

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات برنج کشور

تأثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشدی گیاه برنج و راهکارهای مقابله با آن

نگارنده:

دکتر الهیار فلاح

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران)

تابستان ۱۳۹۸

نشریه‌ی شماره‌ی ۳۹

حق چاپ برای موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور محفوظ است.

انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

عنوان نشریه: تاثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشدی گیاه برنج و راهکارهای مقابله با آن

نگارنده: الهیار فلاح

ناشر: انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

ویراستاران علمی: رضا اسدی و حسن شکری‌واحد

ویراستار ادبی: مهدی جلائیان

صفحه آرای: شهربانو حمیدزاده و فاطمه فرح‌دهر

طراحی جلد: محمدرضا عابدینی

چاپ اول: ۱۳۹۸

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰۰ تومان

شماره‌ی ثبت: ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به شماره‌ی ۵۶۰۸۴ و تاریخ ۹۸/۰۶/۰۴ می‌باشد.

نشانی: رشت، کیلومتر ۵ جاده تهران، موسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی: ۱۶۵۸، کد پستی: ۴۱۹۹۶-۱۳۴۷۵

تلفن: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۲، دورنگار: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۱، وبسایت: <http://berenj.areeo.ac.ir>

مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۳
۲- تنش شوری	۴
۳- جوانه‌زنی	۴
۴- گیاهچه‌ای	۵
۵- پنجه‌زنی و رویشی	۷
۶- ساقه‌دهی	۸
۷- آبستنی و گلدهی	۹
۸- پر شدن دانه	۱۱
۹- راهکارهای مقابله با شوری	۱۳
۹-۱- اصلاح خاک با مصرف کودهای حیوانی	۱۴
۹-۲- اصلاح خاک شور از طریق ایجاد زهکش در مزرعه و آبیاری آن	۱۴
۹-۳- مدیریت کود	۱۴
۹-۴- باکتری همزیست	۱۴
۹-۵- استفاده از رقم متحمل به شوری یا ارقام زودرس	۱۴
منابع	۱۶

۱- مقدمه

افزایش نمک‌های قابل حل در آب آبیاری و در محلول خاک یکی از عمده تنش‌های غیرزنده است که بر عملکرد گیاهان زراعی، به‌ویژه زراعت برنج اثر می‌گذارد. طبق آخرین آمار، بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های جهان متأثر از پدیده‌ی شوری است که این مقدار بیش از ۶۰ درصد از مساحت کل زمین‌های زراعی جهان را در بر می‌گیرد (فائو، ۲۰۱۸). آمار غیر رسمی وزارت جهاد کشاورزی اعلام کرد سطح اراضی شور در استان‌های شمالی معادل ۶۵ هزار هکتار است که به‌علت عدم رعایت اصول فنی زراعت در حال افزایش است. برنج گیاهی نیمه آبی است که زراعت آن نیاز به آب فراوان دارد. در بعضی از مناطق ایران، آبیاری مزارع برنج با آب‌های نسبتاً شور صورت می‌گیرد. نمک‌های محلول در این آب‌ها در اراضی شالیزاری تجمع یافته و در درازمدت سبب بروز مشکلات شوری یا سدیک شدن خاک می‌شود (فلاح، ۱۳۹۰).

تحقیقات نشان می‌دهد که در مراحل مختلف رشد، گیاهان عکس‌العمل‌های متفاوتی را نسبت به تنش شوری از خود نشان می‌دهند. یک ژنوتیپ خاص در یک مرحله از رشد خود ممکن است عکس‌العملی مشابه گیاهان متحمل از خود نشان دهد ولی همین ژنوتیپ در مرحله‌ی دیگر شاید عکس‌العملی مشابه گیاهان حساس از خود بروز دهد (مرادی، ۲۰۰۲). حد بحرانی شوری برای گیاه برنج بین ۳-۴ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است ولی غلظت بحرانی نمک در بافت برگ که باعث خسارت به گیاه برنج می‌شود در میان ارقام متفاوت است (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴). گیاه برنج در مرحله‌ی جوانه‌زنی به شوری نسبتاً متحمل، در اوایل دوره‌ی گیاهچه‌ای (۳ برگی) خیلی حساس شده و مجدداً در مرحله‌ی رشد رویشی مقاوم می‌شود. در مرحله‌ی گرده‌افشانی و لقاح نیز به شوری حساس و در مرحله‌ی رسیدن دانه به‌طور فزاینده‌ای مقاوم‌تر می‌شود (مرادی، ۲۰۰۲).

تعادل و تناسب یون‌های درون سلولی، برای فعالیت بسیاری از آنزیم‌های سیتوسولی و همچنین حفاظت از پتانسیل غشایی و به‌عنوان یک تنظیم‌کننده‌ی اسمزی مناسب برای تنظیم حجم سلول بسیار مهم هستند (جینگ یانگ، ۲۰۰۳). افزایش مقدار یون سدیم در گیاهان نشان‌دهنده‌ی خسارت شوری به گیاه است که در نهایت منجر به خسارت عملکرد می‌شود و کنترل جذب از طریق ریشه‌ها یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های تحمل به شوری در گیاهان می‌باشد. در طی تنش شوری در واریته‌ی برنج متحمل به شوری مانند پوکالی، FL487 و PSBRC88، سلول‌های برگ‌شان، نشت سلولی یون سدیم کم‌تری در مقایسه با ارقام حساس نظیر طارم محلی و فجر دارد. گرم شدن کره‌ی زمین و پیش‌بینی افزایش دمای ۲ درجه‌ی سانتی‌گرادی کره‌ی زمین در سال ۲۰۵۰ میلادی و در نتیجه افزایش پدیده‌ی خشکی و کم‌آبی، باعث افزایش خاک‌های شور خواهد شد. در نتیجه، داشتن برنامه‌ی

اصلاحی و زراعی برای مقابله با تنش‌های محیطی نظیر خشکی، کم‌آبی و شوری ضروری است. بنابراین هدف این نشریه، تعریف شوری و بررسی تاثیر آن بر مراحل مختلف رشد گیاه برنج و راهکار مقابله با تنش شوری در اراضی شالیزاری است.

