



## بررسی اثر مقدار بذر و محلول پاشی اسیدآمینه و NPK بر روی برخی صفات کمی و کیفی گندم نان در شرایط دیم خرم‌آباد

کیانوش حمیدیان<sup>۱\*</sup>، فیروزه حیدری<sup>۲</sup>، سید روح اله قاسمی<sup>۳</sup>، اکرم حمیدیان<sup>۴</sup>

۱- سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران.

۳- مدیریت جهاد کشاورزی چگنی، خرم‌آباد، ایران.

۴- بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

### چکیده مبسوط

**مقدمه:** مقدار بهینه بذر به عنوان یک عامل مدیریتی مهم برای بهبود عملکرد گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. افزایش قیمت کودهای شیمیایی باعث شده است که کشاورزان برای جبران کمبود مواد غذایی گیاه به مصرف کودهای مایع روی بیاورند. کوددهی برگی روشی برای تغذیه گیاهان است که در آن، جذب از طریق روزنه و اپیدرم برگ صورت می‌گیرد و اثربخشی آن ممکن است بسته به محیط، وضعیت فیزیولوژیکی رشد و تغذیه گیاه متفاوت باشد. روش تغذیه برگی با عناصر پرمصرف و کم‌مصرف از نظر دستیابی به حداکثر عملکرد و کاهش تلفات عناصر غذایی مؤثرتر از سایر روش‌ها است و باعث افزایش میزان عناصر معدنی در گیاه و بهبود عملکرد محصول می‌شود. **روش‌شناسی پژوهش:** این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد که مقدار بذر به عنوان فاکتور اصلی و محلول پاشی به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. در این بررسی ۹ سطح مقدار بذر شامل ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰، ۱۸۰، ۲۰۰، ۲۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در کرت اصلی و ۴ سطح محلول پاشی شامل محلول پاشی با اسیدآمینه (۲ لیتر در هکتار)، NPK (۲ کیلوگرم در هکتار)، ترکیب اسیدآمینه + NPK (یک لیتر اسیدآمینه + یک کیلوگرم NPK در هکتار) و عدم محلول پاشی در کرت فرعی قرار گرفتند.

**یافته‌های پژوهش:** با افزایش مقدار بذر مصرفی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله و مقدار آهن دانه افزایش اما طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، مقدار روی و درصد پروتئین دانه کاهش یافت، در حالیکه عملکرد دانه تا مصرف ۱۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار افزایش و پس از آن کاهش یافت. ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، مقدار آهن و روی دانه و درصد پروتئین در تیمار محلول پاشی با مخلوط اسیدآمینه + NPK و تعداد سنبله و طول سنبله در تیمار NPK بیشترین مقدار را داشتند. با افزایش مقدار بذر و همچنین در تیمار محلول پاشی با مخلوط اسیدآمینه + NPK، مقدار آهن دانه افزایش اما مقدار روی دانه کاهش پیدا کرد. درصد پروتئین دانه نیز در تیمار محلول پاشی با مخلوط اسیدآمینه + NPK تا مقدار بذر ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و پس از آن به



\* نگارنده مسئول: keanoush.hamidian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰

تدریج کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه گندم (۳۳۸۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم خرم آباد از تیمار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرفی بدست آمد.

## واژه‌های کلیدی: مقدار بذر، عملکرد، اسیدآمین، NPK

### مقدمه

ارتفاع بوته و تعداد بوته در واحد سطح افزایش ولی تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد کاهش می‌یابد (Tehulie and Zewdie, 2021; Hile et al., 2013; Soomro et al., 2021; Gafaar, 2007). در بررسی‌های صورت گرفته توسط غفار (Gafaar, 2007) و سلیمان (Seleiman, 2010) مشخص شده است که با افزایش مقدار بذر، تعداد دانه در سنبله گندم کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش مقدار بذر مصرفی، وزن هزاردانه گندم کاهش یافت و از ۴۱/۶۳ گرم در مقادیر تراکم کمتر بذر تا ۲۷/۹۹ گرم در مقادیر بالای بذر مصرفی متغیر بود (Said and Mahdy, 2016; Said et al., 2009 Azimi et al., 2013; Soomro et al., 2009). کوددهی برگی روشی برای تغذیه گیاهان است که در آن، جذب از طریق روزنه و اپیدرم برگ صورت می‌گیرد و اثربخشی آن ممکن است بسته به محیط، وضعیت فیزیولوژیکی رشد و تغذیه گیاه متفاوت باشد (UR Rahman et al., 2014). در مورد گندم، این روش راه‌حلی سریع و مؤثر برای اصلاح کمبودهای تغذیه‌ای و تحریک رشد گیاه، به ویژه در لحظات بحرانی رشد است (Saquee et al., 2023). محلول‌پاشی با انواع عناصر پرمصرف و کم‌مصرف تأثیر مثبتی بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه و عملکرد غلات دارد و آلودگی خاک را کاهش می‌دهد (Alam et al., 2020). پر شدن دانه در غلات یک مرحله مهم وابسته به فتوسنتز و شرایط محیطی پس از گلدهی است، در حالی که ظرفیت ذخیره‌سازی در دوره قبل از گلدهی ایجاد می‌شود و محلول‌پاشی با عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌تواند با بهبود این ظرفیت عاملی تعیین کننده برای عملکرد باشد (Petcu et al., 2014).

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین غلات است که در سراسر جهان تولید می‌شود و غذای اصلی حدود یک سوم جمعیت جهان را تأمین می‌کند (Hussain and Shah, 2002). به دلیل اهمیت این گیاه در امنیت غذایی و ثبات اقتصادی، در کشورهای مختلف به عنوان یک محصول استراتژیک در نظر گرفته می‌شود که علاوه بر اهمیت استراتژیک، دارای ارزش غذایی قابل توجهی نیز می‌باشد، زیرا منبعی غنی از کربوهیدرات‌ها، فیبر غذایی، مواد مغذی ضروری، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و مواد معدنی است (El-Mantawy et al., 2022).

مقدار بهینه بذر به عنوان یک عامل مدیریتی مهم برای بهبود عملکرد گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا در اکثر سیستم‌های زراعی تحت کنترل کشاورزان است. میزان بهینه بذر مصرفی یکی از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد دانه است. در تحقیقات انجام شده بیشترین عملکرد دانه در مقدار بهینه بذر مصرفی بدست آمده است (Kumar et al., 2006; Baloch et al., 2007; Otteson et al., 2006; Tehuli and Zewdie, 2021; Soomro et al., 2010). عملکرد پایین محصول در میزان بذر کمتر از حد بهینه ممکن است به دلیل تراکم گیاهی کمتر محصول و هجوم علف‌های هرز باشد که محصول نمی‌تواند به طور مؤثر از منابع رشد موجود استفاده کند، در حالی که عملکرد پایین محصول در مقادیر بالای بذر مصرفی، ممکن است به دلیل رقابت درون گونه‌ای برای عوامل محیطی باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر مقدار بذر مصرفی قرار می‌گیرد، به طوری که با افزایش مقدار بذر،

عملکرد دارد (Singh *et al.*, 2023). فسفر، بعد از نیتروژن پرمصرف‌ترین عنصر برای گیاه به شمار می‌رود. این عنصر در تمام فرآیندهای شیمیایی، سازوکارهای انتقال انرژی و انتقال پیام‌ها (Singh *et al.*, 2023) دخالت دارد و رشد ریشه، تشکیل پنجه، افزایش سنبله و پر شدن دانه را بهبود می‌بخشد (El Mazlouzi *et al.*, 2022). پتاسیم مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها، تنش‌های رطوبتی و حرارتی را افزایش و سیستم ریشه را تقویت می‌کند (Singh *et al.*, 2023). هر دو عنصر فسفر و پتاسیم فعالیت فتوسنتزی را بهبود بخشیده و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رسیدن را افزایش می‌دهند (Hadis *et al.*, 2018). جذب نیتروژن و فسفر را می‌توان با افزایش مصرف فسفر افزایش داد (Abdel-Aziz *et al.*, 2018).

نتایج بررسی‌های متعدد اثر مثبت مصرف برگی NPK بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم را نشان داده است (Poudel *et al.*, 2023; Badawi *et al.*, 2023; Singh *et al.*, 2023). در یک بررسی اثرات کوددهی برگی (کود NPK، نانوکود، اسید سالیسیلیک، اسید پرولین و ترکیب آن‌ها) بر عملکرد و کیفیت دانه گندم آبی مطالعه شد. پارامترهای ارتفاع گیاه، تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و میزان پروتئین دانه، هنگام استفاده از تیمار مخلوط کودها، بیشترین مقدار را داشتند (Badawi *et al.*, 2023). پودل و همکاران (Poudel *et al.*, 2023) نشان دادند که کاربرد NP برگی باعث افزایش معنی‌دار تعداد سنبله، طول سنبله و وزن هزاردانه گندم شد که به ترتیب ۳۵/۵، ۳۴/۷ و ۲۹/۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند.

