بررسی عناصر روی و منیزیم بر خصوصیات زراعی و جوانه‌زنی بذر گندم نان (*Triticum aestivum* L. cv. Sivand)

فرهاد صادقی

استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه

پست الکترونیک نویسنده مسئول: f-sadeghi@Areeo.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۲)

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر عناصر روی و منیزیم بر خصوصیات زراعی و جوانه‌زنی بذر گندم (رقم سیوند)، این پژوهش به‌روش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه ماهیدشت در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح روی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی) و چهار سطح منیزیم (صفر، ۷۰،۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات منیزیم) بود. نتایج نشان داد، اثر عامل‌های سولفات روی و منیزیم برای بیشتر صفات در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بودند. اثر سطوح متفاوت سولفات روی نشان از برتری تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی برای کلیه صفات تحت بررسی بود. اثر این تیمار بر روی دو صفت مهم عملکرد دانه و درصد پروتئین به‌ترتیب با ۷/۱۰ تن در هکتار و ۱۲/۰۵ درصد نسبت به تیمار شاهد در حدود ۱۱۵ و ۱۰۳ درصد برتری نشان داد. اثر سطوح متفاوت سولفات منیزیم بر صفات نشان از برتری تیمار مصرف ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم بود. اثر تیمار یاد شده بر عملکرد (۷/۸۴ تن در هکتار) و درصد پروتئین دانه (۱۱/۸۹ درصد) نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۲۴ و ۱۰۱/۵ درصد برتری نشان داد. با توجه به مقدار عناصر غذایی زمین محل آزمایش و نیاز مطلوب گندم به این عناصر، تیمارهای مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم از نظر بیشتر صفات تحت بررسی نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند و از نظر اقتصادی بسیار باصرفه و قابل توصیه هستند.

واژه‌های کلیدی: گندم، بنیه بذر، عملکرد، عناصر روی و منیزیم

مقدمه

فرآورده‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) در الگوی غذایی مردم ایران از اهمیت زیادی برخوردار هستند، به‌طوری که ۴۰ تا ۴۵ درصد کالری و حدود ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز روزانه هر فرد را تأمین می‌نمایند (ایران‌نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۶). گندم به علت بازدهی تولید دانه زیاد و امکان کشت در بیشتر مناطق دنیا، همچنین قابلیت پخت و خواص ویژه غذایی، صنعتی و کیفیت خیلی خوب گلوتن برای تولید نان بسیار مورد توجه بوده و هیچ غله دیگری قادر به رقابت با آن نیست (جونز و کوزینا[1]، ۲۰۰۷). کمبود عناصر کم‌مصرف مانند روی و آهن به‌طور مستقیم اثرات سویی در بیش از دو میلیارد نفر مردم جهان ایجاد نموده است (هو[2]، ۱۹۹۸). مصرف روی به مقدار ۲۰ کیلوگرم از سولفات روی باعث افزایش اسیدآمینه متیونین به مقدار ۶۱/۳ درصد و کاهش اسید فیتیک به مقدار ۲۳/۳ درصد

[1] Jones and Kosina
[2] Who

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

در دانه گندم شده و در ارتقاء کیفیت گندم بر سلامتی انسان تأثیر بسیار مثبتی دارد (بهارتی[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

یکی از مشکلات تولید غلات در نواحی خشک و نیمه‌خشک، مشکل جوانه‌زنی و استقرار ضعیف گیاهچه است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). بررسی‌های انجام‌شده در مناطق خشک و نیمه‌خشک حکایت از آن دارد که استقرار ضعیف بذر و گیاهچه از علت‌های پایین بودن عملکرد گندم است (افضل[2] و همکاران، ۲۰۰۵). کمبود عنصر روی در سطح وسیعی از خاک‌های زراعی دنیا مشهود است، بنابراین تیمار بذر با عنصر روی نه‌تنها مفید بلکه از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه می‌باشد (هریس[3] و همکاران، ۲۰۰۸). عبدالوهاب[4] (۲۰۰۸) گزارش نمود عناصر ریزمغذی از قبیل روی، منیزیم و آهن نقش بسیار مهمی در رشد و نمو گیاهان دارند. در برنامه‌های توسعه کشاورزی نقش عناصر کم‌مصرف مانند منیزیم، روی و آهن در افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی کاملاً بارز و روشن است. هنگامی که در گیاه عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در تعادل باشند، می‌توان پیش‌بینی نمود که مزرعه از توان تولید محصول زیاد، کاهش تنش‌های زنده و غیرزنده در سطح مزرعه، مقدار مناسب عناصر در محصول تولیدی و بالطبع تأمین نیاز غذایی مناسب سایر موجودات، افزایش قدرت جوانه‌زنی و بنیه بذر در نسل بعد برخوردار است (موسوی[5] و همکاران، ۲۰۰۷). در نواحی دیم که بیشتر مزارع گندم توسط باران سبز می‌شوند، تولید محصول همبستگی مستقیمی با جوانه‌زنی و استقرار سریع گیاهچه دارد؛ یعنی هرچه بذر از اندوخته‌ی غذایی بیشتری برخوردار باشد، سطح سبز و تولید محصول بیشتر خواهد شد. در بررسی‌های متعددی مشخص‌شده که تأثیر عنصر روی بر رشد و فیزیولوژی گیاه در طول جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه بسیار مفید است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). در کشور پاکستان عنصر روی پس از عناصر نیتروژن و فسفر، بیشترین مقدار مصرف را دارد. اگر این عنصر به‌صورت بذر مال استفاده گردد، علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی باعث افزایش عملکرد گندم نیز می‌شود (فاروغ[6] و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش عنصر روی در خاک علاوه بر حل مشکل کمبود این عنصر در خاک، همچنین در رشد گیاه، کمیت و کیفیت محصول نیز مفید و مؤثر است (پرساد[7]، ۲۰۱۲). روی عنصری است که باعث افزایش کیفیت بذری می‌شود. همچنین باعث اصلاح pH خاک، افزایش مواد آلی خاک و همچنین در صورت تأمین این عنصر در مزرعه افزایش روی و تعادل عناصر در دانه، کیفیت و کمیت محصول را در پی دارد (ویی[8] و همکاران، ۲۰۰۶). این عنصر تأثیر بسیار مثبتی روی جوانه‌زنی و افزایش بنیه‌ی بذر دارد (هریس و همکاران، ۲۰۰۷). سدری و ملکوتی (۱۳۸۴) در یک بررسی روی مزارع گندم آبی کردستان به این نتیجه رسیدند؛ با مصرف سولفات روی، علاوه بر افزایش عملکرد در حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین دانه نیز افزایش یافت. چون در ساختمان آنزیم RNA– فسفرآز، روی وجود دارد و با مصرف سولفات روی تبدیل اسیدهای آمینه و آمیدها به پروتئین با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. این ویژگی‌ها در نهایت روی بنیه‌ی بذر تأثیر مثبت دارد.