۲- تنش شوری

خاک شور عبارتست از خاکی که هدایت الکتریکی (EC) عصاره‌ی اشباع آن، معادل ۴ میلی‌موس در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد. به‌همین نسبت لفظ شور به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که حاوی غلظت‌های مشخصی از نمک‌های محلول برای ایجاد خسارت در گیاهان باشد (فلاح، ۱۳۹۰). رضوی‌پور (۱۳۷۸) بیان کرد که شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه‌ی نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محلول آب و خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه‌ی ریشه شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال مواجه می‌شود. بر این اساس می‌توان واژه‌ی شوری را برای خاک‌هایی به کار برد که بیش از یک‌دهم درصد نمک داشته باشند. یون سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر و سولفات، یون‌های اصلی هستند که در ایجاد شوری نقش دارند. حد بحرانی نمک برای گیاهان پنج‌دهم درصد وزن خاک خشک می‌باشد. گرچه همه املاح موجود در محلول خاک و آب، سمی و غیر ضروری نیستند بلکه بیش‌تر این یون‌ها جزو یون‌های لازم و پرمصرف بوده و در ساختمان سلولی گیاه نیز موجود می‌باشند، ولی بعضی از این یون‌ها قابلیت جذب زیادی دارند که باعث تجمع آن‌ها در بخش‌های هوایی گیاه و ایجاد مسمومیت شده و به این ترتیب رشد گیاه را متوقف می‌کنند (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴).

۳- جوانه‌زنی

جوانه‌زنی بذر، اولین مرحله‌ی رشدی گیاه برنج می‌باشد که متأثر از فرآیند تنش شوری ناشی از کلرور سدیم است. تنش شوری باعث کاهش تقسیم سلولی و ابعاد سلولی می‌شود. درصد جوانه‌زنی بذر با افزایش شوری در گیاهان کاهش می‌یابد. ژنوتیپ‌های مختلف برنج در مرحله‌ی جوانه‌زنی، تحت تیمارهای مختلف شوری سنجش شدند. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که با افزایش تنش شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک

ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی برنج، کاهش یافت (فرهمندفر و همکاران، ۱۳۸۸). فلاح و بابایی (۱۳۸۵) نتیجه گرفتند کاهش، فرآیند جوانه‌زنی بذر ناشی از کاهش انتقال مواد غذایی از سپرچه به محور جنین بود و بیان داشتند عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تاثیر قرار می‌دهند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن از سپرچه به محور جنینی نیز اثر می‌گذارد و گیاهان معمولاً در مرحله‌ی جوانه‌زنی مقاومت خوبی نسبت به تنش شوری دارند. گیاه برنج نیز در مرحله‌ی جوانه‌زنی به شوری متحمل است. شوری باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی شده و باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود.

فرهمندفر و همکاران (۱۳۸۸) در کشت هیدروپونیک، ۱۶ ژنوتیپ برنج را در مرحله‌ی جوانه‌زنی در چهار سطح شوری صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بررسی کردند. ژنوتیپ‌های عنبربو، گرده و شفق دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی بیش‌تری از سایر ژنوتیپ‌ها بودند و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی بیش‌تری نیز داشتند ولی ژنوتیپ هیبرید دیلم (بهار ۱) کم‌ترین مقدار زیست‌توده‌ی ریشه‌چه و ساقه‌چه را داشت. تنش شوری با ایجاد سه عامل مهم و اصلی شامل افزایش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی، جوانه‌زنی بذر برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در غلظت‌های متوسط و یا پایین شوری، کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدودکننده‌ی جوانه‌زنی است. لیکن در غلظت‌های بالا، سمیت یونی و در پی آن افزایش جذب یون‌ها به‌خصوص یون Na^+ و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل مهم و ایجادکننده‌ی اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شوند. بنابراین کاهش جوانه‌زنی نسبت به شاهد را می‌توان به اثرات یونی نمک و همین‌طور کاهش پتانسیل آب، نسبت داد (جمیل و همکاران، ۲۰۰۷). شوری باعث اختلال در عمل آنزیم‌های فسفاتاز، پیرو فسفاتاز و فیتاز می‌شود که این موضوع، فسفات و انرژی قابل استفاده برای جوانه‌زنی بذر را کاهش می‌دهد (مرادی، ۲۰۰۲).

۴- گیاهچه‌ای

مرحله‌ی خروج ساقه‌چه تا ظهور برگ چهارم در گیاه برنج، مرحله‌ی گیاهچه‌ای شناخته می‌شود و مترادف با رشد گیاهچه در خزانه است. گیاه برنج در زمان گیاهچه‌ای ۲ تا ۳ برگی نسبت

به تنش شوری بسیار حساس می‌شود (مرادی، ۲۰۰۲). در یک آزمایش گلخانه‌ای تعداد ۱۶ ژنوتیپ برنج شامل اهلمی طارم، شفق، غریب، طارم محلی زوارک، حسن‌سرای، عنبربو، گرده، تایچونگ و دیلم، PSBRC84، PSBRC88، طارم محلی، خزر، موسی طارم، قشنگه، درسطوح مختلف شوری (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) مورد بررسی قرار گرفتند. با افزایش شوری، ارتفاع گیاهچه، طول ساقه، طول ریشه، سطح برگ، وزن خشک ریشه، ساقه، برگ و کل گیاهچه کاهش یافت (فرهمندفر و همکاران، ۱۳۸۸). از آزمایش گیاهچه‌ای در محیط هیدروپونیک و در غلظت‌های مختلف نمک مشخص شد که صفات بیوماس کل وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه و سطح برگ، تفاوت ارقام متحمل و حساس را به‌خوبی نمایان ساخت. ارقام عنبربو، گرده و شفق تحمل بیش‌تری حتی نسبت به رقم متحمل به شوری PSBRC88 نشان دادند که بیانگر وجود تحمل بالا در بعضی از ژرم‌پلاسماهای محلی ایرانی نسبت به ژنوتیپ‌های معروف متحمل به شوری در مرحله‌ی گیاهچه‌ای در دنیا است (فلاح، ۱۳۹۰).

