مقاله پژوهشی

# اثرات کود نیتروژن و محلول‌پاشی اسید جیبرلیک بر عملکرد دانه و کیفیت رقم سوپرگندم در دو منطقه ایران

شمایل سالمی پاریزی[۱]، محمدنبی ایلکایی[۱*]، فرزاد پاک‌نژاد[۱]، فیاض آقایاری[۱]، مهدی صادقی شعاع[۲]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

[۲] مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۳/۱۲، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۱۰/۰۷)

**چکیده**

**اثرات اسید جیبرلیک در سطوح مختلف نیتروژن در ارقام هیبرید پرمحصول گندم می‌تواند در افزایش کیفیت و کمیت عملکرد دانه مؤثر باشد. در این تحقیق به بررسی محلول‌پاشی اسید جیبرلیک با غلظت مطلوب در سطوح مختلف نیتروژن بر کمیت و کیفیت دانه رقم هیبرید سوپرگندم در دو منطقه کرج و همدان، طبق آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ پرداخته شد. فاکتور اصلی در این آزمایش شامل سه سطح مختلف نیتروژن (۶۰، ۱۰۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره، فاکتور دوم شامل دو سطح اسید جیبرلیک (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در دو منطقه مختلف آب و هوایی کرج و همدان در نظر گرفته شد. مطابق نتایج اثرات سه گانه منطقه، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، سختی دانه، پروتئین دانه، درصد عناصر فسفر، پتاس و عنصر روی دانه با احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه (۱۴/۲۳ تن در هکتار)، روی دانه (۴۲/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و اسید جیبرلیک در همدان و بالاترین عملکرد زیستی (۳۵/۴ تن در هکتار) و (۳۷/۲ تن در هکتار) به ترتیب مربوط به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و مصرف اسید جیبرلیک در همدان تعلق داشت. بیشترین پتاسیم دانه (۱۱/۶۹ گرم در کیلوگرم) و (۱۱/۶۳ گرم در کیلوگرم) به ترتیب مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و اسید جیبرلیک و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و عدم مصرف اسید جیبرلیک در همدان بود. نتایج نشان داد که کاربرد اسید جیبرلیک منجر به کاهش مصرف نیتروژن شد و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک باعث کاهش مصرف ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شد که این امر سبب کاهش هزینه نیتروژن و اثرات زیست محیطی ناشی از استفاده نیتروژن شده است.**

**کلمات کلیدی: جیبرلین، سوپرگندم، عملکرد، کیفیت دانه، نیتروژن**

**مقدمه**

گندم با نام علمی *Tritticum aestivum* L. به عنوان ماده اصلی در تأمین پروتئین در تغذیه مردم جهان نقش اساسی داشته و به عنوان گیاه استراتژیک مهم در افزایش توان اقتصادی و تأمین امنیت غذایی، از اولویت بسیار بالایی نسبت به سایر گیاهان زراعی برخوردار است (Liu *et al*., 2018; Lu *et al*., 2021). نیتروژن به عنوان یک عنصر پرمصرف، نقش‌های بسیار مهمی در گیاه مانند ساخت کلروفیل، پروتئین داشته و همچنین نقش