کاربرد عناصر روی، منیزیم، بور و مس در خاک‌های زراعی که با کمبود این عناصر مواجه هستند، افزایش تولید محصول در پی دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). میزان روی و منیزیم ذخیره‌شده در بذر گندم، اثر زیادی روی رشد و عملکرد گندم در خاک‌های دچار کمبود این عناصر دارد. گیاهان رشد یافته از بذر دارای عناصر روی و منیزیم کافی از رشد بهتر و عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند (رنگل و گراهام[9]، ۱۹۹۵). عناصر کم‌مصرف از جمله روی و منیزیم در رشد و نمو گیاهان نقش خیلی مهمی ایفا و در افزایش کمیت و کیفیت محصول بسیار مؤثر هستند (لی[10] و همکاران، ۲۰۰۷). مصرف کود سولفات منیزیم علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی بذرهای گندم به دلیل ذخیره‌سازی عناصر

[1] Bharti
[2] Afzal
[3] Harris
[4] Abd El–Wahab
[5] Mousavi
[6] Farooq
[7] Prasad
[8] Wei
[9] Rengel and Graham
[10] Li

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

غذایی در بذر، گیاهچه‌های تولیدی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار بودند (موسوی و همکاران، ۲۰۰۷). عنصر منیزیم نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های فیزیولوژِی و مولکولی گیاهان دارد. این عنصر یکی از ترکیبات مولکولی کلروفیل بوده و به‌عنوان کئوفاکتور و به‌صورت ترکیبات متفاوتی در بیشتر پروسه‌های آنزیمی فسفوریلاسیون و هیدرولیز و همین‌طور به‌عنوان ثبات‌دهنده در ساختمان اسیدهای نوکلئیک مختلف شرکت دارد (مرهایوت[1]، ۲۰۰۷). لطف‌الهی و همکاران (۱۳۸۲) در یک بررسی تأثیر مقادیر و منابع مختلف منیزیم بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی در کرج مطالعه و اظهار نمودند که بین تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد و بالاترین عملکرد با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم به دست آمد. مؤمنی و همکاران (۱۳۸۴) در آزمایشی تحت عنوان بررسی سطوح مختلف سولفات منیزیم بر عملکرد کمی و کیفی گندم در مناطق کرج، گرگان و کرمانشاه، به این نتیجه رسیدند که در هر سه منطقه بالاترین عملکرد متعلق به تیمار ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم بود. افزایش عملکرد دانه در مناطق مذکور به‌ترتیب ۳۲۷، ۷۰۶ و ۶۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین غلظت منیزیم در دانه گندم در این مناطق نسبت به شاهد افزایش نشان داد. از طرفی کاربرد متعادل و هماهنگ کودهای شیمیایی و مدیریت درست آن‌ها در خاک می‌تواند خسارت عوامل بیماری‌زا را نیز کاهش دهد. همچنین سلامت و تعادل مناسب عناصر غذایی در بذر روی عملکرد و کیفیت گندم تأثیر مثبتی دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

در شرایط حاضر بخش عمده‌ای از فعالیت کشاورزی و کشت‌وکار مزارع گندم در مناطق نیمه‌خشک انجام می‌گیرد. سالیانه برای تهیه آب مناسب مزارع گندم انرژی و هزینه‌های زیادی مصرف می‌شود. به‌منظور بهره‌وری مناسب از منابع موجود تهیه بذر خوب با قدرت تندش بالا ضرورت کامل دارد و باعث افزایش سطح سبز یکنواخت و استفاده مطلوب از نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه آب و خاک می‌شود. این پروژه با هدف ارتقا کیفیت بذر، افزایش وزن هزار دانه، تعادل عناصر غذایی در بذر، افزایش قوه نامیه، بنیه بذر و افزایش کیفیت نان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پروژه از پاییز سال ۱۳۹۱ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهیدشت (کرمانشاه) با مشخصات جغرافیایی (طول ۴۸ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۶۵) اجرا شد. مقدار بارش در منطقه ماهیدشت در سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به ترتیب برابر ۳۸۵ و ۴۰۷ میلی‌متر بود و در سال دوم توزیع بارش در تمام ماه‌ها یکنواخت بود. نتایج آزمون خاک و میزان مناسب عناصر در خاک زراعی به‌ترتیب در جدول ۱ درج شده است. مقدار مصرف کودهای پتاس، فسفات و نیتروژن به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که تمامی کودهای پتاس و فسفاته به همراه تیمارهای سولفات روی و منیزیم قبل از کشت به زمین داده شد. کود نیتروژن به‌صورت تقسیط، یک‌سوم قبل از کاشت و بقیه‌ی آن به‌صورت سرک (یک‌سوم در مراحل ساقه رفتن و یک‌سوم سنبله رفتن) مصرف شد.

آزمایش‌ها به‌روش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شدند. تیمارها شامل: چهار سطح روی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی) و چهار سطح منیزیم (صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات منیزیم) بودند. مشخصات هر کرت آزمایشی شامل هشت خط به طول شش متر و تراکم بوته ۴۰۰ بوته در مترمربع بود. فاصله بین تکرارها و کرت‌ها به‌ترتیب دو و یک متر بود. در طول مرحله‌ی داشت، عملیات متداول از قبیل مهار علف‌های هرز، مبارزه با آفات (سن گندم) و آبیاری‌های لازم انجام شد. در پایان بذرهای هر تیمار به‌صورت جداگانه برداشت، بسته‌بندی و برچسب زده شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر، مقدار پروتئین، روی و منیزیم بذر، آزمون جوانه‌زنی، سرعت رشد و سایر خصوصیات گیاهچه بود.

