

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

دستورالعمل فنی

پیش‌تیمار بذر با عناصر کم‌مصرف (بهبود رشد محصولات و غنی‌سازی دانه)

نگارندگان:

دکتر شهرام محمود سلطانی

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

مهندس علی پورصفر طبالوندی

کارشناس ارشد شیمی تجزیه

بهار ۱۴۰۰

نشریه‌ی شماره‌ی ۵۸

حق چاپ برای موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور محفوظ است.

انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

عنوان نشریه: پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف (بهبود رشد محصولات و غنی سازی دانه)

نگارندگان: شهرام محمودسلطانی و علی پورصفرطبالوندی

ناشر: انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

ویراستاران علمی: محمدسعید تدین، محمد محمدیان، حدیث شهبازی

ویراستار ادبی: مهدی جلائیان

صفحه آرای: شهربانو حمیدزاده و فاطمه فرح دهر

طراحی جلد: محمدرضا عابدینی

چاپ اول: ۱۴۰۰

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۸۰۰۰ تومان

شماره‌ی ثبت: ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به شماره‌ی ۵۹۷۱۷ و تاریخ ۱۴۰۰/۳/۲۳ می باشد.

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 نویسندگان است.

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۳	۱- مقدمه
۵	۲- پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف
۷	۳- ضرورت پیش تیمار بذر در ایران
۸	۴- روی
۱۵	۵- بور
۱۷	۶- مولیبدن
۱۹	۷- منگنز
۱۹	۸- مس
۲۱	۹- کبالت
۲۲	۱۰- عوامل موثر بر پیش تیمار بذر با عناصر غذائی
۲۳	۱۱- پوشش بذر
۲۳	۱۲- روی
۲۴	۱۳- بور
۲۴	۱۴- مولیبدن
۲۵	۱۵- نتیجه گیری
۲۵	منابع

۱- مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از غذاهای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان، به‌ویژه در آسیا و آفریقا است که در این مناطق بیش از ۹۰ درصد برنج تولیدی، مصرف نیز می‌شود. نیمی از جمعیت جهان برای تغذیه به‌طور کامل یا تا حدودی به برنج وابسته هستند. برنج جزء غلات نادری است که نه تنها دانه‌های است برای تغذیه بلکه فرهنگ‌ها، رژیم‌های غذایی و اقتصادهای میلیاردری را نیز شکل می‌دهد. برنج ۲۱ درصد از انرژی و ۲۵ درصد از پروتئین مورد نیاز جمعیت‌های انسانی در کشورهای برنج‌خیز جهان را فراهم می‌کند. باتوجه به روند رو به افزایش جمعیت جهان، طبق آمارهای سازمان خواروبار جهانی (فائو) تا سال ۲۰۲۵ به ۷۶۰ میلیون تن شلتوک نیاز خواهد بود تا بتوان میزان تقاضای جمعیت جهان را به این منبع مهم غذایی تأمین نمود. این درحالی است که بیشتر شالیزارهای موجود مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. بنابراین استفاده کارآمدتر از زمین‌های زراعی موجود از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح برای توسعه پایدار کشاورزی بسیار ضروری است (فائو، ۲۰۱۸). تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصول به‌شمار می‌آید. در تغذیه نه تنها هر عنصر به‌اندازه کافی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت بین همه عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا درحالت عدم تعادل تغذیه‌ای، با اضافه کردن مقداری از عناصر غذایی، نه تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد، بلکه اختلالاتی در رشد گیاه و درنهایت افت عملکرد مطرح می‌شود (ملکوتی و کاووسی، ۱۳۸۳).

برای رشد و نمو بهینه گیاهان، ۱۷ عنصر اساسی مورد نیاز است. درصورت نیاز گیاه به مقادیر نسبتاً زیاد عنصر غذایی، به آن عنصر پرمصرف و درصورت نیاز گیاه به مقادیر کم عنصر غذایی به آن عناصر کم‌مصرف می‌گویند. اگرچه عناصر کم‌مصرف برای رشد گیاهان در مقادیر نسبتاً کمتری مورد نیاز هستند، اما به‌اندازه عناصر پرمصرف از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. اگر مقدار قابل جذب یک عنصر در خاک کم و یا در تعادل با سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نباشد، ممکن است سبب کاهش رشد گیاه یا حتی توقف کامل آن شود (منگل و همکاران، ۲۰۰۱). عناصر کم‌مصرف علاوه بر داشتن چندین عملکرد حیاتی دیگر در گیاهان، غالباً به‌عنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی عمل می‌کنند و در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا نیز شرکت می‌کنند. از همه مهم‌تر، آن‌ها در فرآیندهای اصلی فیزیولوژیکی شامل فتوسنتز و تنفس نیز نقش داشته (منگل و همکاران، ۲۰۰۱؛ مارشور، ۱۹۹۵؛ محمودسلطانی و همکاران، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰) و کمبود آن‌ها می‌تواند مانع این فرآیندهای فیزیولوژیکی حیاتی شود و در نتیجه عملکرد گیاه را محدود می‌کند. به‌عنوان مثال، کمبود بور می‌تواند عملکرد گندم (ررکاسم و جمجود، ۲۰۰۴)، نخود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵) و عدس (سریواستاوا و همکاران، ۲۰۰۰) را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. این درحالی است که برای برنج، کمبود روی به‌عنوان یک عامل محدودکننده تولید در چندین کشور آسیایی شناخته شده است (محمودسلطانی و همکاران، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰؛ رحمان و همکاران، ۲۰۱۲؛ ویسوسوا و همکاران، ۲۰۰۶).

"گرسنگی پنهان" که به عنوان کمبود مواد معدنی در گیاهان از جمله غلات و دانه‌های خوراکی شناخته می‌شود، یک مسئله مهم در حوزه سلامت انسان در بیشتر کشورهای در حال توسعه است (بای کوکس، ۱۹۹۳؛ رامالینگاسوامی، ۱۹۹۵). به عنوان مثال، کمبود روی در رژیم غذایی ممکن است منجر به از دست دادن ایمنی، بهبود ضعیف زخم و درماتیت شود (وان کامپن، ۱۹۹۱). با این حال، تغذیه روی به بهبود مقاومت در برابر برخی بیماری‌های عفونی مانند اسهال (بلاک، ۱۹۹۸؛ فوشز، ۱۹۹۸) و ایمنی بدن (شانکار و پرساد، ۱۹۹۸) کمک می‌کند.

افزایش میزان قابل جذب عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه در شرایطی که خاک امکان تامین مقدار کافی آن‌ها را ندارد، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. با این وجود، گاهی اوقات افزایش افزایش میزان قابل جذب عناصر کم مصرف از طریق مصرف خاکی به دلیل کارایی پایین، بهتر است از روش‌های مصرف غیر خاکی عناصر غذایی مانند محلول پاشی کمک گرفته شود. در روش محلول پاشی هرچه تعداد دفعات مصرف بیشتر شود مقادیر بیشتری از عناصر کم مصرف در اختیار گیاه قرار داده می‌شود (سینگ، ۲۰۰۷).

در گیاهان زراعی، می‌توان عناصر کم مصرف را به خاک اضافه کرد، محلول پاشی نمود یا به عنوان پیش تیمار به بذر اضافه کرد. اگرچه مقادیر مورد نیاز عناصر کم مصرف با هر یک از این روش‌ها قابل تأمین است، اما استفاده از طریق محلول پاشی در بهبود عملکرد و غنی سازی دانه موثرتر است. اگرچه هزینه زیاد این روش، کاربرد گسترده (افزایش تعداد زمان مصرف) آن را برای کشاورزان محدود کرده است (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این، محلول پاشی در مراحل بعدی رشد و هنگامی که نشاهای محصول در زمین اصلی (که ممکن است دارای کمبود بوده و در این صورت گیاه تا قبل از محلول پاشی آسیب جدی ببیند) مستقر شده‌اند، صورت می‌گیرد. علاوه بر این، تیمار بذر از نظر اقتصادی گزینه بهتری است، زیرا به عناصر غذایی کمتری نیاز داشته، استفاده از آن آسان بوده و رشد گیاهچه را بهبود می‌بخشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳).

بذر را می‌توان با غوطه‌وری و خیساندن در محلول حاوی عناصر کم مصرف با غلظت خاص برای مدت زمان خاص پیش تیمار (پیش تیمار بذر) کرد. علاوه بر این، بذر را می‌توان از طریق پوشش دار کردن با عناصر کم مصرف نیز تیمار نمود. تقویت بذر اصطلاحی نسبتاً جدید است و به جای هر دو روش یاد شده پیش تیمار و پوشش دار کردن بذر نیز استفاده شده است (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹).

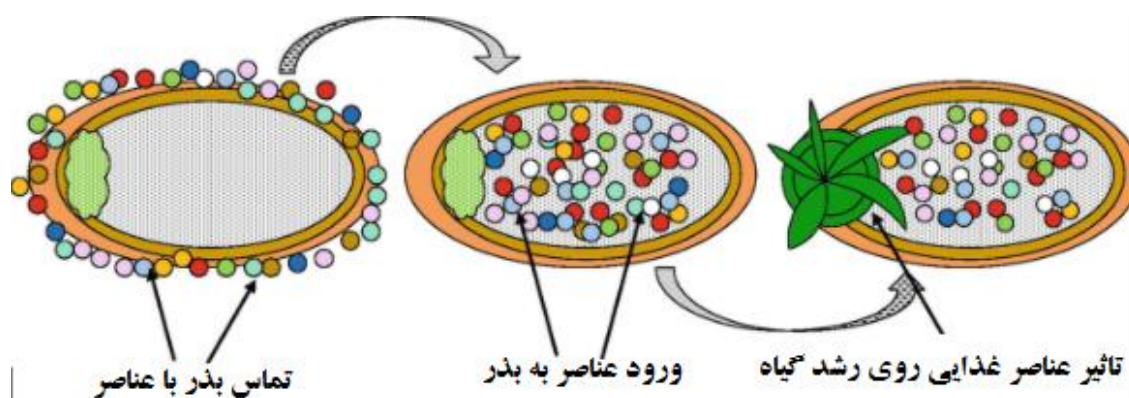
اگرچه چندین مطالعه جامع در مورد بهبود و تقویت بذر (تایلر و همکاران، ۱۹۹۸)، پیش تیمار (مک دونالد، ۲۰۰۰)، پیش تیمار در مزرعه (هاریس، ۲۰۰۶) و تقویت بذر (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹) برای تولید موفقیت آمیز محصول در شرایط بهینه و وجود تنش (فاروق و همکاران، ۲۰۱۰) محیطی وجود دارد، اما در این نوشتار، کاربرد عناصر کم مصرف از طریق تیمار بذر مورد بحث قرار می‌گیرد. در این نوشتار، پتانسیل و چشم انداز تیمارهای بذر با عناصر کم مصرفی مانند روی (Zn)، بور (B)، مولیبدن (Mo)، منگنز (Mn)، مس (Cu) و کبالت (Co) برای بهبود رشد، عملکرد و غنی سازی زیستی دانه غلات مورد بحث قرار گرفته است.

۲- پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف

جوانه زنی سریع و سبز شدن یکنواخت برای استقرار موفقیت آمیز گیاه زراعی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری است (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). تسریع و همزمانی فرآیندهای جوانه زنی، پیش نیاز استقرار یک پوشش گیاهی خوب و استفاده کارآمد از منابع و افزایش عملکرد است (هریس، ۱۹۹۶). جوانه زنی بذر مرحله پیچیده و پویایی از رشد گیاه می باشد و از طریق اثراتی که روی استقرار گیاهچه دارد می تواند عملکرد را بهبود بخشد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

روش های تیمار بذر، به عنوان مثال، جذب آب یا آبنوشی بذر، تولید شرایط اسمزی مناسب، سخت شدن ناشی از شرایط اسمزی بذر، سخت شدن، تیمارهای هورمونی برای کاهش زمان جوانه زنی، برای همگام سازی جوانه زنی، بهبود میزان جوانه و تولید گیاهچه و نهال مناسب تر و مقاوم تر در بسیاری از تولیدات باغی (خان، ۱۹۹۲؛ جت و همکاران، ۱۹۹۶) و محصولات زراعی مانند گندم (چادوری و باست، ۱۹۹۴)، ذرت (دل اکوئیل و تری تو، ۱۹۹۰) و برنج (فاروق و همکاران، ۲۰۱۰؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۵) مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا روش های مختلف تیمار بذر نیز با موفقیت انجام شده است (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶).

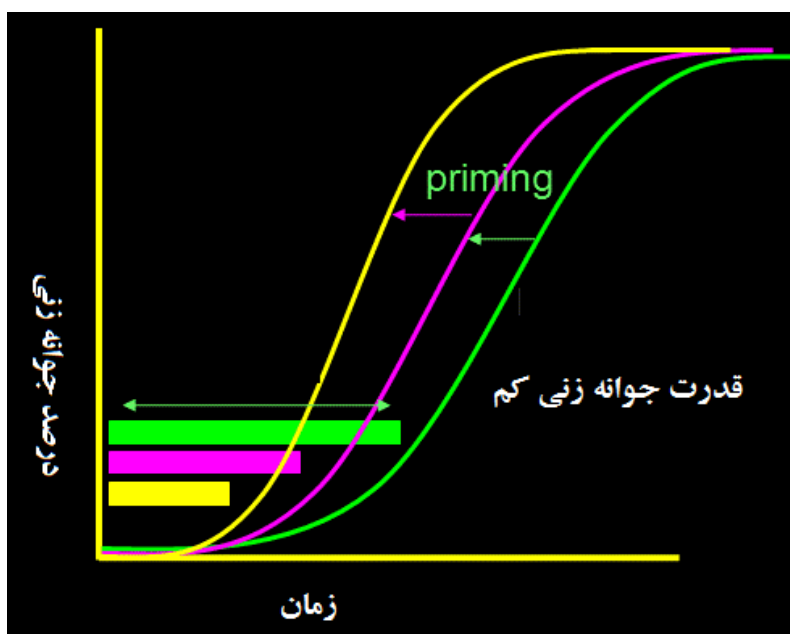
در حالی که روش پیش تیمار سخت شدن بذر یک جایگزین تر و خشک شدن دانه ها در آب معمولی و یا آب مقطر بوده و این تر شدن و خشک شدن ممکن است یک، دو یا سه بار تکرار شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۴)، تیمار بذر به روش آبدی آن یک روش کنترل شده است که در آن بذر ها در یک مایع با پتانسیل اسمزی کم غوطه ور و پیش از جوانه زنی دوباره تا رسیدن به نزدیک وزن اصلی خود خشک می شوند تا دوباره اجازه طی مسیر معمول رشد به آن ها داده شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۷). در چندین مطالعه، پتانسیل پیش تیمار مواد غذایی در بهبود عملکرد گندم (مارشور و گراهام، ۱۹۸۶؛ ویلهلم و همکاران، ۱۹۸۸)، برنج (پیران و ناتانساپاتی، ۱۹۸۰) و حبوبات (شرل، ۱۹۸۴) نشان داده شده است. با این حال، تنها یک گزارش مبنی بر آسیب بذر و بازدارندگی جوانه زنی با پیش تیمار در غلظت های بالاتر مواد غذایی ثبت شده است (روبرتز، ۱۹۴۸).