صبوری و همکاران (۱۳۸۷) ۷۵ ژنوتیپ برنج را در مرحله‌ی گیاهچه‌ای بررسی کردند. نتایج کد ژنوتیپی در شرایط تنش شوری نشان داد که ارقام طارم محلی، غریب، شاه‌پسند مازندران، اهلمی طارم با داشتن زیست‌توده (وزن خشک ریشه و ساقه)، طول ریشه و ساقه‌ی بیش‌تر و نسبت سدیم به پتاسیم و میانگین کد ژنوتیپی پایین، جزء ارقام متحمل به شوری می‌باشند. درحالی که ارقام خزر، سپیدرود، IR28، IR29 بسیار حساس به شوری بودند. بالاترین و پایین‌ترین وراثت‌پذیری به‌ترتیب مربوط به طول ساقه و درصد پتاسیم بود.

مرادی (۲۰۰۲) بیان داشت رشد ریشه نسبت به اندام هوایی، بیش‌تر تحت تاثیر شوری است و نتیجه گرفتند که کاهش ارتفاع گیاهچه ممکن است به‌دلیل رشد پایین ناشی از تنش اسمزی ایجاد شده از طریق غلظت بالای نمک در منطقه‌ی ریشه باشد. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاهچه‌ی برنج در مطالعات مختلف نیز گزارش شده است. نتایج تحقیق جمیل و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که با افزایش تنش شوری مکانیزم‌های فعال داخل بذر در رقم متحمل کم‌تر دچار اختلال می‌شود. الم و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در ارقام مختلف برنج با افزایش تنش شوری ممکن است به‌علت کاهش یون کلسیم و افزایش یون سدیم در اندام‌های فوق باشد.



عکس ۱- شوری بیش‌تر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر حاشیه زمین باعث از بین رفتن نشا شد.

۵- پنجه‌زنی و رویشی

حد فاصل بین مرحله‌ی چهار برگ‌ی گیاهچه‌ای تا حداکثر پنجه‌زنی را مرحله‌ی رویشی گویند. با افزایش شوری در آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای صفات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در کپه، سطح برگ در کپه و وزن خشک برگ، ساقه و کل کاهش یافت (فلاح، ۱۳۹۰) که این نتایج بیانگر آن است که صفات زراعی به‌طور متوسط در مقایسه با شاهد بین ۵ تا ۱۵ درصد کاهش نشان داد. تنش شوری، ابتدا به قسمت بالایی جوان‌ترین برگ برنج خسارت می‌زند. اولین ضربه‌ی شدید نمک، تغییر رنگ نوک قسمت بالای برگ‌های جوان است. نوک برگ کلروزه و سپس سفید می‌شود. پس از یک هفته از تنش شوری، بخش بالایی برگ‌ها می‌پیچند و کاملاً تغییر رنگ می‌یابند. سپس خسارت ثانویه به‌تدریج در برگ‌های پیر توسعه می‌یابد. در ارقام متحمل به شوری، پس از سه هفته از تنش، برگ‌های پیر فقط کمی خسارت می‌بینند و مفهوم آن است که برگ‌ها هنوز سبزاند و فقط قسمت نوک آن پژمرده شدند (مرادی، ۲۰۰۲). همچنین گزارش شده است که ارتفاع گیاه، تولید ماده‌ی خشک، به‌علاوه تسهیم ماده‌ی خشک در اندام‌های مختلف گیاه برنج با استفاده از تنش شوری به‌شدت تغییر می‌یابد. تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس نسبت به شاهد باعث کاهش ارتفاع بوته، عدد کلروفیل‌متر، تعداد پنجه در کپه، سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ و کل و میزان درصد نسبی آب

برگ برنج شد. با افزایش شوری، درصد کاهش صفات رشدی گیاه برنج در مرحله‌ی حداکثر پنجه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت (فلاح، ۱۳۹۰). کاهش ارتفاع گیاه و ماده‌ی خشک کل به‌دلیل رشد و نمو کندتر گیاه، ناشی از تنش اسمزی ایجاد شده توسط شوری است و یا ممکن است به‌دلیل بازدارندگی فتوسنتز، از طریق اثرات مستقیم تنش شوری بر روی سیستم فتوسنتزی گیاه برنج باشد (مرادی، ۲۰۰۲).



شکل ۲- شوری بیش‌تر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش شدید رشد گیاه برنج در مرحله رویشی شد.

۶- ساقه‌دهی

حد فاصل مرحله‌ی حداکثر پنجه‌زنی تا قبل از ظهور برگ پرچم که با افزایش طول ساقه در گیاه برنج همراه است را مرحله‌ی ساقه‌دهی گویند. تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس نسبت به شاهد باعث کاهش ارتفاع بوته، عدد کلروفیل‌متر، تعداد پنجه در کپه، سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ، وزن خشک کل و میزان درصد نسبی آب برگ برنج شد. با افزایش شوری، مقدار درصد کاهش صفات رشدی گیاه برنج در مرحله‌ی حداکثر ساقه‌دهی افزایش معنی‌داری یافت. میزان کاهش صفات فوق در آزمایش مزرعه‌ای به‌ترتیب، ۳، ۳، ۸/۲، ۲/۷، ۱۱/۳، ۱۲/۶، ۱۱/۷ و ۲/۲ درصد بود ولی میزان کاهش صفات فوق در آزمایش گلخانه‌ای به‌ترتیب، ۴/۵، ۴/۲، ۱۱/۷، ۴/۱، ۱۰/۲، ۱۱/۹، ۱۱/۴ و ۲/۹ درصد بود. درصد کاهش رشد در آزمایش گلخانه‌ای بیش‌تر از آزمایش مزرعه‌ای بود. میزان کاهش صفات رشدی گیاه برنج در مرحله‌ی ساقه‌دهی نسبت به مرحله‌ی رشد رویشی بیش‌تر بود (فلاح، ۱۳۹۰).