با توجه به اینکه کشاورزان به طور میانگین بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرف می‌کنند، این مسئله هر ساله باعث تلف شدن مقدار قابل توجهی بذر گندم می‌گردد. مصرف بیش از حد بهینه بذر علاوه بر هزینه‌های اقتصادی، بر روی تولید نیز تأثیر

اسیدهای آمینه از اجزای تشکیل دهنده دانه می‌باشند. آن‌ها ترکیبات آلی هستند که مواد ساختمانی پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند و به دلیل قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، کمبود عناصر غذایی گیاه را به سرعت برطرف (Ibrahim *et al.*, 2023) و کارایی فتوسنتز گیاه را افزایش می‌دهند (Jones *et al.*, 2013). کاربرد اسیدهای آمینه همراه با کودهای شیمیایی باعث حفظ تعادل مواد غذایی خاک، افزایش قابلیت دسترسی مواد غذایی خاک برای گیاه و کاهش تلفات کودی می‌شود و به همین دلیل می‌تواند باعث افزایش عملکرد گیاه شود (Abdel-Aal *et al.*, 2010). اسیدهای آمینه نه تنها بر تجمع نیتروژن دانه تأثیر می‌گذارند، بلکه ممکن است با تغییر توزیع نیتروژن بین بافت‌های مختلف گیاه باعث افزایش عملکرد نیز دانه شوند (Santiago and Tegeder, 2016). در یک بررسی که توسط کنی (Kany., 2023) بر روی گندم در شرایط آبی انجام شد، محلول‌پاشی اسید آمینه باعث افزایش ارتفاع گندم به ۱۱۲/۱ سانتی‌متر (شاهد ۹۱/۲۳ متر)، عملکرد دانه به ۶۲۶۰ کیلوگرم در هکتار (شاهد ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)، طول خوشه به ۱۹/۴۷ سانتی‌متر (شاهد ۱۷/۱۵ سانتی‌متر)، تعداد دانه در خوشه تا ۳۶/۱۷ (شاهد ۲۵/۷۵ دانه)، وزن هزار دانه به ۵۰/۲۷ گرم (شاهد ۴۶/۶۵ گرم) و میزان پروتئین به ۱۰/۲۶ درصد (شاهد ۹/۱۸ درصد) گردید.

نیتروژن یکی از عناصر غذایی اصلی است که در صورت عدم مصرف مناسب باعث کاهش عملکرد گندم می‌شود؛ زیرا برای رشد سریع گیاهان و تولید در واحد سطح مورد نیاز است (Heinemann *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2008). نیتروژن یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است و نقش مهمی در تمام فرآیندهای متابولیک گیاهان دارد. کمبود نیتروژن بر سنتز زیست‌توده و استفاده از انرژی خورشید برای بهره‌وری گیاه تأثیر می‌گذارد و تأثیر فوق‌العاده‌ای بر عملکرد دانه و پارامترهای مؤثر در

تیمارهای تغذیه، در موقع کاشت از هیچ کودی استفاده نشد. کاشت در تاریخ ۱۹ آبان ۱۴۰۱ با دستگاه عمیقکار ۱۷ ردیفه انجام گرفت. عمق کاشت حدود ۵ سانتی متر تنظیم و از رقم آذر ۲ که رقم رایج منطقه است استفاده شد.

کرت‌های اصلی در ابعاد  $4 \times 25$  متر و کرت‌های فرعی در ابعاد  $4 \times 5$  متر اجراء شدند. برای جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای بین کرت‌های اصلی دو متر و بین کرت‌های فرعی یک متر فاصله رعایت گردید.

در تاریخ ۱۴۰۲/۱/۸ کنترل علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش‌های تاپیک (یک لیتر در هکتار) و گرانستار (۴۰ گرم در هکتار) انجام و پس از آن در تاریخ ۱۴۰۲/۱/۱۵ در مرحله شروع ساقه دهی تیمارهای تغذیه با استفاده از سمپاش ۲۰ لیتری و در مقادیر مورد نظر به صورت محلول‌پاشی اعمال شدند.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی پارامترهای ارتفاع بوته، تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و میزان آهن، روی و پروتئین دانه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد سنبله، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله از هر کرت فرعی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع گیاه از سطح زمین تا بالای سنبله به استثنای ریشک‌ها بر حسب سانتی‌متر، طول سنبله از پایین سنبله تا نوک سنبله به استثنای ریشک‌ها بر حسب سانتی‌متر، تعداد دانه در سنبله با محاسبه میانگین تعداد دانه‌های ۱۰ سنبله و وزن هزار دانه بر اساس وزن ۱۰۰۰ دانه نمونه برداری شده از عملکرد دانه هر کرت فرعی که با بذرشمار الکترونیکی شمارش و با ترازوی حساس الکترونیکی توزین شدند انجام گردید.

برای محاسبه تعداد سنبله و عملکرد، در هر کرت فرعی با رعایت اثرات حاشیه‌ای ۳ کادر یک متر مربعی اتداخته و سنبله‌های بارور شمارش و به مترمربع تعمیم داده شد. سپس نمونه‌های تهیه شده از کرت‌های فرعی کوبیده شده و پس از جدا کردن

دارد. از طرف دیگر گران شدن نهاده‌های کشاورزی بخصوص کودهای شیمیایی باعث شده است کشاورزان رغبت کمتری به مصرف کودهای پایه داشته باشند و تمایل به مصرف کودهای مایع در اشکال مختلف افزایش یافته است. با توجه به اینکه محلول‌پاشی در شرایط دیم تابع بارندگی و رطوبت خاک است، بنابراین تعیین میزان مصرف و چگونگی مصرف آن‌ها نقش بسیار مهمی در بهبود عملکرد دانه دارد. لذا هدف از انجام تحقیق حاضر، تعیین مقدار بهینه مصرف بذر در اقلیم سرد استان لرستان و بررسی اثر محلول‌پاشی NPK و اسیدآمینه بر عملکرد گندم در شرایط دیم بود.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز خدمات کشاورزی گریت خرم-آباد (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه و ارتفاع ۱۸۵۴ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. مقدار بذر (S) با ۹ سطح شامل (S1=80, S2=100, S3=120, S4=140, S5=160, S6=180, S7=200, S8=220, S9=240) کیلوگرم در هکتار در کرت اصلی و محلول‌پاشی (N) با ۴ سطح شامل عدم محلول‌پاشی (N0)، محلول-پاشی با اسیدآمینه به میزان ۲ لیتر در هکتار (N1)، محلول‌پاشی با NPK به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار (N2) و محلول‌پاشی با مخلوط اسیدآمینه + NPK شامل یک لیتر اسیدآمینه + یک کیلوگرم NPK (N3) در کرت فرعی قرار گرفتند. سال قبل از اجرای آزمایش در مزرعه نخود کشت شده بود. قبل از تهیه زمین، نمونه مرکبی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک به روش‌های استاندارد در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

مزرعه در نیمه اول آبان و پس از اولین بارندگی مؤثر با گاواهن قلمی شخم زده شد. به علت اعمال

متقابل مقدار بذر و تغذیه بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). با افزایش میزان بذر ارتفاع بوته افزایش و از ۹۰/۳۲ سانتی‌متر در تیمار S1 به ۱۰۴/۳ سانتی-متر در تیمار S9 رسید که افزایش ۱۵/۴۷ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۳). با افزایش مقدار بذر، تراکم بوته در واحد سطح بالا رفته و رقابت بین اندام‌های هوایی گندم برای به دست آوردن نور و مواد غذایی افزایش یافته و گیاهان برای به دست آوردن نور، با یکدیگر رقابت کرده و طول اندام‌های خود را افزایش می‌دهند (Asadi et al., 2012; Namvar et al., 2011; Moraditochae et al., 2012; Tehulie and Haile et al., 2021). هایل و همکاران (Zewdie, 2021) گزارش کردند که ارتفاع گندم در کمترین میزان بذر به طور قابل توجهی کمتر از ارتفاع گیاهانی است که با میزان بذر بیشتری رشد کرده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط سومرو و همکاران (Soomro et al., 2009) بر روی گندم، مصرف مقدار بیشتر بذر باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید به طوری‌که در مقدار بذر ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار ارتفاع گیاه ۱۰۱/۲۵ سانتی‌متر بود، ولی در مقادیر ۱۵۰ و ۱۲۵ کیلوگرم بذر در هکتار به ترتیب به ۹۹/۰۹ و ۹۴/۲۷ سانتی‌متر کاهش یافت. در آزمایش تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) مصرف ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار در مقایسه با ۷۵ کیلوگرم بذر در هکتار باعث ۳ درصد افزایش ارتفاع بوته گردید. بالاترین ارتفاع بوته در تیمار N3 با ۹۷/۰۷ سانتی‌متر بدست آمد که نسبت به شاهد ۶/۷ درصد برتری داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد تأثیر کودها در مرحله پنجه‌دهی و شروع سنبله‌دهی منجر به افزایش

کاه، با ترازوی دیجیتالی توزین و عملکرد در واحد سطح محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری میزان آهن، روی و پروتئین دانه، مقدار ۱۰۰ گرم دانه از هر کرت فرعی تهیه و بعد از تعیین میزان آهن و روی در آزمایشگاه، میزان پروتئین دانه با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ محاسبه شد (Jones et al., 1991). وضعیت بارندگی و دمای منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است. در سال زراعی ۴۰۲-۱۴۰۱ بارندگی ۶۶۷ میلی‌متر بود که نسبت به بلندمدت ۳۳ و نسبت به سال قبل ۱۰۹ درصد افزایش نشان می‌دهد. از طرف دیگر بررسی ماهیانه بارش‌ها نشان می‌دهد که بارش در اردیبهشت ماه که همزمان با پر شدن دانه در منطقه است نسبت به سال زراعی گذشته و بلند مدت بسیار مناسب بود. بررسی وضعیت دمایی نیز نشان می‌دهد که در فصل پاییز میانگین دما بالاتر بود که توام شدن آن با بارندگی مناسب باعث داشتن سطح سبز مناسب در پائیز گردید. از طرفی در بهار میانگین دمای پایین‌تر به همراه بارندگی‌های مناسب در بهبود عملکرد و اجزای آن مؤثر بود. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح ۵ درصد انجام گردید. برای رسم نمودارها از اکسل استفاده شد.

