مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

# تاثیر محلول پاشی عناصرکم مصرف روی و بور و نانو کود کلاته بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی در منطقه خرم آباد

مهدی جمالی[1] ، علی خورگامی [1*]

۱-گروه کشاورزی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۰

## چکیده

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلاته بر عملکرد و برخی از اجزای عملکرد گندم آبی در منطقه معمولان لرستان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۹-۹۸ اجرا شد. عوامل بررسی شامل: محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و بر در ۳ سطح (عدم مصرف، دو در هزار و چهار در هزار) و محلول پاشی غلظت‌های مختلف نانو کود کلاته کامل در ۴ سطح (عدم مصرف، دو در هزار، چهار در هزار و شش در هزار) بود. عناصر کم‌مصرف مورد بررسی عناصر بور و روی می‌باشند. نتایج آزمایش نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف (روی و بور) بر تمامی صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری داشت. همچنین محلول پاشی نانو کود کلاته در همه صفات مورد مطالعه به جز شاخص برداشت اثر معنی دار نشان داد. بیشترین عملکرد دانه و وزن هزاردانه به ترتیب برابر۴۴۴۲ کیلوگرم در هکتار و ۳۸/۸۷ گرم در تیمار محلول پاشی عناصر کم مصرف در غلظت دو در هزار و نانو کود کلاته در غلظت شش در هزار مشاهده گردید. با توجه به اثرات مثبت مصرف عناصر ریز مغذی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی و با توجه به کمبود گسترده این عناصر در اراضی کشاورزی کشور ضروری است، در برنامه‌های توصیه کودی و مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به طور ویژه به این عناصر غذایی مهم توجه شود تا بتوان در راستای تأمین نیازهای غذایی و ارتقای سلامتی افراد جامعه محصولی بیشتر و با کیفیت بهتر برداشت نمود.

**واژه‌های کلیدی:** نانو کود کلات، بور، روی، گندم

* نگارنده مسئول (a.khorgami@khoiau.ac.ir)

## مقدمه

گندم به عنوان یکی از محصولات اساسی کشاورزی دارای اهمیت ویژه ای بوده و تأمین این محصول برای جوامعی مانند ایران که گندم جایگاه خاصی در الگوی تغذیه دارد به معنی ایجاد امنیت غذایی بوده و رفاه اجتماعی طبقات متوسط و ضعیف شدیدا تحت تاثیر این محصول می‌باشد. گندم از محصولات بسیار مهم و استراتژیک کشور می‌باشد که هر تلاشی برای افزایش عملکرد آن میتواند کمک شایانی به توسعه و اقتصاد کشور بنماید. تغذیه مناسب گندم نقش اساسی در عملکرد این گیاه دارد و در صورتی که نقصانی در تدارک هر یک از عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گندم وجود داشته باشد می‌تواند به طور مستقیم سبب افت عملکرد گندم گردد (موسوی، ۱۳۹۰). گندم یک پیش کشت بسیار عالی برای اکثر گیاهان زراعی است، زیرا خیلی زود برداشت شده و فرصت کافی برای آماده کردن زمین جهت کشت بعدی در فصل زراعی بعدی وجود دارد (Ogbonnaya *et al*., 2013). امروزه کشت گندم در بیشتر مناطق زمین در مقایسه با هر محصول تجاری دیگر افزایش یافته است و به عنوان مهمترین منبع دانه‌های مواد غذایی برای انسان محسوب می‌شود. میزان تولید آن بیش از تمام محصولات از جمله برنج، ذرت و سیب زمینی میباشد (FAO, 2019).