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: MN64_ilkaee@yahoo.com

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

به‌سزایی در فعالیت فتوسنتزی و تولید شیره پرورده و انتقال آن به دانه، دارد. استفاده از میزان مطلوب نیتروژن برای هر گیاه زراعی و ممانعت از آبشویی آن، در افزایش راندمان تولید، کاهش هزینه‌ها و حفظ کیفیت تولید به ویژه افزایش پروتئین دانه نقش مهمی بازی می‌کند (David, 2005). طبق گزارشات پژوهشگران تغذیه گیاه زراعی با حد مطلوب نیتروژن ضمن اعمال اثرات مثبت و معنی‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، باعث افزایش عناصر مغذی مانند پتاسیم و فسفر می‌شود (Mosanaei *et al*., 2017). نیتروژن از طریق انتقال مجدد بهتر مواد فتوسنتزی به دانه، افزایش تعداد دانه تولید شده در سنبله و همچنین افزایش وزن هزار دانه به ویژه در مراحل بعد از گرده افشانی و پرشدن دانه و افزایش عملکرد دانه، موجب افزایش بیوماس گیاهی می‌شود (Hochman and Waldner, 2020; Abedifar, 2018). سطح بهینه مصرف نیتروژن برای هر اقلیمی، به میزان بارندگی، بافت خاک، میزان ماده آلی خاک، تهویه مطلوب خاک، نوع گیاه، رقم و نحوه توسعه ریشه بستگی دارد که این موضوع باعث گزارشات متفاوت توسط محققین برای حد مطلوب مصرف نیتروژن در ایران و جهان شده است (Marschner, 2011; Ilkaee *et al*., 2015; Kamir *et al*., 2020). مطابق نتایج پژوهشگران، مصرف ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با افزایش معنی‌دار تعداد پنجه، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه گندم نسبت به شاهد، همراه بود (Golik *et al*., 2005). براساس نتایج پژوهشگران، مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث افزایش ۳۰ درصدی سطح برگ، افزایش۲۰ درصدی تعداد پنجه در بوته شده است که منجر به افزایش ماده خشک و عملکرد دانه در گندم شد (Lemon, 2007). نیتروژن مطوب برای گیاه در گسترگی مناسب ریشه در ابعاد مختلف در افزایش سطح تماس ذرات خاک با ریشه، در کارایی جذب آب و عناصر غذایی در خاک مؤثر بوده و درنهایت در تولید مطلوب اقتصادی دانه کمک می‌کند. رفع نیاز مطلوب نیتروژن با تسریع مطلوب رشد رویشی بخش‌های فتوسنتزکننده گیاه (رسیدن به حد مطلوب شاخص سطح برگ) در ساخت و ذخیره مواد پروده و آمادگی جهت انتقال مؤثر مواد به دانه‌ها نقش مهمی بازی می‌کند (Cui *et al*., 2020). استفاده از حد مطلوب نیتروژن برای هر رقم گندم ضمن ممانعت از حساسیت بافت گیاهی نسبت به بیماری‌ها و آفات، با کمک به بخش‌های هوایی فتوسنتزکننده و به‌طور متقابل جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو توسط ریشه حمایت می‌کند (ایلکایی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Kamir *et al*., 2020).

امروزه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه با ایجاد تعادل هورمونی در گیاه در کنترل تحمل به انواع تنش‌ها و حتی افزایش دوام سطح فتوسنتزی گیاه شده است (Gao and Chu, 2020). اسید جیبرلیک در گیاه با بهبود شرایط نفوذپذیری غشای سلولی و انتقال مؤثر مواد درون آوندهای چوبی و آبکش و همچنین فراهم‌سازی انرژی لازم برای فعالیت‌های انتقال، موجب بهبود رشد گیاه شده و با افزایش ارتفاع گیاه باعث رقابت بهتر جذب نور و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود و از این طریق موجب افزایش عملکرد زیستی گیاه می‌شود. اسید جیبرلیک با نقشی که در فعال‌سازی آنزیم آلفا آمیلاز دارد برای تجزیه مطلوب ذخایر قندی به شکل نشاسته و تبدیل آن به قندهای منو و دی‌ساکارید جهت مصرف در فعالیت‌های متابولیسمی همچون تنفس سلولی و رهاسازی انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است (Hesham *et al*., 2021; Nimir *et al*., 2017). در همین راستا، محققین اعلام کردند که کاربرد اسید جیبرلیک موجب افزایش عملکرد و پروتئین دانه گندم (Xu *et al*., 2020)، و همچنین عملکرد زیستی و دانه گندم حتی در شرایط تنش خشکی شد (Skalicky *et al*., 2020). بنابر اهمیت میزان مطلوب نیتروژن و اسید جیبرلیک در گندم، این پژوهش به بررسی محلول‌پاشی هورمون اسید جیبرلیک در مرحله مهم فنولوژیکی گیاه پرداخته و واکنش گندم به عملکرد دانه و صفات کمی دانه در سطوح مختلف نیتروژن خاک در یک رقم جدید و خاص گندم (سوپرگندم) که از ارقام جدید هیبرید با ظرفیت و توان تولیدی تعداد دانه در سنبله بالا از ارقام هیبرید است، در دو شرایط مختلف اقلیمی کرج و همدان پرداخته شد؛ تا مشخص گردد

