و این حساسیت در مراحل گیاهچه‌ای و گلدهی بیشتر خود را نشان می‌دهد. نمک اضافی در آب آبیاری یا خاک می‌تواند رشد گیاه را مختل کرده و عملکرد محصول را به شدت کاهش دهد. برای شناسایی ارقام متحمل به شوری، آزمایشی روی ۱۰ رقم بومی برنج ایرانی در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج انجام شد. گیاهان در چهار سطح شوری مختلف از صفر، ۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌مولار نمک کشت شدند و پس از برداشت، عملکرد شلتوک آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش میزان شوری، عملکرد تمام ارقام کاهش یافت و در بالاترین سطح شوری، این کاهش به ۶۲ درصد رسید که بسیار قابل توجه بود. رقم محلی لنجان عسکری با بالاترین عملکرد (۴۹/۴۵ گرم شلتوک در گلدان) و پس از آن ارقام محلی یاسوج، کامفیروز و دم‌سیاه ممسنی بیشترین عملکرد در شرایط شوری بالا را داشتند. در مقابل، رقم محلی غریب (۳۱/۹۰ گرم شلتوک در گلدان) ضعیف‌ترین عملکرد را در این شرایط شوری نشان داد. براساس یافته‌های این پژوهش، برای کشت در زمین‌های شور منطقه، ارقام لنجان عسکری، محلی یاسوج و کامفیروز بهترین گزینه هستند و بیشترین عملکرد شلتوک را در شرایط شوری نشان دادند. در مقابل، رقم غریب کمترین عملکرد شلتوک را به‌خود اختصاص داد که به کشاورزان توصیه می‌شود از کشت آن در این گونه زمین‌ها خودداری کنند.

واژگان کلیدی: ارقام بومی، برنج، شوری، عملکرد شلتوک

بیان مساله

برنج دومین غله مهم کشور از نظر تأمین امنیت غذایی است. براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ حدود ۷۲۰۳۰۴ هکتار از اراضی کشور زیر کشت برنج بوده و بیش از ۳۳۲۰۹۵۴ تن شلتوک تولید شده است (آمارنامه محصولات کشاورزی، ۱۴۰۵). یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که تولید این محصول را تهدید می‌کند، شوری آب و خاک است. برنج در اوایل مرحله گیاهچه‌ای و گلدهی به شوری بسیار حساس است و نمک اضافی موجود در خاک می‌تواند خسارات جدی به این گیاه وارد کند، رشد طبیعی آن را مختل سازد و توان واقعی ارقام مختلف برنج را در تولید محصول کاهش دهد. به همین دلیل، شوری یکی از موانع اصلی افزایش تولید برنج در جهان به‌شمار می‌رود (شریفی، ۱۳۹۸).

خاک شور به خاکی گفته می‌شود که هدایت الکتریکی عصاره اشباع آن بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر باشد که معادل حدود ۴۰ میلی‌مولار نمک است. این میزان از شوری به‌تنهایی می‌تواند تولید محصولات زراعی به‌ویژه در برنج را به‌طور چشمگیری کاهش دهد. تجمع بیش‌ازحد یون سدیم در گیاه برنج باعث بروز مسمومیت در گیاه شده و در نهایت عملکرد محصول را پایین می‌آورد. شوری آثار مخربی بر فرآیندهای حیاتی گیاه برنج از جمله آسیب به دیواره سلولی، کاهش فتوسنتز، ضعیف شدن جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و در نتیجه کاهش محصول نهایی دارد (ایراکوز و دیگران، ۲۰۲۰).

در سطح جهانی، بیش از ۱۳۸۱ میلیون هکتار از اراضی دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارند که بیش از ۱۰ درصد کل زمین‌های کره زمین را شامل می‌شود. همچنین تخمین زده شده است که ۱۰ درصد از اراضی آبی و ۱۰ درصد از اراضی دیم جهان دچار

مشکل شوری هستند. ایران یکی از ۱۰ کشوری است که روی هم رفته ۷۰ درصد خاک‌های شور جهان را در اختیار دارند (فائو، ۲۰۲۵). در کشور ما، مناطق مهم برنج‌کاری از جمله اراضی شالیزاری حاشیه دریای خزر، استان خوزستان و استان گلستان با معضل شوری دست و پنجه نرم می‌کنند.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تحمل گیاهان به شوری یک ویژگی پیچیده ژنتیکی است که فرایندهای متعدد بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی را دربر می‌گیرد (مونس و تستر، ۲۰۰۸). در این میان، یکی از کارآمدترین راهکارها برای مقابله با این مشکل، شناسایی و معرفی ارقامی است که بتوانند در شرایط شور عملکرد قابل قبولی داشته باشند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی عملکرد دانه برخی از ارقام بومی برنج ایرانی در شرایط تنش شوری انجام شده است تا بتوان ارقام مناسب را به کشاورزان مناطق دارای آب و خاک شور معرفی کرد.

