تاثیر روش‌های کاشت و مصرف برگی کود روی بر عملکرد برنج

احمد رمضانی [۱]، محمود صلحی [۱]، مصلح الدین رضایی [۱]
۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف کاشت و محلول‌پاشی کود روی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم سازندگی، مطالعه‌ای با استفاده از آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید. سه روش کشت متمرکز، بهبود یافته و متداول بعنوان فاکتور اصلی و ۵ سطح محلول‌پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو اکسید روی، ۳ و ۶ گرم لیتر سولفات‌روی و شاهد بعنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه و محلول‌پاشی روی بطور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵درصد) تحت تأثیر روش‌های کشت قرار گرفت. محلول‌پاشی نانو اکسید روی و سولفات روی نیز به ترتیب موجب افزایش ۵ و ۷/۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. کشت برنج به روش متمرکز و محلول پاشی سولفات‌روی با غلظت ۶ در هزار بیشترین افزایش (۷%) را بر عملکرد داشت.

کلمات کلیدی: روش‌های کشت، SRI، محلول‌پاشی، Zn

مقدمه
برنج یکی از محصولات اساسی کشاورزی است که غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. پس از چند دهه تحقیق در زمینه چگونگی دستیابی به تولید محصول بیشتر و پایدار و سیستم‌های تولید کشاورزی پایدار، چند الگوی جدید، مبتنی بر شیوه‌های اگرواکولوژیکی و سودآور از لحاظ اقتصادی معرفی شده‌اند. از جمله این الگوها SRI ((System of Rice Intensification یا سیستم کشت متمرکز و CA (Conservation Agriculture) یا کشاورزی حفاظتی را می‌توان نامبرد (Royal Society, ۲۰۰۹). این سیستم‌ها پتانسیل بالقوه‌ای برای افزایش بهره‌وری بدون آسیب به محیط زیست را نشان می‌دهند. اصول و روش‌های اجرای سیستم کشت SRI که برای اولین بار برای گیاه برنج به اجرا گذاشته شد؛ عبارتند از: تغییر شیوه خزانه‌گیری و استفاده از خزانه جعبه‌ای، پرورش نشاهای جوان ۳ تا ۵/۳ برگه، کاشت یک گیاهچه در کپه، بکارگیری فواصل کشت بیشتر بین نشاها و الگوی کشت مربعی، نشاکاری با عمق کم، عدم غرقاب نمودن دائم شالیزار و انجام آبیاری متناوب، استفاده از کمپوست و کودهای آلی و استفاده از وجین‌کن دستی برای هوادهی و کنترل علف‌های هرز (Barison, ۲۰۰۳; Uphoff, ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای که به منظور مقایسه دو روش کاشت سنتی و SRI به اجرا گذاشته شد، در روش SRI عملکرد برابر ۱/۹ تن در هکتار و در روش سنتی ۵/۵ تن در هکتار بود. در این پژوهش افزایش عملکرد در روش SRI به تولید بیشتر تعداد پنجه و خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و افزایش طول خوشه نسبت داده شد(Styger *et al.*, ۲۰۱۱).