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

که آیا کاربرد اسید جیبرلیک منجر به کاهش مقدار مصرف نیتروژن می‌گردد یا خیر.

**مواد و روش‌ها**

قبل از آماده‌سازی نهایی زمین، نمونه‌برداری خاک به شکل زیکزاک با حرکت رو به جلوی ۱۵ متر و سپس به سمت راست و چپ و با کنار زدن مواد بقایای گیاه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شده و پس از مخلوط نمونه‌ها با برداشت نمونه حدود یک کیلوگرم به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال داده شد تا براساس آن مقدار موجود نیتروژن و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱) و اطلاعات هواشناسی برای دو ناحیه آزمایش در طی رشد گیاه در جدول ۲ نشان داده شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار در دو منطقه کرج و همدان انجام شد. این پژوهش در کرج در ایستگاه تحقیقاتی مهندس رسول مطهری (چغندرقند)، با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا و در همدان در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه و ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۸۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل نیتروژن (از منبع اوره) در سه سطح (۶۰، ۱۰۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) که در دو مرحله قبل از ساقه روی (شروع پنجه‌زنی تا آغاز ساقه روی) و قبل از ظهور سنبله، محلول‌پاشی اسید جیبرلیک در دو سطح (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم)، در دو مرحله فنولوژیکی شامل آغاز برجستگی دوگانه و شروع ساقه‌دهی، بر رقم هیبرید و پر محصول سوپرگندم SHS ۰۲۲ مصرف شد که از مرکز تحقیقات کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردید. این رقم از دورگگیری بین گندم میراکل و ارقام روسی ایجاد شده است. لاین حاصل توسط اشعه گاما موتاسیون شده و سلکسیون صورت گرفت. ساقه‌ها نسبت به ارقام معمولی پرتر بوده و دارای یک سنبله اصلی و ۱۰-۵ سنبله فرعی منشعب از سنبله اصلی بوده و رنگ دانه آن قرمز است. این رقم دارای تیپ رشد پاییزه بوده و مناسب مناطق سردسیر است. همچنین از دیگر مشخصات این رقم مقاومت به زنگ زرد و اما حساس بودن نسبت به خوابیدگی است. کاشت بذور در عمق ۳ سانتی‌متر در ۷ مهرماه ۱۳۹۶ در بستر آماده‌سازی شده با شخم اولیه و شخم ثانویه (۲ دیسک عمود بر هم) و تسطیح زمین با لولر برای دو منطقه کرج و همدان در مؤسسه تحقیقات کشاورزی، با میزان مصرف بذر حدود ۹۰ کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. تیمار نیتروژن از منبع اوره و برای تنظیم میزان سطوح خالص نیتروژن ۱۵۰، ۱۰۵ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار مقادیر مصرف اوره محاسبه شد. برای محاسبه میزان مصرف نیتروژن خالص، ابتدا مقدار ۰/۴۶ را از عدد یک کم کرده و براساس مقدار حاصله (۰/۵۴) مقدار ۵۴ درصد به اعداد ۶۰، ۱۰۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اضافه شد. مقدار محاسبه مصرفی اوره برابر با ۹۲/۴، ۱۶۱ و ۲۳۱ کیلوگرم به‌دست آمد.

