تأثیر پرایمینگ بذر با نانو اکسیدروی و سولفات‌روی بر شاخص‌های جوانه‌زنی برنج

احمد رمضانی[۱]* و محسن حیدری سلطان‌آبادی[۲]

[۱] – استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

[۲] – استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:Ramazaani@yahoo.com

چکیده:

به‌منظور بررسی، تأثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر جوانه‌زنی برنج،آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام شد. شش تیمار سولفات روی به میزان ۲/۵ و ۵ گرم در کیلوگرم بذر، نانو اکسید روی به میزان ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم بذر، هیدروپرایم و عدم پرایم به عنوان شاهد مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پیش تیمارکردن بذر با نانو اکسید روی و سولفات روی باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و افزایش طول و وزن خشک ساقه‌چه و غلظت روی گیاهچه شد. بر اساس نتایج این تحقیق، پیش تیمارکردن بذر برنج با کود روی یک روش اقتصادی مناسب برای افزایش غلظت روی در گیاهچه برنج است.

واژه‌های کلیدی:تیمار بذر، پرایمینگ،کودهای نانو

مقدمه:

موادی که حداقل در یک بعد به اندازه ذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشند به عنوان نانو مواد طبقه‌بندی و شناخته می‌شوند (خوت و همکاران، 2012). بطور کلی از مواد نانو در تصفیه آب، تصفیه فاضلاب، پالایش محیط زیست، فرآوری و بسته‌بندی مواد غذایی، مصارف صنعتی و خانگی، داروسازی و توسعه حسگرهای هوشمند استفاده می‌شود. در حال حاضر بیشترین کاربرد مواد نانو در این زمینه‌ها بر بهبود و کارایی تولید متمرکز شده‌است. همچنین این مواد در تولیدات کشاورزی و حفاظت گیاهان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (نایر و همکاران، 2010). از جمله مباحثی که در کشاورزی در ارتباط با نانو مواد مطالعه شده، کاربرد آن‌ها در جوانه‌زنی و رشد گیاهان، تولید محصولات و حفاظت گیاهان، ردیابی پاتوژن‌ها و باقیمانده سموم شیمیایی و علف‌کش‌ها است. با این حال کاربرد نانو مواد در زمینه کشاورزی، نسبتا جدید و نیازمند تحقیقات بیشتری است (خوت و همکاران، 2012).در سال‌های اخیر، محققان بسیاری اثرات نانو مواد را بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان با هدف توسعه کاربرد آنها در کشاورزی مورد مطالعه قرار داده‌اند (زانگت و همکاران، 2005). در آزمایشی تاثیر نانو ذرات اکسیدروی با غلظت‌های ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر جوانه‌زنی برنج مورد بررسی قرار گرفت، مشاهده شد که درصد جوانه‌زنی کاهش نداشت که نشان دهنده عدم تاثیر منفی