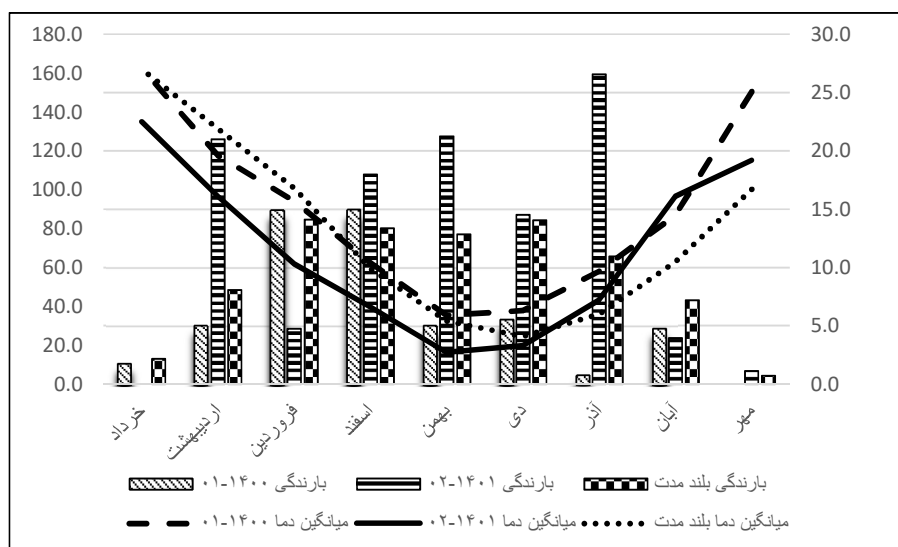
### نتایج و بحث

**ارتفاع بوته:** تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر مقدار بذر و تغذیه بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، اما اثر

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in site of study

بافت خاک	شن	لای	رس	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	کربن آلی	نیتروژن	قابلیت هدایت الکتریکی	اسیدیته
Texture	Sand	Silt	Clay	Zn	Fe	K	P	OC	N	EC	pH
	%	%	%	میلی‌گرم در کیلوگرم	میلی‌گرم در کیلوگرم	میلی‌گرم در کیلوگرم	میلی‌گرم در کیلوگرم	%	%	دسی‌زیمنس بر متر	
	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	dS m <sup>-1</sup>	
لومی	27.6	47.2	25.2	0.55	1.36	398	8.26	0.81	0.08	0.67	7.44



شکل ۱- میزان بارندگی (میلی‌متر) و میانگین درجه حرارت (سانتی‌گراد) ماهیانه در سال زراعی ۲۰۲۱-۲۰۲۲  
 Fig 1. Monthly precipitation (mm) and mean temperature (°C) during 2022-23

زمان برداشت محصول تحت تیمارهای اعمال شده به تدریج افزایش می‌یابد (Badawi *et al.*, 2023; Singh *et al.*, 2023).

**تعداد سنبله:** برای تعداد سنبله در واحد سطح نیز اثر مقدار بذر و تغذیه معنی‌دار ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح با S9 ۳۸۷/۸ سنبله از تیمار S9 و کمترین آن از تیمار S1 با ۲۸۰ سنبله بدست آمد (جدول ۳). از آنجایی که تعداد سنبله‌ها در مراحل اولیه رشد مشخص می‌شوند، لذا افزایش تعداد سنبله در واحد سطح به خاطر افزایش مقدار بذر مصرفی می‌باشد (Chen *et al.*, 2009). در مطالعه سومرو و همکاران (Soomro *et al.*, 2009) و تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) با افزایش مقدار بذر در هکتار، تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یافت. بیشترین تعداد سنبله در تیمار N2 با ۳۴۲/۶ و کمترین آن در تیمار شاهد با ۳۳۱/۳ سنبله در واحد سطح بدست آمد (جدول ۴). مطالعات مختلف افزایش تعداد سنبله در اثر استفاده از کود به ویژه نیتروژن که در کودهای آلی و اسیدهای آمینه وجود دارد را تأیید کرده است (Kandil *et al.*, 2016 and El-said and Mahdy, 2016). در یک بررسی

مقدار فتوسنتز و جهت دادن مواد پرورده ساخته شده به سمت ریشه‌ها گردیده که افزایش حجم و توسعه ریشه را به دنبال داشته است (Shamshiripour, 2008)، از طرف دیگر چون آمینواسیدها غنی از طیف وسیعی از مواد معدنی هستند که برای رشد گیاه مهم هستند (Jeber and Khaeim, 2019) لذا جذب بیشتر عناصر غذایی منجر به افزایش مواد محرک رشد در بافت‌های بین و درون گیاهی شده و رشد اندام هوایی و ارتفاع گیاه را باعث شده است (Kandil *et al.*, 2016). همچنین ممکن است کوددهی برگی منابع نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس گیاه را افزایش دهد و باعث افزایش ارتفاع گردد (Mallarino *et al.*, 2001; Luma., 2018). کنی (Kany, 2023) نشان داد که محلول پاشی اسیدآمینو باعث افزایش ارتفاع گندم به ۱۱۲/۱ سانتی‌متر (شاهد ۹۱/۲۳ سانتی‌متر) گردید. بررسی‌های دیگری نیز افزایش ارتفاع بوته در اثر تیمار اسیدآمینو را تأیید کرده‌اند (Kandil *et al.*, 2017; Jeber and Khaeim, 2019). در بررسی اثر مقادیر مختلف NPK روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم، نتایج نشان داد ارتفاع بوته تا

دانه در مترمربع و کوتاه‌ترین سنبله‌ها از بیشترین مقدار بذر (۴۰۰ دانه در مترمربع) به دست آمد. در مطالعه تیگابو و آسفاو (Tigabu and Asfaw, 2016) تا ۱۲۵ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار طول سنبله افزایش و پس از آن کاهش یافت.

بیشترین طول سنبله در تیمار N2 با ۵۶/۹۳ میلی‌متر و کمترین در تیمار شاهد با ۵۲/۴۸ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۴). در مطالعات انجام شده توسط کندیل و همکاران (Kandile et al., 2016 and 2017) بالاترین طول سنبله در سال ۲۰۱۶ از محلول پاشی مخلوط اسید هیومیک و اسیدهای آمینه و در سال ۲۰۱۷ از محلول پاشی اسیدهای آمینه بدست آمد. در مطالعه پودل و همکاران (Poudel et al., 2023) کاربرد NP برگی باعث افزایش معنی‌دار ۳۴/۷ درصدی طول سنبله نسبت به شاهد شد. کنی (Kany., 2023) نشان داد محلول پاشی اسید آمینه باعث افزایش طول سنبله گندم به ۱۹/۴۷ سانتی‌متر (شاهد ۱۵/۱۷ سانتی‌متر) گردید.

**تعداد دانه در سنبله:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقدار بذر و تغذیه بر روی تعداد دانه در سنبله معنی‌دار اما اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). با افزایش مقدار بذر مصرفی، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت و از ۲۳/۶۳ دانه در سنبله در تیمار S1 به ۱۶/۳۸ در تیمار S9 رسید (جدول ۳) که با تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین مطابقت داشت (Soomro et al., 2009; Hamzei et al., 2017).

استفاده از تیمارهای NPK، NK، NP و N به صورت محلول‌پاشی به ترتیب باعث افزایش ۸، ۱۱/۶، ۱۲/۵ و ۱۷/۷ درصد تعداد سنبله در گندم شد (Alusi, 2009). پودل و همکاران (Poudel et al., 2023) نشان دادند که محلول‌پاشی NP بر روی گندم باعث افزایش معنی‌دار تعداد سنبله به میزان ۳۵/۵ درصد نسبت به شاهد شد.