در دو دهه اخیر به دلیل تخریب مراتع و تبدیل آن‌ها به اراضی زراعی، سطح زیر کشت دیم افزایش یافته است در حالی که سطح زیر کشت آبی تغییر چندانی نداشته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). گندم مهمترین گیاه زراعی کشت شده در ایران است که بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کالری مورد نیاز مردم را تأمین می‌کند ( امام، ۱۳۸۶). در اکثر کشورهای مناطق معتدله که از زندگی مرفه ای برخوردارند، گندم منبع اساسی تأمین هیدرات-های کربن برای تغذیه انسان است. درتهیه نان، آرد سایر غلات نمی‌تواند جایگزین آرد گندم شود، بنابراین هر چه مصرف گندم نسبت به سایر غلات بیشتر باشد نشانه بالاتر بودن سطح زندگی مردم است (مجنون حسینی، ۱۳۹۰). برای این که گیاهی بتواند تأمین کننده بخش عمده غذای جمعیت کره زمین باشد، باید از

ویژگی‌هایی هم چون توانایی تولید زیاد در واحد سطح، حمل و نقل آسان، ذخیره سازی آسان و پذیرش به عنوان غذای مصرف کننده برخوردار باشد (امام، ۱۳۸۶).

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلاته بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی در منطقه معمولان لرستان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۹-۹۸ اجرا شد. شهرستان معمولان از توابع خرم آباد با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹۶ دقیقه شرقی، و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. میزان بارش برابر ۱۶۹/۸می‌باشد که نسبت به سال گذشته ۹/۵ درصد و آمار بلند مدت ۲۸/۸ درصد به ترتیب کاهش و افزایش را نشان داد.

## عوامل مورد مطالعه در آزمایش

الف: عامل محلول‌پاشی عناصر کم مصرف در ۳ غلظت مختلف شامل:

$M_1$ : محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد)

M2: محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (بور + روی) با غلظت ۲ در هزار

M3: محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (بور + روی) با غلظت ۴ در هزار

ب: عامل محلول‌پاشی نانوکود در ۴ غلظت شامل:

N1: محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد)

N2: محلول‌پاشی نانوکود کلاته با غلظت ۲ در هزار

N3: محلول‌پاشی نانوکود کلاته با غلظت ۴ در هزار

N4: محلول‌پاشی نانوکود کلاته با غلظت ۶ در هزار

جهت سهولت تهیه زمین، در پاییز بعد از اولین بارندگی‌ها و پس از گاورو شدن زمین در عمق۳۰-۴۰ سانتی متری دو شخم عمود بر هم با گاوآهن برگردان دار انجام گردید. به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و نرم کردن زمین عمل دیسک زنی توسط دو دیسک عمود برهم صورت گرفت و پس از ماله کشی و تسطیح مزرعه توسط ردیف کار غلات شیارهای منظمی در

خلاف جهت شیب در مزرعه ایجاد گردید. جهت انجام آزمون خاک از عمق‌های ۳۰ و ۶۰ سانتی متری خاک از چندین نقطه زمین نمونه‌هایی تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه یک کیلویی تهیه و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه انتقال و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱) و بنابراین میزان مصرف کودهای شیمیایی در تیمارهای شاهد بر اساس نتایج آمون خاک انجام شد. پس از انجام تجزیه خاک و مشخص شدن وضعیت حاصلخیزی خاک مزرعه آزمایشی و بر حسب نیاز گیاه ، میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت به مزرعه داده شد. همچنین میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه در سه مرحله (یک سوم در هنگام کاشت به عنوان شروع کننده (استارتر)، یک سوم در زمان پنجه زنی و باقی مانده در مرحله ساقه دهی به صورت سرک) در اختیار گیاه قرار گرفت.

**جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش**

| بافت خاک | C (%) | Ec | Zn ppm | Cu ppm | B mlg | Fe ppm | K ppm | P ppm | N (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لوم | ۰/۸۶ | ۰/۴۷ | ۰/۹۳ | ۱/۱ | ۰/۲۱ | ۲/۸۱ | ۳۹۰ | ۷/۶ | ۰/۷۲ |

در این آزمایش ۳۶ کرت وجود داشت که هر بلوک شامل ۱۲ کرت و هر کرت آزمایشی شامل۶ خط کاشت به طول ۴ متر و عرض ۳ متر با فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتیمتر و فاصله بین تکرارها ۲ متر و بین کرت‌ها ۱۰۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد و میزان بذر و تراکم کاشت بر اساس ۴۰۰ بوته در مترمربع تنظیم گردید. عمق کاشت ۵-۳ سانتی متر بود. بذرها قبل از کاشت با یک قارچ کش مناسب (سم مانکوزب یا کربوکسین تیرام یا بنومیل) به میزان یک در هزار ضدعفونی شد. بذر گندم مورد استفاده در این تحقیق چمران ۲ بود.