[1] Merhaut

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک ایستگاه ماهیدشت

کربن آلی	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب	نیتروژن کل	منیزیم	آهن	روی	بور	pH	بافت
(درصد)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		(درصد)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)					رسی، سیلت، لومی
۰/۹	۱۲/۳	۲۵۰	۰/۰۹	۸	۶	۰/۸	۰/۶	۷/۲	نتیجه آزمون خاک مزرعه
≥۱/۵	۱۵	۳۰۰	۱/۵	۱۰	۱۰	۱	۱	۷/۲	مقدار مناسب عناصر در خاک

صفات وزن هزار دانه، وزن هکتولیتری و عملکرد هر کرت آزمایشی بر اساس کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین با استفاده از روش کجلدال ابتدا نمونه‌ها را هضم، سپس با دستگاه کجلدال تقطیر و حاصل تقطیر را با اسیدسولفوریک یک‌صدم به حجم نرمال رسانده و از روی حجم اسید نیتروژن کل به دست آمده را در ضریب ۵/۷ ضرب و مقدار پروتئین هر نمونه‌ی گندم به دست آمد. مقدار روی و منیزیم بذر نیز از روش خاکستر کردن خشک[1] نمونه‌ها و قرائت در دستگاه جذب اتمی به دست آمد. آزمون جوانه‌زنی، سرعت رشد، وزن و طول ریشه‌چه و گیاهچه در شرایط آزمایشگاه انجام شد. برای انجام آزمون‌ها ابتدا بذرها را با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ده دقیقه و چهار بار آب شویی استریل نموده و روی کاغذ صافی به تعداد چهار تکرار و هر تکرار ۱۰۰ بذر در پتری‌دیش به تفکیک تیمارها کشت گردید. سپس در داخل انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند.

به‌طور روزانه میزان بذرهایی که جوانه زدند شمارش گردید. سرعت جوانه‌زنی بذرها از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (آلیس و رابرتس،[2] ۱۹۸۱).

رابطه ۱:

$GR^{3} = \sum ((I \text{ (تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز)} / I)$

I: شماره روزهای موردنظر پس از شروع آزمایش

درصد جوانه‌زنی نهایی بذرها و درصد بذرهایی که خروج ریشه‌چه[4] در آنها به‌طور کامل صورت نگرفت و جوانه‌زنی ناقصی داشتند، شش روز پس از کشت بر اساس رابطه ۲ حساب گردید (الیس و رابرتس، ۱۹۸۱).

رابطه ۲:

$FGP = (\text{تعداد کل بذرهای جوانه‌زده تا پایان آزمایش} / \text{تعداد کل بذر}) \times ۱۰۰$

FGP[5]: درصد نهایی جوانه‌زنی

شاخص بنیه بذر (VI)[6] نیز با استفاده از روش عبدالباقی و اندرسون[7] (۱۹۷۳)، طبق رابطه ۳ محاسبه گردید:

رابطه ۳:

$VI = (\text{جوانه‌زنی نهایی} / ۱۰۰) \times \text{(میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر)})$

پس از محاسبه میزان جوانه‌زنی بذرها، گیاهچه‌های هر پتری‌دیش خارج و صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه محاسبه گردید. سپس نمونه‌ها در دستگاه آون خشک و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز محاسبه شد. عملیات تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه مرکب برای صفات اندازه‌گیری شده نشان داد، اثر سال برای بیشتر صفات معنی‌دار بود که نشان از تفاوت حاصلخیزی زمین، اثر آب و هوای متفاوت روی تیمارهای تحت بررسی بود. اثر عوامل سولفات روی و سولفات منیزیم برای بیشتر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما برهمکنش‌ها در بیشتر صفات غیر معنی‌دار بود؛ که نشان از موازی بودن اثرات سولفات روی و منیزیم بر صفات تحت بررسی بود (جدول ۲).

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد، اثر سال‌های اجرای آزمایش برای بیشتر صفات متفاوت و معنی‌دار بود. در سال دوم اجرای پروژه وضعیت توزیع بارش و حاصلخیزی زمین بهتر از سال اول بود، بنابراین صفات اندازه‌گیری شده برتری معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

[1] Dry ashing method
[2] Ellis and Roberts
[3] Germination Rate
[4] Radicle
[5] Final germination percentage
[6] Vigor Index
[7] Abdul-Baki, and Anderon

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

تیمارهای سطوح مصرف سولفات روی و منیزیم بر صفات تأثیر متفاوت و معنی‌داری نشان دادند؛ یعنی با افزایش مصرف این عناصر در زمین بر مقدار صفات اندازه‌گیری شده افزوده شد. تأثیر تیمار بدون مصرف عنصر روی برای بیشتر صفات ضعیف‌تر از تیمارهای اعمال کودی بود. تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم کود سولفات روی در هکتار برتری معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد و بیشترین اثر را در افزایش صفات نشان داد. در جدول ۳ مشاهده شد که با مصرف بیشتر عناصر ریزمغذی (تیمارها)، جذب و ذخیره این عناصر در بذر افزایش یافت و کیفیت بذر هم برای استفاده‌ی بذری و هم برای تغذیه و تهیه نان ارتقاء یافته است. در تیمارهای بدون مصرف عناصر یا مصرف کمتر عناصر یادشده، مشاهده شد ذخیره عناصر در بذرهای تولیدی نیز کمتر بود. برای مثال با مصرف بیشتر عناصر بر وزن هکتولیتر افزوده شده است. از آنجایی که وزن هزار دانه و به عبارتی تجمع بیشتر مواد غذایی در بذر گندم باعث افزایش قدرت جوانه‌زنی و تندش (بنیه) بذر می‌شود. اهمیت مصرف عناصر روی و منیزیم در مزارع گندم بذری روشن و مشخص می‌گردد.