در حال حاضر کمبود روی یکی از مهم‌ترین تنش‌های مواد غذایی محدود کننده تولید برنج در آسیا به شمار می‌آید(Cakmak *et al.*, ۱۹۹۹). در ایران به دلیل آهکی بودن خاك‌ها و واکنش قلیائی خاك مسئله کمبود روی از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی مطالعات نشان می‌دهد محلول پاشی سولفات روی در جبران کمبود روی و افزایش غلظت روی در دانه برنج موثر بوده است(Yoshida *et al.*, ۱۹۷۰). افزایش معنی‌دار عملکرد دانه (۱۶ درصد) و کاه (۳۸ درصد) برنج با دو بار محلول‌پاشی کود روی از نوع Zn-EDTA و $ZnSO_4$ با غلظت ۵ در هزار مشاهده شده‌است، اما بیشترین افزایش با محلول‌پاشی روی به صورت Zn- EDTA گزارش شده‌است(Karak and Das, ۲۰۰۶). چاکرالحسینی و همکاران(Chaker alhossaini *et al.*, ۲۰۰۹) با بررسی اثرات میزان، منبع و روش مصرف کود روی بر صفات کمی و کیفی برنج رقم چرام گزارش کردند مصرف روی به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد شد و بیشترین عملکرد با محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار توأم با مصرف ۴۰ کیلوگرم در خاک، حاصل شد. پراساد و همکاران (Prasad, *et al.*, ۲۰۱۲) با محلول‌پاشی بادام زمینی با سولفات‌روی و نانواکسیدروی، گزارش کردند مصرف نانواکسیدروی و سولفات‌روی به ترتیب باعث افزایش ۵/۲۹ و ۳/۲۶ درصدی عملکرد غلاف شد. این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر مصرف برگی نانواکسیدروی و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم سازندگی در روش‌های مختلف کشت در اصفهان به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در قالب آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان در سال ۱۳۹۳ به اجرا گذاشته شد. تیمار اصلی سه روش‌کشت برنج شامل روش‌کشت متمرکز(SRI) روش‌کشت بهبودیافته(IRC) و روش‌کشت متداول (CRC) و تیمار فرعی شامل محلول‌پاشی با نانواکسیدروی (Nano-ZnO) با غلظت ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سولفات‌روی آبدار($ZnSO_4.H_2O$) با غلظت ۳ و ۶ گرم در لیتر و تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) بود. محلول‌پاشی در دو مرحله پنجه‌زنی و شیری دانه برنج (Cakmak, *et al.*, ۲۰۱۰) انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پوکی و شاخص برداشت بود. برای تعیین عملکرد دانه(بر

اساس رطوبت ۱۴%) و بیولوژیک ۵ مترمربع از مرکز هر پلات پس از حذف حاشیه برداشت شده و پس از قرار دادن نمونه‌ها در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد، با ترازوی دیجیتال توزین شد. تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای SAS و Exell و مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

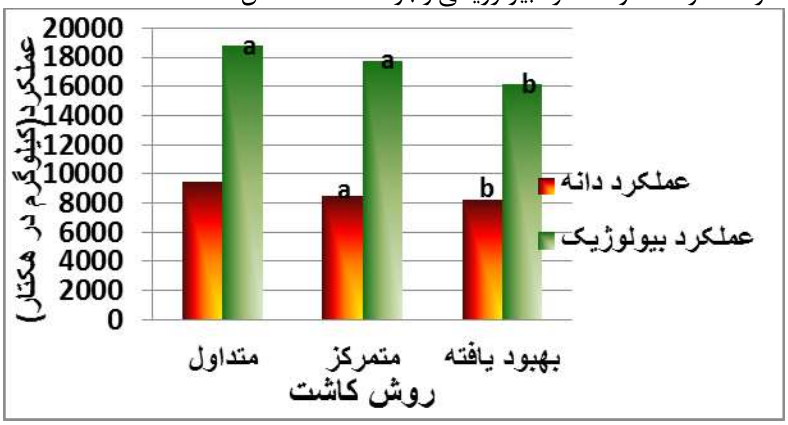
مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده‌است. بر اساس این نتایج خاك مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتي‌متری دارای بافت لومي‌رسی با اسیدیته ۳/۷ و هدایت‌الکتریکی ۶۵/۲ دسي‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاك محل آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی Ec×۱۰۴	کلاس بافت	اسیدیته pH	$P_{(ava)}$	$K_{(ava)}$	$Cu_{(ava)}$	$Zn_{(ava)}$	$Mn_{(ava)}$	$Fe_{(ava)}$
				$mg\ Kg^{-1}$					
۰-۳۰	۲.۶۵	Clay loam	۷.۳	۱۸.۳	۲۱۰	۰.۶	۰.۸	۶.۵	۳۰.۶

تأثیر روش‌های کاشت بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی

مقایسه میانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سه روش کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی(به ترتیب ۸/۹۴۵۰ و ۶/۱۸۸۱۴ کیلوگرم در هکتار) در روش کشت متمرکز حاصل شد. این افزایش نسبت به روش کاشت متداول به ترتیب ۱/۱۳ و ۶/۸ درصد و نسبت به روش کاشت بهبود یافته ۱۰ و ۱/۵ درصد بیشتر بود، اما تفاوت معنی‌داری بین روش کاشت متداول و بهبود یافته از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی وجود نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر روش های کاشت بر عمکرد دانه و عمکرد بیولوژیکی