پس از خط کشی با گچ عملیات کاشت در اوایل آبانماه و بر اساس نقشه آزمایش و تیمارهای مربوطه در کرت‌های آزمایشی انجام شد. محلولپاشی عناصر کم مصرف و نانو کود مطابق نقشه آزمایش و در دو مرحله پنجه زنی وخوشه دهی انجام شد. محلول پاشی در اوایل صبح

صورت گرفت تا اثرات کودهای مصرفی تحیل نرود. در طول دوره رشد گیاه مراقبت ها و عملیات زراعی الزم شامل آبیاری، وجین و مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها به نحو مطلوب و طبق دستورات و توصیه‌ها انجام شد.

نمونه گیری از سطح مزرعه طی مراحل داشت و برداشت انجام و نتایج مشاهدات و آزمایش‌ها یادداشت شد. در زمان برداشت و پس از حذف اثر حاشیه‌ها (یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت) ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب و اندازه گیری صفات رویشی و اجزای عملکرد صورت پذیرفت. بر راستای تعیین وزن هزار دانه، در ابتدا توسط دستگاه بذر شمار تعداد ۱۰۰۰ بذر در هر ترکیب تیماری مشخص و در نهایت توسط ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم میزان وزن هزار دانه تعیین شد. به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، از خطوط میانی هر کرت، مساحتی معادل ۲/۴ مترمربع را برداشت کرده و پس از خشک کردن، این صفات تعیین گردید.

## محاسبات آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با نرم افزارMinitab مورد بررسی قرار گرفت. سپس تجزیه‌های آماری با نرم افزار SAS ورژن ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و نرم افزار Mstat-C صورت گرفت و نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلات بر روی صفت ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی دار شده است، اما اثر متقابل بین این دو عامل معنی‌دار نگردید (جدول۲). بیشترین ارتفاع بوته با ۹۶/۶۸ سانتی متر در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات و کمترین ارتفاع بوته ۷۲/۶۸ سانتی متر در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول۳). عنصر روی به عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به صورت کوفاکتور عمل می‌کند. همچنین این عنصر در فتوسنتز، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، حفظ ساختمان و

عملکرد غشای سلولی و هورمون تحریک کننده رشد نقش دارد. مشاهدات نشان می‌دهد که کمبود روی باعث کوتاه شدن فاصله میانگره‌ها می‌شود و مشخص شده است که این عنصر ارتباط نزدیکی با میزان اکسین موجود در گیاه دارد (Firoozi *et al*., 2018). بنابراین با محلول پاشی عنصر روی افزایش فاصله میانگره-ها و درنتیجه افزایش ارتفاع بوته را خواهیم داشت. نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلات بر صفت قطر ساقه در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین اثر متقابل بین این دو عامل در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین قطر ساقه با ۴/۹۳ میلی‌متر در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات و کمترین قطر ساقه با ۲/۲۷ میلی‌متر در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که قطرساقه با ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و مستقیم دارد ولی با عملکرد دانه و شاخص برداشت همبستگی نشان نداد (جدول ۴). تحقیقات نشان داده است که کاربرد عناصر ریز مغذی در استحکام دیواره سلولی نقش دارد (رمرودی و همکاران، ۱۳۹۰). در نتیجه احتمال می رود کاربرد عناصر ریز مغذی مثل روی و بور افزایش ضخامت در دیواره‌های سلولی و در نهایت افزایش قطر ساقه را در پی داشته است. نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلات بر صفت تعداد پنجه در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین اثر متقابل بین این دو عامل در سطح پنج درصد معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیشترین تعداد پنجه با ۴/۵۸ عدد در شرایط مصرف دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات و کمترین تعداد آن با ۲/۱۹ عدد در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که تعداد پنجه با ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و

مستقیم دارد ولی با شاخص برداشت همبستگی نشان نداد (جدول۴).