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کشت به طول شش متر و عرض چهار متر بود. فاصله کرت‌های اصلی حدود ۱۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر کرت ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر خط و دو خط کاشت کناری هر کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای در نظر گرفته شد. از چهار خط باقیمانده، دو خط برای نمونه‌برداری و از دو خط میانی کرت برای تعیین عملکرد دانه استفاده شد. صفات مورد اندازه‌گیری در آزمایش شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، درصد پروتئین دانه و درصد سختی دانه، مقدار روی، فسفر و پتاس بود.

شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیستی در ۱۰۰ به دست آمد. پروتئین دانه مطابق با استانداردهای انجمن بین‌المللی علوم و تکنولوژی غلات ( International Association for Cereal Chemistry, ICC) انجام شد. اصول این روش عبارت است از اکسیده‌کردن مواد آلی موجود در نمونه به وسیله اسید سولفوریک غلیظ و قرارگرفتن در مجاورت کاتالیزور که در نتیجه نیتروژن کل موجود در نمونه به سولفات آمونیوم ($(NH_4)2(SO_4$) تبدیل شد و سپس به

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک**

| منطقه | سدیم (میلی‌اکی والان بر لیتر) | مواد آلی (درصد) | فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | نیترات (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | اسیدیته | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| همدان | ۶/۸۳ | ۰/۸۱ | ۱۳/۱۲ | ۵۰۹/۱۲ | ۷/۴۴ | ۷/۶۷ | ۱/۱۴ | رسی- لومی |
| کرج | ۷/۱۱ | ۰/۱۹ | ۸/۳۲ | ۴۱۱/۲۷ | ۸/۱۱ | ۸/۰۷ | ۲/۲۶ | رسی |

**جدول ۲- اطلاعات هواشناسی از ایستگاه هواشناسی در دو منطقه کرج و همدان**

| ماه‌های کشت | حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) | | حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) | | بارندگی (میلی‌متر) | | رطوبت (٪) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کرج | همدان | کرج | همدان | کرج | همدان | کرج | همدان |
| مهر | ۷ | ۵ | ۲۵ | ۱۸ | ۱۳۰/۵ | ۱۸۱/۵ | ۴۳ | ۴۰ |
| آبان | ۲ | ۱ | ۲۰ | ۱۴ | ۱۲۸/۵ | ۱۵۲/۵ | ۴۴ | ۳۹ |
| آذر | -۱ | -۲ | ۱۸ | ۱۳ | ۸۳ | ۱۴۲/۵ | ۴۵ | ۴۲ |
| دی | -۳/۲ | -۴ | ۱۴ | ۱۰ | ۹۷/۵ | ۱۸۶/۳ | ۴۲ | ۴۳ |
| بهمن | -۳/۵ | -۷/۵ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۴۵/۲ | ۱۶۷/۵ | ۴۱ | ۴۴ |
| اسفند | ۱ | -۱ | ۱۳/۳ | ۱۴ | ۱۰۵/۵ | ۱۲۴/۵ | ۵۴ | ۴۱ |
| فروردین | ۵ | ۳ | ۱۵/۵ | ۱۶ | ۹۷ | ۱۲۱/۲ | ۴۸ | ۳۸ |
| اردیبهشت | ۱۱ | ۹ | ۱۹ | ۱۶/۵ | ۱۰۴/۵ | ۱۱۲/۶ | ۴۲ | ۴۲ |
| خرداد | ۱۸ | ۱۴ | ۲۹/۳ | ۲۳/۵ | ۰ | ۰ | ۴۶ | ۴۳ |