شکل ۱- پیش تیمار بذر با عناصر غذایی

به عنوان یکی از مهمترین روش های تیمار بذر قبل از کاشت یا شروع جوانه زنی می توان به جذب آب یا آبنوشی دانه ها اشاره کرد که فرآیندهای متابولیکی مربوط به جوانه زنی را تسریع کرده، اما منجر به تولید ریشه نمی شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹). به منظور کاهش پتانسیل اسمزی یا تقویت بذر در طی فرآیند آبدهی علاوه بر آب از نمک ها و مواد اسمزی (اسموتیکا) استفاده می شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). بذرهای پیش تیمار شده معمولاً از قدرت جوانه زنی بیشتر، یکنواختی و هماهنگی بیشتر در جوانه زنی، و تسریع در زمان آغاز جوانه زنی و گاهی افزایش درصد کل جوانه زنی در طیف وسیعی از شرایط محیطی برخوردار هستند (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). در پیش تیمار بذر، بذر ها تا حدی آب جذب می کنند تا فرآیندهای متابولیکی بدون جوانه زنی واقعی، اتفاق بیفتد، و سپس دوباره خشک می شوند (نزدیک به وزن اصلی آن ها) تا گیاه چرخه طبیعی رشد خود را دنبال کند (برادفورد، ۱۹۸۶). چنین بذرهایی سریع تر از بذرهایی پیش تیمار نشده جوانه می زنند (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۹).

پیش تیمار بذر در مزرعه یکی از مهم ترین راهکارهای مناسب در بین روش های پیش تیمار بذر، جهت بهبود استقرار بذر و افزایش یکنواختی جوانه زنی بوده (مک دونالد، ۲۰۰۰؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۶)، که به وسیله آن بذرها قبل از کاشت در آب و محلول های مختلف برای مدت معین خیسانده و سپس به طور سطحی خشک و مورد استفاده قرار می گیرند (هریس، ۲۰۰۶؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۷). پیش تیمار بذر به تیمار بذر قبل از کاشت اطلاق می شود که به وسیله آن بذر مراحل اولیه جوانه زنی را طی می کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده، خروج ریشه چه صورت نمی گیرد (مافی پاشا و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین پیش تیمار بذر با افزایش درصد و سرعت جوانه زنی بذر، امکان استقرار سریع تر گیاه را فراهم می کند و پتانسیل گیاه را برای اجتناب از تنش هایی همچون خشکی و قرار گرفتن در معرض آفات و بیماری ها افزایش می دهد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). در پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف، عناصر کم مصرف به صورت اسمزی استفاده می شود (عمران و همکاران، ۲۰۰۴؛ سینگ، ۲۰۰۷). تیمار کردن بذر با عناصر کم مصرف، پتانسیلی برای به کارگیری عناصر کم مصرف جهت برطرف کردن نیاز گیاهان زراعی دارد و باعث بهبود سبز شدن گیاهچه، استقرار گیاه، عملکرد و غنی سازی دانه با عناصر کم مصرف می شود (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲) (شکل ۱). در پیش تیمار بذر از عناصر کم مصرف به عنوان محرک های اسمزی (اسموتیکا) استفاده می شود (سینگ، ۲۰۰۷؛ عمران و همکاران، ۲۰۰۴). بذرهایی پیش تیمار شده به دلیل صرف زمان کمتر و تجمع متابولیت های تقویت کننده جوانه زنی (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶؛ باسرا و همکاران، ۲۰۰۵)، معمولاً جوانه زنی بهتر، همزمان و هماهنگ تری دارند (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹) (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر پیش تیمار بر قدرت جوانه زنی بذر

۳- ضرورت پیش تیمار بذر در ایران

در ایران، با داشتن خاک‌های آهکی (در خاک‌های شالیزاری افزایش واکنش خاک در اثر غرقابی طولانی مدت خاک)، کاهش مواد آلی خاک‌ها، حلالیت کم عناصر کم مصرف در واکنش خاک خنثی و بالاتر، وجود یون‌های کربنات و بیکربنات در آب آبیاری و مصرف بالای فسفر، کمبود عناصر غذایی به‌ویژه منگنز، روی و بور در اغلب مزارع عمومیت دارد. به دلیل وجود این کمبودها، عملکرد متوسط محصولات کشاورزی عموماً کم بوده و لطامات اقتصادی زیادی از این کمبودها متوجه کشور شده است. از طرف دیگر استقرار خوب گیاهچه یکی از چالش‌های عمده تولید محصول است و اهمیت آن توسط کشاورزان و محققان شناخته شده است در این راستا راهکاری مورد نیاز است تا بتواند جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه را تقویت و استفاده بیشتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تشعشع خورشیدی را برای گیاه (دلیل اندازه یکسان گیاهچه‌ها) فراهم نماید به این ترتیب گیاه قادر خواهد بود تا دوره نموی خود را به پایان رساند در این رابطه میتوان با استفاده از تیمارهایی سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد و به ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاهچه در مزرعه دست یافت.

علاوه بر این در کشور ما به دلیل آنکه هنوز نسبت مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم نامتعادل می‌باشد، بنابراین مصرف عناصر کم مصرف در سطح وسیع چندان مطرح نمی‌باشد، در حالی که در کشورهای پیشرفته از نظر کشاورزی، میزان مصرف عناصر کم مصرف حدود ۳ درصد مصرف کودها می‌باشد. این مقدار در کشور ما ناچیز و برای هر تن در حدود ۲ گرم می‌باشد. کمبود عناصر کم مصرف در خاک‌های آهکی بیشتر مطرح می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۹).

۴- روی

با افزایش اسیدیته (pH) خاک، حلالیت روی در خاک و جذب آن، همزمان کاهش می‌یابد. در چندین محصول، مقدار بالاتر فسفر خاک (P) ممکن است باعث کمبود روی شود (فوٹ و الیس، ۱۹۹۷؛ چانگ، ۱۹۹۹؛ محمود سلطانی و همکاران، ۲۰۱۶). رشد ضعیف و وجود لکه‌های کوچک قهوه‌ای روی برگ‌ها علائم رایج کمبود روی در گیاهان برنج و ذرت هستند که ۱۵ روز پس از انتقال نشاء برنج به شالیزار اصلی بروز کرده و قابل دیدن است. بروز این علائم در صورت عدم کنترل و رفع آن در نهایت منجر به تأخیر در بلوغ و رسیدن برنج شده و کاهش عملکردی بین ۲۰ تا ۸۰ درصد را باعث می‌شود (نئو و لانتین، ۱۹۹۴). علائم قابل مشاهده کمبود روی در برنج عبارتند از: مرگ نشای برنج، پژمردگی و پلاسیده شدن برگ‌ها در اثر از دست دادن آب و تاخیر در رشد ساقه (آلوی، ۲۰۰۸)، سوختگی در رگبرگ میانی برگ‌های جوان‌تر و نقاط قهوه‌ای پیش رونده در برگ‌های قدیمی و پیرتر (نئو و همکاران، ۱۹۹۸) در شرایط نه چندان حاد کمبود روی در خاک‌های شالیزاری (کمبود متوسط) در زمان پنجه زنی، گیاه برنج با تاخیر انداختن بلوغ و کاهش خودکار عملکرد تا ۲۰ درصد با این بحران مقابله می‌کند. از آنجا که عنصر روی یک عامل بسیار کلیدی در سنتز اسید آمینه تریپتوفان می‌باشد این اسید آمینه از پیش‌سازهای ایندول استیک اسید (IAA) می‌باشد، در شرایط حاد و شدید کمبود، به علت کاهش و توقف تولید هورمون اکسین، اندازه برگ کوچک شده (ریزبرگی) و میان‌گره‌ها کوتاه‌تر از حالت عادی گیاه می‌شود (ارشاد و همکاران، ۲۰۰۴؛ تیله و همکاران، ۲۰۰۶). از دیگر نقش‌های این عنصر مهم می‌توان به حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی اشاره کرد. همچنین این عنصر به حفظ موقعیت ساختاری ماکرومولکول‌های درون غشاء و همچنین سیستم‌های انتقال یون کمک می‌کند. برهم کنش این عنصر با فسفولیپیدها و گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌های غشایی، به حفظ یکپارچگی غشا کمک می‌کند. در شرایط کمبود با تاثیر منفی روی فرآیندهای فوق، گیاه برنج با ازدست دادن آب و فشار آماس سلولی، ایستایی خود را از دست داده و بر روی آب شناور شده و به اصطلاح خوابیده و در این حالت برگ‌های پیرتر به سبز کمرنگ تغییر رنگ داده و در نهایت برگ‌ها علائم سوختگی را نشان می‌دهند. همچنین کاهش تولید گرده و افزایش شدید دانه‌های پوک از دیگر علائم کمبود عنصر روی در گیاه برنج می‌باشند (مارشور، ۱۹۹۵). علی‌رغم وجود کمبود پنهان (گرسنگی پنهان)، نشای ۱۰ روزه علائم کمبود را نشان نمی‌دهد و همانند نشای سالم است. بنابراین آزمون خاک به همراه آزمون تکمیلی برگ و ساقه (بافت زنده گیاه) و یا کل قسمت هوایی گیاه برنج در زمان مناسب می‌تواند با اطمینان بیشتری به اینکه گیاه دچار کمبود است یا نه، پاسخ دهد (آلوی، ۲۰۰۸). در صورت کمبود شدید این عنصر گیاه دچار ضعف شده و به سادگی با قرار گرفتن در معرض نور شدید و یا افزایش دما دچار آسیب می‌شود، علاوه بر این، در چنین حالتی تاثیر آسیب‌های ناشی از حمله قارچ‌ها و بیماری‌ها به مراتب بیشتر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهند که در این شرایط توان جذب و انتقال آب توسط گیاهان کاهش یافته و مقاومت گیاه به تنش‌های کوتاه مدت شوری و گرما کم می‌شود. ملکوتی و لطف‌اللهی (۱۳۷۸) کمبود روی در کشور ایران را به واکنش خاک خنثی و بالاتر، وجود یون‌های کربنات و بیکربنات در آب‌های آبیاری و مصرف

بالای فسفر، کمبود عناصر غذایی کم مصرف در رژیم کودی کشاورزان مرتبط دانستند. میانگین بحرانی روی در خاک یک میلی گرم در کیلوگرم است و براین اساس حدود ۴۰ درصد از اراضی کشور به ویژه اراضی غلات، گندم، جو، ذرت و برنج کمبود روی دارند (محمودیان و همکاران، ۱۳۸۱).

پیش تیمار بذر با روی می تواند باعث بهبود جوانه زنی و تولید نشا در محصول، استقرار گیاهچه، و رشد و عملکرد شود. به عنوان مثال، پیش تیمار بذر گیاه *Echinacea purpurea* (L.) با محلول ۰/۰۵ درصد سولفات روی، جوانه زنی و ظهور محصول را به ترتیب ۳۸ و ۴۱ درصد افزایش داد (باباوا و همکاران، ۱۹۹۹). به همین ترتیب، در لوبیای معمولی^۱، پیش تیمار بذر با روی به طور قابل توجهی عملکرد و اجزای عملکرد را بهبود بخشید (کایا و همکاران، ۲۰۰۷). در جو^۲، پیش تیمار بذر با روی باعث بهبود جوانه زنی و رشد گیاهچه شد (آجوری و همکاران، ۲۰۰۴). اوزترک و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که روی در ریشه چه ها (رادیکال ها^۳) و لپه های (کلئوپتیل های^۴) تازه توسعه یافته در طول جوانه زنی بذر بسیار بیشتر بود (تا ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم). بنابراین روی در فرآیندهای فیزیولوژیکی در اوایل رشد گیاهچه از جمله در سنتز پروتئین، عملکرد غشای سلول و مقاومت در برابر تنش های غیرزیستی نقش دارد (چک مک، ۲۰۰۰). علاوه بر این، مقدار بیشتر روی در بذر باعث می شود که گیاه در برابر تهاجم بیمارگرهای موجود در خاک در طول جوانه زنی و رشد گیاهچه مقاومت بهتری داشته باشد. بنابراین محصول و عملکرد مناسبی از این گیاهچه ها حاصل می شود (مارشور، ۱۹۹۵). پیش تیمار بذر باعث بهبود قابل توجه جذب مواد معدنی (روی و فسفر) و تجمع ماده خشک در جو و همچنین افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۴۴ درصد در گیاهان تحت تنش خشکی شد (آجوری و همکاران، ۲۰۰۴).

هریس و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایش های اولیه خود، نشان دادند که پیش تیمار بذر با سولفات روی (۰/۴ درصد)، می تواند نیازهای روی در گندم را تامین کند، به طوری که تولید به میزان ۶۱۵ کیلوگرم در هکتار (۲۱ درصد) در مقایسه با محصولات حاصل از بذره های پیش تیمار نشده، افزایش یافت. همچنین، پیش تیمار بذر در مقایسه با کاربرد کود در خاک مقرون به صرفه تر بوده، به طوری که نسبت سود: هزینه در کاربرد خاک و پیش تیمار بذر به ترتیب ۸ و ۳۶۰ بود (هریس و همکاران، ۲۰۰۵). پیش تیمار نخود در محلول رقیق سولفات روی (۰/۰۵ درصد) میزان عملکرد را در مقایسه با بذره های پیش تیمار نشده ۱۰ تا ۲۲ درصد افزایش داد (هریس و همکاران، ۲۰۰۵). پیش تیمار ذرت در محلول سولفات روی ۰/۱ درصد (به مدت ۱۶ ساعت) رشد محصول، عملکرد دانه و مقدار روی دانه را به طور قابل توجهی افزایش داد (هریس و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج حاصل از هفت آزمایش مزرعه ای نشان داد که پیش تیمار بذر در مقایسه با شاهد پیش تیمار نشده، افزایش عملکرد ۲۷ درصدی را نشان دادند (جدول ۱) (هریس و همکاران، ۲۰۰۷). جالب است بدانید که میزان عملکرد در پیش تیمار روی در مقایسه با کاربرد خاک به مراتب بیشتر بود (هریس و همکاران،

¹ *Phaseolus vulgaris* L.