نتایج آزمایشات نشان داد که استفاده از روی و بور می‌تواند نقش مثبتی در افزایش پارامترهای رشد رویشی از جمله تعداد پنجه ایفا کند و می توان آن را به عنوان ماده ای با منشاء طبیعی در جهت افزایش تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار داد (Liu & Lal, 2015)، احتمال می‌رود کاربرد عناصر ریزمغذی با ایجاد رشد رویشی مناسب از طریق افزایش تعداد و سطح برگ باعث افزایش جذب تشعشع شده و کارایی مصرف نور را افزایش می‌دهند. با بالا رفتن کارایی مصرف نور و افزایش در رشد رویشی زمینه برای پنجه زنی افزایش می‌یابد. نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلات بر روی صفت تعداد دانه در سنبله در سطح یک درصد معنی دار شده است. همچنین اثر متقابل بین این دو عامل در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در سنبله با ۴۶/۸۶ عدد در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات و کمترین تعداد دانه در سنبله با ۳۴/۱۰ عدد در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که تعداد دانه در سنبله با ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه ، وزن هزار دانه وعملکرد دانه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و مستقیم داشته ولی با شاخص برداشت همبستگی نشان نداد (جدول ۴). نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف در سطح پنج درصد و نانو کود کلات در سطح یک درصد بر روی صفت وزن هزار دانه معنی دار شده است. همچنین اثر متقابل بین این دو عامل در سطح پنج درصد معنی داری را نشان داد (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه با ۳۸/۸۷ گرم در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات و کمترین مقدار وزن هزار دانه با ۳۰/۸۳ گرم در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و تیمار شاهد نانو کود کلات مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که وزن هزار دانه با ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه ، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح

یک درصد همبستگی مثبت و مستقیم داشته ولی با شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). بر اساس تحقیق انجام شده، کاربرد نانو کلاته سبب افزایش وزن هزار دانه در گیاهان می‌گردد (Ladan *et al*., 2012). محققان گزارش کردند که محلول پاشی نانو کود کلاته با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، وزن هزار دانه را به طور قابل توجهی نسبت به شاهد افزایش داد (Delfani *et al*., 2014).

محلول‌پاشی عنصر بور به دلیل نقشی که در ساخت اسید مالیک و انتقال هیدرات‌های کربن و آنزیمها دارد، سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج تحقیقات نشان داد که کاربرد نانو ذرات روی سبب افزایش وزن دانه در گیاهان می‌شود. همچنین گزارش شد که بهبود وزن هزار دانه در نتیجه کاربرد عناصر ریز مغذی در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد)، به علت فراهمی مطلوب ترکیبی از عناصر غذایی ریزمغذی و اصلی در مراحل زایشی بود. این فراهمی مطلوب در نهایت باعث بهبود تجمع آسیمیلات در بذرها شد که نتیجه آن تولید دانه‌های سنگین تر خواهد بود (Baybordi & Mamedov, 2010).

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف و نانو کود کلات در سطح یک درصد بر روی صفت عملکرد دانه معنی دار شده است. همچنین اثر متقابل بین این دو عامل در سطح پنج درصد معنی داری را نشان داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با ۴۴۴۲ کیلوگرم در هکتار در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و شش در هزار نانو کود کلات مشاهده شد که اختلاف چندانی با غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و دو در هزار نانو کود کلات نداشت. کمترین عملکرد دانه با ۳۲۴۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد همبستگی مثبت و مستقیم دارد ولی با قطر ساقه همبستگی معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی عناصر کم مصرف در سطح پنج درصد بر صفت شاخص برداشت معنی دار شده