بالاتر بودن عملکرد دانه در روش کشت متمرکز نسبت به روش کاشت متداول را می‌توان به بیشتر بودن تعداد خوشه در واحد سطح(۵/۱۴%) و شاخص برداشت (۱/۴%) نسبت داد. در حالی که بیش‌تر بودن عملکرد دانه در روش کشت متمرکز را نسبت به روش کاشت بهبود یافته می‌توان به افزایش تعداد خوشه در واحد سطح(۳/۵%) شاخص برداشت(۴۴/۱۰%)، وزن هزار دانه(۲/۴%) و کاهش میزان پوکی(۱/۴۹%) نسبت داد(جدول ۲). روند تقریباً مشابهی در رابطه با عملکرد بیولوژیکی روش‌های کاشت دیده شد. این نتایج با یافته‌های بسیاری از محققین از جمله بریسون (Barison, ۲۰۰۳) و اوفوف (Uphoff, ۲۰۰۵ Uphoff, ۲۰۰۶) مطابقت دارد، ولی با نتایج امیری و همکاران (Amiri *et al*., ۲۰۱۲) که گزارش کردند بین روش‌های کشت متمرکز، بهبود یافته و سنتی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، مغایرت داشت. دلیل این تفاوت را باید در شرایط مدیریتی مزارع، شرایط اقلیمی متفاوت، تنوع روش‌های تهیه بستر و انتقال نشاء جستجو کرد.

جدول۲ - مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی تحت تأثیر روش‌های کشت

روش‌های کشت	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه(گرم)	شاخص برداشت	درصد پوکی
متداول	b ۴.۲۸۴	b ۹.۱۴۴	a ۰۷.۲۲	ab ۷.۴۹	b۳.۵

متمرکز	a ۵.۳۳۲	b ۸.۱۴۴	a ۰۸.۲۲	a۸.۵۱	b۴.۵
بهبود یافته	a۸.۳۱۴	a۵.۱۵۵	b۱۶.۲۱	b۴.۴۶	a۰.۱۱

در هر تیمار اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر اماری تفاوتی ندارند (LSD ۵%)

تأثیر روش‌های کاشت بر اجزای عملکرد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تعداد خوشه در مترمربع در تیمار کشت متمرکز نسبت به تیمار های کشت متداول و بهبود یافته به ترتیب ۵/۱۴ و ۳/۵ درصد افزایش داشت (جدول ۲). همچنین در مقایسه میانگین تیمارها بیشترین تعداد دانه در خوشه (۵/۱۵۵) در روش کشت بهبود یافته حاصل شد که در مقایسه با روش‌های متداول و متمرکز به ترتیب ۳/۷ و ۹/۶ درصد افزایش نشان داد. میانگین وزن هزار دانه در دو روش‌های متداول و متمرکز حدوداً ۴ درصد بیشتر از روش کشت بهبود یافته بود. علی‌رغم اینکه تعداد دانه در خوشه در روش بهبود یافته بیشتر بود ولی بطور کلی سیستم کشت متمرکز از نظر سایر اجزای عملکرد برتر بود. بعلاوه صفت تعداد دانه در خوشه به تنهایی نمی‌تواند مزیت مهمی محسوب گردد، مگر در حالتی که با افزایش تعداد خوشه و وزن هزار دانه همراه باشد. در این مطالعه علیرغم بیشتر بودن تعداد دانه در خوشه در روش کشت بهبود یافته، به دلیل کمتر بودن دو جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد خوشه در مترمربع که مهم‌ترین جزء عملکرد می‌باشد و وزن هزار دانه در این روش عملکرد کمتری حاصل نشد. در روش کشت متمرکز، اجرای آبیاری متناوب بدون ایجاد تنش خشکی در گیاه شرایط ایده‌آلی را برای رشد گیاه به ویژه از نظر سهولت دسترسی ریشه گیاه به اکسیژن و افزایش جذب عناصر غذائی در خاك در مقایسه با روش‌های کشت غرقاب دائم فراهم می‌آورد که نتیجه آن بهبود شاخص‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه برنج و نهایتاً موجب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌گردد. به اعتقاد برخی محققین در روش SRI ویژگی‌هایی مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی برنج از جمله تعداد پنجه بارور افزایش یافته، تیپ بوته مطلوب‌تر گشته و میزان جذب و کارائی مصرف نیتروژن به علت توسعه بیشتر ریشه و بهبود عملکرد فیزیولوژیکی گیاه افزایش می‌یابد (Thakur *et al.*, ۲۰۱۳).