² *Hordeum vulgare* L.

³ radicles

⁴ coleoptiles

(۲۰۰۷). همچنین هریس و همکاران (۲۰۰۷) در یک سری آزمایش‌های مزرعه‌ای، افزایش ۱۴ درصدی عملکرد گندم را پس از پیش‌ تیمار بذر با محلول ۰/۳ درصد روی (جدول ۱) گزارش کردند. این در حالی است که عملکرد نخود پس از پیش‌ تیمار بذر با محلول ۰/۵ درصد روی، ۱۹ درصد افزایش داشت. علاوه بر افزایش عملکرد، پیش‌ تیمار بذر با روی باعث افزایش مقدار روی دانه به میزان ۱۲ درصد در گندم (میانگین سه آزمایش) و ۲۹ درصد در نخود (یک آزمایش) شد (هریس و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طور مشابه در برنج، پیش‌ تیمار بذر با روی، رشد و عملکرد دانه را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشید. این موضوع نشان می‌دهد که پیش‌ تیمار بذر از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر از کاربرد خاکی و عدم پیش‌ تیمار بذر بود (اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱). به‌همین ترتیب در مطالعه‌ای دیگر، پیش‌ تیمار بذر با روی در مقایسه با محلول‌ پاشی و مصرف خاکی آن تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد دانه گندم در خاک‌های با کمبود روی داشت. با این حال، پیش‌ تیمار بذر با روی در مقایسه با محلول‌ پاشی و مصرف خاکی آن، تأثیری بر غلظت روی دانه نداشت (یلماز و همکاران، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۸). زیرا برای افزایش میزان روی دانه زمان مصرف تا حد امکان بایستی نزدیک مرحله رسیدن دانه باشد.

کاور و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه *Chlorophytum borivillianum* (L.) که به مدت ۱۲ ساعت به سولفات روی آغشته شدند را گزارش کردند. به‌همین ترتیب، خیساندن بذر با محلول‌های Zn-EDTA و سولفات روی باعث شد که عملکرد و جذب روی بهبود یابد. با این حال، هر دو منبع در کارآیی‌شان برای جذب روی متفاوت بودند (کانگ و اوکورو، ۱۹۷۶). در مطالعه دیگری، پیش‌ تیمار بذر با سولفات روی (۰/۱ درصد) به مدت ۲۴ ساعت، استقرار گیاهچه را در مقایسه با شاهد بدون پیش‌ تیمار ۲۹ درصد افزایش داد (فوتی و همکاران، ۲۰۰۸).

در یک آزمایش دو ساله که روی نخود، عدس، برنج و گندم صورت گرفت، پیش‌ تیمار بذر با روی با غلظت ۰/۰۴ و ۰/۰۲ مولار هیچ تأثیری بر عملکرد دانه نداشت (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). بذرهایی نخودی که با روی پیش‌ تیمار شده بودند، در تمام مکان‌های آزمایشی جوانه‌دار نشده و در نتیجه محصولی به دست نیامد. با این حال، در فصل بعدی کشت، بذرها با همان تیمارهای پیش‌ تیمار شده جوانه زدند، اما هیچ گونه دانه‌های تولید نکردند. با این وجود، بذرهایی پیش‌ تیمار شده در محلول روی، مقدار روی دانه را در تمام محصولات زراعی مورد آزمایش افزایش دادند (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). عدم استقرار گیاهچه در اول فصل نشانگر خطری است که در انجام پیش‌ تیمار عناصر کم‌مصرف وجود دارد. بایستی به این نکته نیز توجه نمود که قبل از پیش‌ تیمار نهایی، باید پیش‌ تیمار عناصر کم‌مصرف در آزمایشگاه بهینه‌سازی شده و سپس برای جوانه‌زنی آزمایش شوند (جانسون و همکاران، ۲۰۰۵).

علی‌رغم اثرات مفید پیش‌ تیمار روی، برخی مطالعات نشان داده‌اند که میزان پیش‌ تیمار بذر با روی ممکن است در هنگام تأمین نیاز روی برای گیاهان مختلف، متفاوت باشد. به‌عنوان مثال، در لوبیای قرمز، پیش‌ تیمار بذر با روی به تنهایی مقدار روی مورد نیاز برای محصول را تأمین نمی‌کند (راسموسن و بواون، ۱۹۶۹). با این حال، این موضوع به وضعیت روی در خاک نیز بستگی دارد. به‌عنوان مثال، هنگامی که کمبود روی در خاک متوسط است، پیش‌ تیمار بذر یک روش مقرون به صرفه می‌باشد (هریس و همکاران، ۲۰۰۷ و

۲۰۰۸؛ اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱). این درحالی است که در هنگام کمبود شدید روی، پیش تیمار بذر ممکن است نیاز محصول به روی را برآورده نکند (راسموسن و بواون، ۱۹۶۹؛ رحمان و همکاران، ۲۰۱۲).

فروبردن ریشه گیاهچه در محلول‌های حاوی کود روی ممکن است رویکردی عملی‌تر و راحت‌تر از مصرف خاکی و یا محلول‌پاشی روی باشد. بنابراین، این روش یک گزینه مناسب جایگزین روش‌های دیگر کاربرد روی در شرایط اراضی پست و غرقابی است (دوبرمن و فیرهوست، ۲۰۰۰). اییلای و دی‌داتا (۱۹۷۸) گزارش دادند که نشای گیاهچه برنجی که ریشه‌اش در محلول دو درصد اکسیدروی غوطه‌ور شده است عملکرد دانه بالاتری نسبت به اختلاط روی به صورت پایه با خاک داشته است. وقتی گیاهچه برنجی که ریشه‌اش در محلول دو درصد اکسیدروی غوطه‌ور شده است با محلول‌پاشی تکمیلی با محلول ۰/۵ درصد سولفات روی تیمار گردید افزایش عملکرد دانه بالاتری در مقایسه با فرو بردن ریشه در محلول به تنهایی داشته است. کاشت نشایی که در خزانه در محلول ۰/۱ درصد سولفات روی غوطه‌ور شده است در مقایسه با محلول‌پاشی روی (۸/۵ تن در هکتار) و شاهد بدون روی (۶/۱ تن در هکتار) افزایش عملکرد دانه برنج بیشتری (۹/۲ تن در هکتار) از خود نشان داده است (خان و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین افزایش عملکرد دانه برنج (تا ۴۱ درصد بیشتر از شاهد) با فرو بردن ریشه نشادر محلول ۰/۱ درصد سولفات روی در خزانه برنج گزارش شده است (رشید و همکاران، ۱۹۹۹). فروبردن ریشه نشا در محلول حاوی روی رویکردی عملی و مقرون به صرفه در کشت برنج می‌باشد که کمبود روی را در مراحل اولیه رشد جبران کرده و منجر به عملکرد بهتری می‌شود.

مقدار بالای روی در بذور می‌تواند همانند یک کوددهی اولیه کافی عمل کرده و محرک خوبی برای دستیابی به عملکرد بالای محصولات کشاورزی بوده، اگرچه غلظت روی در دانه را بالا نخواهد برد. بهبود در مقدار روی دانه برنج می‌تواند نتیجه افزایش جذب روی توسط ریشه پس از گلدهی باشد، بنابراین، همراه با استفاده از بذر با مقدار روی بالا در زمان کاشت، کاربرد روی مکمل نیز برای بهبود عملکرد دانه و مقدار روی دانه اهمیت دارد. کاربرد روی از طریق تیمار بذر به‌طور گسترده می‌تواند به آغشته‌سازی بذر با کود و پوشش بذر با کود تقسیم شود (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲).

پیش تیمار بذر، روش ساده و کم هزینه خیساندن بذر در محلول‌هایی دارای عناصر غذایی و یا هرگونه موادی است که می‌تواند با تغییر فشار اسمزی بر روی گیاه مانده و پس از کشت بذراغشته شده به بهبود رشد و تأمین عنصر تیمار شده برای مصرف گیاه کمک کند. در مقابل، در پوشش بذر با ذرات جامدی که به‌خوبی ریزشده‌اند یا مایعات حاوی مواد جامد محلول یا معلق به شکل‌گیری یک لایه پوششی (یک یا بیشتر از یک لایه) پیوسته در اطراف دانه می‌انجامد (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲). در مقایسه با کاربرد خاکی کود، تیمار بذر یک گزینه نسبتاً خوب است چرا که مقادیر کمی از مواد غذایی مورد نیاز را لازم داشته و روش اجرا نیز آسان است. همچنین به بهبود جوانه زنی و رشد گیاهچه تحت تنش‌های مختلف غیرزنده کمک شایانی می‌کند. محققان دریافته‌اند که غوطه‌ورکردن بذر در محلول روی با غلظت بالا از منبع کلات ای دی تی ای روی سبب تاخیر در جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد برنج می‌شود، با این حال، گیاهان ممکن است بر توقف و تأخیر رشد در مراحل بعد غلبه کنند. آسیب اولیه بذرناسی از غوطه‌ورکردن بذر در محلول‌های

حاوی مواد غذایی ممکن است با استفاده از سوسپانسیون نامحلول کود مانند کود روی دانه‌های بهبود یابد چرا که این کودها به جای اینکه جذب بافت دانه شوند به سطح دانه، می‌چسبند.

غوطه‌ورکردن بذر برنج با محلول‌های حاوی روی به‌طور قابل‌توجهی میزان روی در بذر را افزایش داده، اما به عملکرد بالاتر نخواهد انجامید. پس از انجام تعدادی از آزمایشات اولیه، جانسون و همکاران (۲۰۰۵) از محلول ۴ میلی‌مول روی از منبع سولفات روی با ۷ مولکول آب برای غوطه‌ورکردن بذر برنج در یک آزمایش مزرعه‌ای استفاده کردند که منجر به افزایش مقدار روی دانه شده اما این افزایش در دانه گیاه سال بعد یافت نشد. در مقابل، اسلاتون و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که از بذور برنجی که در ابتدا بذر آن‌ها در روی غوطه‌ور شده بود ماده خشک و غلظت روی بیشتر در بافت گیاه و بازده دانه بالاتری نسبت به مصرف خاکی کود روی به‌دست آمد. آن‌ها همچنین پیشنهاد کردند که غوطه‌ورکردن بذر برنج در محلول روی یک روش جایگزین اقتصادی‌تر و بهتر نسبت به کاربرد خاکی کود حاوی روی است. جوردانو و مورتودت (۱۹۷۳) گزارش داده‌اند که کاربرد روی در برنج از طریق غوطه‌وری بذر یا آب آبیاری به اندازه روی مخلوط شده با خاک موثر بودند. تیمار پوشش بذر با محلول غلیظ حاوی عناصر کم‌مصرف در مقایسه با سایر روش‌های مصرف روی در اکثر موارد برای بهبود بازده روی در بسیاری از محصولات زراعی موثرتر است (سینگ، ۲۰۰۷). همچنین پوشش بذر با روی، اثر سوئی بر جوانه‌زنی نداشته است. از این‌رو، این روش ممکن است برای جلوگیری از کمبود روی و بهبود استقرار نشا در خاک‌هایی با روی قابل جذب پایین، موثرتر و با صرفه‌تر باشد. پوشش بذر برنج با غلظت کم سولفات روی به همان اندازه مخلوط سولفات روی با خاک موثر بوده است (جیوردانو و مورتودت، ۱۹۷۳). بالین‌حال، منگل و ویلسون (۱۹۷۹) نشان دادند که پوشش دانه برنج با Zn-EDTA و یا اکسید روی و یا سولفونات روی در بهبود استقرار نشاء و افزایش تعداد خوشه و عملکرد دانه از کاربرد محلول‌پاشی روی در غلظت مشابه موثرتر بودند. از این‌رو، تیمار بذر با روی یک روش امیدوارکننده برای سیستم کشت برنج هوازی و برای تقویت جوانه‌زنی اولیه و اصلاح کمبود روی حتی در خاک‌های آهکی و قلیایی در طول دوره استقرار محصول برنج است. اگرچه، افزایش مقدار روی دانه برنج به‌ندرت در روش غوطه‌وری بذر در محلول‌های حاوی روی در شرایط مزرعه رخ داده ولی تحقیقات بیشتر برای روشن شدن دلایل بالقوه این نقطه ضعف و اینکه آیا تیمار بذر با کود روی ممکن است برای غلبه بر این ضعف موثر باشد، مورد نیاز است. در ایران براساس تحقیقات انجام شده مشخص گردید که استفاده از کود روی به‌صورت تیمار بذری در مناطق دچار کمبود روی و پتاسیم موجب افزایش عملکرد دانه گلرنگ شد (فناپی و همکاران، ۱۳۹۴). ابوطالبیان و همکاران (۲۰۱۲) طی پژوهشی با پیش تیمار سه رقم گندم دیم با محلول سولفات روی عملکرد دانه را ۲۶/۳ درصد افزایش داد. عبدالرحمانی و همکران (۱۳۸۸) در بررسی اثر پیش تیمار بر قدت رویش و عملکرد دانه جو رقم آبیدر در شرایط دیم گزارش نمودند که بذور پیش تیمار شده نسبت به شاهد عملکرد بیولوژیک بالاتری داشتند. دادرسی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تاثیر پیش تیمار با محلول غذایی سولفات روی با غلظت ۰/۰۳ درصد بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و کارایی مصرف آب و درصد پروتئین دو رقم ذرت نشان دادند که سرعت سبز شدن، طول بلال، قطر بلال، عدد

اسپاد (میزان سبزینه در برگ)، (کارایی مصرف آب و پروتئین دانه به ترتیب ۴۷/۶، ۱۰/۹، ۱۳/۴، ۸/۵، ۹/۳ و ۱۱/۵ درصد افزایش داشت. در یک آزمایش مزرعه ایی مناری فرد و سپهری (۱۳۹۱) و بر روی دو رقم گندم (توس و الوند) نشان دادند که پیش تیمار با سولفات روی با غلظت ۰/۳ درصد عملکرد دانه را ۲/۲ درصد و عملکرد ماده خشک کل را ۳/۳ درصد افزایش داد. اخگری و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های خوابیدگی بوته دو رقم برنج در روش کشت مستقیم نشان داد که پیش تیمار با سولفات روی می‌تواند در جلوگیری از ورس موثر باشد. همچنین اخگری و کاویانی (۱۳۹۸) تاثیر اثر پرایمینگ بر بنیه بذر و گیاهچه دو رقم برنج را مورد بررسی قرار دادند. وی نشان داد که اثر تیمارهای کاربردی (شامل تیمار حاوی سولفات روی) روی صفات هدایت الکتریکی، سرعت رسیدن بذر به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، تعداد گیاهچه در واحد سطح در روز بیستم بعد از کاشت و مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵، ۲۵، و ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر، در سطح یک درصد و صفات سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمارهای پرایمینگ بر تعداد گیاهچه سبز شده در واحد سطح در مزرعه، ۲۰ روز پس از کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- تاثیر پیش تیمار و پوشش بذر با ترکیبات حاوی روی بر عملکرد دانه و محتوای روی دانه در محصولات مختلف