است ولی محلول پاشی نانو کود کلاته و اثر متقابل بین دو عامل اثر معنی داری را نشان نداد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت با ۴۱/۳۶ درصد در غلظت دو در هزار عناصر کم مصرف و دو در هزار نانو کود کلات و کمترین مقدار با ۳۴/۶۲ درصد در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که شاخص برداشت با ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه همبستگی نشان نداد ولی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و مستقیم دارد (جدول ۴). نتایج تحقیقات نشان داد که محلول پاشی نانو کلات اثرات قابل توجه و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص برداشت و عملکرد دانه دارد (Harsinia *et al*., 2014). بهبود عملکرد توسط نانوکلات نسبت به کلات معمولی می‌تواند ناشی از کارایی کلات با ساختار نانو در فراهمی بهینه عناصر ریز مغذی در فرآیندهای فیزیولوژیکی باشد.

نتایج تحقیقات محققین حاکی از آن است که محلول پاشی نانو کلات سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهان زراعی شده است (Baghaei *et al*., 2012). محققین نشان دادند که کاربرد نانوکلات سبب افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود (Nasiri *et al*., 2013). نتایج آزمایشات در بررسی تأثیر عنصر بور در بهبود تحمل تنش نشان داد که در تیمارهای کابرد عنصر بور، اثرات تخریبی تنش به طور چشمگیری کاهش یافته و سبب بالا رفتن عملکرد نسبت به تیمارهای شاهد گردید (گنجعلی و همکاران، ۱۳۹۴). می‌توان چنین استنباط کرد که با محلول پاشی بور آثار تنش احتمالی کاهش پیدا کرده و تیمارهای محلول پاشی شده دارای عملکرد بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند.

**جدول ۱- میانگین مربعات اثرات عناصر کم مصرف (روی و بور) و نانو کود کلاته بر صفات مورد مطالعه**

| | | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | ارتفاع گیاه | قطر ساقه | تعداد پنجه | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
| تکرار (R) | ۲ | ۷۵/۷۲۲$^{ns}$ | /۳۲۵$^{ns}$ | /۲۳۵$^{ns}$ | ۸/۵۸۳$^{ns}$ | ۱/۹۷۳$^{ns}$ | ۱۱۵۴۱۲/۸۶$^{ns}$ | ۱۹/۷۱$^{ns}$ |
| عناصرکم مصرف (A) | ۲ | ۲۶۱/۶۷۵$^{**}$ | ۲/۲۶۹$^{**}$ | ۱/۴۰۵$^{**}$ | ۹۰/۳۰۷$^{**}$ | ۱۸/۳۱۱$^{*}$ | ۸۱۸۰۲۱/۷۷$^{**}$ | ۱۳/۱۳$^{*}$ |
| کودکلات (B) | ۳ | ۳۵۸/۲۸۲$^{**}$ | ۳/۵۹۶$^{**}$ | ۵/۹۵۷$^{**}$ | ۴۳/۴۰۸$^{**}$ | ۳۳/۶۸۰$^{**}$ | ۹۵۱۲۱۹/۶۳$^{**}$ | ۱۰/۴۹$^{ns}$ |
| AB | ۶ | ۱۸/۷۷۰$^{ns}$ | ۰/۴۹۴$^{*}$ | ۰/۴۸۹$^{*}$ | ۱۹/۶۳۹$^{*}$ | ۹/۷۴۵$^{*}$ | ۱۹۵۹۲۶/۸۵$^{*}$ | ۲۲/۰۷$^{ns}$ |
| خطا | ۲۲ | ۲۰/۶۱۴ | ۰/۱۳۸ | ۰/۱۴۶ | ۵/۳۴۰ | ۳/۳۶۳ | ۹۰۱۳۳/۴۰ | ۲۷/۸۱ |
| کل | ۳۵ | | | | | | | |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۸/۴۳ | ۹/۷۷ | ۱۱/۴۵ | ۶/۰۰ | ۵/۳۱ | ۹/۹۴ | ۱۳/۹۹ |

ns * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

**جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات عناصرکم مصرف (روی و بور) و نانوکود کلاته بر صفات مورد مطالعه**