در این بررسی علاوه بر صفات فوق مقدار عناصر روی و منیزیم و درصد پروتئین موجود در بذر بررسی شد و نشان داد با مصرف این عناصر نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف سولفات روی) مقدار صفات یادشده در بذر گندم افزایش یافتند (جدول ۳)، این نتیجه در راستای نتایج سایر محققین بود (سدری و ملکوتی، ۱۳۸۴). افزایش کیفیت بذر در کنار داشتن یک مزرعه ایده‌ال و با تولید محصول بیشتر که از اهداف این تحقیق بود. لازم به یادآوری است، گندم و نان سهم خیلی زیادی در تأمین غذا، پروتئین و کالری مردم کشور ما دارند (ایران‌نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۶). بنابراین افزایش کیفیت و درصد پروتئین گندم نکته خیلی مهم و با اهمیتی است. در این بررسی مشخص شد استفاده از عنصر روی باعث افزایش محصول دانه گندم و افزایش یکنواختی سطح سبز و محصول گندم در نسل بعد می‌شود (جدول ۳). این نتیجه در راستای دستاوردهای (فاروغ و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرساد، ۲۰۱۲؛ ویی و همکاران، ۲۰۰۶) بود.

مقایسه برهمکنش سطوح مختلف روی × منیزیم بر میانگین صفات اندازه‌گیری شده نشان از تفاوت معنی‌دار صفات درصد پروتئین و عملکرد دانه بود و تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم سولفات روی × ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم باعث افزایش محصول دانه و کیفیت گندم شد. بای‌بوردی و طهرانی (۱۳۸۹) نیز اثر مثبت مصرف خاکی ریزمغذی‌ها بویژه عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم را گزارش نمودند (شکل‌های ۱ و ۲).

بیشترین مقدار درصد پروتئین دانه به مصرف ۶۰ کیلوگرم سولفات روی × ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم با ۱۲/۲۸ گرم تعلق گرفت. تیمارهای ۱۴ و ۱۵ از نظر آماری بعد از تیمار ۱۶ قرار داشتند (شکل ۱). بیشترین مقدار طول گیاهچه، ریشه و ساقه به‌ترتیب برابر با۱۸/۳۸، ۸/۳ و ۹/۴ سانتی‌متر به تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم سولفات‌روی × ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌منیزیم تعلق گرفت (جدول ارائه نشده است). بیشترین عملکرد به تیمار ۱۵ با ۷/۷ تن در هکتار تعلق داشت، تیمارهای ۱۶، ۱۴ و ۷ به ترتیب با عملکرد دانه‌ی ۷/۳، ۷/۲ و ۷/۲ تن در هکتار در رتبه بعدی بودند (شکل ۲).

با توجه به نتایج دوساله اثر سولفات روی و منیزیم که برای صفات مختلف بذر گندم از قبیل صفات وزن هزار دانه، هکتولیتر، درصد پروتئین، سرعت جوانه‌زنی، مقدار منیزیم در بذر، طول ریشه، ساقه و طول گیاهچه مطالعه شد. ملاحظه شد اثر این کودها در شرایط آزمایشگاهی روی صفت قوه نامیه‌ی بذر گندم کمتر، اما این اثرات روی بنیه و قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و سایر صفات بذر زیاد و قابل‌توجه بودند. بدین معنی در بذرهای با قدرت تندش بالا، قوه نامیه بذر نیز افزایش یافت. برای مثال توانایی حفظ قوه نامیه بذر گندم در شرایط آزمایشگاهی به علت وجود عواملی مانند دما، رطوبت مناسب، محیط عاری از عوامل بیماری‌زا و آفات، نبود هر گونه عوامل سله و خشکی زمین و همچنین خصوصیات ویژه بذر گندم مانند سالم بودن و عدم ضربات مکانیکی و شکستگی می‌تواند در تیمارهای مورد بررسی بسیار بالا و حدود ۱۰۰ درصد باشد. در مقابل اگر بذری با قوه نامیه بالا و اما قدرت تندش (بنیه‌ی بذر) کمتر در شرایط نامطلوب دمایی و تنش رطوبتی، بستر

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سولفات روی و منیزیم بر صفات کیفیت بذر گندم رقم سیوند

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	هکتولیتر	درصد پروتئین	مقدار روی	مقدار منیزیم	عملکرد	بنیه بذر
اثر سال	۱	۲۶۷۷/۵۹**	۱/۳۷**	۱۱/۹۹**	۱۱/۱۴^{ns}	۲۲/۷۴^{ns}	۲۸/۷۸**	۳۸۷/۲**
تکرار در سال	۴	۳۵/۵۱	۰/۰۰۴	۱/۰۷	۱۷/۹۶	۳۷/۱۷	۱۳/۱	۱۹/۲۸
سولفات روی	۳	۵۲/۹۷*	۰/۰۲**	۰/۴۸**	۴۷/۲۴**	۳۱/۷۴**	۰/۸۹**	۴۸۷/۲**
سال × سولفات روی	۳	۱۱/۹۷^{ns}	۰/۰۰۸*	۲/۹۲**	۱۳/۰۲*	۲/۳۶^{ns}	۰/۰۹	۱۹/۶
سولفات منیزیم	۳	۷۷/۴۷**	۰/۰۰۸*	۰/۲۰^{ns}	۴۳/۴۰**	۷۴/۲۳**	۵/۰۰**	۳۰۴/۵^{ns}
سال × سولفات منیزیم	۳	۳۵/۷۵*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۷۹**	۱/۴۰^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۱۶۹/۷^{ns}
سولفات روی × سولفات منیزیم	۹	۱۲/۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۳*	۲/۱۵^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۲/۲۲*	۲۴۵/۹^{ns}
سال× سولفات روی × سولفات منیزیم	۹	۶/۸۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۰/۸۴^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۲۲/۴^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۱۰/۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰۸	۳/۹۱	۱/۲۷	۰/۲۲	۱۶۲/۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۸۰	۱۳/۲۴	۷/۵۹	۲/۲۹	۲/۴۸	۶/۹۹	۷/۷۴