۷- آبستنی تا گلدهی

مرحله‌ی ظهور خوشه‌ی جوان در حد یک سانتی‌متر که شروع مرحله‌ی آبستنی است، تا متورم شدن کامل برگ پرچم را مرحله‌ی آبستنی گویند و بعد از آن خوشه ظاهر شده و گلدهی اتفاق می‌افتد. نتایج کار تحقیقاتی نشان داد که تاثیر تنش شوری در مرحله‌ی گلدهی بر ارتفاع بوته بیش‌تر از مراحل دیگر رشدی بود به عبارت دیگر میزان ارتفاع گیاه در مرحله‌ی گلدهی، بیش از سایر مراحل رشدی گیاه برنج، کاهش یافت. شوری باعث کاهش ۸٪ سطح برگ در مرحله‌ی گلدهی شد. میزان کاهش وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در مرحله‌ی گلدهی بیش‌تر از مرحله‌ی رشد رویشی و ساقه‌دهی بود (فلاح، ۱۳۹۰). زینگ و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که مراحل اولیه‌ی زایشی مانند آغاز تشکیل خوشه و یا گرده افشانی، حساس‌ترین مراحل رشدی نسبت به تنش شوری است که تشکیل اجزاء عملکرد را تحت تاثیر و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. با افزایش تنش شوری، خسارت پوشش‌های گیاهی از طریق کاهش تراکم گیاه موجب کاهش ظرفیت مخزن برای تولید عملکرد دانه می‌شود. اجزاء عملکرد برنج نسبت به تنش شوری حساسند. تعداد پنجه در گیاه، تعداد خوشه‌چه در خوشه، باروری، طول خوشه و انشعابات اولیه در خوشه با افزایش تنش شوری کاهش معنی‌داری یافتند. تعداد سنبلیچه در خوشه حساس‌ترین جزء عملکرد نسبت به شوری‌اند و کاهش تعداد سنبلیچه در خوشه و همچنین تعداد پنجه در گیاه، عمده علت‌های کاهش عملکرد در رقم M-202 تحت شرایط شوری محسوب می‌شوند. به نظر می‌رسد وقتی گیاهان در معرض تنش قرار می‌گیرند حتی قبل از هر کاهش در آماس، انعطاف‌پذیری دیواره‌ی سلول‌های در حال رشد برگ‌ها و ساقه‌ها عموماً کم شده و توسعه‌ی سلول و در نتیجه رشد اندام‌ها و ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. تریلانا و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش نمودند که اعمال تنش‌های محیطی در مرحله‌ی رویشی موجب کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاه برنج شد. کاهش ارتفاع بوته با افزایش تنش شوری در گیاهان زراعی مختلف توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (فلاح، ۱۳۹۰؛ نصیرخان و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین گزارش شده است که ارتفاع گیاه، تولید ماده‌ی خشک و همچنین تسهیم ماده‌ی خشک در اندام‌های مختلف گیاه برنج با استفاده از تنش شوری به شدت تغییر می‌یابد. کاهش ارتفاع گیاه و ماده‌ی خشک کل به دلیل رشد و نمو کندتر گیاه، ناشی از تنش اسمزی ایجاد شده توسط شوری است و یا ممکن است به دلیل بازدارندگی فتوسنتز از طریق اثرات مستقیم تنش شوری بر روی سیستم فتوسنتزی گیاه برنج باشد (مرادی، ۲۰۰۲).

شوری سطح برگ را به مقدار زیاد در ارقام مختلف برنج کاهش داد، اما برگ‌های جوان‌تر گیاهانی که تحت تاثیر شوری قرار گرفتند سبز تیره باقی ماندند، در حالی که برگ‌های پیرتر مردند.

در نتیجه کاهش رشد گیاه برنج در شرایط شور به دلیل کاهش سطح برگ و خسارت به منبع فتوسنتزی می باشد. باتوجه به این می توان نتیجه گرفت، کاهش مقدار آب در سلول های برگ، منتج به کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش وزن خشک برگ می شود (الم و همکاران، ۲۰۰۴). بیشترین مقدار آب نسبی مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در بالاترین سطح تنش می باشد. با کاهش آب در سلول های گیاه برنج، عمل تقسیم های سلولی متوقف و در پی آن منجر به کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی می شود. کاهش محتوی آب نسبی بر اثر تنش یک پدیده ی معمولی است که در آزمایش های مختلف مشاهده شده است (مرادی، ۲۰۰۲). علت کاهش مقدار آب نسبی، کاهش جذب آب از خاک به علت محدودیت آب ناشی از شوری در خاک است که باعث به هم خوردن تعادل بین دو فرایند جذب آب و تعرق می شود و در نتیجه آب گیاه کاهش می یابد (فلاح، ۱۳۹۰).



شکل ۳- شوری در مرحله خوشه دهی باعث سفید شدن خوشه شد.



شکل ۴- شوری در مرحله گلدهی باعث غیریکنواختی تشکیل و ظهور خوشه شد.