کمک قلیا آمونیاک سولفات آمونیوم آزاد و تقطیر شده و آمونیاک آزاد شده تیتر گردید و سپس نیتروژن موجود در نمونه محاسبه و با ضرب نمودن مقدار نیتروژن در ضریب مربوط (۵/۷۵) میزان پروتئین دانه تعیین شد به منظور اندازه‌گیری پتاسیم دانه ابتدا دانه را برداشت نموده و سپس نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. نمونه‌های خشک‌شده را با استفاده از آسیاب پودر سپس مقادیر پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر برحسب میلی‌گرم بر گرم ماده خشک خوانده و اعداد از طریق مقایسه با نمودار حاصل از نمونه‌های استاندارد تعدیل شدند (Jaiswal, 2004). فسفر دانه بعد از هضم خشک نمونه‌ها به روش کالریمتری (رنگ زرد وانادات مولیبدات) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Patterson *et al.*, 1984). برای اندازه‌گیری غلظت روی گیاهان از روش‌های متداول WHO استفاده شد (Sekabira *et al.*, 2010). به این ترتیب که نمونه‌ها با آب دیونیزه شسته شدند، سپس در کاغذهای آلومنیومی پیچیده و برای ۲۴ ساعت در آون خشک شدند. از هر نمونه ۱/۲ گرم در ارلن ریخته، سپس ۲۵ میلی‌گرم از $HNO_3$ ۶۵ درصد به نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها قبل از گرما دادن به مدت یک شب در اسید قرار گرفتند. هضم با ظروف در باز در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت تا زمانی که محتوای مایع ظروف بخار و تقریباً خشک شوند. سپس ۵ میلی‌لیتر از پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد برای تکمیل هضم به ارلن‌ها با دیونیزه شد و مخلوط تا جوشیدن حرارت دید. محتوای ظروف بعد از خنک شدن به ظروف استاندارد ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و با آب دیونیزه به حجم رسانده شد. برای تجزیه و تحلیل روی با دستگاه جذب اتمی Perkin-Elmer مدل ۲۳۸۰ استفاده گردید. میزان سختی دانه گندم با استفاده از روش توزیع اندازه

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

**جدول ۳- میزان سختی دانه**

| طبقه | فوق‌العاده سخت | خیلی سخت | سخت | نسبتاً سخت | نسبتاً نرم | نرم |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PSI (%) | ۷< | ۸–۱۲ | ۱۳–۱۶ | ۷–۲۰ | ۲۱–۲۵ | ۲۶–۳۰ |

ذرات (PSI) و مطابق با استاندارد AACC۵۵-۳۰ به دست آمد. طبق این استاندارد رطوبت دانه‌های گندم باید بین ۱۱ تا ۱۳ درصد باشد و با محاسبه شاخص اندازه ذرات، سختی گندم از (جدول ۳) مشخص شد (Anonymous, 2000). داده‌های جمع‌آوری شده پس از میانگین‌گیری هر یک از صفات، عملیات تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با روش دانکن با استفاده از مدل طرح آماری توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

## نتایج و بحث

**عملکرد دانه:** مطابق نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد (جدول ۴)، اثر منطقه، نیتروژن، اسید جیبرلیک و برهمکنش منطقه، اسید جیبرلیک و نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد. تیمار مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در همدان با بالاترین میزان عملکرد دانه (۱۴/۲۳ تن در هکتار) همراه بود (شکل ۱). رقم سوپر گندم تحت شرایط مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط آب و هوایی همدان از رشد مطلوب‌تری به دلیل تولید شاخص سطح برگ بیشتر، از میزان فتوسنتز و مواد پرورده تولیدی بیشتری برخوردار شده و درنتیجه گیاه با بهبود ذخایر بیشتر مواد غیر ساختاری با بیوماس بالاتر و در هنگام پر شدن دانه‌ها با سهم‌بندی بیشتری از مواد ذخیره انتقالی به دانه‌ها همراه شده که درنهایت با افزایش عملکرد دانه بیشتری نیز همراه شد (Hesham *et al*., 2021). عملکرد دانه تولیدی در منطقه کرج (۴/۸ تن در هکتار) در شرایط مصرف ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم مصرف اسید جیبرلیک مطلوب نبود و در حقیقت اسید جیبرلیک در شرایط مصرف نیتروژن ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار می‌تواند جایگزین میزان تفاوت مصرف نیتروژن (۴۵ کیلوگرم در هکتار) باشد. مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌تواند با تولید بیشتر اسید جیبرلیک در گیاه همراه باشد و درنتیجه گیاه در هنگام تسهیم مواد در مراحل پر شدن دانه به شکل موفق‌تر عمل نماید (Lemon, 2007).