. ^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ادامه جدول ۲-

منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	قوه نامیه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	طول گیاهچه	طول ساقه	طول ریشه
اثر سال	۱	۹۸۶/۵**	۱۲۸۹/۶**	۹/۰۵**	۸/۰۸**	۲۱۳/۰۳**	۱۶۷/۰۸**	۱۸۹/۰۸**
تکرار در سال	۴	۲۷/۸	۱۳۶/۵	۱/۰۹	۱/۱۸	۵/۰۶	۴/۵۹	۶/۷۸
سولفات روی	۳	۲۴/۸۸**	۳۰/۴۱**	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۴/۰۸*	۱/۳۰*	۰/۹۰*
سال × سولفات روی	۳	۷/۳^{ns}	۸/۲^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۲/۵۵^{ns}	۰/۹۶*	۰/۶۰*
سولفات منیزیم	۳	۳۱/۰۸**	۴/۸۵^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۳/۵*	۱/۸۰**	۱/۶۰**
سال × سولفات منیزیم	۳	۲/۵۴^{ns}	۲/۱۷^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱/۲۰^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۱۲^{ns}
سولفات روی × سولفات منیزیم	۹	۲/۰۱^{ns}	۲/۳۶^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۹۰^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۳^{ns}
سال× سولفات روی × منیزیم	۹	۱/۸۶^{ns}	۲/۱۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۷۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۹۰^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۴/۲۷	۴/۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۱۴	۰/۳۶	۰/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۹۱	۲/۱۰	۹/۳۹	۸/۲۸	۶/۱۱	۷/۴۱	۴/۷۲

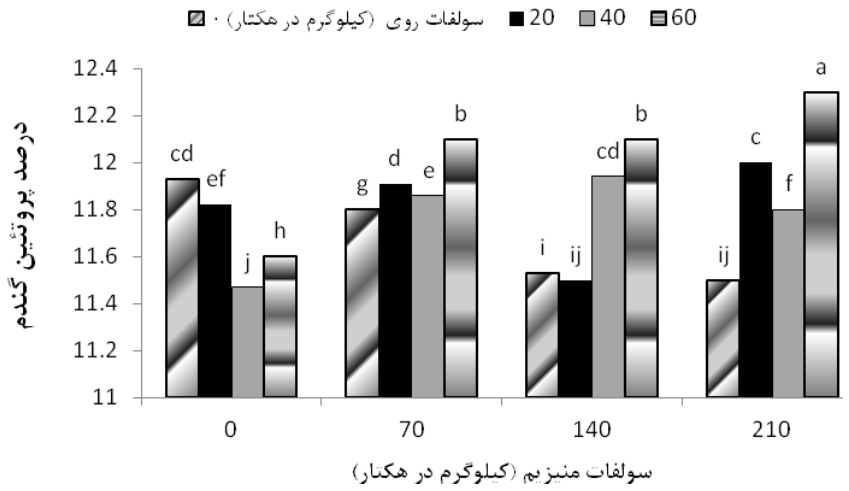
^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

جدول ۳- مقایسه تأثیر روی و منیزیم بر کیفیت بذر گندم رقم سیوند در دو سال آزمایش

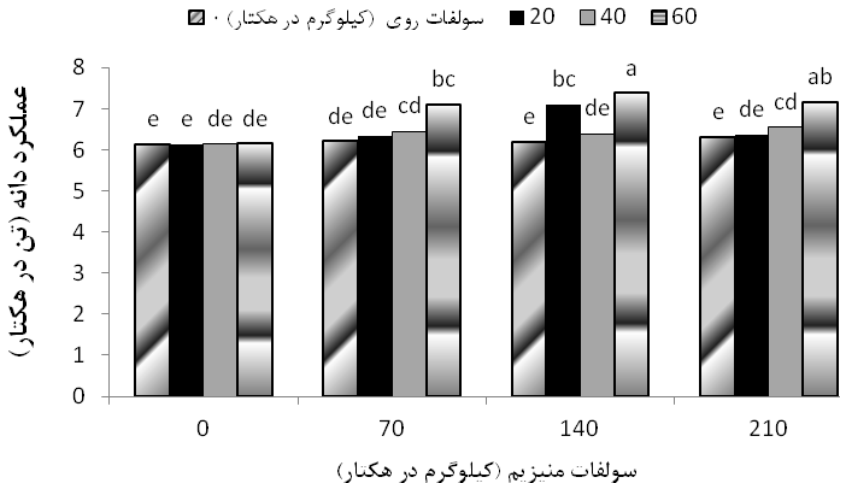
تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	هکتولیتر (کیلوگرم)	درصد پروتئین (درصد)	مقدار منیزیم	مقدار روی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	قوه نامیه (درصد)	بنیه بذر	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	طول گیاهچه	طول ساقه	طول ریشه	عملکرد تن در هکتار
				(میلی‌گرم بر کیلوگرم بذر)					(گرم)			(سانتی‌متر)		
سال اول	۴۴/۲۶	۸۶/۱۹	۱۱/۴۶	۰/۴۲	۲۰/۵۹	۴۰/۱۲	۹۵/۲۶	۱۶۲	۰/۰۶۹	۰/۰۷۸	۱۷/۵۶	۷/۹۹	۸/۷۷	۶/۲۷
سال دوم	۴۵/۸۶	۸۶/۸۸	۱۲/۱۷	۰/۴۰	۳۱/۱۵	۴۴/۵۵	۹۷/۴۷	۱۱۷	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۱۸/۱۳	۸/۲۶	۹/۲۳	۶/۹۱
LSD5%	۱/۴۵	۰/۳۲	۰/۵۸	۰/۰۳	۳/۲۷	۳/۸۶	۱/۳۰	۲/۱۰	۰/۰۳۱	۰/۰۲۳	۱/۲۲	۰/۸۹	۰/۴۳	۲/۷۲
سولفات روی (کیلوگرم در هکتار)														
صفر	۴۳/۵۴c	۸۳/۹۳	۱۱/۶۷ b	۰/۳۰	۱۸/۶۷ c	۴۱/۷۳ab	۹۵/۲۵ab	۱۵۷/۳ b	۰/۰۷۰	۰/۰۷۸	۱۷/۴۱	۷/۷۴b	۸/۶۸ b	۶/۱۵c
۲۰	۴۵/۴۰ ab	۸۷/۲۰	۱۱/۸۱ab	۰/۲۹	۲۲/۴۶b	۴۲/۱۱ab	۹۶/۴۲ab	۱۶۳/۱ b	۰/۰۶۸	۰/۰۸۱	۱۷/۱۲	۸/۱۱ab	۸/۷۴ b	۶/۸۹a
۴۰	۴۴/۷۶b	۸۶/۵۶	۱۱/۹۶ab	۰/۳۰	۲۳/۳۴b	۴۰/۵۲ b	۹۳/۳۳ b	۱۷۱/۲ ab	۰/۰۷۱	۰/۰۷۷	۱۷/۱۲	۸/۲۸ab	۹/۳۱ab	۶/۷۷b
۶۰	۴۵/۷۴a	۸۷/۰۹	۱۲/۰۵a	۰/۳۲	۲۶/۷۵ a	۴۳/۹۹a	۹۶/۹۲a	۱۷۱/۶ a	۰/۰۷۵	۰/۰۸۳	۱۸/۳۵	۸/۵۰a	۹/۴۰a	۷/۱۰a
سولفات منیزیم (کیلوگرم در هکتار)														
صفر	۴۳/۹۴ c	۸۵/۴۸ b	۱۱/۷۱ c	۰/۳۹ b	۲۴/۵۰	۳۹/۸۲ b	۹۵/۲۵	۱۶۶/۹	۰/۰۶۵	۰/۰۷۵ b	۱۶/۷۴	۷/۵۶۶ b	۸/۶۴ b	۶/۳۰ b
۷۰	۴۵/۳۱ b	۸۶/۴۴ab	۱۱/۹۸a	۰/۴۱ab	۲۶/۲۲	۴۲/۳۵ ab	۹۵/۰۰	۱۶۶/۶	۰/۰۶۸	۰/۰۸۰ ab	۱۷/۵۵	۸/۰۵۷ab	۸/۷۲۸ ab	۶/۶۴b
۱۴۰	۴۵/۹۲ ab	۸۶/۹۷a	۱۱/۷۶ b	۰/۴۳ab	۲۶/۹۷	۴۲/۵۶ ab	۹۵/۲۵	۱۶۵/۹	۰/۰۷۰	۰/۰۷۸ab	۱۷/۸۷	۸/۳۳۳ab	۹/۱۲۵a b	۶/۸۶b
۲۱۰	۴۶/۲۳a	۸۷/۲۴a	۱۱/۸۹a	۰/۴۷a	۲۵/۷۸	۴۳/۶۲a	۹۶/۴۲	۱۶۷/۱	۰/۰۷۹	۰/۰۸۴a	۱۷/۸۳	۸/۵۸۴ a	۹/۴۲۷a	۷/۸۴a
LSD5%	۰/۶۵	۱/۱۴	۰/۰۲	۱/۹۱	۲/۳۴	۳/۴۰	۳/۳۳	۱۰/۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۱/۷۸	۱/۰۰۱	۰/۶۸	۰/۴۵