۸- پر شدن دانه

به مرحله‌ی بعد از گلدهی که عمل تلقیح صورت گرفته تا پر شدن سنبلچه و تبدیل به شلتوک را مرحله‌ی پر شدن دانه گویند. تنش شوری باعث کاهش وزن هزاردانه و در نتیجه کاهش عملکرد برنج می‌شود. این امر ناشی از محدودیت منبع و یا مخزن می‌باشد. کاهش سطح برگ گیاه و میزان فتوسنتز باعث کاهش توان تولید گیاه شده و در پی آن میزان فتوسنتز جاری گیاه را کاهش می‌دهد و با کاهش فتوسنتز جاری، وزن دانه نیز کاهش می‌یابد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴). زینگ و همکاران (۲۰۰۳) با تحقیق بر روی برنج اظهار داشتند که با افزایش غلظت نمک وزن بذر در خوشه و در پی آن وزن هزاردانه کاهش یافت. القاء تغییر وزن دانه تحت شوری به‌شدت با تغییر غلظت یون Na^+ در خوشه در مرحله‌ی اولیه‌ی رشد نسبت به مرحله‌ی پایانی رشد خوشه همبستگی بیشتری دارد و اندازه‌ی دانه به‌شدت از طریق اندازه‌ی پوسته کنترل می‌شود. بنابراین در مواردی که یون Na^+ توسط خوشه جذب می‌شود بر وزن دانه اثر می‌گذارد و کاهش وزن دانه، نه فقط از طریق فرایندهای پر شدن دانه بلکه به‌دلیل رشد محدود پوسته انجام می‌گیرد. در نتیجه با جذب یون Na^+ توسط خوشه در مرحله‌ی اولیه‌ی زایشی، تسهیم کربوهیدرات‌ها به سمت دانه‌ها انجام نمی‌گیرد (اش و همکاران، ۱۹۹۹). نسبت سدیم به پتاسیم کم‌تر از دو به یک در دانه‌ی برنج، متحمل بودن ارقام برنج به شوری را نشان می‌دهد (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴). فلاح و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفته و سبب کاهش آن شد و در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان کاهش ۲۸/۳ درصد شاهد بود. زینگ و شانون (۲۰۰۰) دریافتند که عملکرد دانه و سایر اجزاء عملکرد ارقام برنج در تراکم‌های متفاوت کشت و در شوری ۳/۹ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. تحت شرایط شوری، تغییر اندازه و عملکرد بذر در گیاهان به صورت جداگانه، ناشی از آمیزه‌ای از رقابت درون و بین گیاهان در جمعیت‌ها می‌باشد. در شرایط بدون تنش، کربوهیدرات‌ها قبل از خوشه‌دهی برای رشد میانگره‌های ساقه‌ی برنج استفاده می‌شود و مقدار اضافی آن‌ها در اندام‌های مختلف هوایی گیاه ذخیره شده و بعد از گلدهی در مرحله‌ی پرشدن دانه‌ها انتقال مجدد می‌یابند؛ بنابراین رشد اندام هوایی بعد از مرحله‌ی گلدهی از طریق رشد خوشه‌ها متوقف می‌شوند. اما در شرایط تنش شوری بعضی از ارقام از جمله رقم M-202، به دلیل شوری، تعداد خوشه‌چه‌ها در خوشه و عملکرد دانه به شدت کاهش یافت؛ در حالی که وزن خشک اندام هوایی در گیاه برخلاف تعداد خوشه‌چه‌ها در خوشه، کاهش بسیار معنی‌داری را نشان نداد. نتایج تحقیقات علی و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که با افزایش غلظت نمک در محیط رشد، عملکرد دانه‌ی برنج کاهش می‌یابد. آن‌ها معتقدند که از دیگر علت‌های مورد انتظار کاهش عملکرد گیاه در اثر شوری، کاهش

سطح برگ و اجزاء عملکرد در اثر انقباض حجم سلول، کاهش نمو و تمایز بافت‌ها، عدم تعادل مواد غذایی، خسارت غشاء و اختلال در مکانیسم اجتناب است.

گزارش‌ها حاکی از آن است که تنش‌های محیطی در کلزا باعث کوتاه‌تر شدن دوره‌ی پرشدن دانه می‌شود که این اثر، فرصت بازیافت وزن دانه در بوته را می‌گیرد. محدودیت منبع فتوسنتزی برای وزن دانه می‌تواند از کاهش فتوسنتز و نمو سریع اندام‌های زایشی ایجاد شود. بنابراین تنش‌های محیطی باعث محدودیت منبع فتوسنتزی از طریق کوتاه کردن دوره‌ی پر شدن دانه می‌شود (گان و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش تیمار نمک، طول خوشه در آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای کاهش یافت و مقدار این کاهش در بالاترین سطح تنش بیش‌تر بود. نتایج به‌دست آمده با گزارش مرادی (۲۰۰۲) مطابقت دارد. ایشان طی یک بررسی بر روی ارقام برنج اعلام کردند که طول خوشه‌ها در شرایط تنش شوری به طور متوسط یازده درصد کوتاه‌تر از شاهد بود که رقم‌های حساس کاهش بیش‌تری را نشان دادند. کاووسی و مجللی (۱۳۷۵) در آزمایشی واکنش سه رقم برنج سپیدرود، حسن‌سرای و خزر را نسبت به آب آبیاری شور بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اگر ۵۰ درصد افت عملکرد را ملاک آستانه‌ی شوری قرار دهند، در رقم سپیدرود شوری $4/4 \text{ ds/m}$ آستانه‌ی کاهش عملکرد می‌باشد و در رقم حسن‌سرای این عدد $6/6$ و در رقم خزر $5/4$ دسی‌زیمنس بر متر است. همچنین با افزایش شوری از $4/4 \text{ ds/m}$ به بالا نسبت وزنی دانه‌های پوک به کل دانه‌ها در رقم سپیدرود افزایش و نیز نسبت تعداد پنجه‌های بارور به تعداد کل پنجه‌ها کاهش شدیدی نشان داد. مومنی و همکاران (۱۳۸۸) ۱۶ ژنوتیپ برنج متحمل به شوری را مورد ارزیابی قرار دادند. صفات مورد بررسی شامل، کد تحمل، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و درصد عقیمی خوشه بود. شوری خاک در مرحله‌ی نشاکاری ($EC=3$)، در مرحله‌ی رویشی ($EC=5$) و در مرحله‌ی زایشی ($EC=6$) بود. بر اساس نتایج تجزیه‌های آماری، ژنوتیپ‌های بینام، هاشمی، IR67075-28-5-2، IR67075-2B-18-2، دارای وضعیت مناسبی در شرایط آزمایش بودند و جهت استفاده در برنامه‌ی اصلاحی و همچنین انجام سایر آزمایشات زراعی و فیزیولوژیکی مرتبط انتخاب شدند. یکی از دلایل کاهش سرعت رشد تحت شرایط تنش شوری، فتوسنتز نامناسب گیاه به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها و محدود کردن جذب CO_2 توسط گیاه می‌باشد ولی نکته‌ی مهم‌تر این است که تنش از تقسیم و افزایش ابعاد سلول ممانعت به‌عمل می‌آورد. تجمع نمک مستقیماً در سلول‌های مزوفیل برگ‌های برنج، آسیمیلایون کربن را متوقف و غلظت داخلی CO_2 را افزایش می‌دهد که این پدیده ممکن است هدایت روزنه‌ای (gs) را کاهش دهد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴). تنش شوری، باعث ایجاد