| | | مقایسه میانگین | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عناصر کم مصرف | نانو کود کلاته | ارتفاع گیاه | قطر ساقه | تعداد پنجه | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
| | | ۷۲/۶۸$^{f}$ | ۲/۲۷$^{f}$ | ۲/۱۹$^{c}$ | ۳۴/۱۰$^{d}$ | ۳۱/۷۸$^{de}$ | ۳۲۴۳/۰$^{e}$ | ۳۴/۶۲$^{a}$ |
| | غلظت ۲ در هزار | ۸۰/۹۸$^{def}$ | ۳/۴۰$^{def}$ | ۲/۴۹$^{c}$ | ۳۶/۰۲$^{cd}$ | ۳۳/۲۵$^{cde}$ | ۳۶۷۶/۰$^{bcde}$ | ۳۷/۱۹$^{a}$ |
| | غلظت ۴ در هزار | ۸۰/۳۵$^{def}$ | ۳/۷۹$^{cde}$ | ۳/۵۲$^{b}$ | ۳۷/۱۲$^{cd}$ | ۳۵/۱۴$^{bcd}$ | ۳۶۱۲/۰$^{cde}$ | ۳۷/۸۷$^{a}$ |
| | غلظت ۶ در هزار | ۸۴/۶۳$^{cde}$ | ۴/۲۱$^{bc}$ | ۳/۵۸$^{b}$ | ۳۶/۳۲$^{cd}$ | ۳۳/۲۶$^{cde}$ | ۳۴۳۵/۰$^{e}$ | ۳۷/۰۶$^{a}$ |
| غلظت ۲ در هزار | | ۷۹/۰۵$^{def}$ | ۳/۷۶$^{cde}$ | ۲/۴۹$^{c}$ | ۳۶/۷۲$^{cd}$ | ۳۰/۸۳$^{e}$ | ۳۲۳۸/۰$^{e}$ | ۳۵/۰۴$^{a}$ |
| | غلظت ۲ در هزار | ۹۳/۴۷$^{ac}$ | ۴/۰۱$^{bcd}$ | ۳/۸۰$^{b}$ | ۳۸/۰۳$^{cd}$ | ۳۷/۴۶$^{ab}$ | ۴۲۹۴/۰$^{a}$ | ۴۱/۳۶$^{a}$ |
| | غلظت ۴ در هزار | ۸۵/۸۱$^{bcd}$ | ۴/۴۹$^{ab}$ | ۳/۲۴$^{b}$ | ۴۳/۸۷$^{ab}$ | ۳۶/۱۱$^{abc}$ | ۴۰۱۴/۰$^{abcd}$ | ۳۳/۵۶$^{a}$ |
| | غلظت ۶ در هزار | ۹۶/۶۸$^{a}$ | ۴/۹۳$^{a}$ | ۴/۵۸$^{a}$ | ۴۶/۸۶$^{a}$ | ۳۸/۸۷$^{a}$ | ۴۴۴۲/۰$^{a}$ | ۴۰/۶۹$^{a}$ |
| غلظت ۴ در هزار | | ۷۶/۱۲$^{ef}$ | ۳/۲۶$^{ef}$ | ۲/۴۲$^{c}$ | ۳۶/۴۲$^{cd}$ | ۳۲/۸۶$^{cde}$ | ۳۵۴۳/۰$^{de}$ | ۳۹/۸۶$^{a}$ |
| | غلظت ۲ در هزار | ۸۲/۱۱$^{ce}$ | ۲/۸۸$^{fg}$ | ۳/۲۸$^{b}$ | ۴۰/۰۲$^{bc}$ | ۳۲/۹۷$^{cde}$ | ۴۱۱۸/۰$^{abc}$ | ۳۸/۴۲$^{a}$ |
| | غلظت ۴ در هزار | ۷۹/۵۷$^{def}$ | ۴/۲۲$^{bc}$ | ۳/۶۱$^{b}$ | ۳۷/۴۵$^{cd}$ | ۳۴/۸۳$^{bcd}$ | ۳۵۶۷/۰$^{cde}$ | ۳۷/۹۲$^{a}$ |
| | غلظت ۶ در هزار | ۹۱/۶۱$^{abc}$ | ۴/۳۵$^{abc}$ | ۴/۸۷$^{a}$ | ۳۹/۴۹$^{c}$ | ۳۶/۸۴$^{ab}$ | ۴۲۰۰/۰$^{ab}$ | ۳۸/۹۱$^{a}$ |

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشند.