**عملکرد زیستی:** مطابق نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد (جدول ۴)، اثر منطقه، نیتروژن، اسید جیبرلیک و برهمکنش منطقه، اسید جیبرلیک و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد. اثرات سه‌گانه منطقه، نیتروژن و اسید جیبرلیک بیشترین میزان عملکرد زیستی (۳۷/۲۰ تن در هکتار) به تیمار مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و همچنین تیمار۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۳۵/۴ تن در هکتار) در منطقه همدان تعلق داشت و کمترین میزان صفت مربوط به شاهد در منطقه همدان (۱۴/۹۸ تن در هکتار) حاصل شد (شکل ۲). مطابق نتایج، مصرف نیتروژن ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک با اثرات مثبتی همراه بود. اسید جیبرلیک با افزایش نفوذپذیری غشای سلول با افزایش انتقال مواد از سلول به سلول و حرکت مطلوب مواد در درون آوند چوبی و آبکش توانست سطح فتوسنتزکننده بیشتری تولید کند که این امر در افزایش ماده خشک گیاه مؤثر واقع شد (Hesham *et al*., 2021). پژوهشگران اعلام کردند که کاربرد اسید جیبرلیک عملکرد زیستی گندم را افزایش داد (Iftikhar *et al*., 2020)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.

**ارتفاع بوته:** اثر نیتروژن و اسید جیبرلیک و اثرات متقابل مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۴). میانگین ارتفاع

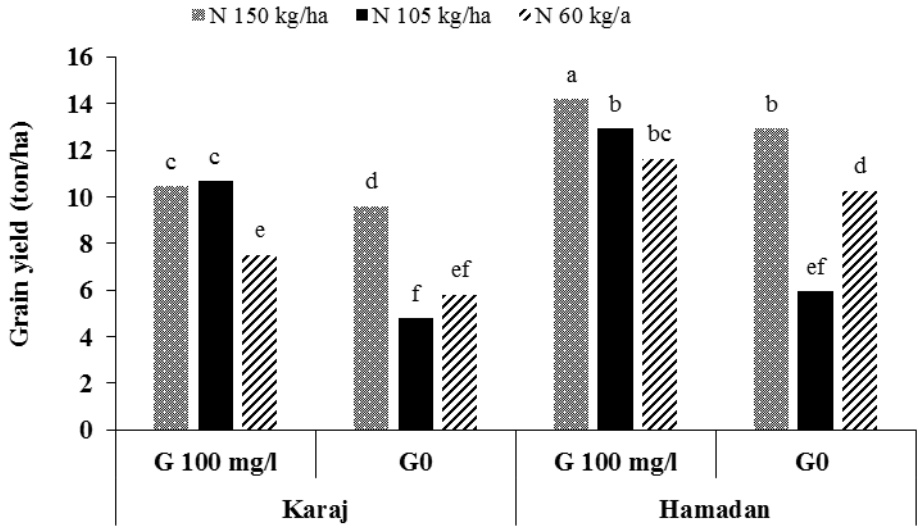
[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