تنش‌های اسمزی و یونی در گیاهان می‌شود. دفع نمک از بافت‌های فتوسنتز کننده به‌عنوان یک مکانیزم مرتبط با تنش شوری در تک لپه‌ای‌ها بسیار مهم و مورد توجه است و انسداد روزنه‌ای اغلب در پاسخ اولیه به تنش شوری سریع می‌باشد و علاوه بر این اثرات، تنش اسمزی ظاهراً یکی از فاکتورهای دیگر است که هدایت روزنه‌ای را تحت تنش شوری تنظیم می‌نماید (جمیل و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش فتوسنتز در اثر شوری تا حدودی به دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای است ولی عوامل غیر روزنه‌ای بر سیستم فتوسنتز در بسیاری از گونه‌ها گزارش شده است که این عوامل شامل: الف) کاهش کارایی RUBP کربوکسیلاز. ب- حساسیت فتوسیستم ۲ (PSII) به NaCl. د- کاهش مقدار کلروفیل. ه- افزایش مقاومت روزنه‌ای می‌باشد.



شکل ۵- شوری در مرحله پر شدن دانه (عکس سمت چپ) در مقایسه با عکس سمت راست، باعث قهوه‌ای شدن نصف سنبلچه در خوشه می‌شود.

۹- راهکارهای مقابله با شوری

برای مرحله‌ی جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای استفاده از تکنولوژی بانک نشاء در مناطقی که دارای اراضی نسبتاً شور هستند امری ضروری است تا در محیط کنترل شده، گیاهچه‌ی قوی و سالمی

داشته باشند. برای کشت مستقیم، می‌توان بذور را با اکسیدانت‌ها نظیر پراکسید کلسیم یا کلرید کلسیم به اندازه‌ی وزن بذر، پوشش داد تا در اراضی شور باعث بهبود جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ی برنج در کشت مستقیم شود (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴).

در زمین اصلی یا مزرعه‌ای که نسبتاً شور است یا با آب شور آبیاری می‌شود بسته به شرایط منطقه، راهکارهای زیر، توصیه می‌شود:

۹-۱- اصلاح خاک با مصرف کودهای حیوانی

مصرف ۱ تا ۵ تن کود گاوی پوسیده در سطح یک هکتار، بسته به نوع خاک و شرایط اقلیمی، باعث بهبود ساختمان خاک و تبادلات کاتیونی خاک شده و در نتیجه بخشی از شوری خاک را اصلاح می‌کند (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴).

۹-۲- اصلاح خاک شور از طریق ایجاد زهکش در مزرعه و آبیاری آن

وجود زهکش مناسب در سطح مزرعه برای خروج زه‌آب و آبیاری هم باعث کاهش شوری خواهد شد. آبیاری متناوب با آب نرمال و نسبتاً شور در صورت فراهم بودن آب کافی، دو تا چهار هفته قبل از نشاکاری، مزرعه غرقاب و سپس تخلیه شود (اسدی و همکاران، ۱۳۹۰).

۹-۳- مدیریت کود

برای افزایش تحمل نسبی گیاه برنج در برابر تنش شوری، می‌توان از فن‌آوری نانو استفاده کرد. مثلاً کودهای شیمیایی نانو سیلیکات پتاسیم برای بهبود رشد گیاه برنج در خاک شور توصیه شد. نحوه و میزان مصرف کودهای شیمیایی رایج در اراضی شور به شرح ذیل می‌باشد: (۱) مصرف سولفات آمونیوم به ۳ جای مصرف کود اوره و عدم مصرف کود سرک اوره. (۲) مصرف سولفات روی به میزان ۵ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار. (۳) مصرف کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴).

۹-۴- باکتری همزیست

باکتری سودوموناس فلورسنت‌دار یکی از باکتری‌های همزیست با ریشه‌ی گیاه برنج می‌باشد که آغشته کردن ریشه‌ی گیاهچه یا نشاء برنج با محلول حاوی این باکتری، باعث افزایش تحمل گیاهچه‌ی برنج به تنش شوری می‌شود (فلاح، ۱۳۹۰).

۹-۵- استفاده از رقم متحمل به شوری یا ارقام زودرس

واریت‌های متحمل به شوری مانند پوکالی، FL487 و PSBRC88 در سطح جهانی معرفی شدند ولی این ارقام در شرایط اقلیمی ایران دیررس بوده و مناسب برای اراضی شور مناطق ساحلی دریای

خزر نیستند. رقم Pobeli در اندونزی، IR2151 در ویتنام، AC69-1 در سریلانکا، IR6 در پاکستان، CSR10 در هندوستان و Bicol در فیلیپین به عنوان ارقام متحمل به شوری در خاک‌های شور کشت شدند (میرنیا و محمدیان، ۱۳۸۴). به نظر می‌رسد تغییر الگوی کشت در اراضی شالیزاری متاثر از شوری اجتناب‌ناپذیر است. کاشت گیاه علوفه‌ای جو (قصیل) در پاییز و زمستان، کاشت یکی از گیاهان علوفه‌ای سورگوم، پنبه و یا نیشکر به جای برنج، زراعت چوب، زراعت گیاهان دارویی از جمله راهکارهای برون رفت از مشکلات ناشی از شوری در اراضی شالیزاری است. از نظر نگارنده‌ی مقاله اهمیت موضوع باتوجه به داشتن کشاورزی مناسب برای مناطق با شوری بین ۳- ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بیان شده است. استفاده از ارقام زودرس برنج نظیر رقم بومی شصتک برای چنین اراضی نیز توصیه می‌شود. البته موسسه تحقیقات برنج کشور لاین‌های متحمل به شوری امیدبخشی در دست مطالعه دارد که در سال ۱۴۰۰ معرفی خواهد شد. رسیدن به اهداف فوق، با عزم ملی و استانی بر رفع مشکلات موجود، فعال نمودن بخش خصوصی با دخالت دادن در تصمیم‌گیری و کاهش ریسک تولید در این اراضی با حمایت ویژه صندوق بیمه محصولات کشاورزی میسر خواهد بود.