معرفی دستاورد

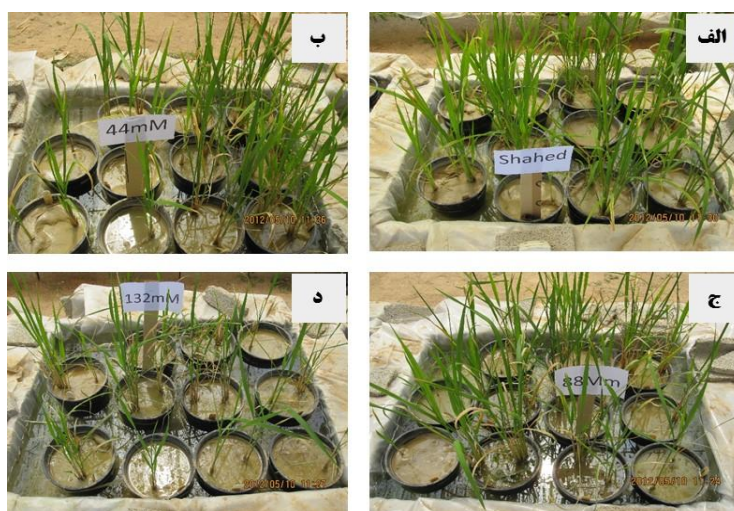
به منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد شلتوک ارقام بومی برنج، آزمایشی گلدانی بر اساس پروتکل‌های استاندارد موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج طراحی و اجرا شد. طرح آزمایشی از نوع اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود؛ به این ترتیب که تنش شوری در چهار سطح صفر، ۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌مولار کلرید سدیم به عنوان فاکتور اصلی و ده رقم برنج ایرانی به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند (جدول ۱).

جدول ۱- ژنوتیپ‌های برنج مورد ارزیابی

ژنوتیپ	منشأ	روز تا رسیدگی
غریب*	مؤسسه تحقیقات برنج کشور-گیلان	۱۳۰-۱۴۵
محلی یاسوج	کهگیلویه و بویراحمد - یاسوج	۱۵۰-۱۶۰
چمپای لوداب	کهگیلویه و بویراحمد - لوداب	۱۵۰-۱۶۰
شهری لوداب	کهگیلویه و بویراحمد - لوداب	۱۵۰-۱۶۰
لاین ۳۰۴	مؤسسه تحقیقات برنج کشور-گیلان	۱۳۰-۱۴۵
لنجان عسکری	اصفهان - فلاارد	۱۵۰-۱۶۰
کامفیروز	فارس - کامفیروز	۱۵۰-۱۶۰
دم‌سیاه ممسنی	فارس - ممسنی	۱۷۰-۱۸۰
موسی طارم	مؤسسه تحقیقات برنج کشور-گیلان	۱۷۰-۱۸۰
حسن سرایی	مؤسسه تحقیقات برنج کشور-گیلان	۱۷۰-۱۸۰

پس از جوانه‌زنی، بذرها برای خزانه‌گیری به ظرف‌های حاوی بستر ترکیبی از ۵۰ درصد خاک معمولی و ۵۰ درصد ماسه انتقال یافتند و تا رسیدن به مرحله دو تا سه برگی در خزانه نگهداری شدند. در مرحله بعد، گیاهچه‌ها به گلدان‌های اصلی پر شده از ماسه خالص به عنوان بستر کشت منتقل شدند. انتخاب ماسه به جای خاک معمولی، امکان کنترل دقیق غلظت نمک و عناصر غذایی در محیط ریشه را فراهم می‌آورد. در هر گلدان سه نشاء با رعایت فاصله پنج سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد و گلدان‌ها درون جعبه‌هایی با ابعاد ۹۷×۷۹ سانتی‌متر که با پلاستیک عایق‌بندی شده بودند قرار گرفتند تا شرایط مزرعه‌ای تا حد ممکن شبیه‌سازی شود. آبیاری گیاهان از همان ابتدا با محلول هوگلند آغاز شد؛ بدین صورت که در مراحل اولیه رشد، از یک