نانواکسید روی بر درصد جوانه‌زنی بود ولی غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو اکسید روی بر رشد ریشه‌چه تاثیر منفی داشت، به‌طوری که هم طول ریشه‌چه و هم تعداد ریشه‌ها کاهش یافت(بونیانی تیپونگ،2011). در مطالعه‌ای که اثر پیش تیمارکردن بذر با نانو اکسید روی بر جوانه‌زنی برنج (رقم Nongda3) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که در غلظت ۳ میلی‌گرم در لیتر سرعت جوانه‌زنی بطور قابل‌توجهی افزایش یافت (۳۸درصد) و اثر مثبتی بر رشد ساقه‌چه و بویژه ریشه‌چه داشت. این در حالی بود که در اوایل جوانه‌زنی نفوذ پذیری پوسته بذر بیشتر شد و فعالیت آنزیمSOD تا ۵۶ درصد افزایش داشت ولی در انتهای جوانه‌زنی فعالیت این آنزیم کاهش داشت در حالیکه در تیمارهای با غلظت بالاتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر سرعت جوانه‌زنی کاهش داشت (وانگ و سانگ، 2004). در پژوهشی اثر پیش تیمارکردن بذر با غلظت‌های مختلف نانواکسید روی و سولفات روی بر جوانه‌زنی بذر، بنیه بذر و رشدگیاه بادام زمینی مشخص شدکه پیش تیمارکردن نانو اکسید روی با غلظت ۱۰۰۰میلی‌گرم در لیتر باعث بهبود جوانه‌زنی بذر و افزایش بنیه گیاهچه شد و از طرفی استقرار سریعتر و گلدهی زودتر و افزایش مقدار کلروفیل برگ را در پی داشت.همچنین عملکرد غلاف در بوته در تیمار نانواکسید روی نسبت به سولفات‌روی ۳۴درصد بالاتر بود(پراساد و همکاران، 2012). با توجه به اهمیت کاربرد مواد نانو در کشاورزی بویژه در زمینه پیش تیمارکردن بذر و بهبود جوانه‌زنی، این پژوهشبه‌منظور بررسی، تأثیر پیش تیمارکردن بذر با نانو اکسید روی و سولفات روی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج رقم سازندگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۶ درمرکزتحقیقات و آموزشکشاورزیومنابعطبیعیاصفهان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۰/۵و ۱گرم نانو اکسیدرویدرکیلوگرم بذر، ۲/۵و ۵ گرم سولفات‌روی‌تر در کیلوگرم بذر و پیشتیمارکردن بذر با آب مقطر (هیدروپرایم) و عدم پرایم به عنوان شاهد بود. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم برنج سازندگی بود، که رقم تجاری مورد کشت در اصفهان است (رمضانی، ۱۳۹۶).به منظور اجرای تیمارهای آزمایش ابتدا تمامی بذرها (به جز تیمار شاهد) در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گرادخیسانده شد. سپسبه مدت ۲۴ ساعت با سولفات‌روی، نانواکسیدرویو آب مقطر در داخل انکوباتور با درجه حرارت، ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد در شرایط تاریکی تیمار گردید (بونیانی تیپونگ،2011). آنگاه تمامی بذرها شمارش و برای اجرای آزمون جوانه‌زنی استانداردآماده گردید بطوریکه ۱۰۰ عدد بذر از هر تیمار در۲ پتری‌دیششیشه‌ای (با قطر۹۰ میلی‌متر) بین دو لایه کاغذواتمنشمارهیکدر هر تکرارقرارگرفت و ۵میلیلیترآبمقطر به هر ظرفافزوده شدو دردمای ۲±۲۵ درجهسانتی‌گراددرانکوباتور جهت جوانه‌زنیقرارداده شد. کلیه مراحل آزمایش براساس آزمون جوانه‌زنی استاندارد برنج (ایستا، 2010) انجام شد.بذرهای جوانهزدهبصورتروزانهدریکساعتمیناز روزپنجم تا روز چهاردهم شمارش و ثبت گردید. هنگامشمارش، بذرهاییجوانهزدهمحسوب‌شدندکهطول ریشه‌چهآن‌ها۲میلی‌متریابیشتربود. همچنین در روز چهاردهم درصد جوانه‌زنی نهایی تعیین گردید.در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی، طولریشه‌چه،ساقه‌چهوگیاهچه، وزن‌تر و خشک ریشه‌چه،ساقه‌چهوگیاهچهو غلظتعنصر روی در گیاهچهاندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری طولریشه‌چه،ساقه‌چهوگیاهچه از کاغذ میلی‌متری استفاده شد. وزن تر و خشک ریشه‌چه،ساقه‌چهوگیاهچه باترازویدیجیتال بادقت۰/۰۰۱ گرماندازه‌گیری گردید. برای تعیین غلظت روی گیاه‌چه، ابتدا نمونه‌های

خشک آسیاب شد و پس از هضم نمونه در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه، غلظت روی گیاهچه با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. برای محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی از روابط زیر استفاده شد:

الف- درصد جوانه‌زنی: رابطه (۱) $G\% = n/N \times 100$ که در آن : n=تعدادبذرهایجوانه‌زده درهرپتریدیش و N =تعدادکلبذرهایموجوددرهرپتری‌دیش و G%= درصد جوانه زنی