کشاورزی

نوع کود	روش مصرف	میزان مصرف	گیاه زراعی	میزان افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد (درصد)	میزان افزایش روی در دانه در مقایسه با شاهد (درصد)	منبع پژوهش
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۱ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۱۴/۵۷	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۲/۲ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۱۷/۹۲	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۴/۷ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۲۸/۲۵	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۳ درصد روی، ۱۰ ساعت	گندم	۱۴/۰۰	۱۲/۰۰	هریس و همکاران، ۲۰۰۸
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۵ درصد روی، ۱۰ ساعت	لوبیا	۱۹/۰۰	۲۹/۰۰	هریس و همکاران، ۲۰۰۸
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۳ درصد روی، ۱۰ ساعت	گندم	۱۷/۰۵	-	هریس و همکاران، ۲۰۰۷
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۵ درصد روی، ۶ ساعت	نخود	۱۷/۷۰	-	هریس و همکاران، ۲۰۰۷
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۱ درصد روی، ۱۶ ساعت	ذرت	۲۷/۱۰	-	هریس و همکاران، ۲۰۰۷
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۴ مولار، ۸ ساعت	نخود	-	۱۰۶۶	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۴ مولار، ۱۲ ساعت	عدس	-	۱۱۶۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵

ادامه جدول ۱- تاثیر پیش تیمار و پوشش بذر با ترکیبات حاوی روی بر عملکرد دانه و محتوای روی دانه در محصولات مختلف کشاورزی

نوع کود	روش مصرف	میزان مصرف	گیاه زراعی	میزان افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد (درصد)	میزان افزایش روی در دانه در مقایسه با شاهد (درصد)	منبع پژوهش
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۴ مولار، ۳۶ ساعت	برنج	-	۵۸۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۴ مولار، ۱۲ ساعت	گندم	-	۹۰۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۱ مولار، ۱۲ ساعت	گندم	۵/۴۲	-	نظیز و همکاران، ۲۰۰۰
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۰/۰۵ درصد روی	نخود	۳۶	-	عارف و همکاران، ۲۰۰۷
سولفات روی	پیش تیمار بذر	۱۰ میلی گرم در کیلوگرم بذر	جو	-	۷۰۸	آجوری و همکاران، ۲۰۰۴
سولفات روی	پوشش بذر	۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم بذر	لوبیا چشم بلبلی	۳۲/۱۰	-	ماسوتی و همکاران، ۲۰۰۹
کلات روی	پیش تیمار بذر	۲/۸ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۲۰/۷۳	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
کلات روی	پیش تیمار بذر	۲/۸ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۲۶/۵۰	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
کلات روی	پیش تیمار بذر	۵/۷ گرم در کیلوگرم بذر	برنج	۲۰/۴۵	-	اسلاتون و همکاران، ۲۰۰۱
کلات روی	پوشش بذر	۰/۵ درصد (وزن/وزن)	برنج	۱۹/۱	۴/۳۸	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۱/۵ درصد (وزن/وزن)	برنج	۱۸/۴۸	۳۰/۹۸	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۲/۰ درصد (وزن/وزن)	برنج	۲۷/۵۹	۴۰/۰۷	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۰/۵ درصد (وزن/وزن)	برنج	۶/۸۴	۱۲/۷۹	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۱/۰ درصد (وزن/وزن)	برنج	۱۳/۱۶	۲۷/۶۱	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۱/۵ درصد (وزن/وزن)	برنج	۲۰/۲۵	۳۶/۳	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸
اکسید روی- اوره پوشش	پوشش بذر	۲/۰ درصد (وزن/وزن)	برنج	۲۶/۶۲	۴۸/۱۵	شیوای و همکاران، ۲۰۰۸

۵- بور

کمبود بور (B)، به دلیل اختلالات شدید در فرآیندهای متابولیکی، باعث کاهش شدید عملکرد محصول می‌شود. این فرآیندهای متابولیسمی شامل متابولیسم اسید نوکلئیک، کربوهیدرات، پروتئین و ایندول استیک اسید، سنتز دیواره سلولی، یکپارچگی و عملکرد غشاء و متابولیسم فنل‌ها می‌باشند (دل و هوانگ، ۱۹۹۷؛ تاکانا و فوجی وار، ۲۰۰۸). همچنین، بور از نظر عملکردی در فرآیندهای مختلف مانند استفاده از کلسیم، تقسیم سلولی، گلدهی و میوه‌دهی، متابولیسم کربوهیدرات و نیتروژن، مقاومت در برابر بیماری و کاتالیزور واکنش‌های خاص نقش دارد (اسپراکئو، ۱۹۵۱). بور یک عنصر کم مصرف ضروری است که تقریباً برای رشد و نمو طبیعی همه گیاهان لازم است (براون و همکاران، ۲۰۰۲). با این وجود، گیاهان در مرحله زایشی در مقایسه با مرحله رویشی نسبت به کمبود بور حساسیت بیشتری دارند (نوپاگونونگ و همکاران، ۱۹۹۷).

غلظت محلول پیش‌تیمار شاید مهمترین عامل در هنگام پیش‌تیمار با بور باشد. به‌عنوان مثال در روسیه، آزمایش‌های انجام شده بر روی پیش‌تیمار بذر در محلول‌های اسید بوریک (۲ تا ۲۰ میلی‌لیتر)، اثرات تحریک کننده در جوانه‌زنی را در چندین محصول از جمله شلغم^۱، آفتابگردان^۲، سویا^۳، چغندر^۴، یونجه^۵، برنج، گندم و جو نشان داد (شورروکس، ۱۹۹۷). بذرهایی (از گونه‌های فوق) که در غلیظترین محلول بور (۰/۵ درصد) پیش‌تیمار شدند، قادر به ظهور و سبز شدن نبودند. به‌همین ترتیب، دانه‌های برنجی که در محلول بور ۰/۵ درصد قرار گرفتند، جوانه‌زنی نکردند (رحمان و همکاران، ۲۰۱۲). این‌درحالی است که پیش‌تیمار در محلول‌های بور ۰/۰۰۱ درصد و ۰/۱ درصد باعث بهبود استقرار گیاهچه در برنج شد (رحمان و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه دیگری که اخیراً انجام شد، بذرهایی برنج‌های معطر سوپر باسمتی^۶ و شاهین باسمتی^۷ در محلول‌های بور هوادهی شده (۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱ و ۰/۵ درصد) پیش‌تیمار شدند. استقرار گیاهچه با پیش‌تیمار بذر در محلول‌های ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ درصد به‌طور قابل توجهی بهبود یافت (فاروق و همکاران، ۲۰۱۱a).

در جو دوسر^۸، پیش‌تیمار بذر با بور (۰/۰۲ درصد از محلول اسید بوریک) تاثیر قابل توجهی روی جوانه‌زنی بذر نداشت. با این حال پنجه‌زنی، طول خوشه و وزن دانه با استفاده از پیش‌تیمار بذر افزایش یافت و باعث افزایش عملکرد دانه به مقدار ۸/۴۲ درصد در مقایسه با بذرهایی تیمار نشده، شد (جدول ۲؛ ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹). به‌طور مشابه در برنج، میزان جوانه‌زنی و ظهور برگ، طویل شدن برگ و ظهور پنجه به‌طور قابل توجهی در گیاهچه‌های پرورش یافته از بذرهایی که در محلول ۰/۰۰۱ درصد بور قرار

¹ *Brassica rapa* L.

² *Helianthus annuus* L.

³ *Glycine max* L.

⁴ *Beta vulgaris* L.

⁵ *Medicago sativa* L.

⁶ Super Basmati

⁷ Shaheen Basmati

⁸ *Avena sativa* L.

گرفتند، بهبود یافت (رحمان و همکاران، ۲۰۱۲). پیش تیمار بذر با بور همچنین تأثیر عمیقی در مراحل رشد دارد. در یک مطالعه که روی نخود^۱ انجام شده بود، کومار و همکاران (۲۰۰۸) افزایش ارتفاع گیاه، باردهی و عملکرد غلاف را در هنگامی که بذرهای در محلول ۰/۵ درصد بور قرار گرفتند، ثبت کردند. همچنین، آن‌ها به‌طور همزمان، کاهش روزهای گلدهی را به ۵۰ درصد گزارش کردند.

همان‌طور که در مورد روی گفته شد، هیچ گونه اثر سوء قابل مشاهده‌ای از پیش تیمار بذر با بور بر عملکرد نخود، عدس، برنج یا گندم مشاهده نشد. با این حال، پیش تیمار بذرهای مذکور در محلول حاوی بور، مقدار بور دانه را در تمام محصولات آزمایش شده، افزایش داد (جدول ۲؛ جانسون و همکاران، ۲۰۰۵). در لوبیای سودانی، کاربرد بور از طریق تیمار بذر (۴ گرم بر کیلوگرم بذر) باعث افزایش عملکرد دانه تا ۱۰/۵۳ درصد در مقایسه با گروه شاهد شد. این موضوع نشان داد که کاربرد بور از طریق تیمار بذر موثرتر و مقرون به صرفه بود. این درحالی بود که مصرف بور در خاک (۱۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کلات بور، عملکرد بذر تا ۵/۲۶ درصد افزایش داد (مالا و همکاران، ۲۰۰۷). اگرچه پیش تیمار بذر با بور راحت‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین روش کاربرد بور است، اما غلظت محلول از اهمیت زیادی برخوردار است و باید قبل از استفاده در مزرعه، آزمایش و بهینه‌سازی شود. رحمان و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد محلول‌های مختلف حاوی بور بر روی دو رقم برنج سوپر باسمتی و شاهین باسمتی نشان دادند که محلول ۰/۰۰۱ درصد بور بهترین غلظت برای تمام پارامترهای رشد و جوانه‌زنی بذر بوده و طول ریشه و ساقه، وزن خشک و تر گیاهچه و ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین این غلظت باعث رشد سه برابری طول برگ در مقایسه با سایر غلظت‌ها شده است. درخصوص صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد نیز محلول بور با غلظت ۰/۰۰۱ درصد باعث افزایش پنجه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه شد. علاوه بر این غلظت بور در دانه نیز افزایش چشمگیری داشت.

کمبود بور در خاک سبب کاهش قابل ملاحظه نمو بذر برنج شده (بل و همکاران، ۱۹۸۹) و به کاهش توانایی استقرار گیاه منجر می‌شود (رکاسم و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین مطالعات نشان داده است که غلظت‌های کم بور سبب فعال‌سازی آنزیم‌های موثر در متابولیسم نشاسته (چاترجی و همکاران، ۱۹۹۰) و آلفا آمیلاز (کرس ول و نلسون، ۱۹۷۳) می‌شود. تأثیر تیمار بور بر طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک گیاهچه برنج و ارتفاع گیاهچه حاکی از دخالت آن در فرآیند طویل شدن سلولی و میزان آن (موهتاریدو و همکاران، ۲۰۰۴) و رشد مریستمی (بوهن ساک و آلبرت، ۱۹۷۷) است. ولی نکته حائز اهمیت این است که فقط غلظت کم آن باعث تأثیر مثبت بر تمامی موارد بیان شده می‌شود و افزایش غلظت منجر به توقف رشد گیاه برنج می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۶). یو و همکاران (۲۰۰۲) بیان داشتند که تأثیر بور به نوع رقم و شرایط محیطی به‌ویژه خاک وابستگی دارد. همچنین بروز زودتر برگ در اثر مصرف بور به دلیل افزایش فعالیت‌های متابولیکی در گیاهچه‌های جوان‌تر نیز گزارش شده است (گلد باخ و همکاران، ۲۰۰۱). خان و

¹ *Pisum sativum* L.

همکاران (۲۰۰۶) و رشید و همکاران (۲۰۰۷) نیز دریافتند که کاربرد تیمار بذر با بور سبب افزایش تعداد برگ و پنجه شده و نتیجه گرفتند که تیمار بذر با بور بر رشد رویشی و زایشی گیاه برنج موثر است. علاوه بر این رحمان و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تیمار بذر با بور بر روابط آبی برنج موثر می‌باشد که می‌تواند ناشی از ریشه‌زایی بیشتر و افزایش همزیستی قارچ‌های میکورایزا در محیط ریشه باشد (موتونن و همکاران، ۲۰۰۱). رحمان و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد محلول‌های مختلف حاوی بور بر روی دو رقم برنج سوپر باسمتی و شاهین باسمتی نشان دادند که محلول ۰/۰۰۱ درصد بور بهترین غلظت برای تمام پارامترهای رشد و جوانه‌زنی بذر بوده و طول ریشه و ساقه، وزن خشک و تر گیاهچه و ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. همچنین این غلظت باعث رشد سه برابری طول برگ در مقایسه با سایر غلظت‌ها شده است. درخصوص صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد نیز محلول بور با غلظت ۰/۰۰۱ درصد باعث افزایش پنجه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه شد. علاوه بر این غلظت بور در دانه نیز افزایش چشمگیری داشت.