**طول سنبله:** بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر مقدار بذر و تغذیه بر روی طول سنبله بسیار معنی‌دار بود در حالیکه اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). طول سنبله یک صفت کمی است که با عملکرد دانه مرتبط بوده (Friend, 1965) و نقش حیاتی در تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد دانه دارد (Shahzad et al., 2007). بیشترین طول سنبله در تیمار S1 با ۶۲/۴۲ میلی‌متر و کمترین در تیمار S9 با ۴۹/۳۳ میلی‌متر بدست آمد، هرچند که تیمار S9 با تیمار S8 در یک گروه آماری و تیمار S8 نیز با تیمارهای S7 و S6 در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). این داده‌ها نشان می‌دهد که از تیمار ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار به بالا، طول سنبله تقریباً کاهش یکنواختی را طی می‌کند و به روند تقریباً ثابتی می‌رسد که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. در مطالعه تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) بیشترین میزان بذر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) کمترین طول سنبله را داشت. غفار (Gafaar, 2007) بیان کرد افزایش تراکم کاشت از ۲۰۰ به ۴۰۰ دانه در مترمربع باعث کاهش معنی‌دار طول سنبله شد. سلیمان (Soleyman, 2010) گزارش کرد که طول‌ترین سنبله‌ها از ۲۵۰ و ۳۰۰

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در اثر تیمارهای مقدار بذر و تغذیه

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of measured traits due to seed rate and nutrition treatments

پروتئین ن	روی	آهن	عملکرد	میانگین مربعات				ارتفاع	درجه آزادی	منابع تغییر
				وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	تعداد سنبله			
0.05	0.065	0.57	202.39	0.05	0.03	3.02	2.5	4.2	2	تکرار
0.46*	18.5**	3.8**	314377**	19.5**	81.9**	279.3**	15021**	216**	8	مقدار بذر
0.132	0.267	0.321	2397.4	2.125	5.161	19.512	154.6	9.98	16	خطا
1.6**	33.1**	3.9**	239067**	5.77**	7.642**	96.33**	664.8**	262**	3	تغذیه
0.04*	1.1**	0.6**	5908ns	0.18ns	0.243ns	1.493ns	6.097ns	8.4ns	24	مقدار بذر × تغذیه
0.015	0.203	0.106	4368.97	3.144	0.31	12.73	17.808	7.87	54	خطا
1.12	1.49	0.67	2.05	4.39	2.73	6.48	1.25	2.95		ضریب تغییرات

ns و \*\* و \* به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.  
ns, \* and \*\*, non-significant and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده مقدار بذر بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 3- Mean comparison of simple effects of seed rate on the measured traits

پروتئین (درصد)	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد سنبله	ارتفاع (سانتی‌متر)	مقدار بذر
11.11ab	32.10a	47.70d	2883g	42.23a	23.63a	62.42a	280.0i	90.32f	s1
11.14a	29.80d	48.10c	3241d	41.83b	23.02b	60.50b	304.8h	91.82e	s2
11.15a	31.33b	48.11c	3336b	41.38c	22.78b	59.17c	316.8g	92.55e	s3
11.07ab	30.73c	48.26c	3383a	40.13d	21.58c	57.25d	325.9f	91.99e	s4
11.01bc	28.07f	48.08c	3339b	40.08d	20.93d	53.00e	336.7e	94.71d	s5
10.94c	30.51c	48.09c	3300c	40.06d	19.98e	51.67f	350.5d	96.27c	s6
10.97c	29.92d	48.68b	3299c	39.88d	18.49f	51.67f	363.4c	96.41c	s7
10.92c	30.40c	49.00a	3179e	38.94e	17.24g	50.50fg	378.8b	97.89b	s8
10.50d	28.72e	48.73b	3055f	38.40f	16.38h	49.33g	387.8a	104.3a	s9
0.1002	0.3688	0.2665	13.42	0.3106	0.2894	1.304	2.752	1.287	LSD 5%

S (Seed Rate) : مقدار بذر (S1=80, S2=100, S3=120, S4=140, S5=160, S6=180, S7=200, S8=220, S9=240)

کیلوگرم در هکتار

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.  
Averages with at least one common letter in each column have no significant difference based on the LSD at the 5% level



کمترین وزن دانه ثبت شده از بذر بالاتر ممکن است به دلیل تراکم بالای گیاهی باشد که منجر به افزایش رقابت درون گونه‌ای شده و در نتیجه ممکن است منجر به پر نشدن دانه‌ها شود. علاوه بر این، وجود تعداد سنبله بیشتر در روی ردیف به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای برای منابع محدود خاک منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله و تولید دانه‌های کوچکتر می‌شود (Asadi *et al.*, 2012; Tehulie and Zewdie, 2021). در مطالعه تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) بیشترین وزن هزاردانه (۳۲/۲۰ گرم) از میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن هزاردانه (۲۷/۹۹ گرم) از میزان بذر ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در مطالعه سومرو و همکاران (Soomro *et al.*, 2009) با کاهش مقدار بذر به ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار وزن هزاردانه افزایش یافت. در تیمار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار وزن هزاردانه ۴۱/۶۳ گرم بود؛ در حالیکه در ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار به ۳۴/۱۳ گرم کاهش یافت.

بیشترین وزنه هزاردانه در تیمار N3 با ۴۰/۶ گرم و کمترین در تیمار شاهد با ۳۹/۶۵ گرم بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش وزن دانه‌ها می‌تواند ناشی از تأمین عناصر غذایی لازم و در دسترس بودن آن‌ها برای انجام عمل فتوسنتز و تولید مواد پرورده لازم برای پرکردن دانه‌ها باشد (Saedi *et al.*, 2010). قیگیون و همکاران (Ghiglione *et al.*, 2008) اظهار داشتند که در شرایط محلول‌پاشی با تیمارهای کودی با افزایش توان فتوسنتز گیاه، سطح کربوهیدرات محلول افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها برای رشد و نمو اندام‌های گلچه افزایش پیدا کرده و در نتیجه منجر به افزایش وزن دانه در سنبله شده است. در مطالعه اسکندری و فاضلی (Eskandari and Fazeli, 2021) استفاده از کود اسیدآمین و عناصر ریزمغذی به طور متوسط سبب افزایش حدود ۲۹ درصدی وزن دانه در سنبله گندم شد. در بررسی کندیل و همکاران (Kandile *et al.*, 2016) بیشترین وزن هزاردانه گندم (۴۷/۸۷ گرم)

به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته و بسته شدن زودتر سایه‌انداز گیاهی، افزایش رقابت سبب عدم توزیع مناسب تشعشع نوری در جامعه گیاهی و کمبود مواد غذایی قابل دسترس شده و این افزایش رقابت برای پر شدن دانه‌ها، کاهش تعداد دانه در سنبله را موجب شده است (Hamzei *et al.*, 2017). در مطالعه تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) هرچند اثر مقدار بذر بر روی تعداد دانه در سنبله معنی‌دار نبود اما تعداد دانه در سنبله از ۲۷/۹۲ تا ۳۰/۳۳ متغیر بود و با افزایش مقدار بذر کاهش یافت.

بیشترین تعداد دانه در سنبله در تیمارهای N3 و N2 و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴). در محلول‌پاشی با تیمارهای کودی با افزایش توان فتوسنتزی گیاه، سطح کربوهیدرات محلول افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها برای رشد و نمو اندام‌های گلچه افزایش یافته و در نتیجه منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله شده است (Ghiglione *et al.*, 2008). در بررسی کندیل و همکاران (Kandile *et al.*, 2016) بر روی گندم تیمار مخلوط اسید هیومیک و اسیدهای آمینه بالاترین تعداد دانه در سنبله (۵۹/۷۷) را ایجاد کرد. کنی (Kany, 2023) نشان داد که محلول‌پاشی گندم با اسیدآمین باعث افزایش تعداد دانه در سنبله تا ۳۶/۱۷ دانه (شاهد ۲۵/۷۵) گردید. در مطالعه اسکندری و فاضلی (Eskandari and Fazeli, 2021) استفاده از کود اسیدآمین و عناصر ریزمغذی به طور متوسط سبب افزایش ۴۱ درصدی تعداد دانه در سنبله گندم شد. سالوا و همکاران (Salwa *et al.*, 2014) نشان دادند محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله گندم گردید.

**وزن هزاردانه:** اثر مقدار بذر و تغذیه بر روی وزن هزاردانه معنی‌دار ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). وزن هزاردانه از ۴۲/۲۳ گرم در تیمار S1 تا ۳۸/۴۰ گرم در تیمار S9 متغیر بود (جدول ۳).

مانند دما و نور خورشید می‌شود (Tehulie and Zewdie, 2021).