چهارم غلظت این محلول استفاده شد و با بزرگ‌تر شدن بوته‌ها و افزایش نیاز غذایی، به تدریج تا نصف غلظت کامل هوگلند افزایش یافت. اسیدیته محلول نیز در تمام مدت آزمایش روی ۶/۵ تنظیم و حفظ شد. دو هفته پس از نشاءکاری و استقرار کامل بوته‌ها، اعمال تنش شوری در مرحله چهارم برگی آغاز شد. به‌منظور جلوگیری از شوک اسمزی ناگهانی و فراهم آوردن فرصت کافی به‌منظور سازگاری تدریجی گیاهان با تنش شوری، اعمال تیمارها به‌صورت پلکانی و در بازه‌های زمانی مشخص انجام پذیرفت. بدین ترتیب که در هر مرحله، مقدار ۲۵ میلی‌مولار از ترکیب کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت مولی ۳:۱ (سه‌بخش کلرید سدیم به یک‌بخش کلرید کلسیم) به محلول پای‌ه‌ی هوگلند افزوده شد. براین اساس، برای دستیابی به سطوح نهایی شوری معادل ۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌مولار کلرید سدیم، به ترتیب مقادیر ۳۳، ۶۶ و ۹۹ میلی‌مولار کلرید سدیم و یک‌سوم این مقادیر یعنی ۲۲، ۴۴ و ۸۸ میلی‌مولار کلرید کلسیم به محیط کشت اضافه شد. شایان ذکر است که انتخاب این ترکیب نمکی با نسبت مزبور، به‌منظور شبیه‌سازی هرچه نزدیک‌تر به شرایط شوری طبیعی خاک‌های منطقه‌ی مورد مطالعه (یاسوج) صورت پذیرفت. در نهایت، چهارسطح تنش شوری شامل شاهد (صفر)، ۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌مولار (بر اساس غلظت معادل کلرید سدیم) محقق شد. در طول دوره آزمایش، محلول هر جعبه هر هشت روز یک‌بار به‌طور کامل تعویض شد تا از تجمع بیش از حد نمک و کاهش عناصر غذایی جلوگیری به‌عمل آید؛ در فاصله میان تعویض‌ها نیز در صورت نیاز، آب معمولی به جعبه‌ها افزوده می‌شد. در نهایت، در زمان رسیدن محصول، بوته‌های هر گلدان به‌طور جداگانه برداشت شده و وزن شلتوک برنج به‌عنوان شاخص اصلی عملکرد اندازه‌گیری و ثبت شد. در شکل ۱ نمایشی از وضعیت آزمایش نشان داده شده است.



شکل ۱- نمایشی از وضعیت گیاهان در شرایط شاهد (الف) و سطوح شوری ۴۴ میلی‌مولار (ب)، ۸۸ میلی‌مولار (ج) و ۱۳۲ میلی‌مولار (د) (مجیدی‌مهر و همکاران، ۲۰۲۵)

براساس نتایج به‌دست آمده، تنش شوری و نوع رقم هر کدام به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری بر میزان شلتوک برنج داشتند، اما اثر متقابل این دو عامل بر یکدیگر معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری، عملکرد تمامی ارقام مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، باین‌حال، اثر متقابل رقم $\times$ شوری معنی‌دار نبود که حاکی از عدم وجود پاسخ‌های افتراقی معنی‌دار در بین ارقام نسبت به تنش شوری است؛ بدین معنا که الگوی کاهش عملکرد در پاسخ به افزایش شوری در همه ارقام مشابه بوده و هیچ‌یک از ارقام واکنش آماری متفاوتی از خود نشان ندادند. بررسی اثر سطوح مختلف شوری بدون در نظر گرفتن

نوع رقم، نشان داد که با افزایش غلظت نمک، عملکرد شلتوک به طور چشمگیری کاهش یافت؛ به گونه ای که غلظت های ۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی مولار کلرید سدیم به ترتیب موجب کاهش ۳۴، ۵۱ و ۶۲ درصدی عملکرد شلتوک در مقایسه با تیمار شاهد شدند. این روند کاهشی با یافته های سایر پژوهشگران همخوانی دارد و تأیید می کند که افزایش عقیمی و دانه های پوک، پنبه ای شدن خوشه و افزایش لکه های قهوه ای از علائم بارز تنش شوری هستند که منجر به افت عملکرد در فاز زایشی می شوند. بر اساس نتایج غیرمعمولی دار بودن اثر متقابل شوری $\times$ ژنوتیپ رقم لنجان عسکری با میانگین ۴۹/۴۵ گرم شلتوک در هر گلدان بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد، در حالی که رقم غریب با ۳۱/۹۰ گرم کمترین عملکرد را داشت. شایان ذکر است که ارقام لنجان عسکری، محلی یاسوج، کامفیروز و دمسیاه ممسنی از نظر میزان شلتوک با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