ب- میانگین سرعت جوانه‌زنی: برای محاسبهمیانگینسرعت جوانه‌زنی از روش ماگویر (1962) و با استفاده از رابطه زیر محاسبهشد:رابطه (۲) $GR=\Sigma(Ni/Ti) = (\Sigma Ni)/(\Sigma Ni \times Ti)$ که در آن، GR=سرعت جوانه‌زنی، Ni= تعداد بذرهای جوانه زده در روزiام و Ti= طول مدت جوانه‌زنی (تعداد روز پس از شروعآزمایش) و $\sum$= مجموع

در نهایت تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسهمیانگین‌ها با استفاده از آزمون LSDدر سطح احتمال ۵درصدو رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث:

تأثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر پیش تیمارکردن بذر بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین سرعت نسبی جوانه‌زنی (۷/۲۸ روز) در تیمار هیدروپرایم و کم‌ترین آن (۶/۳۴ روز) در تیمار ۱ گرم نانواکسید روی بدست آمد و تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار هیدروپرایم و شاهد وجود نداشت (شکل۱). به عبارت دیگر پیش تیمارکردن بذر با مقادیر مختلف کودهای سولفات روی و نانو اکسید روی (بجز در تیمار ۲/۵ گرم سولفات روی بر کیلوگرم) باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شد. به نظر می‌رسد استفاده از غلظت‌های بالای ترکیبات روی در این آزمایش باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شده‌است. در بررسی تاثیر غلظت‌های متفاوت سولفات روی بر جوانه‌زنی برنج گزارش کردند که در غلظت‌های ۰/۵ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر، سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بیش‌ترین افزایش در غلظت ۳ میلی-گرم در لیتر بدست آمد (۳۸درصد) ولی با افزایش غلظت از ۳ به ۵ میلی‌گرم در لیتر سرعت جوانه‌زنی کاهش نشان داد (وانگ و همکاران، 2005).

تأثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر غلظت روی گیاهچه

نتایج نشان داد که پیش تیمارکردن بذر بر غلظت عنصر روی گیاهچه‌های برنج تاثیر مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد داشت (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین غلظت روی گیاهچه در تیمار ۱ گرم نانواکسید روی (۳۶/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین آن در تیمار هیدروپرایم (۲۰/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد و تفاوت معنی‌داری بین دو نوع کود مصرفی و همچنین بین دو تیمار هیدروپرایم و شاهد وجود نداشت (شکل۲). به عبارت دیگر کاربرد نانواکسید روی (۱ و ۰/۵ گرم بر کیلوگرم) و سولفات روی (۵ و ۲/۵ گرم بر کیلوگرم) هر دو باعث افزایش غلظت روی گیاهچه شد. در همین رابطه گزارش شده پرایمینگبذر برنج با عنصر روی باعث افزایش غلظت روی در بافت‌های گیاه، تولید ماده خشک بیشتر و در نهایت منجر به

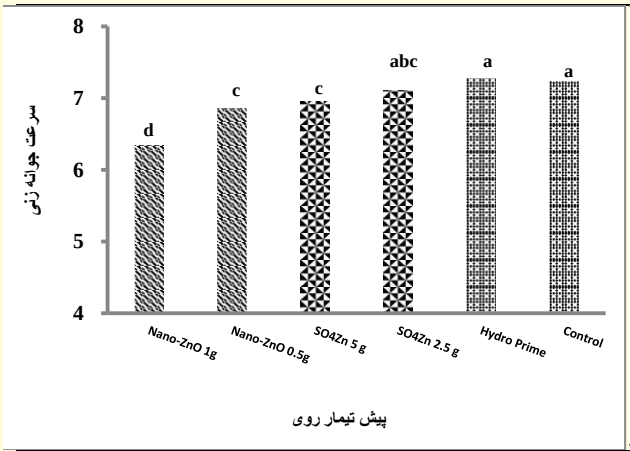
عملکرد بیشتر شد. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که از پرایمینگ بذر به عنوان یک جایگزین اقتصادی و مناسب‌تر نسبت به مصرف روی در خاک استفاده شود (اسلیتون و همکاران، 2001).

تأثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر رشد ریشه‌چه

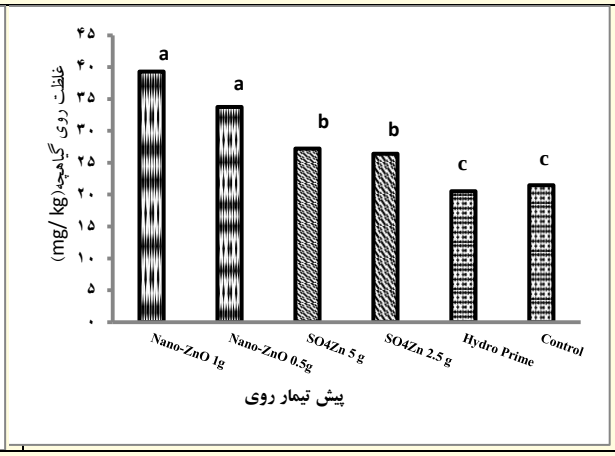
نتایج نشان داد که تاثیر پیش تیمارکردن نانواکسید روی و سولفات‌روی بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود ولی بر وزن‌تر و خشک آن معنی‌دار نبود (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه‌چه با۹/۷۱ سانتی‌متر در تیمار هیدروپرایم و کم‌ترین آن با ۷/۴۸ سانتی‌متر در تیمار ۵ گرم سولفات روی بدست آمد (جدول۱). به عبارت دیگر پیش تیمارکردن بذر با کود روی باعث کاهش طول ریشه‌چه شد، به‌طوریکه اثر غلظت‌های بالای نانواکسید روی و سولفات روی بر طول ریشه‌چه منفی بود. گزارش شده که تاثیر نانو ذرات اکسید روی با غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر رشد ریشه برنج منفی بود و باعث کاهش طول ریشه‌چه گردید (بونیانی تیپونگ،2011).

تأثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر رشد ساقه‌چه

نتایج نشان داد، تاثیر پیش تیمارکردن بذر با نانواکسید روی و سولفات روی بر طول، وزن‌تر و خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین طول ساقه‌چه در تیمار ۱ گرم نانواکسید روی (۳۵ /۱۰ سانتی‌متر) و کم‌ترین آن در تیمار شاهد (۸/۹۴ سانتی‌متر) بدست آمد (جدول۱)، که حاکی از اثر مثبت



شکل ۱: تاثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر سرعت جوانه‌زنی (روز) برنج



شکل ۲: تاثیر پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر غلظت روی گیاهچه

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر طول ساقه‌چه دارد. به عبارت دیگر پیش تیمارکردن بذر با کود روی باعث افزایش طول ساقه‌چه شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن‌تر و خشک ساقه‌چه به ترتیب با ۰/۳۲۰ و ۰/۰۵۳ گرم در تیمار ۱ گرم

نانواکسید روی و کم‌ترین آن به ترتیب با ۰/۲۴۸ و ۰/۰۳۶ گرم در تیمار هیدروپرایم و شاهد بدست آمد (جدول۱) که حاکی از اثر مثبت پیش تیمارکردن بذر با کود روی بر وزن ساقه‌چه است. در این ارتباط وانگ و سانگ (2005) گزارش کردند که استفاده از غلظت محلول ۳ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی اثر مثبتی بر رشد ساقه‌چه و بویژه ریشه‌چه برنج داشت. عنصر روی در تشکیل آنزیم ریبولاز بی فسفات کربوکسیلاز دخالت دارد، این آنزیم در تثبیت دی اکسید کربن در فتوسنتز شرکت می کند از این رو باعث افزایش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده و در نتیجه باعث افزایش رشد در گیاه می شود و مقدار ماده خشک تولیدی را افزایش می دهد(براون و سینک، ۱۹۹۳).

جدول ۱-میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی برنج تحت تأثیرتیمارهای پرایمینگ بذر

تیمار (مقدار کود درکیلوگرم بذر)	طول ریشه چه (سانتیمتر)	طول ساقه چه (سانتیمتر)	وزن تر ساقه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)
۰/۵ گرم نانو اکسید روی	۷/۵۳c	۱۰/۳۵a	۰/۳۲۰a	۰/۰۵۳a
۱ گرم نانو اکسید روی	۸/۵۱abc	۹/۷۴ab	۰/۲۷۳ab	۰/۰۴۸ab
۵ گرم سولفات روی	۷/۴۸c	۹/۹۳ab	۰/۳۱۸a	۰/۰۵۴a
۲/۵گرم سولفات روی	۸/۱۷bc	۹/۸۱ab	۰/۲۶۸ab	۰/۰۴۶ab
هیدروپرایم	۹/۷۱a	۹/۰۷c	۰/۲۴۸c	۰/۰۳۸c
شاهد	۹/۰۹ab	۸/۹۴c	۰/۲۵۵c	۰/۰۳۶c