**جدول ۳ - همبستگی به روش (پیرسون) بین صفات مورد مطالعه**

| | همبستگی به روش پیرسون | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ارتفاع بوته | قطر ساقه | تعداد پنجه | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت |
| ارتفاع بوته | ۱ | | | | | | |
| قطر ساقه | ۰/۵۱۱ ** | ۱ | | | | | |
| تعداد پنجه | ۰/۶۵۳ ** | ۰/۵۵۹ ** | ۱ | | | | |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۶۰۷ ** | ۰/۴۴۰ ** | ۰/۵۲۰ ** | ۱ | | | |
| وزن هزار دانه | ۰/۶۷۴ ** | ۰/۵۷۸ ** | ۰/۶۷۵ ** | ۰/۵۵۷ ** | ۱ | | |
| عملکرد دانه | ۰/۷۷۳ ** | ۰/۲۶۹ | .۰/۵۹۲ ** | ۰/۶۱۱ ** | ۰/۶۱۹ ** | ۱ | |
| شاخص برداشت | ۰/۳۱۹ | ۰/۰۰۹ | ۰/۱۴۹ | ۰/۰۶۳ | ۰/۲۳۶ | ۰/۵۵۳ ** | ۱ |

ns ، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

## نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که در رابطه با عناصر کم مصرف، غلظت دو در هزار و برای تیمار نانو کود کلاته در غلظت شش در هزار به عموان بهترین تیمارها انتخاب گردیدند. اینگونه می‌توان اظهار داشت که به دلیل حد بحرانی بور و روی، غلظت دو در هزار به عنوان بهترین تیمار ارزیابی شده و احتمالا در استفاده بیش از حد مجاز، سمیت را در گیاه شاهد خواهیم بود. در رابطه با تیمارهای نانو کود کلاته می‌توان اینگونه احتمال داد که به دلیل دارا بودن میکرو کامل، هرچه دوز بالاتر رود، اثرات مطلوبتری در گیاه بر جای گذاشته است. با توجه به اثرات مثبت مصرف عناصر ریز مغذی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی و با توجه به کمبود گسترده این عناصر در اراضی کشاورزی کشور ضروری است، در برنامه‌های توصیه کودی و مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به طور ویژه به این عناصر غذایی مهم توجه شود تا بتوان در راستای تأمین نیازهای غذایی و ارتقای سلامتی افراد جامعه محصولی بیشتر و با کیفیت بهتر برداشت نمود.

## منابع

**امام، ی. ۱۳۸۶**. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ سوم. ۱۹۰ ص.

**رمرودی، ک.، م. کیخاژاله، م. گلوی، م. ثقه الاسلامی، و ر. برادران. ۱۳۹۰**. اثر محلول پاشی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk) بوم شناسی کشاورزی. ۲(۳): ۲۱۹-۲۲۶.

**عباسی، ن.، ج. چراغی، و س. حاجی نیا. ۱۳۹۸**. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۱(۳۴): ۱۵۸-۸۵.

**گنجعلی، ع.، آ یزدی، م. لاهوتی، و ز. رضایی. ۱۳۹۴**. بررسی تأثیر عنصر بور در بهبود تحمل نسبت به فلز سنگین آلومینیوم. مجله زیست شناسی گیاهی ایران.۷ (۲۳). ۶۳-۷۴.

**نورمحمدی، ق.، ع. سیادت، و ع.کاشانی**. ۱۳۸۶. زراعت غلات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ هفتم. ۴۴۶ ص.

**مجنون حسینی، ن. ۱۳۹۰**. زراعت غلات، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۱۵ص.

**موسوی، ح. ۱۳۹۰**. تحلیلی بر خودکفایی در تولید گندم ایران، کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. تهران. ۲۲-۱.