تأثیر محلول پاشی کود روی بر عملکرد دانه

بطور کلی محلول‌پاشی کودروی باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. این افزایش در تیمار نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و سولفات‌روی با غلظت‌های ۶ گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود ولی در سایر تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۲/۶، ۳/۴،۵/۴ و ۴/۶ درصد بود. این نتایج با نتایج چاکرالحسینی و همکاران (Chaker alhossaini *et al.*, ۲۰۰۹) و کاراک و داس(Karak and Das, ۲۰۰۶) مطابقت دارد. افزایش عملکرد در اثر محلول پاشی کود روی در محصولات دیگر از جمله گندم و بادام زمینی نیز گزارش شده‌است. در آزمایش مشابهی پراساد و همکاران (Prasad, *et al.*, ۲۰۱۲) با محلول پاشی بادام زمینی با محلول سولفات روی و نانو اکسید روی گزارش کردند مصرف نانو اکسید روی و سولفات روی به ترتیب باعث افزایش ۵/۲۹ و ۳/۲۶ درصدی عملکرد غلاف گردید. همچنین محلول پاشی سولفات‌روی و اکسیدآهن و ترکیبی از سولفات روی و اکسیدآهن، باعث افزایش عملکرد دانه گندم و کیفیت آن در مقایسه با شاهد شد و بیشترین عملکرد و کیفیت دانه در تیمار ترکیبی آهن-روی حاصل شد (Habib, ۲۰۰۹).

جدول ۳ - مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و بیولوژیکی و درصد پوکی تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی روی (Kg/ha)

محلول پاشی کود روی	عملکرد دانه	درصدپوکی	عملکرد بیولوژیکی
نانواکسیدروی(۱۵۰میلی‌گرم‌در‌لیتر)	a ۴.۸۹۸۱	b ۶.۶	a۲.۱۸۱۰۶
نانواکسیدروی(۳۰۰میلی‌گرم‌در‌لیتر)	ab۹.۸۷۱۱	b ۰.۶	ab ۳.۱۷۵۵۶
سولفات‌روی(۳ گرم‌درلیتر)	ab ۴.۸۸۲۵	b ۹.۶	a ۶.۱۷۷۲۴
سولفات‌روی(۶ گرم‌درلیتر)	a ۴.۹۰۰۴	b ۹.۵	a ۲.۱۸۲۳۶
شاهد	b ۷.۸۴۲۸	ab ۶.۸	b ۷.۱۶۵۹۴

در هر تیمار اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر اماری تفاوتی ندارند (LSD ۵%)

تأثیر محلول پاشی روی بر عملکرد بیولوژیکی و درصد پوکی

بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی کود روی از نظر عملکرد بیولوژیکی تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیکی به ترتیب در تیمارهای سولفات روی با غلظت ۶ گرم در لیتر(۲/۱۸۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) ، نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر(۲/۱۸۱۰۶ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی با غلظت ۳ گرم در لیتر (۶/۱۷۷۲۴ کیلوگرم در هکتار) و نانواکسیدروی با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳/۱۷۵۵۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که تقریباً با روند

افزایش عملکرد دانه مطابقت داشت.این افزایش در تیمارهای سولفات روی با غلظت ۶ گرم در لیتر و نانواکسیدروی با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد معنی‌داری بود. افزایش عملکرد بیولوژیکی تیمارها نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۳/۱۱، ۵/۷، ۵/۱۱ و ۱۱درصد بود. حسینی و مفتون (Hossaini and Mafton., ۲۰۰۶) گزارش کردند که مصرف روی در خاک باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک اندام هوائی، عملکرد بیولوژیکی و سطح برگ برنج رقم قصردشتی گردید. به اعتقاد این پژوهشگران مصرف روی با توجه به نقش DNA و پروتئین‌ها در گیاه و فعال کردن آنزیم‌های مختلف باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی برنج گردید. بر اساس نتایج این پژوهش استفاده از سیستم کشت متمرکز و محلول پاشی کود روی با غلظت ۶ گرم در لیتر یا ۱۵۰ میلی گرم نانو اکسید روی برای برنج رقم سازندگی قابل توصیه است.

منابع

Amiri Larijani, B., Ramazanpor, Y., Hossaini, J. and Shokri, A. Y. ۲۰۱۲. The comparison of rice yield and crop productivity under conventional, improved and SRI cropping systems. Research Report. No. ۴۱۷۷۴. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC). ۳۶ pp. (In Persian).