در مطالعه تهولی و زویده (Tehulie and Zewdie, 2021) بیشترین عملکرد دانه (۵۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) از میزان بذر ۱۰۰ و کمترین عملکرد دانه (۱۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) از مقدار بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کومار و همکاران (Kumar et al., 2006) و اوتسون و همکاران (Otteson et al., 2007) گزارش کردند افزایش میزان بذر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با مصرف بهینه کود منجر به افزایش عملکرد دانه گندم شد. بلوچ و همکاران (Baloch et al., 2010) در بررسی اثر مقدار بذر گندم بیان کردند که استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار عملکرد دانه بالاتری (۵۱۰۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر مقادیر بذر (۱۰۰، ۱۲۵، ۱۷۵ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) تولید کرد. بالاترین عملکرد دانه در تیمار N3 با ۳۳۱۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین از تیمار N0 با ۳۱۰۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۴). مصرف NPK افزایش فرآیند لقاح، تشکیل دانه‌های بالغ و ترکیبات انرژی‌زا را موجب شده و به انتقال مواد تولید شده توسط برگ‌ها از منابع به مخازن کمک کرده و این امر منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Ali et al., 2014). در مطالعه فتنان و سعد (Fatnan and Saad, 2022) محلول‌پاشی کود ترکیبی NPK بر عملکرد دانه گندم اثر معنی‌داری داشت. این افزایش از ۱۴/۵۴ درصد تا ۳۸/۰۴ درصد در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد بود. آن‌ها افزایش عملکرد دانه را به نقش کود مرکب در فعال کردن فرآیندهای فیزیولوژیکی نیتروژن به عنوان یکی از اجزای پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و فرآیند فتوسنتز نسبت دادند. کنی (Kany, 2023) نشان داد که محلول‌پاشی اسید آمینه باعث افزایش عملکرد گندم آبی تا ۶۲۶۰ کیلوگرم در هکتار (شاهد ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) گردید.

از تیمار مخلوط اسید هیومیک و اسیدهای آمینه بدست آمد. در مطالعه فتنان و سعد (Fatnan and Saad, 2022) سطوح مختلف محلول‌پاشی NPK باعث افزایش پروتئین‌های محلول قابل انتقال به دانه‌ها گردید که درصد افزایش بستگی به افزایش سطح برگ داشته و در نتیجه در افزایش وزن دانه‌ها منعکس می‌شود. پودل و همکاران (Poudle et al., 2023) دریافتند که مصرف NP برگی در گندم باعث افزایش معنی‌دار ۲۹/۱۵ درصدی وزن هزاردانه نسبت به شاهد شد. کنی (Kany, 2023) نشان داد که محلول‌پاشی گندم با اسید آمینه باعث افزایش وزن هزاردانه تا ۵۰/۲۷ گرم (شاهد ۴۶/۶۵ گرم) گردید.

**عملکرد دانه:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مقدار بذر و تغذیه بر روی عملکرد دانه معنی‌دار، ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲). با افزایش مقدار بذر تا تیمار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه افزایش و پس از آن کاهش یافت. بیشترین عملکرد در تیمار S4 با ۳۳۸۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین در تیمار S1 با ۲۸۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). اگر میزان تراکم بوته بیش از حد بهینه باشد به دلیل رقابت شدید بین گیاهان، عوامل محیطی موجود از جمله رطوبت، نور و مواد غذایی در حد بهینه در اختیار هر بوته قرار نمی‌گیرد و برعکس چنانچه تراکم بوته کمتر از حد مطلوب باشد از عوامل محیطی موجود به نحو مطلوب استفاده نمی‌شود که هر دو مورد باعث کاهش عملکرد می‌گردد (Mozafari and Poursiabidi, 2011). همچنین در تراکم‌های بسیار بالا، سرعت ریزش برگ‌ها به دلیل سایه‌اندازی و رقابت زیاد برای نور خورشید و شرایط محیطی افزایش می‌یابد که احتمالاً منجر به کاهش سریع رشد اولیه و کاهش عملکرد دانه در صورت محدود شدن عوامل محیطی

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تغذیه بر صفات اندازه گیری شده

Table 4- Mean comparison of simple effects of nutrition on the measured traits

مقدار تغذیه	ارتفاع ( سانتی متر )	تعداد سنبله	طول سنبله ( سانتی متر )	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه ( گرم )	عملکرد ( کیلوگرم در هکتار )	آهن ( میلی گرم در کیلوگرم )	روی ( میلی گرم در کیلوگرم )	پروتئین ( درصد )
N0	90.55c	331.3d	52.48c	19.70c	39.65c	3103d	47.93c	28.63c	10.67d
N1	95.80b	338.5c	55.00b	20.46b	40.41b	3200c	48.46b	30.12b	10.92c
N2	97.11a	342.6a	56.93a	20.76a	40.58ab	3277b	48.68a	30.91a	11.11b
N3	97.07a	340.7b	55.81b	20.88a	40.67a	3316a	48.79a	31.04a	11.22a
LSD 5%	0.8558	1.835	0.8696	0.1929	0.2071	8.944	0.1777	0.2458	0.06683

(Nutrition) N: تغذیه شامل عدم محلول پاشی (N0)، محلول پاشی با اسید آمینه به میزان ۲ لیتر در هکتار (N1)، محلول پاشی با NPK به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار (N2) و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه + NPK شامل یک لیتر اسید آمینه + یک کیلوگرم NPK (N3) میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند. Averages with at least one common letter in each column have no significant difference based on the LSD at the 5% level

سولانکی و همکاران (Solanki et al., 2020) اعلام کردند محلول پاشی با کودهای معدنی NPK در زمان گلدهی گندم، حداکثر عملکرد را ثبت کرد. سالوا و همکاران (Salwa et al., 2014) نشان دادند که محلول پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. راپولین (Raupeliene, 2015) نشان داد استفاده از کودهای نیتروژن آمید مایع حاوی غلظت‌های ۱ و ۲/۵ و ۳ درصد اسیدهای آمینه در مرحله آبستنی باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه گندم زمستانه از ۲۷۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید.

سولانکی و همکاران (Solanki et al., 2020) اعلام کردند محلول پاشی با کودهای معدنی NPK در زمان گلدهی گندم، حداکثر عملکرد را ثبت کرد. سالوا و همکاران (Salwa et al., 2014) نشان دادند که محلول پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. راپولین (Raupeliene, 2015) نشان داد استفاده از کودهای نیتروژن آمید مایع حاوی غلظت‌های ۱ و ۲/۵ و ۳ درصد اسیدهای آمینه در مرحله آبستنی باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه گندم زمستانه از ۲۷۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید.

آهن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مقدار بذر، تغذیه و اثر متقابل آنها بر روی آهن دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان تجمع آهن در تیمار S8 با ۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین در تیمار S1 با ۴۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول ۳). گوس و جانسون (Goos and Johnson, 2000) بیان کردند که افزایش مقدار بذر مصرفی باعث می‌گردد حجم ریشه گیاه در خاک افزایش یافته و ترشحات حاصل از آنها باعث اسیدی شدن محیط ریشه گردیده که این امر باعث افزایش حلالیت آهن موجود در خاک و جذب آن توسط گیاه می‌گردد. در مطالعه وانگ و همکاران (Wang et al.,

2019) میزان جذب تمام عناصر غذایی با افزایش تراکم کاشت کاهش یافت. در این بررسی کاهش آهن حدود ۱۲ درصد بود. در تیمار N3 بیشترین میزان تجمع آهن با ۴۸/۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که با تیمار N2 در یک گروه آماری قرار گرفت ولی با دو تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد اثر نیتروژن و پتاسیم در کود NPK محلول پاشی شده در هم‌افزایی جذب آهن مؤثر بوده است. در تحقیق کندیل و همکاران (Kandil et al., 2017) بر روی گندم، تیمار ترکیبی اسید آمینه و کودهای معدنی دارای حداکثر غلظت آهن (۶۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) در دانه بودند.

بررسی روند تجمع آهن در ترکیب تیمارها نشان داد که با افزایش مقدار بذر مصرفی و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و NPK میزان تجمع آهن در دانه افزایش یافت و بیشترین مقدار با ۴۹/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم بذر و تیمار مخلوط اسید آمینه + NPK و کمترین میزان در تیمار ۱۶۰ کیلوگرم بذر و تیمار عدم تغذیه با ۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد اثر هم‌افزایی ترشحات ریشه در مقادیر بالای بذر مصرفی و تغذیه گیاهی باعث افزایش میزان تجمع آهن در

**درصد پروتئین دانه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده مقدار بذر بر روی درصد پروتئین دانه معنی‌دار و اثر ساده تغذیه و اثر متقابل مقدار بذر و تغذیه بر روی درصد پروتئین دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲).

با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تجمع پروتئین در دانه با افزایش مقدار بذر رابطه معکوس داشت. بالاترین میزان پروتئین در تیمار S1 با ۱۱/۱۱ درصد و کمترین در تیمار S9 با ۱۰/۵۰ درصد بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در اثر بالا رفتن تراکم و افزایش سایه‌اندازی بوته‌های مجاور، کاهش میزان نفوذ نور به درون سایه‌انداز باعث کاهش میزان آنزیم نیترات ردوکتاز و اختلال در احیای نیتروژن و چرخه اسیدهای آمینه شده (Graybill *et al.*, 1999) و تأمین انرژی کمتر برای تولید ترکیبات انرژی‌خواه پروتئینی (Asadi *et al.*, 2012) و عدم تأمین نیتروژن کافی در تراکم‌های بالاتر (Hiltbrunner *et al.*, 2007) از دلایل کاهش پروتئین دانه می‌باشند. فولادوند و یدوی (Fouladvand and Yadavi, 2014) با بررسی تراکم گلرنگ دریافتند با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع، درصد پروتئین دانه از ۱۲/۵۲ به ۱۲/۱۷ کاهش یافت. مظفری و پورسیابیدی (Mozafari and Poursiabidi, 2011) نشان دادند که با افزایش تراکم گندم دیم از ۳۰۰ به ۵۰۰ بذر در مترمربع، درصد پروتئین از ۱۱/۳۸ به ۱۰/۲۹ کاهش یافت.

بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار N3 با ۱۱/۲۲ درصد و کمترین آن در تیمار N0 با ۱۰/۶۷ درصد بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد به خاطر نقش مهم اسید آمینه به عنوان عنصر تشکیل دهنده پروتئین های گیاهی (Ashoori *et al.*, 2013; Ebrahimi *et al.*, 2014; Shetta and Zayed, 2016) مصرف توأم اسید آمینه و NPK باعث افزایش درصد

دانه شده است. در مطالعه وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2019) در تراکم کاشت بالا، محلول‌پاشی نیتروژن، مقدار جذب آهن را ۴۲ درصد افزایش داد. **مقدار روی:** اثر مقدار بذر، تغذیه و اثر متقابل آن‌ها بر روی مقدار روی دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار تجمع روی در تیمار S1 با ۳۲/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در تیمارهای S5 با ۲۸/۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول ۳). از آنجایی که مقدار زیاد روی در دانه تحت کنترل ژنتیکی است (Graham *et al.*, 1992) و از طرفی بین آهن و روی اثر آنتاگونیستی وجود دارد (Mandal *et al.*, 2000) به نظر می‌رسد در مقادیر بالاتر بذر مصرفی، افزایش ترشحات ریشه که باعث افزایش حلالیت آهن در محیط ریشه گردیده است عامل کاهش جذب روی توسط گیاهان است. در مطالعه ایگناسیو و همکاران (Ignacio *et al.*, 2013) غلظت روی در دانه تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت.

بالاترین میزان تجمع روی در دانه در تیمار N3 با ۳۱/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین در تیمار N0 با ۲۸/۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد. در بررسی کاندیل و همکاران (Kandil *et al.*, 2017) تیمار ترکیبی اسید آمینه و کودهای معدنی دارای حداکثر غلظت روی (۳۶/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) در دانه بود. در مطالعه ایگناسیو و همکاران (Ignacio *et al.*, 2013) نیز محلول‌پاشی نیتروژن باعث افزایش مقدار روی در دانه تا ۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گردید. بیشترین مقدار روی دانه در تیمار ترکیبی ۸۰ کیلوگرم بذر و تیمار مخلوط اسید آمینه + NPK با ۳۳/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان در تیمار ۱۶۰ کیلوگرم بذر و تیمار عدم تغذیه با ۲۷/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول ۵). بررسی روند تجمع روی در دانه نشان می‌دهد که با افزایش بذر مصرفی و کاهش تغذیه میزان تجمع روی کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از اثر ترشحات ریشه‌ای و اثر آنتاگونیستی روی و آهن در خاک باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار بذر و تغذیه بر صفات اندازه گیری شده  
Table 5- Mean comparison of seed rate and nutrition interaction on the measured traits

صفات اندازه گیری شده			تیمار	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)
پروتئین (درصد)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	تغذیه	
10.73i-m	29.15j-m	47.34lm	شاهد	80
11.2b-e	32.14b-d	47.61kl	اسید آمینه	
11.13c-f	33.51a	47.71j-l	NPK	
11.37ab	33.60a	48.15g-j	اسید آمینه + NPK	
10.94f-h	28.59mn	48.38f-i	شاهد	100
11.1d-f	29.76h-k	48.57e-h	اسید آمینه	
11.23b-e	30.34g-i	47.78j-l	NPK	
11.29b-d	30.50gh	47.69j-l	اسید آمینه + NPK	
10.63k-m	28.76mn	49.50ab	شاهد	120
11.03e-g	31.42de	49.20a-c	اسید آمینه	
11.35b	32.31bc	49.65a	NPK	
11.57a	32.73b	49.70a	اسید آمینه + NPK	
10.93f-i	29.62i-l	47.33lm	شاهد	140
11.03e-g	30.87e-g	48.55e-h	اسید آمینه	
11.1d-f	30.85e-g	48.58d-h	NPK	
11.23b-e	31.58c-e	48.58d-h	اسید آمینه + NPK	
10.67j-m	27.44o	47m	شاهد	160
11.05ef	27.56o	47.74j-l	اسید آمینه	
11.2b-e	28.89l-n	48.76c-f	NPK	
11.13c-f	28.38n	48.84c-f	اسید آمینه + NPK	
10.53mn	28.80mn	46.90m	شاهد	180
10.75h-l	30.61fg	47.89i-k	اسید آمینه	
11.13c-f	31.29ef	48.66d-g	NPK	
11.33bc	31.34ef	48.91c-f	اسید آمینه + NPK	
10.8h...l	28.34n	48.07h-k	شاهد	200
10.84ghij	29.83hij	48.98b-e	اسید آمینه	
11.03efg	30.91efg	49.1b-d	NPK	
11.2bcde	30.62fg	48.56e-h	اسید آمینه + NPK	
10.6lmn	28.39n	48.81c-f	شاهد	220
10.83g-k	30.39gh	48.77c-f	اسید آمینه	
11.17b-e	31.25ef	48.91c-e	NPK	
11.07ef	31.57c-e	49.5ab	اسید آمینه + NPK	
10.18o	28.50mn	48.06h-k	شاهد	240
10.4n	28.52mn	48.87c-f	اسید آمینه	
10.66j-m	28.80mn	48.98b-e	NPK	
10.78h-l	29.05k-n	49.20a-c	اسید آمینه + NPK	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.  
Averages with at least one common letter in each column have no significant difference based on the LSD at the 5% level

صرفه‌جویی در میزان بذر مصرفی، باعث کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد. با توجه به اینکه سطح زیرکشت گندم دیم استان لرستان حدود ۲۰۰ هزار هکتار است و به طور میانگین حداقل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرف می‌گردد لذا در صورت مصرف بهینه بذر، در هر هکتار ۶۰ کیلوگرم صرفه‌جویی بذر را خواهیم داشت که در کل استان حدود ۱۲۰۰۰ تن می‌گردد. از طرف دیگر افزایش میزان بذر مصرفی باعث کاهش کیفیت گندم تولیدی از نظر عنصر روی می‌گردد که نقش مهمی در سلامت و بهداشت جامعه دارد. همچنین کاهش میزان پروتئین دانه نیز از تبعات مقدار بذر مصرفی بیش از حد بهینه است که در تولید آرد و محصولات تولیدی حاصل از آن تأثیر منفی دارد.

علاوه بر آن لازم است تغذیه با کودهای آلی و معدنی در برنامه تغذیه مزرعه قرار گیرد تا باعث بهبود کمی و کیفی محصول تولیدی گردد. مصرف کودهای NPK و اسیدهای آمینه به صورت محلول‌پاشی علاوه بر افزایش عملکرد، باعث بهبود کیفی محصول تولیدی از نظر آهن، روی و پروتئین گردیدند. با این وجود لازم است کشاورزان مصرف کودهای پایه به صورت خاک‌کاربرد را در اولویت قرار داده و از کودهای مایع به عنوان تغذیه مکمل استفاده نمایند. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرفی با ۳۳۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که حدود ۱۷ درصد بیش از عملکرد در تیمار کمترین مقدار بذر مصرفی (S1) و ۱۱ درصد بیش از عملکرد حاصل از تیمار بیشترین مقدار بذر مصرفی (S9) بود.

#### تشکر و قدردانی

از تمام همکاران مرکز خدمات جهاد کشاورزی گریت که در اجرای طرح همکاری و همراهی لازم را داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

پروتئین گردیده است. در مطالعه آتیا و همکاران (Atia *et al.*, 2013) با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۰ به ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد پروتئین به طور قابل توجهی افزایش یافت. همچنین گیاهان محلول‌پاشی شده با نانو کود + اسید آمینه بیشترین میانگین پروتئین (۱۳/۸۴ و ۱۳/۵۶ درصد) را به خود اختصاص دادند (Kandil *et al.*, 2017). در بررسی مکی و ال‌هاگان (Mekkei and El Haggan, 2014) محلول‌پاشی عناصر پرمصرف و اسیدآمینه در هر دو فصل در مقایسه با تیمار شاهد بر میزان پروتئین برخی از ارقام گندم اثر معنی‌داری داشت. کنی (Kany, 2023) نشان داد که محلول-پاشی اسید آمینه باعث افزایش میزان پروتئین به ۱۰/۲۶ (شاهد ۹/۱۸ درصد) گردید. سالوا و همکاران (Salwa *et al.*, 2014) نشان دادند که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه شد.

برهمکنش مقدار بذر و تغذیه بر درصد پروتئین بسیار معنی‌دار بود و بیشترین درصد در تیمار ترکیبی ۱۲۰ کیلوگرم بذر و مخلوط اسیدآمینه + NPK با ۱۱/۵۷ و کمترین در تیمار ترکیبی ۲۴۰ کیلوگرم بذر و عدم تغذیه با ۱۰/۱۸ درصد بدست آمد. محتوای پروتئین کل و ترکیب اسیدهای آمینه در دانه گندم توسط عوامل زیادی از جمله رقم، شرایط رشد (اقلیم، خاک)، نوع کود و مقدار مصرف آن، عوامل تنش و برهمکنش بین این عوامل تعیین می‌شود (Abid *et al.*, 2018).

#### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد با افزایش مقدار بذر مصرفی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله و مقدار آهن دانه افزایش اما طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، مقدار روی و درصد پروتئین دانه کاهش یافت. برای تولید مناسب، مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در مناطق سرد و معتدل حد بهینه مصرف بذر است که علاوه بر

## منابع

- Abdel-Aal FS, Shaheen AAM, Ahmed AA, Mahmoud AR. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. Res. J. Agric. and Biol. Sci. 6: 583- 88
- Abdel-Aziz H MM, Mohammed NAH, Aya MO. 2018. Effect of Foliar Application of Nano Chitosan NPK Fertilizer on the Chemical Composition of Wheat Grains. Egypt. J. Bot. 58(1): 87 – 95
- Abid S, Ali LK, Zahoor Z, Tian D, Jiang JL, Snider T. 2018. Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). Sci. Rep. 8 :4615-4620
- Alam H, Khattak JZK, Ksiksi TS, Saleem MH, Fahad S, Sohail H, Ali Q, Zamin M, El-Esawi MA, Saud S. 2020. Negative Impact of Long-term Exposure of Salinity and Drought Stress on Native *Tetraena mandavillei* L. Physiol Plant. 172(2):1336-1351.
- Ali NS, Arahi HS, Shaker AA. 2014. Soil fertility. Ministry of Higher Education and Scientific Research. College of Agriculture. Baghdad University.
- Alusi YAM. 2009. Effect of soil and leaf fertilization with NPK elements on wheat bread production and yield. Iraqi Agric. Sci. 40(1): 82-88
- Asadi S, Amir Aineband A, Rahnama Gahfarkhi A. 2012. Studying wheat yield response to competitive stress and different levels of nitrogen. Iranian Agric. Res. J. 11(2): 365-376 (in Persian).
- Ashoori M, Esfehni M, Abdollahi S, Rabiei B. 2013. Effects of organic fertilizer complements application on grain yield, nitrogen use efficiency and milling properties in two rice cultivars (*Oryza sativa* L.). Iranian J. Field Crop Sci. 43: 701-713
- Atia RH, Ragab Kh E. 2013. Response of some wheat varieties to nitrogen fertilization. J Soil Sci. 4(3): 309-319
- Azimi MS, Daneshian J, Sayfzadeh S, Zare S. 2013. Evaluation of amino acid and salicylic acid application on yield and growth of wheat under water deficit. Int. J. Agri. Crop Sci. 5(8): 816-819
- Badawi MA, Seadh SE, Abido WAE, Abd el-Aal MRIM. 2023. Wheat Productivity and Grains Quality as Affected by Foliar Fertilizations and Irrigation Treatments. J. Plant Prod. 14 (5): 257 – 263
- Baloch SM, Shah IT, Nadim MA, Khan MI, Khakwani AA. 2010. Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. The J. Animal Plant Sci. 20: 239-240
- Chen A, Baumann U, Fincher GB, Collins NC. 2009. Flt-2L, a locus in barley controlling flowering time, spike density, and plant height. Func. Integ. Genom 9(2): 243-254
- Datir RB, Laware SL, Apparao BJ. 2012. Effect of organically chelated micronutrients on growth and productivity in Okra. Asian J. Exp. Biol. Sci. 1:115-117
- Ebrahimi M, Roozbahani A, Baghi B. 2014. Effect of potash fertilizer and amino acids on yield components and yield of maize (*Zea mays* L.). Crop Res. 48: 15- 21
- El Mazlouzi M, Morel C, Robert T, Chesseron C, Salon C, Cornu JY, Mollier A. 2022. The Dynamics of Phosphorus Uptake and Remobilization during the Grain Development Period in Durum Wheat Plants. Plants 11: 1006
- El-Mantawy RF, Mokhtar NAY, El-Sherpiny MA. 2022. Identifying tolerance of some wheat genotypes to water stress conditions. Journal of Global Agriculture and Ecology 13(3): 13-24
- El-Said MAA, Mahdy AY. 2016. Response of Two Wheat Cultivars to Foliar Application with Amino Acids under Low Levels of Nitrogen Fertilization. Middle East. J. Agric. Res. 5(4): 462-472
- Eskandari Torbaghan M, Fazeli Kakhki SF. 2021. An investigation of the effect of fertilizer enhancers on some yield components of wheat yield in the last irrigation cut in the field conditions. Plant Proc. Func. 1(54): 89-106 (in Persian)
- Fatnan AS, Saad TM. 2022. Effect of Zeolite Levels and Foliar Feeding with NPK Nano Fertilizer on some Soil Chemical Properties and Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.

- Fouladvand M, Yadavi A. 2014. The effect of planting density, amount and distribution of nitrogen fertilizer on the quality and efficiency of nitrogen use of safflower in competition with weeds. *Iranian Agric. Res. J.* 13(2): 358-367 (in persian).
- Friend DJC. 1965. Ear Length and spikelet number of wheat grown at different temperatures and Light Intensities. *Can. J. Bot.* 43: 345-355
- Gafaar NA. 2007. Response of some bread wheat varieties grown under different levels of planting density and nitrogen fertilizer. *J. Agric.* 32: 165-183
- Ghiglione H, Gonzalez F, Serrago R, Maldonado S, Chilcott C, Cura J, Miralles DJ, Zhu T, Casal J. 2008. Autophagy regulated by daylength sets the number of fertile florets in wheat. *Plant J.* 55: 1010-1024
- Goos RJ, Johnson BE. 2000. A comparison of three methods for reducing iron deficiency chlorosis in soybean. *Agron. J.* 92:1135-1139
- Graham RD, Ascher JS, Hynes SC. 1992. Selecting zinc efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant soil* 146: 241-250
- Graybill JS, Cox WJ, Otis DJ. 1999. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agron. J.* 83: 559-564
- Hadis H, Gashaw M, Wassie H. 2018. Response of bread wheat to integrated application of vermicompost and NPK fertilizers. *African J. Agric. Res.* 13(1): 14-20
- Haile D, Dechassa N, Abdo W, Girma F. 2013. Seeding rate and genotype effects on agronomic performance and grain protein content of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) in South-Eastern Ethiopia. *African J. Food. Agric. Nut. Develop.* 13 (3): 25-36
- Hamany Djande C, Pretorius Y, Tugizimana C, Piater F, Dubery LA, Metabolomics IA. 2020. A tool for cultivar phenotyping and investigation of grain crops. *Agron.* 10: 831
- Hamzei J, Seyedi M, Azadbakht A, Fesahat A. 2017. Effect of nitrogen fertilizer levels and plant density on seeds quantity and quality of wheat. *J. Agron. Plant Breed.* 4: 97-107 (in Persian)
- Heinemann A, Stone B, Didonet LF, Soares AD, Trindade MG, Moreira BB. 2006. Radiation use efficiency solar wheat productivity resulting from fertilization nitrogen. *Brazilian J. Engin. Agric. Environ.* 10(2): 352-356
- Hiltbrunner J, Streit B, Liedgens R. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter in a living mulch of white clover? *Field Crops Res.* 102: 163-171
- Hussain MI, Shah SH. 2002. Growth, yield and quality response of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties to different levels of N, P and K. *Int. J. Agric. Bio.* 4(3): 362-364
- Ibrahim FR, El-Sherpiny MA, Ghazi DA. 2023. Response of feverfew plant to different plant residues compost and amino acids. *Jornal of Plant Production* 14(3): 141-147
- Ignacio A, Ciampitti T, Vyn J. 2013. Maize Nutrient Accumulation and Partitioning in Response to Plant Density and Nitrogen Rate: II. Calcium, Magnesium, and Micronutrients. *Agronomy Journal* 105(6):1645-1657
- Jeber BA, Khaeim HM. 2019. Effect of foliar application of amin acids, organic acids, and naphthalene acetic acid on growth and yield traits of wheat. *Plant Arch.* 19(2): 824- 826
- Jones J, Wolf B, Mills H A. 1991. *Plant Analysis Handbook, Micro-macro.* Publishing, Inc, Athens, GA.
- Jones DL, Cross P, Withers PJ, DeLuca TH, Robinson DA, Quilliam RS, Edwards-Jones G. 2013. Nutrient stripping: the global disparity between food security and soil nutrient stocks. *J. Appl. Ecol.* 50(4): 851-862
- Kandil AA, Sharief AEM, Seadh SE, Altai DSK. 2016. Role of humic acid and amino acids in limiting loss of nitrogen fertilizer and increasing productivity of some wheat cultivars grown under newly reclaimed sandy soil. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 3(4): 123-136
- Kandil EE, Marie EA. 2017. Response of some wheat cultivars to nano, mineral fertilizers and amino acids foliar application. *Alex. Sci. Exch.* 38: 53-68
- Kany AM. 2023. Effect of Different Sources of Organic Fertilizers and Foliar Application of some Amino Acids on Wheat Productivity and some Soil Properties. *J. Soil Sci. Agric. Engin.* 14 (8): 209-215
- Kumar R, Nanwal RK, Agarwal SK. 2006. NPK content and uptake as affected by planting systems, seed rates and N levels in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Haryana Agricultural. University Journal. Resource,* 36(2): 93-96