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- برهمکنش تیمارهای سولفات روی و منیزیم مقدار پروتئین موجود در بذر گندم. (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD درسطح ۵ درصد می‌باشد).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]



شکل ۲- برهمکنش تیمارهای سولفات روی و منیزیم بر عملکرد دانه گندم. (حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD درسطح ۵ درصد می‌باشد).

بد و نامرغوب قرار گیرد از قوه نامیه‌ی ضعیف و تولید گیاهچه‌های کمتری برخوردار خواهد بود. بنابراین در شرایط سخت محیطی، بذری که از بنیه و قدرت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار باشد، بالطبع از جوانه‌زنی بیشتر و تولید گیاهچه‌های بیشتر و سطح سبز بهتری در مزرعه برخوردار خواهد بود.

در این بررسی تیمارهای بدون مصرف هر گونه کود یا تیمارهایی که دارای یک سطح صفر از عناصر روی و یا منیزیم داشتند، از نظر صفات بذری اندازه‌گیری شده نیز ضعیف بودند، که با مصرف بیشتر عناصر ریزمغذی یادشده در مزرعه بر جذب و ذخیره این عناصر در بذر افزوده شده و در تیماری‌هایی بدون مصرف این عناصر و یا مصرف کمتر، ذخیره عناصر روی و منیزیم در بذر نیز کاهش نشان داده است.

از بررسی فوق چنین نتیجه‌گیری می‌شود، مصرف روی و منیزیم تأثیر معنی‌داری روی صفات مختلف بذر از جمله رشد طولی گیاهچه، وزن خشک ریشه و گیاهچه دارند. در ابتدای مرحله رشد رویشی گیاه، اگر بذر از اندوخته و توانایی بالای در انتقال مواد مورد نیاز گیاهچه برخوردار باشد یا اگر وزن هزار دانه یا هکتولیتر بذر بالا و درون بذر از نظر تعادل عناصر غذایی مناسب باشد، کمک به رشد جنین و گیاهچه نموده و در صورت وجود تنش‌های زنده یا غیرزنده، گیاهچه‌ها، این تنش‌ها را به‌خوبی تحمل و پشت سر می‌گذارند و مزرعه‌ی با سطح سبز مناسب که نشان از یک مزرعه با پیش‌بینی تولید بالا است، ایجاد و گسترش می‌یابد. به عبارتی کشاورز حداکثر استفاده و بهره‌برداری از نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه خاک و آب می‌برد.

بیشتر محققین در تحقیقات خود اثر ریزمغذی‌ها به‌ویژه اثر روی و منیزیم بر جوانه‌زنی و قدرت تندش بذر را مثبت و معنی‌دار گزارش نمودند (موسوی‌نیک[1] و همکاران، ۱۹۹۸؛ لی و همکاران، ۲۰۰۷؛ تبریزیان و عصاره[2]،۲۰۰۷؛ پرساد، ۲۰۱۲). با توجه به نتایج به دست آمده، گیاه نه‌تنها از این عناصر استفاده لازم را می‌برد، بلکه مصرف این عناصر باعث تسهیل در جذب سایر عناصر موردنیاز بذر و گیاهچه نیز می‌گردد.

نتایج به دست آمده با نتایج هریس و همکاران (۲۰۰۷) که در این راستا کار کرده‌اند، همخوانی دارد. از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد محصولات زراعی، جوانه‌زنی نامناسب و رشد ضعیف گیاهچه و کاهش جمعیت گیاهی در سطح مزرعه می‌باشد که ناشی از کمبود عناصر ریزمغذی و عدم تعادل این عناصر در بذر

[1] Moussavi-Nik
[2] Tabrizian

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

و خاک می‌باشد (فاروغ و همکاران، ۲۰۱۲). عناصر کم‌مصرف و به‌ویژه عنصر روی نقش مهمی در جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه دارند. تأثیر این عنصر بر جوانه‌زنی و سایر صفات گیاه معنی‌دار گزارش شده است (اوبرادور [۱] و همکاران، ۲۰۰۷؛ کاماک [۲]، ۲۰۰۸).