در صورت عدم امکان تحقق شرایط فوق برای بخش کشاورزی در اراضی شور، بهتر است به ساختن شهرک‌های صنعتی در این زمین‌ها پرداخت و از تغییر کاربری زمین‌های مستعد کشاورزی صرف‌نظر کرد چون در آینده امنیت غذایی استان و کشور دچار مشکل خواهد شد. برای نیل به این اهداف، داشتن استراتژی مشخص ضروری است. در خاتمه می‌توان به تغییر کاربری مناطق شور به محیط گردشگری با مهیا نمودن امکانات رفاهی (کاری که در امارات و کیش انجام شد) نیز پرداخت. برای نیل به اهداف فوق علاوه بر داشتن برنامه و سیاست مشخص، داشتن نیروی انسانی آگاه، مومن، با اراده و پشتکار نیز نیاز است. چون اساس پیشرفت در گام اول نیروی انسانی است. منظور ما از نیروی انسانی شامل کارگر ساده و ماهر، کارشناس و متخصص، مدیران و سیاست‌گذاران است و برای انجام کار نیز نیاز به شبکه‌ی گسترده‌ی نیروی انسانی است که همدلی و همت تک‌تک اجزای این شبکه باعث اجرای یک برنامه است. مدیریت زمان برای انجام هر برنامه از اهمیت ویژه برخوردار است. با گرم شدن کره‌ی زمین و پیش‌بینی افزایش دمای ۲ درجه سانتی‌گرادی کره‌ی زمین در سال ۲۰۵۰ میلادی و در نتیجه افزایش پدیده‌ی خشکی و کم‌آبی، باعث افزایش خاک‌های شور خواهد شد که باید به این امر هم توجه ویژه داشت و بحران را جدی گرفت. همچنین لازم است برنامه‌ریزی‌ها در این خصوص با اولویت خشکی و کم‌آبی در کنار شوری خاک و آب طراحی شود.

منابع

- اسدی، رضا، رضایی، مجتبی. و ابراهیم امیری. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام اصلاح شده برنج. مجله پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. جلد ۱. شماره ۳. ص ۲۴-۳۷.
- رضوی پور، تیمور. ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح «بررسی مقاومت ارقام برنج نسبت به شوری آب آبیاری در اراضی ساحلی استان گیلان». موسسه تحقیقات برنج کشور.
- صبوری، حسین، رضایی، عبدالمجید. و مؤمنی، علی. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به شوری در ارقام بومی و اصلاح شده برنج ایرانی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۵ (الف): ۴۷-۶۳.
- فرهمندفر، اسفندیار، پوستینی، کاظم، فلاح، الهیار، توکل افشاری، رضا. و مرادی، فواد. ۱۳۸۸. بررسی اثر تنش شوری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه برخی از ژنوتیپها و ارقام برنج (*Oryza sativa* L) ایرانی. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۰. شماره ۳. ص ۹۷-۷۱.
- فلاح، الهیار، فرهمندفر، اسفندیار. و فواد مرادی. ۱۳۹۴. تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی دو رقم برنج در شرایط گلخانه. نشریه زراعت (پژوهش سازندگی). شماره ۱۰۷. ۱۸۲-۱۷۵ ص.
- فلاح، الهیار. و بابایی، مسعود. ۱۳۸۵. بررسی تنش شوری بر روی فرآیند جوانه زنی چهار رقم برنج. مجله علوم کشاورزی خزر.
- فلاح، الهیار. ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح بررسی برخی از مکانیزمهای فیزیولوژیکی مرتبط با تنش شوری در ارقام برنج ایرانی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۵۴ ص.
- کاووسی، مسعود. و مجللی، حسام. ۱۳۷۵. اثر شوری محلول خاک بر روی عملکرد برنج (ارقام سپیدرود، حسن سرایی و خزر). خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران. آموزشکده کشاورزی کرج.
- مومنی، علی، محمدیان، محمد. و نوری، محمدزمان. ۱۳۸۸. ارزیابی مزرعه‌ای ژنوتیپهای برنج جهت تحمل به شوری در مازندران. مجله تولید گیاهان زراعی. (۲): ۱۲۹-۱۴۴.
- میرنیا، سیدخلیق. و محمدیان، محمد. ۱۳۸۴. برنج اختلالات عناصر غذایی مدیریت عناصر غذایی. انتشارات دانشگاه مازندران. ۴۳۶ ص.
- Alam, M. Z., T. Stuchbury., R. E. L. Naylor., and M. A. Rashid. 2004. Effect of salinity on growth of some modern rice cultivars. Journal of Agronomy. 3(1): 1-10.

- Ali, Y., Z. Aslam., M. Y. Ashraf., and G. R. Tahir. 2004. Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield components of rice genotypes grown under saline environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*. Vol. 1, No. 3, pp: 221-225.
- Asch, F., M. Dingkuhn., C. Wittstock., and K. Doerffling. 1999. Sodium and potassium uptake of rice panicles as affected by salinity and season in relation to yield and yield components. *Plant and soil*. 207: 133-145.
- Banos. Laguna. Philippines. 190p.
- FAO. 2018. Extend and Causes of salt- affected soils in Participating countries.
- Gan, Y., S. V. Argadi., H. Cutforth., D. Potts, V. V. Angadi., and C. L. McDonald. 2004. Canola and Mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. *Can. J. plant Sci*. 84: 697-704.
- <http://www.fao.org/agll/spuch/topic4/htm>.
- Jamil, M., S. Rehman., K. Jae Lee., J. Man Kim., H.S. Kim., E. Shik Rha. 2007. Salinity educed growth PS2 Photochemistry and chlorophyll content in Radish. *Sci. Agric*. 64: 111-118.
- Jian- Kang, Z. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 441-445 .
- Moradi, F. 2002. Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during
- Nasir khan, M., M. H. Siddiqui., F. Mohammad., M. mansoor., A. Khan., and M. Naeem. 2007. Salinity induced changes in growth, enzyme activities, photosynthesis, prolin accumulation and yield in linseed genotypes. *World Journal of Agricultural science* (5): 685-695.
- Trillana, N.U., T. Horie., T. Inarura., R. C. Chaudhary., and M. M. Movillon. 2001. Growth and yield performances of rice cultivars grown in induced water stressed upland and irrigated lowland field conditions. *International Rice Research Institute, Manila, Philippines*. 24p.
- Vardhini, B.V., and S.S.R. Rao. 2003. Amelioration of osmotic Stress by Brassinosteroids on seed germination and seedling growth of three varieties of Sorghum. *Plant growth regulation*. 41: 25-31.
- vegetative and reproductive stages. PhD Dissertation. The University of Philippines at los
- Zeng, L., A. P. James., C. Wilson., A. S. E. Draz., G. B. Gregorio., and C. M. Grieve. 2003. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. *Euphytica*. 129: 281-292.
- Zeng, L., and M.C. Shannon. 2000. Salinity effects on seeding growth and yield components of rice. *Crop sci*. 40: 996-1003.