**Bybordy, A. and G, Mamedov. 2010**. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus L.*). Notulae Scientia Biologicae. 2(1): 94-103.

**Baghaei, N., N. Keshavarz, H. Shukrivahed, and M.H. Nazaran. 2012**. Effect of nano-iron chelate on yield and yield components of rice. 12th Iranian Crop Sciences Congress, September 4-6. Islamic Azad University, Karaj, Iran. PP: 1-5.

**Delfani, M. M.B. Firouzabadi, N. Farrokhi, and H. Makarian. 2014**. Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers, Communications in Soil

(*Spinacia oleracea L.*): Varamin 88 and Viroflay, Research. Journal App. Sciences Enginering technology, p. p. 4(12), 4813-4818.

**Liu, R. and R. Lal. 2015.** Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers (zn and B) for increasing agronomic productions. Science of the Total Environment, pp. 514: 131–139.

**Nasiri, Y., S. Zehtab-Salmasi, S. Nasrullahzadeh, K. Ghassemigholezani, N. Najafi, and A. Javanmard. 2013**. Evaluation of foliar spray of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrients concentration of aerial parts in german chamomile journal sustainable Agriculture and Production Science, p.p. 23(3): 105-115.

**Ogbonnaya., F. A. Mujeeb-Kazi, A.G. Kazi, E.L. Lagudah, S. Xu, and D. Bonnett. 2013.** Synthetic hexaploid in wheat improvement. In: Jules Janick (Plant Breeding Reviews. John Wiley and Sons Inc.1:35-122.

Science and Plant Analysis, pp. 45: 530–540.

**FAO. 2019**. Statistical data. www.Faostat.org.

**Firoozi, Y., H. Feizi, A. Mehraban, and M. Alipanah, M. 2018**. Effects of foliar application time of nano-micronutrients on quantity and qualitative traits in rainfed durum wheat genotypes in Moghan. Journal of Field Crops Research. 16(1): 97-112.

**Harsinia, M.G., H. Habibib, and G.H.Talaei. 2014**. Study the effects of iron nano chelated fertilizers foliar application on yield and yield components of new line of wheat cold region of kermanshah province, Agricultural Advances, pp. 3(4): 95-102.

**Ladan Moghadam, A., H. Vattani, N. Baghaei, and N. Keshavarz. 2012**. Effect of different levels of fertilizer nano_iron chelates on growth and yield characteristics of two varieties of Spinach

# Effect of zinc and boron micronutrient and chelated nano-fertilizers foliar application on yield and yield components of wheat in Khorramabad region

M. Jamali [1], A. Khorgami [1*]

1-Department of Agriculture, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.

## Abstract

In order to investigation Effect of zinc and boron micronutrient and chelated nano-fertilizers foliar application on yield and yield components of wheat in Khorramabad region, a factorial experiment in the form of complete randomized block design with three replications was carried out in mamolan lorestan region in 2019-2020. In this experiment, two factors were examined. The first factor includes zinc and boron micronutrient foliar application in 3 levels (control, two per thousand and four per thousand) and the second factor includes nano-fertilizer foliar application in 4 levels (control, two per thousand, four per thousand and six per thousand). Micro consumption elements and chelate nano-fertilize comprise boron and zinc and micro-complete respectively. The experimental results showed that foliar application of low-consumption elements (zinc and boron) had positive effect on all the studied traits. Also, foliar application of chelate fertilizer showed significant effect on all studied traits except for harvest index. The highest Seed yield (4442 kg /ha) and 1000 seed weight (38/87 g) were observed in two per thousand of micronutrients and six per thousand of chelate nano-fertilizer. Due to the positive effects of micronutrients consuming in increasing the yield of crops and due to the widespread shortage of these elements in agricultural lands, it is necessary to pay special attention to these important nutrients in agricultural projects and soil fertility management programs and plant nutrition, to be able to harvest more and better quality products in order to meet the nutritional needs and improve the health of people in the community.

**Keywords**: Boron, Nano chelate fertilizer, Wheat, Zinc

[*] Corresponding author (a.khorgami@khoiau.ac.ir)