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

پیش تیمارکردن بذر با کود به‌علت آسان بودن و هزینه بسیار ناچیز این روش در مقایسه با سایر روش‌های کوددهی؛ بویژه با ترکیبات نانو، به دلیل ویژگی‌های ذرات نانو، از جمله مصرف آن در غلظت‌های پایین، یک روش اقتصادی مناسب برای مصرف عنصر روی و فائق آمد بر مشکلات ناشی از کمبود آن در خاک، اندام‌هوایی و دانه برنج و در نهایت بدن انسان با توجه به سرانه بالای مصرف برنج در کشور (۴۰ کیلوگرم در سال) است (اسلیتون و همکاران، 2001). البته در این زمینه مطالعات زیادی انجام نشده و نیاز به تحقیقات بیشتری در آینده‌است.

References:

Boonyanitipong, P., Kumar, P., Kositsup, B., Baruah, S. and Dutta, J., 2011. Effects of zinc oxide nano particles on roots of rice (*Oryza sativa* L.). In International Conference on Environment and Bioscience: 172-176.

Brown, P .H., I. Cakmac. and Q. Zhang. 1993. Form and function of zinc in plant. Pp. 93-106. In: A. D. Robson(ed.). zinc in Soils and plants. Kluwer Acadmic Publisers, Dordrecht, The Netherland.

International Seed Testing Association (ISTA).,2010. International Seed Testing Association. Rules Proposals for the International Rules for Seed Testing 2010 Edition OM approved 2009-06-18.doc Approved by OM 2009-06-18 Seed Sci. Technol., p 47.

Khot, L.R., Sankaran, S., Maja, J.M., Ehsani, R. and Schuster, E.W., 2012. Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review. Crop Protection: 64-70.

Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.

Nair, R., Varghese, S.H., Nair, B.G., Maekawa, T., Yoshida, Y. and Kumar, D.S., 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. Plant Science,179(3): 154-163.
Ramazani, A., 2017. Landraces and varieties of Lenjan rice. Technical Report.,Iranian Rice Research Institute, Rasht, p 17.
Slaton, N.A., Wilson, C.E., Ntamatungiro, S., Norman, R.J. and Boothe, D.L., 2001. Evaluation of zinc seed treatments for rice. Agronomy Journal, 93(1): 152-157.
Wang, X. and Song, F., 2005. A study on the effects of zinc on germination of rice. Journal of Jilin Agriculture University, 27(2): 119-122.
Zhang, C.R., Li, H., Xia, L.J., Ren, L.P. and Rao, Z.H., 2005. Effect of zinc cadmium on Germination of Medicago sativa seeds and growth of seeding. Journal. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 1: 025.

Effects of zinc oxide nanoparticles and zinc sulphate seed primingon germination indices of rice

A. Ramazani[1*] and M. Heidarisoltanabadi[2]

1- Assistant professor of Horticultural Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Research Recourse Center, AREEO, Isfahan, Iran.

2- Assistant professor, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

*Corresponding author email:Ramazaani@yahoo.com

Abstract
In order to evaluate the effects of zinc seed pre-treatment on seed germination of rice, a completely randomized design was conducted with four replications at Isfahan Agricultural and Natural Resource Research and Education Center. Six treatments were included: 2.5 and 5 g of $ZnSO_4$ per kg seed, 5 and 1g of Nano zinc oxide per kg seed, hydro- prime and non-prime as a control. The results showed that, nano zinc oxide and zinc sulfate treatments decreased germination rate and radicle length of seedlings, but increased plumule dry weight, plumule length and seedling zinc content. According to the results of this study, rice seed pre-treatment with zinc fertilizer is an economical method for increasing zinc concentration in seedling.

Keywords: Nano Fertilizer, Priming, Seed treatment