نکته ای که در تفسیر این نتایج باید مدنظر قرار گیرد، تفاوت در طول دوره رشد ارقام است. ارقام لنجان عسکری، محلی یاسوج و کامفیروز از گروه ارقام متوسط ترس و رقم غریب از گروه ارقام زودرس هستند. با توجه به همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و طول دوره رسیدگی، بخشی از برتری عملکرد رقم لنجان عسکری نسبت به رقم غریب را می توان به دیررس تر بودن آن نسبت داد. با این حال، لاین اصلاحی ۳۰۴ که طول دوره رسیدگی مشابهی با رقم غریب داشت، عملکردی بالاتر از غریب اما پایین تر از لنجان عسکری نشان داد؛ این امر نشان می دهد که تفاوت عملکردی لنجان عسکری با ۳۰۴ را نمی توان به طول دوره رسیدگی نسبت داد و احتمالاً ناشی از پتانسیل ژنتیکی برتر لنجان عسکری در سازگاری با تنش شوری است. بنابراین توصیه می شود در پژوهش های مشابه، ارقام بر اساس طول دوره رسیدگی دسته بندی شده و ارزیابی تحمل به شوری در درون هر گروه به صورت مستقل انجام گیرد، تا سهم این عامل از پتانسیل ذاتی تحمل به شوری جدا شده و قضاوت دقیق تری درباره ظرفیت واقعی هر رقم در شرایط شور امکان پذیر شود (رنجبر و آنالقی، ۱۴۰۲).

توصیه های ترویجی

- ۱- در این مطالعه، رقم لنجان عسکری از نظر میانگین عملکرد شلتوک در شرایط اعمال شوری، برتری نسبی نسبت به سایر ارقام نشان داد و می تواند به عنوان یک کاندیدای امیدبخش برای کشت در مناطق شور معرفی شود. همچنین ارقام محلی یاسوج، کامفیروز و دمسیاه ممسنی نیز عملکرد مطلوبی داشتند که امکان استفاده از آنها به عنوان ارقام جایگزین وجود دارد. رقم غریب نیز به دلیل افت شدید عملکرد، برای کشت در اراضی شور مناسب تشخیص داده نشد.
- ۲- پیش از اینکه کشاورزان سطح زیر کشت ارقام متحمل به شوری را گسترش دهند، توصیه می شود به جهت کسب نتایج دقیق این طرح در سطح مزرعه هم آزمایش شود.
- ۳- ارقام بومی و محلی در طول سال ها با شرایط آب و هوایی و خاکی منطقه خود سازگار شده اند و در برابر تنش هایی مانند شوری مقاومت بیشتری دارند. بنابراین توصیه می شود کشاورزان مناطق شور، ارقام محلی و اصلاح شده متحمل به شوری را در اولویت کشت قرار دهند.

فهرست منابع

- آمارنامه محصولات کشاورزی. ۱۴۰۵. گزارش سالیانه. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.
- رنجبر، غ.ح. و آنالقی، ا. ۱۴۰۲. مفاهیم تنش شوری و واکنش گیاه. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. چاپ دوم. ۱۷۹ صفحه.

شریفی، پ. ۱۳۹۸. ارزیابی، اهلی سازی، روش های اصلاح و آخرین یافته های اصلاحی در برنج، سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی ایران.

مجیدی مهر، ا.، امیری فہلیانی، ر. و معصومی اصل، ا. ۱۳۹۳. بررسی صفات بیوشیمیایی و شیمیایی ژنوتیپ های مختلف برنج تحت تنش شوری. تحقیقات غلات ۴(۱): ۴۵-۵۸.

FAO. (۲۰۲۰). Crop prospects and food situation. Quarterly global report (Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations). Available at: <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-launches-first-major-global-assessment-of-salt-affected-soils-in-۵۰-years/en>.

Irakoze, W., Prodjimoto, H., Nijimbere, S., Rufyikiri, G., and Lutts, S. (۲۰۲۰). NaCl and Na^۲SO₄ salinities have different impact on photosynthesis and yield-related parameters in rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy*; ۱۰(۶), ۸۶۴.

Munns, R., & Tester, M. (۲۰۰۸). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review Plant Biology*; ۵۹(۱), ۶۵۱-۶۸۱.

MajidiMehri, A., Amiri-Fahliani, R., & El Gataa, Z. (۲۰۲۰). Evaluation of Genetic Diversity of Rice (*Oryza Sativa* L.) Genotypes Under Salinity Stress Using Multivariate Statistical Methods. *Journal of Crop Health*, ۷۷(۶), ۱۹۸.