جدول ۲- تاثیر پیش تیمار و پوشش بذر با ترکیبات حاوی بور بر عملکرد دانه و محتوای بور دانه در محصولات مختلف کشاورزی

نوع کود	روش مصرف	میزان مصرف	گیاه زراعی	میزان افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد (درصد)	میزان افزایش روی در دانه در مقایسه با شاهد (درصد)	منبع پژوهش
اسیدبوریک	غوطه‌وری بذر	۰/۰۲ درصد، ۲۴ ساعت	جو	۸/۴۲	-	ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹
اسیدبوریک	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۸ مولار، ۸ ساعت	نخود	-	۹۰۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
اسیدبوریک	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۸ مولار، ۱۲ ساعت	عدس	-	۱۵۶۶	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
اسیدبوریک	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۸ مولار، ۱۲ ساعت	برنج	-	۷۰۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
اسیدبوریک	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۸ مولار، ۱۲ ساعت	گندم	-	۲۱۲۲	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
بوراکس	پوشش بذر	۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بذر	لوبیا چشم بلبلی	۳۷/۲۵	۴/۳۸	ماسوتی و همکاران، ۲۰۰۹

۶- مولیبدن

در گیاهان، مولیبدن در تغذیه و جذب نیتروژن و احیای نیترات به آمونیوم نقش دارد. در گیاهانی که مقدار مولیبدن کافی ندارند، نیترات‌ها در برگ‌ها تجمع یافته و برای تولید پروتئین به دانه منتقل نشده و جذب نمی‌شوند. در حبوبات، مولیبدن یک عملکرد اضافی دارد. این عملکرد به باکتری‌های ریشه در تثبیت

نیتروژن اتمسفر کمک می کند (کامپو و همکاران، ۲۰۰۰). علائم کمبود مولیبدن اغلب شبیه کمبود نیتروژن است. در حبوبات، توانایی تثبیت نیتروژن توسط میکروارگانیسم های خاک به دلیل کمبود مولیبدن به شدت مختل می شود و آن ها را دچار کمبود نیتروژن می کند. در علم گیاه شناسی، اصطلاحاتی از قبیل Blue-chaff و whiptail وجود دارد که به ترتیب بیانگر کمبود مولیبدن در جو دوسر و گل کلم می باشند. علاوه بر این، وجود لکه های زرد رنگ در مرکبات نیز نشان دهنده کمبود مولیبدن است.

چندین مطالعه نشان داد که تیمار بذر روش موثرتری برای کاربرد مولیبدن نسبت به کاربرد آن در خاک است (دونالد و اسپنسر، ۱۹۵۱؛ جانسون و همکاران، ۲۰۰۶ a, b). به عنوان مثال، در ۴۸ آزمایشی که در شرق هند بر روی برنج انجام شد، مولیبدن با استفاده از پیش تیمار بذر باعث افزایش میانگین عملکرد تا ۲۲-۱۷ درصد در مقایسه با شاهد (بدون مولیبدن) شد. علاوه بر این، میزان عملکرد در هنگامی که مولیبدن در خاک مصرف شد، ۲۵-۲۰ درصد بود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۰ a, b). به همین ترتیب، کاربرد مولیبدون از طریق تیمار بذر (۴ گرم بر کیلوگرم بذر) باعث افزایش عملکرد دانه تا ۱۵/۸ درصد (بیشتر از گروه شاهد و گروهی که مولیبدن در خاک مصرف شده بود) شد. در استفاده از مولیبدن خاک (۱/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه تا ۱۰/۵۳ درصد افزایش یافت. این امر نشان می دهد که تیمار بذر یک روش کاربردی، موثرتر و مقرون به صرفه است (مالا و همکاران، ۲۰۰۷). در یک خاک که به کمبود مولیبدن دچار بود، پیش تیمار بذر شبدر^۱ در محلول مولیبدات سدیم ۰/۱ یا ۱ درصد، به اندازه مصرف خاکی در بهبود رشد و عملکرد موثرتر، تاثیرگذار بود. همچنین پیش تیمار بذر منجر به افزایش مقدار مولیبدون و نیتروژن در دانه ها در مقایسه با کاربرد آن در خاک می شود (دونالد و اسپنسر، ۱۹۵۱). دانه های لوبیای معمولی که در مولیبدات سدیم قرار گرفتند، باعث بهبود گره زایی، تجمع ماده خشک، تثبیت نیتروژن و عملکرد شدند (جدول ۳؛ موهانداس، ۱۹۸۵). کومار و همکاران (۲۰۰۴)، در مطالعه که روی نخود انجام شد، افزایش عملکرد ۲۷ درصدی پیش تیمار بذر را با مولیبدن (۰/۵ گرم در لیتر محلول مولیبدات سدیم) به مدت ۸ ساعت در مقایسه با کاربرد خاکی مولیبدن گزارش کردند. با این حال در یک آزمایش مزرعه ای، افزایش عملکرد نخود از همان تیمار ۲۰ درصد بود (خانال و همکاران، ۲۰۰۵).

کارایی پیش تیمار بذر با مولیبدون ممکن است با افزودن ریزوبیوم^۲ به محلول پیش تیمار افزایش یابد. به عنوان مثال، در آزمایشات انجام شده در مزارع شالیزاری کشاورزان در بنگلادش، افزایش عملکرد در تیمارهای پیش تیمار شده بین ۳۷-۹۰ درصد بیشتر از گروه شاهد ۱ (تیمار نشده) و تا ۵۰ درصد بیشتر از گروه شاهد ۲ (گروه آغشته به آب) بود (یوهانسون و همکاران، ۲۰۰۶ b). به همین ترتیب، در لوبیای سبز^۳، پیش تیمار بذر در مولیبدات سدیم و ریزوبیوم^۴ به طور قابل توجهی باعث بهبود گره زایی، تثبیت نیتروژن، جذب مواد غذایی، رشد گیاه و عملکرد محصول شد. ترکیب تیمارهای بذر نیز باعث افزایش کارایی مصرف

¹ *Trifolium subterraneum* L.

² rhizobium

³ *Vigna radiata* L.

⁴ rhizobia

کود شد، که این موضوع نشان دهنده استفاده بهتر از منابع است (پاتتانایاک و همکاران، ۲۰۰۰). اگرچه اختلاط سویه‌های ریزوبیا در محیط پیش تیمار اثر هم‌افزایی داشت، اما پروتکل‌ها برای محصولات و نیاز آن‌ها به مواد کم‌مصرف باید تنظیم شود. کاربرد مولیبدن از طریق پیش تیمار در مقایسه با مصرف خاکی آن برای بسیاری از محصولات، موثرتر و اقتصادی‌تر است. با این حال ادغام آن با ریزوبیا نیاز به بررسی بیشتر و تنظیم دقیق دارد.

۷- منگنز

منگنز نقش مهمی در متابولیسم نیتروژن و فتوسنتز دارد. این عنصر همچنین چندین ترکیب مورد نیاز دیگر را برای متابولیسم گیاه تشکیل می‌دهد (استوات و آرنون، ۱۹۳۹). کمبود منگنز معمولاً با کلروز بین رگبرگ‌ها^۱ نشان داده می‌شود. با این حال، در برخی از گونه‌ها، مرحله زایشی به تأخیر می‌افتد (پارک و همکاران، ۱۹۹۹). در شرایطی که کمبود منگنز به‌طور حاد صورت گیرد، ممکن است لکه‌های نکروزه قهوه‌ای روی برگ‌ها ایجاد شود که منجر به ریزش زودرس برگ‌ها می‌شود. لکه‌های سفید و خاکستری روی برخی از برگ‌های غلات نشان‌دهنده کمبود منگنز است (استوات و آرنون، ۱۹۳۹؛ چانگ، ۱۹۹۹). پیش تیمار بذر گندم در محلول سولفات منگنز به‌طور قابل توجهی رشد، عملکرد دانه و مقدار منگنز دانه را بهبود بخشید (خالد و مالک، ۱۹۸۲). عملکرد دانه و مقدار منگنز دانه به‌طور خطی با افزایش غلظت محلول پیش تیمار (تا حداکثر ۰/۲ درصد محلول سولفات منگنز به مدت ۱۲ ساعت) افزایش یافت (جدول ۳؛ خالد و مالک، ۱۹۸۲). افزایش عملکرد دانه و مقدار منگنز دانه در گندم حاصل از پیش تیمار با سولفات منگنز، در سایر مطالعات نیز مشاهده شده است (مارکار و گراهام، ۱۹۸۶). پیش تیمار بذر با استفاده از منگنز همچنین می‌تواند استقرار گیاهچه را بهبود بخشد. به عنوان مثال، پیش تیمار بذر گیاه سرخار گل^۲ با محلول ۰/۱ درصد سولفات منگنز، جوانه‌زنی را تا ۳۶ درصد و ظهور آن را تا ۲۷ درصد بیشتر از شاهد افزایش داد (باباوا و همکاران، ۱۹۹۹). از مجموع مطالعات انجام شده در مورد پیش تیمار بذر با منگنز، همه آن‌ها در مقایسه با مصرف خاکی بهبود قابل توجهی در استقرار گیاهچه، رشد، عملکرد و غنی‌سازی دانه در غلات و حبوبات نشان دادند (خالد و مالک، ۱۹۸۲؛ باباوا و همکاران، ۱۹۹۹؛ مارکار و گراهام، ۱۹۸۶).

۸- مس

مس در جذب کربن و متابولیسم نیتروژن نقش دارد. کمبود آن منجر به کاهش شدید رشد می‌شود. مس همچنین در بیوسنتز لیگنین نقش دارد. لیگنین نه تنها استحکام دیواره سلولی را فراهم می‌کند، بلکه از پژمردگی گیاه نیز جلوگیری می‌کند (تائیز و زیگر، ۲۰۱۰). کلروز برگ، رشد کوتاه و مرگ ساقه از علائم رایج کمبود مس هستند (چانگ، ۱۹۹۹؛ استوات و آرنون، ۱۹۳۹؛ اسوتساپار، ۱۹۹۹). پیش تیمار بذر گندم

^۱ Interveinal chlorosis

^۲ *Echinacea purpurea* (L.)

در محلول کلات مس (CuEDTA) (۰/۰۴ تا ۰/۱۶ کیلوگرم مس در هکتار)، عملکرد دانه را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده، اما از ظهور جوانه جلوگیری کرد (مالهی، ۲۰۰۹). پیش‌تیمار بذر گندم در محلول کلات مس با غلظت بسیار کم (۰/۰۴ کیلوگرم مس در هکتار)، باعث افزایش چشمگیر عملکرد دانه شده و از کمبود مس در گندم جلوگیری کرد (مالهی، ۲۰۰۹). در آزمایش دیگری که بر روی جو دوسر انجام شد، پیش‌تیمار بذر با مس (۰/۰۰۱ درصد از محلول سولفات مس) تاثیری در جوانه‌زنی نداشت. با این وجود تعداد دانه‌ها (در هر خوشه) و وزن دانه افزایش یافت. در نتیجه، عملکرد دانه (۱۶/۵۳ درصد) در مقایسه با شاهد بدون تیمار افزایش یافت (جدول ۳؛ ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹). با این حال، در مطالعه‌ی اخیر، پیش‌تیمار بذر با سولفات مس (۰/۱ درصد) به مدت ۲۴ ساعت، استقرار پایه را در مقایسه با گروه شاهد به میزان ۴۳ درصد بهبود بخشید (فوتی و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۳ - تاثیر پیش تیمار و پوشش بذر با ترکیبات حاوی مولیبدن، منگنز و مس بر عملکرد دانه و محتوای مولیبدن، منگنز و مس دانه در محصولات مختلف کشاورزی

نوع کود	روش مصرف	میزان مصرف	گیاه زراعی	میزان افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد (درصد)	میزان افزایش مولیبدات در دانه در مقایسه با شاهد (درصد)	منبع پژوهش
مولیبدات سدیم	غوطه‌وری بذر	۱ میلی گرم در لیتر، ۱ ساعت	لوبیا قرمز	۱۲/۶۶	۱۲۲/۷۳	مهنداس (۱۹۸۵)
مولیبدات سدیم	غوطه‌وری بذر	۲ میلی گرم در لیتر، ۱ ساعت	لوبیا قرمز	۵۳/۶۸	۲۷۲/۷۳	مهنداس (۱۹۸۵)
مولیبدات سدیم	غوطه‌وری بذر	۵ میلی گرم در لیتر، ۱ ساعت	لوبیا قرمز	۱۱/۶۱	۹۰/۹۱	مهنداس (۱۹۸۵)
مولیبدات سدیم	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۲۶ مولار، ۸ ساعت	نخود	-	۷۴۰۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
مولیبدات سدیم	پیش تیمار بذر	۰/۰۰۸ مولار، ۱۲ ساعت	عدس	-	۰	جانسون و همکاران، ۲۰۰۵
سولفات منگنز	پیش تیمار بذر	۰/۱ مولار، ۱۲ ساعت	گندم	۱۲/۷۹	-	نظیر و همکاران، ۲۰۰۰
سولفات مس	غوطه‌وری بذر	۰/۰۰۱ درصد، ۲۴ ساعت	جو	۱۶/۵۳	-	ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹
سولفات مس	پیش تیمار بذر	۰/۱ مولار، ۱۲ ساعت	گندم	-۱۲/۷۹	-	نظیر و همکاران، ۲۰۰۰

۹- کبالت

اگرچه کبالت برای بعضی از گیاهان مفید است، اما برای برخی از گیاهان دیگر عنصری ضروری است. به عنوان مثال، حبوبات برای تثبیت نیتروژن به کبالت احتیاج دارند. کبالت بر متابولیسم و رشد گیاه تأثیر می‌گذارد و جزء مولفه‌های اساسی در چندین آنزیم و کوآنزیم است (پالیت و همکاران، ۱۹۹۴). اثرات مفید کبالت شامل تأخیر در پیری برگ، مهار بیوسنتز اتیلن و تحریک بیوسنتز آلکالوئید می‌باشد (پالیت و همکاران، ۱۹۹۴).

در لوبیای سودانی^۱، پیش تیمار بذر با نیترات کبالت به طور قابل توجهی باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و برگ، تجمع ماده خشک و عملکرد دانه شد (راج، ۱۹۸۷). به همین ترتیب، پیش تیمار بذر با نیترات کبالت در بادام زمینی باعث شد که رشد، عملکرد غلاف، وزن دانه و شاخص برداشت به طور قابل توجهی افزایش یابد (راج، ۱۹۸۷). هم در لوبیای سودانی و هم در بادام زمینی، محتوای لگ‌هموگلوبین و تراکم گره افزایش یافت (راج، ۱۹۸۷). در کدوی تابستانی^۲، پیش تیمار بذر با سولفات کبالت به طور قابل توجهی تجمع ماده خشک و عملکرد میوه را در مقایسه با بذره‌های خیس‌انده شده در آب افزایش داد (جدول ۴؛ اتتا آلی، ۱۹۹۸). علاوه بر این، پیش تیمار با سولفات کبالت باعث ایجاد سنتز اتیلن در مراحل اولیه جوانه زنی (۱۴ روز پس از کاشت) شد که تا زمان ظهور گل (۳۰ روز پس از کاشت) ادامه داشت. بذره‌های آغشته به ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۱ میلی گرم در لیتر سولفات کبالت به ترتیب ۲۶، ۴۰ و ۵۶ درصد عملکرد میوه بیشتری نسبت به شاهد داشتند (اتتا آلی، ۱۹۹۸). در لوبیای معمولی، پیش تیمار بذرها با نیتريت کبالت با غلظت ۱ و ۵ میلی گرم بر لیتر به طور قابل توجهی باعث بهبود گره زایی، ماده خشک، نیتروژن و عملکرد دانه شد (مهندس، ۱۹۸۵). در جو دوسر، پیش تیمار بذر با کبالت (۰/۰۰۱ درصد سولفات کبالت محلول)، تأثیری بر جوانه زنی نداشت. با این وجود طول خوشه، تعداد دانه و وزن دانه افزایش یافت. همچنین، عملکرد دانه در مقایسه با شاهد بدون تیمار ۱۱/۱۷ درصد افزایش یافت (جدول ۴؛ ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹).