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (کان)	سال	قیمت (تومان)
۱	روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی دانه‌ی برنج	فاطمه حبیبی	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۲	کرم ساقه‌خوار نواری برنج (شناسایی، زیست‌شناسی، خسارت و کنترل)	فرزاد مجیدی	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۳	بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج	مریم خشکدامن	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۴	مراحل فنولوژی برنج	مجید نحوی و مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۵	خصوصیات برخی از ارقام محلی برنج در شرایط استان گیلان	مهرزاد اله‌قلی‌پور و محمدصالح محمدصالحی	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۶	اصلاح روش اندازه‌گیری میزان آمیلوز در دانه‌ی برنج بر اساس روش ایزو ۶۶۴۷	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۷	بیماری سیاهک دروغی برنج	فریدون پاداشت و سمیه داریوش	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۸	معرفی‌نامه‌ی موسسه تحقیقات برنج کشور	فرامرز علی‌نیا، مهدی جلالیان، آتوسا فرحپور	۱۳۹۳	---
۹	پروانه‌ی تکنقطه‌ای برنج و روش‌های کنترل آن	فرزاد مجیدی	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۱۰	راهنمای استفاده از تراکتور دو چرخ و خاک همزن	علیرضا علامه	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۱۱	راهنمای ارزیابی مزارع برنج خسارت دیده	ناصر دوات‌گر و شه‌ریار بابازاده	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۲	زهرابه‌های قارچی در برنج	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۳	اهمیت تغذیه برگی عناصر کم مصرف در کشت برنج	حسن شکری‌واحد	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۴	بومی‌سازی توسعه سریع نسل (RGA) در گیاه برنج	محسن قدسی و همکاران	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۵	تبدیل کاه و کلش برنج به کمپوست و موارد استفاده از آن	تیمور رضوی‌پور و شه‌ریار بابازاده	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۶	کلکسیون قارچ‌های برنج ایران	فریدون پاداشت و سمیه داریوش	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۷	پتاسیم در خاک و روش‌های عصاره‌گیری آن در خاک‌های شالیزاری	مسعود کاوسی	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۸	ضرورت مصرف کود سیلیکاته در اراضی شالیزاری	الهیاری فلاح و محمد محمدیان	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۹	گیلانه، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۲۰	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، گیلانه	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۱	توده‌های محلی و ارقام برنج لنجان	احمد رضانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۲	کمبود روی، علل، علائم و راه‌کارهای مقابله با آن	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (کان)	سال	قیمت (تومان)
۲۳	کوتولگی برنج و مدیریت آن	بیژن یعقوبی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۴	دستورالعمل ملی کدگذاری لاین‌های اصلاحی برنج	مجید ستاری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۵	معرفی شب‌پره برگ‌خوار قهوه‌ای برنج <i>Rivula sericealis</i> (اولین گزارش خسارت در مزارع برنج شمال ایران)	مهرداد عموقلی‌طبری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۶	سابقه کشت برنج در اصفهان	احمد رضانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۷	حلزون گیاهچه‌خوار برنج <i>Succinea putris</i> (زیست‌شناسی و کنترل)	مهرداد عموقلی‌طبری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۸	اکولوژی برنج	الهیار فلاح	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۲۹	استفاده از روش میلگارد در ارزیابی خواص حسی برنج	فاطمه حبیبی و کبری تجددی‌طلب	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۰	کرم سبز برگ‌خوار برنج و کنترل آن	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۱	تغذیه روی در سیستم‌های کشت برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۲	کاربرد جهش‌القایی در اصلاح برنج	علیرضا نبی‌پور و همکاران	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۳	کشت برنج در اراضی شالیزاری بدون انجام عملیات گل‌خرابی	رضا اسدی	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۴	تاثیر پاربویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج	عاصفه لطیفی	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۵	تنش خشکی و تاثیر آن بر رشد و عملکرد برنج	علی‌اکبر عبادی و فاطمه فرح‌دهر	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۶	دستورالعمل پخت برخی ارقام محلی و اصلاح شده برنج مازندران	ناهید فتحی و همکاران	۱۳۹۸	۵۰۰۰
۳۷	مروری بر کشت مستقیم برنج با تأکید بر مدیریت علف‌های هرز	بیژن یعقوبی و مریم رجبیان	۱۳۹۸	۵۰۰۰
۳۸	استفاده از تله نوری و درجه حرارت موثر روزانه برای تعیین زمان مناسب ساقه‌خوار نواری برنج	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۸	۵۰۰۰
۳۹	تاثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشدی گیاه برنج و راهکارهای مقابله با آن	الهیار فلاح	۱۳۹۸	۵۰۰۰

علاقه‌مندان به خرید نشریه می‌توانند به آدرس موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور مکاتبه نموده یا با

مسئول کتابخانه‌ی موسسه تماس حاصل فرمایند. شماره‌ی تماس: تلفن: ۰۱۳-۳۳۶۹۰۰۵۲ داخلی ۲۲۳؛

دورنگار: ۰۱۳-۳۳۶۹۰۰۵۱