**جدول ۴- تجزیه واریانس صفات عملکرد**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه | عملکرد زیستی | ارتفاع بوته | تعداد دانه در سنبله | شاخص برداشت |
| منطقه | ۱ | ۱۰۳/۷۰** | ۵۸۹/۰۳** | ۲۷۵/۲۲ns | ۷۵۷/۰۷ns | ۱۰۲/۵۵ns |
| تکرار (منطقه) | ۴ | ۶/۲۲ | ۲۲/۶۰ | ۱۶۵/۰۹ | ۴۲/۲۲ | ۹۶/۷۴ |
| نیتروژن | ۲ | ۱۰۴/۷۷** | ۴۰۷/۴۰** | ۴۷۹۴/۵۶** | ۷۳۸/۱۱ns | ۹۵۳/۲۵** |
| نیتروژن × منطقه | ۲ | ۱/۱۶ns | ۱۳/۹۹ns | ۲/۷۸ns | ۵۴/۶۵ns | ۳۲/۷۴ns |
| خطای اول | ۸ | ۰/۴۳ | ۱۰/۴۵ | ۸۵/۹۲ | ۱۵/۰۲ | ۱۰/۱۱ |
| اسید جیبرلیک | ۱ | ۱۲۰/۰۷** | ۲۲۰/۸۱** | ۹۶۱/۸۲** | ۲۰۲/۶۳** | ۸۹۷/۷۹** |
| اسید جیبرلیک × منطقه | ۱ | ۱/۳۳ns | ۳۰/۸۰ns | ۴۳۴/۴۴ns | ۱۲/۸۵ns | ۴۴/۷۶ns |
| اسید جیبرلیک × نیتروژن | ۲ | ۴/۱۶ns | ۹/۳۰ns | ۲۵۰/۷۲ns | ۴/۱۷ns | ۵۲/۹۷ns |
| اسید جیبرلیک × نیتروژن × منطقه | ۲ | ۳۰/۰۳** | ۴۳/۸۶** | ۵۳۷/۷۲** | ۶۱/۱۲** | ۹۷/۶۴** |
| خطا | ۱۲ | ۱/۲۴ | ۱۴/۵۹ | ۱۷۶/۵۱ | ۱۷/۶۳ | ۱۳/۷۹ |
| ضریب تغییرات | | ۱۱/۳۱ | ۱۴/۹۵ | ۹/۹۹ | ۸/۸۱ | ۶/۶۱ |

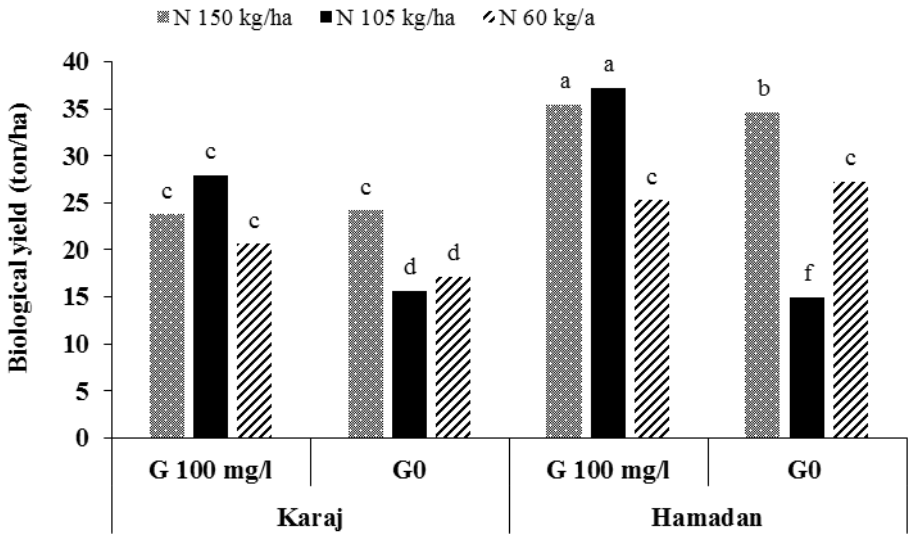
**** معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱ درصد و ns بدون اختلاف معنی‌دار**