پیش تیمار بذر با ترکیبی از عناصر کم مصرف (۰/۱۶ میلی گرم در گرم مولیبدن از منبع مولیبدات سدیم و ۰/۰۰۸ میلی گرم در گرم کبالت از منبع کلرید کبالت) و ریزوبیوم به طور قابل توجهی باعث بهبود گره زایی، تثبیت نیتروژن، جذب مواد غذایی، رشد و عملکرد گیاه شد. ترکیب عناصر غذایی در تیمار بذور همچنین باعث افزایش کارایی مصرف کود شده، که این امر نشان دهنده استفاده بهتر از منابع کودی است (پاتانایاک و همکاران، ۲۰۰۰). اگرچه پیش تیمار بذر با کبالت، در غلظت‌ها و مدت زمان مشخص، به طور موثری عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد، اما برای بررسی این اثرات بر عملکرد گیاه به تحقیقات بیشتری نیاز است.

¹ *Cajanus cajan* L.

² *Cucurbita pepo* L.

جدول ۴ - تاثیر پیش تیمار و پوشش بذر با ترکیبات حاوی کبالت بر عملکرد دانه و محتوای کبالت دانه در محصولات مختلف کشاورزی به روش غوطه‌وری بذر

نوع کود	میزان مصرف	گیاه زراعی	میزان افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد (درصد)	میزان افزایش روی در دانه در مقایسه با شاهد (درصد)	منبع پژوهش
نیتрат کبالت	۱ میلی گرم در لیتر، ساعت	لوبیا قرمز	۵۲/۵۰	۳۳۴/۰۹	مهنداس (۱۹۸۵)
نیترات کبالت	۲ میلی گرم در لیتر، ۱ ساعت	لوبیا قرمز	۵/۰۴	۱۷۴/۷۳	مهنداس (۱۹۸۵)
سولفات کبالت	محلول ۰/۰۰۱ درصد، ۱ ساعت	جو	۱۱/۱۷	-	ساریک و ساکلاراجیک، ۱۹۶۹
سولفات کبالت	۰/۲۵ میلی گرم در لیتر، ۱ ساعت	نوعی کدو (سامراسکواش)	۲۶/۴۲	-	آتنا الای، ۱۹۹۸
سولفات کبالت	۰/۵ میلی گرم در لیتر، ۴۸ ساعت	نوعی کدو (سامراسکواش)	۴۰/۴۵	-	آتنا الای، ۱۹۹۸
سولفات کبالت	۱ میلی گرم در لیتر، ۴۸ ساعت	نوعی کدو (سامراسکواش)	۵۳/۷۳	-	آتنا الای، ۱۹۹۸

۱۰- عوامل موثر بر پیش تیمار بذر با عناصر غذایی

پیش تیمار بذر تحت تاثیر متغیرهای مختلف محیطی و عوامل دیگر قرار دارد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). اکسیژن، دما و غلظت محلول (پتانسیل آب) از مهمترین عوامل موثر بر پیش تیمار بذر هستند (کوربینو و کومه، ۲۰۰۶).

در پیش تیمار بذر، اکسیژن رسانی در هنگام خیساندن بذر باعث بهبود اثربخشی آن شد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). با این حال، اثرات هوادهی در طول پیش تیمار بذر در مطالعات قبلی مورد توجه قرار نگرفته است. در تحقیقات اخیر، تفاوت قابل توجهی در عملکرد محلول های هوادهی شده در مقایسه با محلول های هوادهی نشده در طی پیش تیمار بذر وجود داشت. هوادهی (اکسیژن رسانی) باعث بهبود عملکرد بذر در هنگام کاشت می شود (فاروق و همکاران، ۲۰۱۱).

دمای محیط پیش تیمار نیز اثربخشی پیش تیمار را تنظیم می کند. به عنوان مثال، دمای پایین در حین پیش تیمار می تواند روند فیزیولوژیکی جوانه زنی را به تأخیر بیندازد، حتی اگر بذرها در مقادیر مطلوب آب را جذب کنند، با این وجود، دمای پایین احتمال آلودگی میکروبی را در هنگام پیش تیمار کاهش می دهد (لی و همکاران، ۱۹۹۸).

غلظت محلول و پتانسیل آب آن شاید از مهمترین عوامل تعیین کننده در اثربخشی پیش تیمار بذر باشند. این موضوع اهمیت بیشتری برای پیش تیمار بذر توسط عناصر کم مصرف دارد، چرا که محدوده بین کمبود و سمیت آن ها بسیار باریک است (فاروق و همکاران، ۲۰۱۱، رحمان و همکاران، ۲۰۱۱؛ شورروکس، ۱۹۹۷).

اگرچه تنوع بین گونه‌ای و درون گونه‌ای وجود دارد، اما جوانه‌زنی غالباً وقتی شروع می‌شود که محدوده پتانسیل آب بذر از صفر تا ۲- مگاپاسکال باشد (مک دونالد، ۲۰۰۰؛ کوربینو و کومه، ۲۰۰۶). بذرهایی که دارای پوشش سخت هستند، ممکن است از این موارد مستثنی باشند.

۱۱- پوشش بذر^۱

در پوشش بذر، موادی که دانه و خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند، برای پوشش بذر مصرف می‌شوند. پوشش بذر معمولاً به کاربرد جامدات ریز آسیاب شده یا مایعات حاوی جامدات محلول یا معلق اطلاق می‌شود که برای تشکیل یک لایه کم و بیش پیوسته در اطراف بذر فراهم می‌شوند. این امر شامل پوشش بذر و بسیاری از تیمارهای دیگر بذر است (اسکات، ۱۹۸۹). به‌طور دقیق، پوشش بذر به معنای افزودن مواد بی‌اثر برای اصلاح شکل و اندازه بذر جهت کاشت می‌باشد. این درحالی است که در پوشش بذر، مواد مفید مانند میکروارگانیزم‌ها، تنظیم کننده‌های رشد گیاه، مواد غذایی و سایر مواد شیمیایی با کمک برخی از چسبنده‌ها در اطراف بذر چسبانده می‌شوند. با این حال، هر دو این اصطلاحات به جای یکدیگر استفاده می‌شوند.

موفقیت و اثربخشی پوشش‌دار کردن بذر با عناصر کم‌مصرف به عوامل مختلفی مانند عنصر غذایی مورد استفاده، ماده پوشش دهنده، نوع خاک، رطوبت و وضعیت حاصلخیزی و نسبت عنصر غذایی به بذر بستگی دارد (هالمر، ۲۰۰۸).

۱۲- روی

چندین گزارش در مورد پوشش بذر با روی وجود دارد که می‌تواند به بهبود محصول کمک کند (ماستویی و همکاران، ۲۰۰۹؛ سینگ، ۲۰۰۷). به‌عنوان مثال، پوشش بذر با استفاده از روی به‌طور قابل توجهی عملکرد دانه و صفات مربوط به عملکرد را در لوبیای چشم بلبلی^۲ افزایش داد. بذرهایی پوشش‌دار شده با سولفات روی (۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بذر) به‌طور قابل توجهی وزن بالاتری تولید کرده و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد بذر (۳۲/۱ درصد) نسبت به شاهد شد (ماستویی و همکاران، ۲۰۰۹). در یک سری آزمایش‌ها، پوشش بذر با فرمولاسیون‌های تجاری تیپروسین روی و فسفر^۳ یا تیپروسین روی^۴ کمبود روی را به‌طور موثر اصلاح کرده و رشد و عملکرد دانه‌های آفتابگردان، ذرت، گندم، برنج، سویا و بادام زمینی را بهبود بخشید (سینک، ۲۰۰۷). با این حال، تحقیقات بیشتری باید در این زمینه انجام شود.

^۱ Pelleting and Coating

^۲ *Vigna unguiculata* L.

^۳ Teprosyn-ZnP

^۴ TeprosynZn

۱۳- بور

در نخود، پوشش‌دار کردن بذر با بوراکس (۱۰۰ میلی‌گرم کیلوگرم) به‌طور قابل‌توجهی باعث بهبود وزن غلاف، بذر/غلاف و وزن غلاف/گیاه شد. در نتیجه، عملکرد غلاف نسبت به شاهد ۳۷/۲۵ درصد تعیین شد (ماستویی و همکاران، ۲۰۰۹). در برنج، هیچ یک از منابع بور (بوراکس، اسید بوریک و تترابورات سدیم) که برای پوشش بذر و نسبت‌های بور به بذر (۲-۵ گرم بر کیلوگرم بذر) استفاده شدند، جوانه‌زنی را بهبود بخشیدند (اطلاعات منتشر نشده). با این حال، برای کشف این موضوع نیاز به طیف وسیعی از نسبت‌های بور به بذر است.

۱۴- مولیبدن

مطالعات زیادی بر اثربخشی پوشش بذر با مولیبدن مهر تایید زدند (بیسکارو و همکاران، ۲۰۰۹؛ رامش و تیروموروگان، ۲۰۰۱). به‌عنوان مثال، بیسکارو و همکاران (۲۰۰۹) بذرهای لوبیای معمولی را با مولیبدن (۸۰ گرم در هکتار) تیمار کردند. نتایج نشان داد که این ماده منجر به افزایش شاخص نسبی کلروفیل، تعداد غلاف، وزن بذر و تولید دانه شد. بذرهای سویای پوشش‌دار شده با ۲۵۰ میلی‌گرم آمونیم مولیبدات + ۵۰۰ میلی‌گرم سولفات آهن بر کیلوگرم، در بهبود ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، تولید ماده خشک و سرعت رشد موثرتر بودند (رامش و تیروموروگان، ۲۰۰۱). به‌همین ترتیب، در آزمایش‌های صحرایی، اثربخشی چندین ماده‌ی پوشش‌دهنده برای افزایش عملکرد نخود و سویا در خاک‌های اسیدی به گونه‌ای بود که فواید حاصل از کاربرد مولیبدات، به تنهایی یا در ترکیب با سنگ فسفات، قابل مقایسه یا بیشتر از اثر آهک‌دهی بود (راودز و نانگ جو، ۱۹۷۹).

با این حال، چندین گزارش نشان می‌دهند که هیچ بهبودی یا سمیتی از پوشش بذر با مولیبدن وجود ندارد. به‌عنوان مثال، وقتی بذرهای لوبیا با سدیم مولیبدات پوشش‌دار شدند، تعداد باکتری‌ها گره‌زایی و تثبیت نیتروژن به‌شدت کاهش یافت. حدود ۹۹ درصد باکتری‌های تلقیح شده، ۴ روز پس از تیمار بذر با ماده تلقیح و مولیبدون از بین رفتند (بورتون و کیورلی، ۱۹۶۶). چندین محقق دیگر اثرات بازدارنده نمک‌ها را که به‌عنوان منابع مولیبدن بر روی برادی ریزوبیوم^۱ استفاده شدند، مشاهده کردند (آلینو و کامپو، ۲۰۰۱؛ کامپو و همکاران، ۲۰۰۰).

اگرچه برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که پوشش بذر با مولیبدن در بهبود عملکرد محصول موثر است، اما ممکن است روی سویه‌های باکتریایی مورد استفاده برای تلقیح، اثرات سمی داشته باشد. بنابراین در صورت کاربرد همزمان مولیبدن و باکترهای پروبیوتیک در پوشش بذر، توصیه می‌شود پیش از استفاده از کاربرد آن‌ها، حتماً کارایی و اثر پوشش بذر بر سویه‌های باکتریایی بررسی شود.

¹ Bradyrhizobium

۱۵- نتیجه گیری

تیمار کردن بذر با عناصر کم مصرف باعث می شود که نیازهای تغذیه ای محصول، سبز شدن بذر و استقرار گیاهچه، تولید و غنی سازی بذر به این عناصر تامین شود. تیمار بذر (پیش تیمار بذر یا پوشش دار کردن بذر) روشی کاربردی، ارزان و آسان برای مصرف عناصر کم مصرف می باشد که به خصوص توسط خرده مالکان در کشورهای در حال توسعه قابل اجرا می باشد. تنوعی در بین پاسخ محصولات و ارقام/ ژنوتیپ ها/ هیبریدها به تیمارهای مختلف وجود دارد که به محققان کمک می کند تا موارد مفید دیگری را برای فعالیت های بعدی شناسایی کنند:

* توسعه تکنیک ها با استفاده از طیف وسیعی از منابع عناصر کم مصرف در غلظت ها و مدت زمان های مختلف

* بهینه سازی دامنه دما، نیاز اکسیژن رسانی و پتانسیل آب

* استفاده از کودهای تجاری موجود برای پوشش بذر و پیش تیمار اسموتیکوم^۱

* ارزیابی آزمایش های صحرایی در مقیاس بزرگ با استفاده از بذرهای دارای مواد غذایی

* یکپارچه سازی تلقیح و تقویت بذرهای دارای عناصر کم مصرف

* پتانسیل ذخیره سازی بذرهای دارای مواد غذایی - ذخیره طولانی مدت بذرهای پیش تیمار شده می تواند برای انتقال فناوری و بازاریابی آنها مهم و حیاتی باشد.