طبق بررسی‌های انجام شده بیشترین درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر، وزن صد دانه و محصول بیشتر از بذرهای تیمار شده با عناصر غذایی کم‌مصرف به دست آمده است که با دستاوردهای این بررسی مطابقت دارد. البته می‌توان مصرف ریزمغذی‌ها به روش‌های مختلفی از جمله مصرف مستقیم در زمین، محلول‌پاشی و یا به‌صورت بذر مال توصیه نمود و این کار دارای تأثیر معنی‌داری در افزایش تولید و کیفیت دانه می‌باشد (ارشد اولاه [۳] و همکاران، ۲۰۱۲). برای مثال مصرف ۱/۵ و ۲ درصد محلول منیزیم باعث افزایش طول ریشه و گیاهچه به‌طور معنی‌داری شده است (کایا و هیگز [۴]، ۲۰۰۳). در یک بررسی دیگر مشاهده شد که مصرف عناصر ریزمغذی روی افزایش تولید محصول غلات معنی‌دار بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس گزارش‌های محققینی که در این راستا مطالعه داشته‌اند؛ نقش عناصر ریزمغذی و عناصر اصلی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی کاملاً مشخص و روشن است (عارف [۵] و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از عنصر روی باعث افزایش محصول دانه گندم و افزایش یکنواختی سطح سبز و محصول گندم در نسل بعد خواهد شد (پرساد، ۲۰۱۲). تأثیر عنصر روی در تولید کلروفیل، افزایش فعالیت دانه گرده، عمل لقاح و جوانه‌زنی بذر نیز بسیار با اهمیت گزارش شده است (کاماک، ۲۰۰۸). تأثیر سولفات روی بر جوانه‌زنی، بنیه بذر، رشد و نمو گیاه، تولید مقدار کلروفیل بیشتر و رشد و توسعه ریشه در گیاه پیناتت [۶] مثبت و معنی‌دار گزارش شده است و باعث افزایش تعداد غلاف‌ها در حدود ۳۴ درصد شده است (پرساد، ۲۰۱۲). این نتایج با نتایج به دست آمده در این بررسی همخوانی دارد.

به‌طور خلاصه نتیجه‌گیری می‌شود، تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار صفات اندازه‌گیری شد. اثر این تیمار برای دو صفت عملکرد دانه و درصد پروتئین به‌ترتیب با ۷/۱۰ تن در هکتار و ۱۲/۰۵ درصد نسبت به تیمار شاهد در حدود ۱۱۵و ۱۰۳ درصد برتری نشان داد. تیمار مصرف ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم نسبت به سایر تیمارها برتری معنی‌داری بر روی صفات داشت. اثر تیمار یاد شده بر عملکرد و درصد پروتئین دانه به‌ترتیب با ۷/۸۴ تن در هکتار و ۱۱/۸۹ درصد نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۲۴ و ۱۰۱/۵ درصد برتری نشان داد. تیمارهای مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و تیمار مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم تأثیر معنی‌داری روی کیفیت بذر و صفات همبسته با کیفیت بذر مانند جوانه‌زنی، سرعت رشد گیاهچه، وزن خشک و طول گیاهچه نشان دادند و از نظر اقتصادی نیز به‌صرفه هستند. در صورت استفاده از این تیمارها به صورت بذر مال مقدار مصرف عناصر کمتر و از نظر تولید محصول گندم و صرفه‌جویی اقتصادی بسیار مفید و قابل توصیه می‌باشد. اگر بهاء هر کیلوگرم سولفات روی ۳۶۰۰۰ ریال و بهاء هر کیلوگرم سولفات منیزیم ۱۸۰۰۰ ریال در نظر بگیریم. در شرایط تیمار ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و ۷۰ کیلوگرم سولفات منیزیم در حدود ۳۲۴۰ هزار ریال هزینه برآورد می‌شود. با توجه تحقیقات انجام‌شده توسط ملکوتی و همکاران (۱۳۸۷) مصرف این عناصر به‌طور مستقیم در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد گندم در پی خواهد داشت. در ضمن اگر به‌طور غیرمستقیم (افزایش جوانه‌زنی و تندش بذر و ایجاد سطح سبز یکنواخت در مزرعه) نیز ۲۰۰ کیلوگرم افزایش عملکرد دانه برآورد شود. با توجه به مقدار هزینه سود حاصل از مصرف این عناصر دو برابر خواهد شد. در ضمن کیفیت دانه و متعاقب آن آرد و نان حاصل آز آن نیز افزایش خواهد یافت و باعث ارتقاء کیفیت غذایی مصرف‌کنندگان خواهد شد. اهمیت دیگر مصرف عناصر ریزمغذی در راستای کشاورزی پایدار و حاصلخیزی زمین خواهد بود.

[3] Obrador
[4] Cakmak
[5] Arshad Ullah
[4] Kaya and Higgs
[7] Arif
[6] (*Arachis hypogaea* L.)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی با توجه به مقدار عناصر غذایی موجود در زمین محل آزمایش و نیاز مطلوب گندم به این عناصر، تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و ۱۴۰ کیلوگرم سولفات منیزیم در هکتار به همراه تیمارهای مصرف ۶۰ کیلوگرم سولفات روی و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم تیمارهای برتر و قابل توصیه در این بررسی بودند.

سپاسگزاری

نویسنده مقاله بر خود لازم می‌داند از سرپرست ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت به جهت همکاری در اجرای پروژه قدردانی نماید. همچنین از همکاران آزمایشگاه قوه نامیه بذر موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال به‌ویژه سرکار خانم مهندس ویکتوریا عسکری در انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی تشکر و سپاسگزاری نماید. این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی به شماره ۹۰۰۱۶-۰۸-۵۵-۲ می‌باشد.

منابع

ایران‌نژاد، ح. و شهبازیان، ن. ۱۳۸۶. کشت غلات، گندم. انتشارات کارنو. تهران. ایران. ۲۷۲ صفحه.

بای‌بوردی، م.ر. و طهرانی، م.م. ۱۳۸۹. اثر برهمکنش مقادیر و روش مصرف مس و روی بر خصوصیات گیاهی و پروتئین گندم. مجله علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲ (۸): ۴۴-۲۹.