Barison, J. ۲۰۰۳. Nutrient use efficiency and nutrient uptake in conventional and intensive (SRI) rice cultivation systems in Madagascar. Master's Thesis. Cornell University. USA. New York.

Cakmak, M., Kalayci, Y., Kaya, A. A., Torun, N., Aydin, Y., Wang, Z., Arisoy, H., Erdem, A., Yazici, O., Gokmen, L., Ozturk. and Horst, W. J. ۲۰۱۰. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. Journal of Agricultural Food Chemistry. ۵۸ (۱۶). ۹۰۹۲-۹۱۰۲.

Chaker Alhossaini, M., Mohtashami, R. and Oliaei, H. ۲۰۰۹. Evaluation of effects of quantity, source and method of zinc applcation on quantitatve and qualitative characristics of rice cultivar, Choram. Iranian Journal of Research in Agricultural Sience. ۵(۱):۳۳-۴۳. (In Persian).

Karak, T. and Das, D. ۲۰۰۶. Effect of foliar application of different sources of Zn application on the changes in Zn content, uptake and yield of rice (*Oryza sativa* L.). ۱۸th World Congress of Soil Science, July ۹-۱۵. Philadelphia. Pennsylvania. USA.

Habib, M. ۲۰۰۹. Effect of foliar application of Zn and Fe on wheat yield and quality. African Journal of Biotechnology. ۸ (۲۴). ۶۷۹۵-۶۷۹۸.

Hossaini, Y. and Mafton, M. H. ۲۰۰۶. Effect of nitrogen source and zinc quantity on growth and chemical composition of rice. Iranian Journal of soil and water sicence. ۱۹(۲):۱۶۵-۱۶۷. (In Persian).

Prasad TNVKV, Sudhakar P, SreenivasuluY Latha P, Munaswamy V, Raja Reddy K, Sreeprasad TS, Sajanlal PR, Pradeep TB (۲۰۱۲) Effect of nonsocial zinc oxide particles on the germination, growth and yield of Peanut. J Plant Nutr ۳۵:۹۰۵-۹۲۷.

Royal, Society. ۲۰۰۹. Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture. Report of Commission chaired by Sir D. Baulcombe. Royal Society, London.

Styger E, Attaher MA, Guindo H, Ibrahim H, Diaty M, Abba I, Traore M (۲۰۱۱) Application of system of rice intensification practices in the arid environment of the Timbuktu region in Mali. Paddy and Water Environ ۹:۱۳۷-۱۴۴.

Thakur, A. K, Rath, S. and Mandal, K. G. ۲۰۱۳. Differential responses of system of rice intensification (SRI) and conventional flooded rice management methods to applications of nitrogen fertilizer. Plant and Soil. ۹:۱۳-۲۴.

Uphoff, N. ۲۰۰۵. Features of the system of rice intensification (SRI) apart from increases in yield. Cornell International Institute for food, agriculture and development.

Uphoff, N. ۲۰۰۶. Increasing water saving while raising rice yields with the system of rice intensification (SRI). ۲nd international rice congress, New Delhi, October ۹-۱۳, Panel on water productivity and reuse.

Yoshida, S., McLean, G. W., Shafi, M. and Mueller, K. E. ۱۹۷۰. Effects of different methods of zinc application on growth and yields of rice in a calcareous soil. West Pakistan. Soil Science and Plant Nutrition. ۱۶:۱۴۷-۱۴۹.

Abstract

The effect of rice cultivation methods and zinc foliar spray on yield and yield components of rice var. Sazandegi, was evaluated using split plot based on randomized complete block in three replications in Isfahan Agricultural Research Center. Three rice cultivation methods were system of Rice Intensification (SRI), Conventional Rice Cultivation System (CRC) and Improved Rice Cultivation System (IRC) were main plot factor and five zinc foliar

applications (۱۵۰ and ۳۰۰ mg L^{-1} nano ZnO, ۳ and ۶ g L^{-1} SO_4Zn, and cheek), were sub plot. The results showed that, effects of cultivation systems and zinc foliar application on grain yield were significant (۵%). Nano zinc oxide and zinc sulphate application increased ۵ and ۵.۷ percent grain yield, in comparison with cheek, respectively. SRI method and foliar application of ۶ g L^{-1} zinc sulphate resulted in the highest grain yield.