منابع

- اخگری، ح. و کاویانی، ب. ۱۳۹۸. اثر پرایمینگ بر بنیه بذر و گیاهچه دو رقم برنج. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۱۷-۱: (۱)۸.
- اخگری، ح.، اصفهانی، م.، محسن آبادی، غ. ر. و اعلمی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد دو رقم برنج. تحقیقات غلات. ۷(۳): ۳۱۵-۳۲۹.
- دادرسی، ا.، ابوطالبیان، م. ع. و سیدی، م. ۱۳۹۴. تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه روی عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم ذرت. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغ: ۵(۱۶): ۱۶۲-۱۵۳.
- دادرسی، ا.، ابوطالبیان، م. ع. و سیدی، م. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر روی صفات مورفولوژیکی، پروتئین دانه و کارایی مصرف آب در دو هیبرید ذرت میان رس در شرایط مزرعه. نشریه زراعت: ۱۰۷: ۸۹-۸۲.
- فنایی، س.، نجات زاده، ف. ۱۳۹۶. بررسی نقش پرایمینگ بذر در تعدیل اثرهای تنش شوری در گیاه دارویی مرزه. مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی - مولکولی. ۸(۲۱): ۴۷-۴۰.
- عبدالرحمانی، ب.، قاسمی گلعدانی، ک.، ولی زاده، م.، فیضی اصل، و. و توکلی، ع. ر. ۱۳۸۸. اثر پرایمینگ بذر بر قدرت رویش و عملکرد دانه جو آبی در شرایط دیم. مجله علوم زراعی. ۴(۱۱): ۳۳۷-۳۵۲.
- ملکوتی، م. ج.، کاووسی، م. ۱۳۸۳. تغذیه متعادل برنج. انتشارات سنا. وزارت جهاد کشاورزی. ۶۳۲ صفحه.
- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹؛ تغذیه متعادل گندم، راهی به سوی خودکفایی کشور و تأمین سلامت جامعه (مجموعه مقالات)، شورای عالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

¹ priming osmoticum

- مناری فرد ، م. و سپهری، ع. ۱۳۹۴. اثر پرایمینگ بذر و محلول پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم پاییزه. ویژه نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱۶۵-۱۵۱.
- Abutalebian, M. A., Zare Ekbatani, G., Sepehri, A. 2012. Effects of on farm seed priming with zinc sulfate and urea solutions on emergence properties, yield and yield components of three rainfed wheat cultivars. *Annals of Biological Redearch*, 3(10): 4790-4796.
 - Ajouri, A., Asgedom, H., Becker, M. 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167, 630–636.
 - Albino, U.B., Campo, R.J. 2001. Efeito de fontes edoses de molibdenio na sobrevivencia do *Bradyrhizobium* e na fixacao biologica de nitrogenio em soja. *Pesq. Agro. Bras.* 36: 527–534 [in Portuguese, English abstract].
 - Arif, M., Waqas, M., Nawab, K., Shahid, M. 2007. Effect of seed priming in Zn solutions on chickpea and wheat. *Afri. Crop Sci. Pro.* 8, 237–240.
 - Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2005. Pre- sowing seed treatment—A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non- saline conditions. *Advances in agronomy*, 88, pp.223-271.
 - Atta-Aly, M.A. 1998. Soaking summer squash seeds in low concentrations of cobalt solution before sowing increased plant growth, femaleness, and fruit yield via increasing plant ethylene level. *J. Plant Growth Regul.* 17, 25–32.
 - Babaeva, E.Y., Volobueva, V.F., Yagodin, B.A., Klimakhin, G.I. 1999. Sowing quality and productivity of *Echinacea purpurea* in relation to soaking the seed in manganese and zinc solutions. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii.* 4, 73–80.
 - Basra, S.M.A., Farooq, M., Tabassum, R., Ahmad, N. 2005. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Sci. Technol.* 33, 623–628.
 - Biscaro, G.A., Goulart Junior, S.A.R., Soratto, R.P., Freitas-Júnior, N.A., Motomiya, A.V.A., Calado- Filho, G.C. 2009. Molybdenum applied to seeds and side dressing nitrogen on irrigated common bean in cerrado soil. *Ciênc Agrotec.* 33, 1280–1287.
 - Black, R.E. 1998. Therapeutic and preventive effects of zinc on serious childhood infectious diseases in developing countries. *American J. Clin. Nutr.* 68, 476–479.
 - Bohnsack, C.W. and Albert, L.S., 1977. Early effects of boron deficiency on indoleacetic acid oxidase levels of squash root tips. *Plant physiology*, 59(6), pp.1047-1050.
 - Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortSci.* 21, 1105–1112.
 - Brocklehurst, P.A., Dearman, J. 2008. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. II. Seedling emergence and plant growth. *Ann. Appl. Biol.* 102, 583–593.
 - Burton, J.C., Curley, R.L. 1966. Compatibility of *Rhizobium japonicum* and sodium molybdate when combined in a peat carrier medium. *Agron. J.* 58, 327–330.
 - Buyckx, M. 1993. The international community's commitment to combating micronutrient deficiencies. *Food Nutr. Agric.* 7, 2-7.
 - Cakmak, I. 2000. Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. *New Phytol.* 146, 185–205.
 - Campo, R.J., Albino, U.B., Hungria, M. 2000. Importance of molybdenum and cobalt to the biological nitrogen fixation. In: F.O. Pedrosa, M. Hungria, G. Yates, W.E. Newton (eds.). *Nitrogen Fixation: From Molecules to Crop Productivity*, pp. 597– 598, Springer, Netherlands.
 - Chang, S.S. 1999. Micronutrients in crop production of Taiwan. In: *Proceedings of International Workshop on Micronutrient in Crop Production*, held Nov. 8–13, 1999, National Taiwan University, Taipei, Taiwan ROC.
 - Chowdhary, A.Q., 1994. Effect of soaking period and aerobic condition on germination of wheat seeds. *J. of Chittagang University*, 18, pp.83-87.

- Corbineau, F., Côme, D. 2006. Priming: a technique for improving seed quality. *Seed Test. Int.* 132, 38–40.
- Deb, P., Das, A., Ghosh, S.K., Suresh, C.P. 2010. Improvement of seed germination and seedling growth of papaya (*Carica papaya* L.) through different pre-sowing seed treatments. *Acta Hort.*
- Dell, B., Huang, L. 1997. Physiological responses of plants to boron. *Plant Soil* 193, 103–120.
- Dell'Aquila, A. and Tritto, V., 1990. Ageing and osmotic priming in wheat seeds: effects upon certain components of seed quality. *Annals of Botany*, 65(1), pp.21-26.
- Donald, C.M., Spencer, D. 1951. The control of molybdenum deficiency in subterranean clover by pre-soaking the seed in sodium molybdate solution. *Australian J. Agric. Res.* 2, 295–301.
- F.A.O. 2018. Rice market monitor. Vol. XVI, *Trade and Markets Division*. Rome.
- Farooq, M., Atique-ur-Rehman, Aziz, T. and Habib, M., 2011. Boron nutrimpriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of plant nutrition*, 34(10), pp.1507-1515.
- Farooq, M., Aziz, T., Rehman, H., Rehman, A., Cheema, S.A., Aziz, T. 2011b. Evaluating surface drying and re-drying for wheat seed priming with polyamines: effects on emergence, early seedling growth and starch metabolism. *Acta Physiol. Plant.* 33, 1707-1713.
- Farooq, M., Basra, S.A., Karim, H.A. and Afzal, I., 2004. Optimization of seed hardening techniques for rice seed invigoration. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, pp.48-57.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N. and Hafeez, K., 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(2), pp.187-193.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Khalid, A., Tabassum, R., Mehmood, T. 2006. Nutrient homeostasis, reserves metabolism and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. *Can. J. Bot.* 84, 1196–1202.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Khalid, M., Tabassum, R. and Mahmood, T., 2006. Nutrient homeostasis, metabolism of reserves, and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. *Botany*, 84(8), pp.1196-1202.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Khaliq, A., Kobayashi, N. 2009. Rice seed invigoration. In: E. Lichtfouse (ed.). *Sustainable Agriculture Reviews*, pp. 137–175. Springer, the Netherlands.
- Farooq, M., Rehman, A., Aziz, T., Habib, M. 2011a. Boron nutrimpriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Plant Nutr.* 34, 1507–1515.
- Farooq, M., Siddique, K.H., Rehman, H., Aziz, T., Lee, D.J. and Wahid, A., 2011. Rice direct seeding: experiences, challenges and opportunities. *Soil and Tillage Research*, 111(2), pp.87-98.
- Farooq, M., Wahid, A. and Siddique, K.H., 2012. Micronutrient application through seed treatments: a review. *Journal of soil science and plant nutrition*, 12(1), pp.125-142.
- Farooq, M., Wahid, A., Basra, S.M.A., Siddique, K.H.M. 2010. Improving crop resistance to abiotic stresses through seed invigoration. In: M. Pessarakli (ed.). *Handbook of Plant and Crop Stress*, pp. 1031–1050. Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- Farooq, M.S.M.A., Basra, S.M.A. and Ahmad, N., 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. *Plant Growth Regulation*, 51(2), pp.129-137.
- Foth, H.D., Ellis, B.G. 1997. *Soil Fertility*, 2nd edn. Lewis Publishers, New York, USA.
- Foti, R, Abureni, K., Tigere, A., Gotosa, J., Gere, J. 2008. The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. *J. Arid Environ.* 72, 1127–1130.
- Fuchs, G.J. 1998. Possibilities for zinc in the treatment of acute diarrhea. *American J. Clin. Nutr.* 68, 480–483.
- Halmer, P. 2008. Seed technology and seed enhancement. *Acta Hort.* 771, 17–26.
- Harris, D. 2006. Development and testing of ‘onfarm’ seed priming. *Adv. Agron.* 90, 129-178.
- Harris, D., 1996. The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* (L.) Moench in semi-arid Botswana. *Soil and Tillage Research*, 40(1-2), pp.73-88.

- Harris, D., Rashid, A., Arif, M., Yunas, M. 2005. Alleviating micronutrient deficiencies in alkaline soils of the North-West Frontier Province of Pakistan: On-farm seed priming with zinc in wheat and chickpea. In: P. Andersen, J.K. Tuladhar, K.B. Karki, S.L. Maskey (eds.). Micronutrients in South and South East Asia, pp. 143–151. Proceedings of an International Workshop held in Kathmandu, Nepal, 8–11 September, 2004. The International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Sri Lanka.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution – A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Res.* 10, 119–127.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., Yunas, M. 2008. ‘On-farm’ seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. *Plant Soil* 306, 3–10.
- Ho, S.B. 1999. Boron deficiency of crops in Taiwan. In: Proceedings of International Workshop on Micronutrient in Crop Production held on Nov. 8–13, 1999, National Taiwan University, Taipei, Taiwan ROC.
- Imran, M., Neumann, G., Römheld, V. 2004. Nutrient seed priming improves germination rate and seedling growth under submergence stress at low temperature. *International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development* Cuvillier Verlag Göttingen.
- Jett, L.W., Welbaum, G.E. and Morse, R.D., 1996. Effects of matric and osmotic priming treatments on broccoli seed germination. *Journal of the American society for horticultural science*, 121(3), pp.423-429.
- Johansen, C., Musa, A.M., Kumar Rao, J.V.D.K., Harris, D., Ali, M.Y., Shahidullah, A.K.M., Lauren, J.G. .2006b. Correcting molybdenum deficiency of chickpea in the high barind tract of Bangladesh. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 170, 752–761.
- Johansen, C., Musa, A.M., Kumar Rao, J.V.D.K., Harris, D., Shahidullah, A.K.M. and Lauren, G.J., 2006, July. Seed priming with molybdenum alleviates molybdenum deficiency and poor nitrogen fixation of chickpea in acid soils of Bangladesh and India. In 18th world congress of soil science.
- Johansen, C., Musa, A.M., Kumar Rao, J.V.D.K., Harris, D., Shahidullah, A.K.M., Lauren, G.J.
- Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M., Duxbury, J.M. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicerarietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Exper. Agric.* 41, 427–448.
- Kang, B.T., Okoro, E.G. 1976. Response of flooded rice grown on a vertisol from northern Nigeria to zinc sources and methods of application. *Plant Soil* 44, 15–25.
- Kaur, R., Arora, S., Thukral, A.K. 2009. Enhancing seed germination of *Chlorophytum borivilianum* Sant. Et fernand. with PGRs, steroidal hormones and zinc. *Res. J. Seed Sci.* 2, 32–39.
- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Çiftçi, C.Y., Özcan, S. 2007. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Int. J. Agric. Biol.* 7, 875–878.
- Keerati-Kasikorn, P., Panya, P., Bell, R.W., Loneragan, J.F. 1987. Effects of boron on peanut grown in Northeast Soils. In: Proceedings of the Sixth Thailand National Groundnut Meeting. Prince of Songkla University, Songkla, Thailand. (In Thai with English abstract).
- Khalid, B.Y., Malik, N.S.A. 1982. Presowing soaking of wheat seeds in copper and manganese solutions. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 13, 981–986.
- Khan, A.A., 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural reviews*, 13(1), pp.131-181.
- Khanal, N., Joshi, D., Harris, D., Chand, S.D. 2005. Effect of micronutrient loading, soil application, and foliar sprays of organic extracts on grain legumes and vegetable crops under marginal farmers’ conditions in Nepal. In: P. Andersen, J.K. Tuladhar, K.B. Karki, S.L. Maskey

- (eds.). Micronutrients in South and South East Asia, pp. 121–132. Proceedings of an International Workshop held in Kathmandu, Nepal, 8–11 September, 2004. The International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Sri Lanka.
- Kumar Rao, J.V.D.K., Harris, D., Johansen, C., Musa, A.M. 2004. Low cost provision of molybdenum (Mo) to chickpeas grown in acid soils. In: Proceedings of the Zvarevashe, CARE Stakeholder Workshop, Report IDG/00/18, Silsoe Research Institute, Bedford, UK.
 - Kumar, R., Kumar, S.S., Pandey, A.C. 2008. Effect of seed soaking in nitrogen, phosphorus, potassium and boron on growth yield of garden pea (*Pisum sativum* L.). Ecol. Environ. Conserv. 14, 383–386.
 - Lee, S.S., Kim, J.H., Hong, S.B., Kim, M.K., Park, E.H. 1998. Optimum water potential, temperature, and duration for priming of rice seeds. Korean J. Crop Sci. 43: 1–5.
 - MahmoudSoltani, S.M., Hanafi, M.M., Samsuri, A.W., Muhammed, S.K.S. and Hakim, M.A., 2016. Rice growth improvement and grains bio-fortification through lime and zinc application in zinc deficit tropical acid sulphate soils. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 28(1-4), pp.152-162.
 - Mahmoudsoltani, S. 2020. Zn biofortification, grain protein content, and zinc and phosphorus content of rice tissues at different growth stages affected by zinc and phosphorus foliar application. Iran J Soil Water Res. (Accepted).
 - Mahmoudsoltani, S., M. Allagholipoor, M. Shakoori, and M. Paykan. 2019. Behavior of available phosphorus during submerged condition in rice paddy soils by adding phosphorus fertilizer. J. of Water and Soil Conservation. 24(6): 25-46.
 - Malakouti, M. J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients.
 - Malhi, S.S. 2009. Effectiveness of seed-soaked Cu, autumn- versus spring-applied Cu, and Cu-treated P fertilizer on seed yield of wheat and residual nitrate-N for a Cu-deficient soil. Can. J. Plant Sci. 89, 1017–1030.
 - Malla, R.M., Padmaja, B., Malathi, S., Jalapathi, R.L. 2007. Effects of micronutrients on growth and yield of pigeonpea. J. Semi-Arid Trop. Agric. Res. 5, 1–3.
 - Marcar, N.E., Graham, R.D. 1986. Effect of seed manganese content on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) under manganese deficiency. Plant Soil 96, 165–173.
 - Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edn. Academic Press, London, UK.
 - Masuthi, D.A., Vyakaranahal, B.S., Deshpande, V.K. 2009. Influence of pelleting with micronutrients and botanical on growth, seed yield and quality of vegetable cowpea. Karnataka J. Agric. Sci. 22, 898–900.
 - Matthias, W., Ismail, A.M., Yanagihara, S. 2006. Effects of zinc deficiency on rice growth and genetic factors contributing to tolerance. Plant Physiol. 142, 731-741.
 - McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In: Black M., Bewley J.D. (eds.): Seed Technology and Its Biological Basis, pp 287–325. Sheffield Academic Press, Sheffield, England, UK.
 - Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
 - Mohandas, S. 1985. Effect of presowing seed treatment with molybdenum and cobalt on growth, nitrogen and yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Soil 86, 283–285.
 - Möttönen, M., Aphalo, P.J. and Lehto, T., 2001. Role of boron in drought resistance in Norway spruce (*Picea abies*) seedlings. *Tree physiology*, 21(10), pp.673-681.
 - Nazir, M.S., Jabbar, A., Mahmood, K., Ghaffar, A., Nawaz, S. 2000. Morpho-chemical traits of wheat as influenced by pre-sowing seed steeping in solution of different micronutrients. Int. J. Agric. Biol. 2, 6–9.
 - Osotsapar, Y. 1999. Micronutrients in crop production in Thailand. In: Proceedings of International Workshop on Micronutrient in Crop Production, held Nov. 8–13, 1999, National Taiwan University, Taipei, Taiwan ROC.