سدری، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. اثر آهن، روی و مس روی خصوصیات کمی و کیفی گندم. مجله علمی و پژوهشی خاک و علوم آب، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، ۱۲(۵): ۱۹-۳۱.

لطف‌الهی، م.، نورقلی‌پور، ف. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۲. تاثیر مقادیر و منابع مختلف منیزیم بر عملکرد کمی و کیفی گندم. سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران. ۱۵۸ و ۱۵۹.

ملکوتی، م.، کشاورز، ب. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارت دانشگاه تربیت مدرس. ۷۱۸ صفحه.

مؤمنی، آ.، قدیری، ج. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. نقش منیزیم در افزایش عملکرد و کیفیت گندم و سایر محصولات زراعی. نشریه فنی نشر آموزش کشاورزی معاونت تات، ۶۳: ۳۶-۱۴.

Abd El-Wahab, M.A. 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (AJOWAN) plants under Sinai conditions. Research Journal of Agricultural and Biology Sciences, 4(6): 717-724.

Abdul-Baki, A.A., and Anderon, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633.

Afzal, I.S., Ahmad, M.A., and Farooq, M. 2005. Optimization of hormonal priming techniques for evaluation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Caderno de Pesquisa Serie Biologia, 17(1): 95-109.

Arif, M., Ali, S., Khan, A., Jan, T., and Akbar, M. 2006. Influence of farm yard manure application on various wheat cultivars. Sarhad Journal of Agriculture, 22(1): 27-29.

Arshad Ullah, M., Sarfraz, M., Sadiq, M., Mehdi, SM., and Hassan, G. 2012. Effects of pre - sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya. Asian Journal of Plant Sciences, 1(1): 22-25

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

Bharti, K., Pandey, N., Shankhdhar, D., Srivastava, P., and Shankhdhar, S. 2013. Improving nutritional quality of wheat through soiland foliar zinc application. Plant Soil and Environment, 59(8): 348–352.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302(1-2): 1–17.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409.

Farooq, M., Wahid, A., and Siddique, KH.M. 2012. Micronutrient application through seed treatments –a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(1): 125 -142

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., and Yunas, M. 2008. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant Soil, 306(1-2): 3-10.

Harris, D., Rashid, D., Miraj, G., Arif, M., and 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 Research, 102(2): 119-127.

Jones, J., and Kosina, P. 2007. What determines wheat quality? http://www.knowledgebank. cimmyt.org. 24-04-2008.

Li, BY., Zhou, DM., Cang, L., Zhang, HL., Fan, XH., and Qin, SW. 2007. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. Soil and Tillage Research, 96(1): 166-173.

Kaya, C., and Higgs, D. 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. Journal of Plant Nutrition, 26: 1367-1382.

Merhaut, D.J. 2007. Magnesium. In: Handbook of Plant Nutrition (ed.). Taylor and Francis Group, Boca Raton. FL. 145-183

Mousavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1256-1260.

Moussavi-Nik, M., Pearson, J.N., Hollamby, G.J., and Graham, R.D. 1998. Dynamies of nutrient remobilization during germination and early seedlings development in wheat. Plant Nutrition, 21(3): 421-434.

Obrador, A., Alvarez, J.M., Lopez-Valdivia, LM., Gonzalez, D., Novillo, J., and Rico, MI. 2007. Relationships of soil properties with Mn and Zn distribution in acidic soils and their uptake by a barley crop. Geoderma, 137(3): 432–443.

Prasad, R. 2012. Micro mineral nutrient deficiencies in humans, animals and plants and their amelioration. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 82(2): 225-233.

Rengel, Z., and Graham, R.D. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils. II- Grain yield Plant and Soil, 173(2): 267-274.

Tabrizian, F., and Osareh, A.M. 2007. Improved seed emergence and yield related traits of marigold (*Calendula officinalis* L.) by on-farm seed micronutrient treatment trials. Iranian Journal of Crop Sciences, 9(2): 124-141.

Wei, X., Hao, M., Shao, M., and Gale, WJ. 2006. Changes in soil properties and the availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. Soil Tillage Research, 9(1): 120-130.

Who, M. 1998. The world health report world health organization, Geneva, Switzerland.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 3(2), 2017

Effect of Magnesium and Zinc Elements on Agronomic Traits and Seed Germination of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sivand)

Farhad Sadeghi

Assistant Professor, of Seed and Plant Improvement Departments, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Kermanshah, Iran

Corresponding author, E-mail address: f-sadeghi@Areeo.ac.ir

(Received: 22.02.2016 ; Accepted: 12.11.2016)

Abstract

In order to study the effect of zinc and magnesium on agronomic and seed germination traits of wheat (Sivand cultivar), the current study was carried out at Mahidasht Agricultural Research Station in Kermanshah over the years 2012 and 2013. The experiment was conducted as factorial based on completely randomized block design with three replications. The treatments consisted of four levels of zinc sulfate (zero, 20, 40 and 60 kg per hectare) and four levels of magnesium (zero, 70, 140 and 210 kg per hectare in the form of magnesium sulfate). The measured parameters included thousand seed weight, hectoliter weight, protein, zinc and magnesium seeds, germination test, growth rate, seed vigor, plant characteristics and grain yield. The results showed the effects of zinc and magnesium factors were significant for most traits at 1 and 5%. The effect of zinc sulfate showed that 60 kg zinc sulfate had the best effect on the traits under investigation. The effect of this treatment on two important traits (i.e., yield and grain protein percent) with 7.10 tons per hectare and 12.05% was higher (about 115 and 103%, respectively), as compared with the control treatment. Effect of magnesium sulfate levels on the traits showed that the treatment of 210 kg per hectare of magnesium sulfate was the superior treatment. The effects of the above-mentioned treatment on yield (7.84 tons per hectare) and grain protein (11.89 percent) were higher than the control treatment, which were 124 and 101.5%, respectively. Given the amount of field nutrients and the wheat needs for these elements, the treatments of 20 kg per ha of zinc sulfate and 140 kg per ha of magnesium sulfate were better than other treatments and economically speaking, are very cost-effective and are thus recommended.

Keywords: Wheat, Seed vigor, Grain yield, Zinc, Magnesium sulphate

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.3.4]

[DOI: 10.29252/yujs.3.2.143]