- Luma ASA, Wafaa SAA, Hussein MK, ALHadithy AH. 2018. Utilization of treated wastewater in irrigation and growth of *Jatropha* plant to protect the environment from pollution and combating desertification. *Plant Arch.* 18(2): 2429-2434
- Mallarino AP, Haq MU, Wittry D, Bermudez M. 2001. Variation in soybean response to early season foliar fertilization among and within fields. *Agron. J.* 93: 1120-1226
- Mandal B, Hazra GC, Mandal LN. 2000. Soil management influence on zinc desorption for rice and maize nutrition. *Soil Sci. Am. J.* 64: 1699-1705
- Mekkei MER, El Haggan EAM. 2014. Effect of Cu, Fe, Mn and Zn foliar application on productivity and quality of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) *J. Agri-Food Appl. Sci.* 2 (9): 283-291
- Moraditochae M, Motamed MK, Azarpour E, Khosravi, Danesh R. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. *J. Agric. Biol. Sci.* 7: 133-137
- Mozafari A, Poursiabidi M. 2011. Effect of plant density on grain quantitative and qualitative traits of three varieties of durum wheat under irrigation conditions in Mehran region. *J. Agron. Plant Breed.* 5(2): 1-16 (in Persian)
- Namvar A, Seyed Sharifi R, Khandan T. 2011. Growth analysis and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. *Ekologija*, 57 (3): 97-108
- Otteson BN, Mergoum M, Ransom JK. 2007. Seeding rate and nitrogen management effect on spring wheat yield and yield components. *Agron. J.* 99: 1615-1621
- Petcu E, Vasilescu I, Bude A, Lionte E. 2014. Evaluation of Some Winter Barley Genotypes for Drought Tolerance at Post and Thesis Stage by means of Chemical Desiccation. *An. I.N.C.D.A. Fundulea* 2014, LXXXII, 314-318.
- Poudel A, Singh SK, Ballesta RJ, Jatav SS, Patra A, Pandey A. 2023. Effect of Nano-Phosphorus Formulation on Growth Yield and Nutritional Quality of Wheat under Semi-Arid Climate. *Agron.* 13, 768
- Raupeliene A. 2015. Effect of foliar application of amino acids on the photosynthetic indicators and yield of winter wheat. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Scientific Conference Rural Development, Aleksaanadras Stulginskis University, Lithuania.*
- Saeedi M, Moradi F, Honarmand J. 2010. The contribution of spike and leaf current photosynthesis and re-transfer of stem soluble sugars in the formation of grain yield of two bread wheat cultivars under conditions of moisture stress after pollination. *Seed plant prod.* 2(1). 19-27 (in Persian)
- Salwa A, Hammad R, Osama A, Ali M. 2014. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals Agric. Sci.* 59(1): 133-145
- Saqee FS, Diakite S, Kavhiza NJ, Pakina E, Zargar M. 2023. The Efficacy of Micronutrient Fertilizers on the Yield Formulation and Quality of Wheat Grains. *Agron.* 13, 566
- Santiago JP, Tegeder M. 2016. Connecting source with sink: the role of *Arabidopsis* AAP8 in phloem loading of amino acids. *Plant Physiol.* 171(1):508-521
- Seleiman M. 2010. Effect of seeding rates on productivity, technological and rheological characteristics of bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. J. Curr. Res.* 4: 75-81
- Shahzad MA, Din WU, Sahi ST, Khan M, Ehsanullah M, Ahmad M. 2007. Effect of sowing dates and seed treatment on grain yield and quality of wheat. *Pakistan J. Agri. Sci.* 44 (4): 581-583
- Shamshiripour M. 2008. The use of plant growth stimulating phosphoric bacteria to increase the growth and yield of corn. Master's thesis, Islamic Azad University, Research Sciences Unit, Tehran (in Persian)
- Shetta ND, Zayed MZ. 2016. Responses of *Acacia gerrardii* and *Vachellia origena* Seedlings to Mineral Fertilization and Salinity Stress in Saudi Arabia. *Alex. Sci. Exch. J.* 37(3): 430-439
- Singh P, Chitale S, Lakpale R, Singh A. 2023. Effect of different NPK levels, splitting of soil application and foliar feeding of NPK (19:19:19) fertilizer on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *The Pharm. Innov. J.* 12(3): 1344-1354
- Solanki RL, Swami P, Nagar KC, Dashora AK. 2020. Effect of fertilizers and foliar application of nutrient on wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield through conduct on farm trails at farmers fields. *Int. J. Curr. Microb. App. Sci.* 9(7): 1551-1556

- Soomro UA, Rahman MU, Odhano EA, Gul S, Tareen AQ. 2009. Effects of Sowing Method and Seed Rate on Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum*). World J. Agric. Sci. 5 (2): 159-162
- Tehulie NS, Zewdie T. 2021. Effect of Seed Rate and Irrigation Interval on Yield Components and Yield of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) at Mekane Selam District, South Wollo, Ethiopia. J. Biol. Agric. Healthcare 11(1):11-20
- Tigabu R, Asfaw F. 2016. Effects of Seed Rate and Row Spacing on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Dalbo Awtaru Woreda, Wolaita Zone, Southern Ethiopia. J. Biol. Agric. Healthcare 6(7): 58-67
- UR Rahman I, Afzal A, Iqbal Z and Manan S. 2014. Foliar application of plant mineral nutrients on wheat: A review. Res. Rev. J. of Agric. All. Sci. 3(2): 19-22
- Wang P, Wang Z, Chao SX, Xiao-huan M, Huan C, Fan-jun C, Yuan C. Li X, Guo-hua M. 2019. Interaction effect of nitrogen form and planting density on plant growth and nutrient uptake in maize seedlings. J. Integ. Agric. 18(5): 1120–1129
- Zhang YJ, Zhou YR, Duand B, Yang JC. 2008. Effects of nitrogen nutrition on grain yield of upland and paddy rice under different cultivation methods. Acta Agronomica Sinica 6: 1005-1013



## Study on the effect of seed rate and foliar application of Amino acid and NPK on some quantitative and qualitative bread wheat traits under dryland conditions of Khorramabad

Kianoush Hamidian<sup>1\*</sup>, Firouzeh Heydari<sup>2</sup>, Seyed Rouhollah Ghasemi<sup>3</sup>, Akram Hamidian<sup>4</sup>

1- Agricultural Jihad Organization of Lorestan Province, Khorramabad, Iran.

2- Horticulture Department, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

3- Chegeni Agricultural Jihad Management, Khorramabad, Iran.

4- Department of Economic, Social and Extension Research, Isfahan Agricultural Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran.

### Extended abstract

**Introduction:** The optimal seed rate is an important management factor to improve wheat yield. Increasing in the price of chemical fertilizers has made farmers to use liquid fertilizers to compensate for the lack of nutrients. Foliar fertilization is a method of feeding plants in which both the stomata and the leaf epidermis are used for absorption, and its effectiveness may vary depending on the environment, the physiological state of plant growth, and the state of nutrition. Foliar application method with macro and micro nutrients is more effective than other methods in terms of achieving maximum yield and reducing the loss of nutrients, and it increases amount of mineral elements in the plant and improves crop yield.

**Methodology:** This research was carried out as split plot experiment based on a randomized complete blocks design with three replications during 2022-2023 cropping season. Seed rate was considered as the main factor and foliar application as a sub factor. In this study, 9 seed rate levels including 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 and 240 kg ha<sup>-1</sup> were located in main plots and 4 foliar application levels including foliar application with amino acid (2 L ha<sup>-1</sup>), NPK (2 kg ha<sup>-1</sup>), the combination of amino acid + NPK (1 L amino acid + 1 kg NPK per ha), and control treatment were located in sub plots.

**Research findings:** With increasing seed rate levels, plant height, the number of spikes and iron content in seed increased, but spike length, the number of seeds per spike, grains weight, zinc content in seed and grain protein percentage decreased. Maximum grain yield was recorded for 140 kg ha<sup>-1</sup> and then grain yield was reduced with increasing of the seed rate levels. The highest values of the plant height, number of seeds per spike, grain weight, grain yield, iron and zinc content and protein percentage in grain were obtained from foliar application of amino acid + NPK, however the highest number of spikes and spike length were recorded for NPK treatment. By increasing the seed rate under foliar application of amino acid + NPK, the content of iron increased, but the content of zinc decreased in seeds. The protein percentage was also increased with foliar application treatment of amino acid + NPK treatment up to 140 kg ha<sup>-1</sup> rate of seed and then gradually decreased. The highest wheat grain yield (3383 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained from 140 kg ha<sup>-1</sup> seed rate under dryland conditions of Khorramabad

**Keywords:** Seed Rate, Yield, Amino Acid, NPK

\* Corresponding author: [keanoush.hamidian@gmail.com](mailto:keanoush.hamidian@gmail.com)

Submit date: 2024/04/28 Accept date: 2024/09/10