- Ozturk, L., Yazici, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H.J., Sayers, Z., Cakmak, I. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiol. Plant.* 128, 144–152.
- Palit, S., Sharma, A., Talukder, G. 1994. Effects of cobalt on plants. *Bot. Rev.* 60, 149–181.
- Park, Y.H., Lee, J.Y., Kim, S.C., Kim, P.J. 1999. Distribution characteristics of micronutrients in soils and vegetable plants in Korea. In: *Proceedings of International Workshop on Micronutrient in Crop Production*, held Nov. 8–13, 1999, National Taiwan University, Taipei, Taiwan ROC.
- Pattanayak, S.K., Dash, V., Jena, M.K., Nayak, R.K. 2000. Seed treatment of green gram with molybdenum and cobalt: effect on nodulation, biomass production and N uptake in an acid soil. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 48, 769–773.
- Peeran, S.N., Natanasabapathy, S. 1980. Potassium chloride pretreatment on rice seeds. *Int. Rice Res. Newsletter* 5, 19.
- Raj, A.S. 1987. Cobalt nutrition of pigeonpea and peanut in relation to growth and yield. *J. Plant Nutr.* 10, 2137–2145.
- Ramalingaswami, V. 1995. New global perspectives on overcoming malnutrition. *American J. Clin. Nutr.* 61, 259–263.
- Ramesh, K., Thirumurugan, V. 2001. Effect of seed pelleting and foliar nutrition on growth of soybean. *Madras Agric. J.* 88, 465–468.
- Rasmussen, P.E., Boawn, L.C. 1969. Zinc seed treatment as a source of zinc for beans. *Agron. J.* 61, 674–676.
- Rehman, A., Farooq, M., Cheema, Z.A., Wahid, A. 2012. Role of boron in leaf elongation and tillering dynamics in fine grain aromatic rice. *J. Plant Nutr.* (in press).
- Rehman, H., Aziz, T., Farooq, M., Wakeel, A., Rengel, Z. 2012. Zinc nutrition in rice production systems. *Plant Soil* (submitted).
- Rerkasem B, Jamjod S (2004) Boron deficiency in wheat: a review. *Field Crops Res* 89: 173–186
- Rhodes, E.R., Nangju, D. 1979. Effects of pelleting cowpea and soybean seed with fertilizer dusts. *Exper. Agric.* 15, 27–32.
- Roberts, W.O. 1948. Prevention of mineral deficiency by soaking seed in nutrient solution. *J. Agric. Sci.* 38, 458–468.
- Saric, T., Saciragic, B. 1969. Effect of oat seed treatment with microelements. *Plant Soil* 31, 185–187.
- Scott, J.M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Adv. Agron.* 42, 43–83.
- Shankar, A.H., Prasad, A.S. 1998. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *American J. Clin. Nutr.* 68, 447–463.
- Sharma, C.P. 2006. *Plant Micronutrients*. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- Sherrell, C.G. 1984. Effect of molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. *New Zealand J. Agric. Res.* 27, 417–423.
- Shivay, Y.S., Kumar, D., Prasad, R., Ahlawat, L.P.S. 2008. Relative yield and zinc uptake by rice from zinc sulphate and zinc oxide coatings onto urea. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 80, 181–188.
- Shorrocks, V.M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant Soil* 193, 121–148.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Singh, B.K., Usha, K. 2003. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Curr. Sci.* 88, 36–44.
- Singh, M.V. 2007. Efficiency of seed treatment for ameliorating zinc deficiency in crops. In: *Zinc Crops 2007, Improving Crop Production and Human Health*, 24–26 May, 2007, Istanbul, Turkey.
- Slaton, N.A., Wilson-Jr, C.E., Ntamatungiro, S., Norman, R.J., Boothe, D.L. 2001. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agron. J.* 93, 152–157.
- Sprague, H.B. 1951. *Hunger Signs in Crops*. McKay, New York, USA.
- Srivastava, S.P., Bhandari, T.M.S., Yadav, C.R., Joshi, M., Erskine, W. 2000. Boron deficiency in lentil: Yield loss and geographic distribution in a germplasm collection. *Plant Soil* 219, 147–151.

- Stout, P.R., Arnon, D.I. 1939. Experimental methods for the study of the role of copper, manganese, and zinc in the nutrition of higher plants. *Amer J. Bot.* 26, 144–149.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*, 5th ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, MA, USA.
- Tanaka, M., Fujiwar, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Arch. European J. Physiol.* 456, 671–677.
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., Bradford, J.K., Burris, J.S., Misra, M.K. 1998. Seed enhancements. *Seed Sci. Res.* 8, 245–256.
- Van Campen, D.R. 1991. Trace elements in human nutrition. In: J.J. Mortvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman, R.M. Welch (eds.). *Micronutrients in Agriculture*. pp. 663–701. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Wilhelm, N.S., Graham, R.D., Rovira, A.D. 1988. Application of different sources of manganese sulphate decreases take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) of wheat grown in a manganese deficient soil. *Austr. J. Agric. Res.* 39, 1–10.
- Wissuwa, M., Ismail, A.M. and Yanagihara, S., 2006. Effects of zinc deficiency on rice growth and genetic factors contributing to tolerance. *Plant Physiology*, 142(2), pp.731-741.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Gültekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, S., Cakmak, I. 1998. Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient soils. *J. Plant Nutr.* 21, 2257–2264.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlik, S., Bagci, S.A., Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 20, 461–471.

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۱	روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی دانه‌ی برنج	فاطمه حبیبی	۱۳۹۲
۲	کرم ساقه‌خوار نواری برنج (شناسایی، زیست‌شناسی، خسارت و کنترل)	فرزاد مجیدی	۱۳۹۲
۳	بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج	مریم خشکدامن	۱۳۹۲
۴	مراحل فنولوژی برنج	مجید نحوی و همکاران	۱۳۹۳
۵	خصوصیات برخی از ارقام محلی برنج در شرایط استان گیلان	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۳
۶	اصلاح روش اندازه‌گیری میزان آمیلوز در دانه‌ی برنج بر اساس روش ایزو ۶۶۴۷	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۳
۷	بیماری سیاهک دروغی برنج	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۳
۸	معرفی‌نامه‌ی موسسه تحقیقات برنج کشور	فرامرزی علی‌نیا و همکاران	۱۳۹۳
۹	پروانه‌ی تکنقطه‌ای برنج و روش‌های کنترل آن	فرزاد مجیدی	۱۳۹۳
۱۰	راهنمای استفاده از تراکتور دو چرخ و خاک همزن	علیرضا علامه	۱۳۹۳
۱۱	راهنمای ارزیابی مزارع برنج خسارت دیده	ناصر دوات‌گر و همکاران	۱۳۹۴
۱۲	زهرابه‌های قارچی در برنج	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۴
۱۳	اهمیت تغذیه برگی عناصر کم مصرف در کشت برنج	حسن شکری‌واحد	۱۳۹۴
۱۴	بومی‌سازی توسعه سریع نسل (RGA) در گیاه برنج	محسن قدسی و همکاران	۱۳۹۵
۱۵	تبدیل کاه و کلش برنج به کمپوست و موارد استفاده از آن	تیمور رضوی‌پور و همکاران	۱۳۹۵
۱۶	کلکسیون قارچ‌های برنج ایران	فریدون پاداشت و همکاران	۱۳۹۵
۱۷	پتاسیم در خاک و روش‌های عصاره‌گیری آن در خاک‌های شالیزاری	مسعود کاوسی	۱۳۹۵
۱۸	ضرورت مصرف کود سیلیکاته در اراضی شالیزاری	الهیار فلاح و همکاران	۱۳۹۵
۱۹	گیلانه، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۵
۲۰	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، گیلانه	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۶
۲۱	توده‌های محلی و ارقام برنج لنجان	احمد رضانی	۱۳۹۶
۲۲	کمبود روی، علل، علائم و راه‌کارهای مقابله با آن	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۶
۲۳	کوتولگی برنج و مدیریت آن	بیژن یعقوبی	۱۳۹۶
۲۴	دستورالعمل ملی کدگذاری لاین‌های اصلاحی برنج	مجید ستاری و همکاران	۱۳۹۶
۲۵	معرفی شب‌پره برگ‌خوار قهوه‌ای برنج (اولین گزارش خسارت در مزارع برنج شمال ایران)	مهرداد طبری و همکاران	۱۳۹۶
۲۶	سابقه کشت برنج در اصفهان	احمد رضانی	۱۳۹۶
۲۷	حلزون گیاهچه‌خوار برنج <i>Succinea putris</i> (زیست‌شناسی و کنترل)	مهرداد طبری و همکاران	۱۳۹۶
۲۸	اکولوژی برنج	الهیار فلاح و همکاران	۱۳۹۷
۲۹	استفاده از روش میلگارد در ارزیابی خواص حسی برنج	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۷

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور (ادامه)

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۳۰	کرم سبز برگ‌خوار برنج و کنترل آن	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۷
۳۱	تغذیه روی در سیستم‌های کشت برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۷
۳۲	کاربرد جهش القایی در اصلاح برنج	علیرضا نبی‌پور و همکاران	۱۳۹۷
۳۳	کشت برنج در اراضی شالیزاری بدون انجام عملیات گل‌خرابی	رضا اسدی	۱۳۹۷
۳۴	تاثیر پارابویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج	عاصفه لطیفی	۱۳۹۷
۳۵	تنش خشکی و تاثیر آن بر رشد و عملکرد برنج	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۳۹۷
۳۶	دستورالعمل پخت برخی ارقام محلی و اصلاح شده برنج مازندران	ناهید فتحی و همکاران	۱۳۹۸
۳۷	مروری بر کشت مستقیم برنج با تأکید بر مدیریت علف‌های هرز	بیژن یعقوبی و همکاران	۱۳۹۸
۳۸	استفاده از تله نوری و درجه حرارت موثر روزانه برای تعیین زمان مناسب ساقه‌خوار نواری برنج	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۸
۳۹	تاثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشدی گیاه برنج و راهکارهای مقابله با آن	الهیار فلاح	۱۳۹۸
۴۰	آنام، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۸
۴۱	مدیریت تولید برنج در روش خشکه‌کاری	عبدالعلی گیلانی	۱۳۹۸
۴۲	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، آنام	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۸
۴۳	زیست‌شناسی و مدیریت علف‌هرز مهاجم سل‌واش در شالیزار	بیژن یعقوبی و همکاران	۱۳۹۸
۴۴	دستورالعمل پخت سه رقم جدید برنج (گیلانه، رش و آنام)	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۹
۴۵	پرورش نشای مناسب کشت مکانیزه برنج بدون نیاز به جعبه نشاء در شرایط شیوع ویروس کرونا	بهمن امیری لاریجانی و همکاران	۱۳۹۹
۴۶	اصول و مبانی ایمنی کار در آزمایشگاه زیست فناوری	علی‌اکبر عبادی و همکاران	۱۳۹۹
۴۷	دستورالعمل تولید برنج به‌روش کشت مستقیم در بستر خشک (استان گلستان)	علیرضا کیانی و همکاران	۱۳۹۹
۴۸	راهکارهای مدیریت کنترل و ایجاد مقاومت به بیماری بلاست در برنج (با تأکید بر تکنیک‌های مولکولی)	مریم حسینی چالشتی و همکاران	۱۳۹۹
۴۹	دستورالعمل فنی تولید تریپتیکاله به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری (اقلیم گرم و مرطوب)	روح‌اله یوسفی و همکاران	۱۳۹۹
۵۰	روش‌های تشخیص خلوص و کیفیت ارقام برنج	ناهید فتحی و همکاران	۱۳۹۹
۵۱	طلوع، رقم جدید پرمحصول، مقاوم به بلاست و کیفی برنج	علی مومنی و همکاران	۱۳۹۹
۵۲	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، «تیساً»	رحمان عرفانی و همکاران	۱۳۹۹
۵۳	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، «طلوع»	علی مومنی و همکاران	۱۳۹۹
۵۴	خلأ عملکرد برنج و عوامل زراعی موثر بر آن	فاطمه فرح‌دهر و همکاران	۱۴۰۰
۵۵	گوگرد، عنصری تاثیرگذار بر گیاه برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۴۰۰
۵۶	حذف بوتاکلر، پرمصرف‌ترین علف‌کش شالیزار و معرفی علف‌کش‌های جایگزین	بیژن یعقوبی	۱۴۰۰

لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور (ادامه)

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال
۵۷	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج "رش"	علیرضا ترنگ	۱۴۰۰
۵۸	پیش‌تیمار بذر با عناصر کم‌مصرف (بهبود رشد محصولات و غنی‌سازی دانه)	شهرام محمودسلطانی و همکاران	۱۴۰۰

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