**شکل ۱- اثرات سه گانه منطقه، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر عملکرد دانه (تن در هکتار)**

بوته در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در منطقه همدان با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک افزایش یافت، درحالی‌که این صفت با مصرف ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در همدان با عدم مصرف اسید جیبرلیک با کمترین میانگین ارتفاع بوته همراه شد. اسید جیبرلیک توانست در تیمار ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۵۸/۸۶ سانتی‌متر باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شود که این تیمار برای کشاورزان گندم‌کار قابل توصیه است چرا که از مصرف نیتروژن جلوگیری می‌نماید. اسید جیبرلیک با نقش خود در تولید انرژی بیشتر برای فراهم‌سازی فعالیت‌های متابولیسمی در

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]



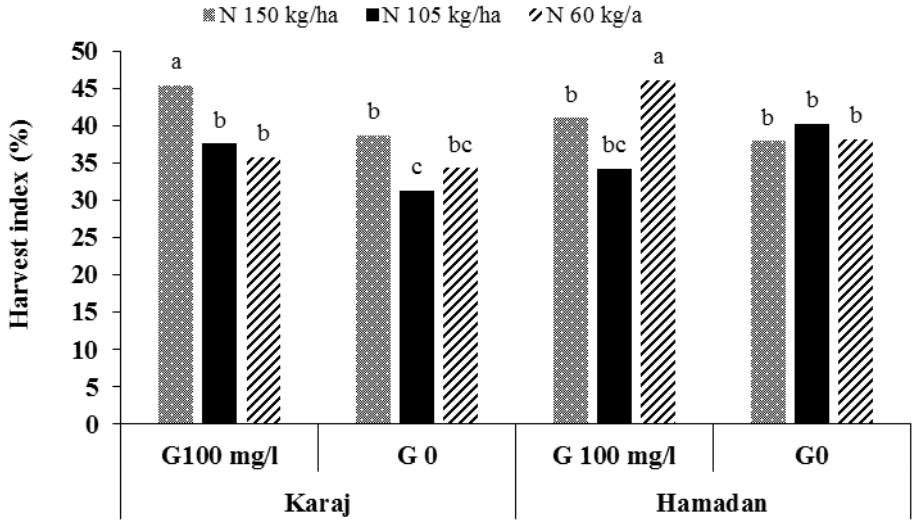

**شکل ۲- اثرات سه‌گانه منطقه، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر عملکرد زیستی (تن در هکتار)**

گیاه به ویژه فتوسنتز و تنفس توانست با افزایش بخش‌های فتوسنتزکننده در انتقال مؤثر مواد به این بخش‌ها، باعث افزایش رشد سریع ارتفاع گیاه شود (Abedifar, 2018). نتایج این پژوهش با گزارش‌های سایر محققین مطابقت داشت (Hesham *et al.*, 2021).

**تعداد دانه در سنبله:** اثر نیتروژن و اثرات سه‌گانه مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر صفت تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین صفت تعداد دانه در سنبله (۶۰/۲۳) در تیمار ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و همچنین تیمار ۱۵۰ نیتروژن و عدم مصرف اسید جیبرلیک (۶۰/۲۴) در منطقه همدان حاصل شد. همچنین کمترین میزان صفت (۳۷/۸۷) در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با عدم مصرف اسید جیبرلیک در کرج حاصل شد. در حقیقت اسید جیبرلیک به شکل قابل توجه‌ای باعث افزایش ۳۸ درصدی تعداد دانه در سنبله شده که این موضوع نشان از توجه ویژه به افزایش تعداد دانه در سنبله به عنوان یکی از اجزای مهم در افزایش عملکرد در گندم است. افزایش این صفت در کرج با مصرف ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای مقایسه مصرف و عدم مصرف اسید جیبرلیک نشان از افزایش ۳۱ درصدی تعداد دانه در سنبله است (جدول ۶). در حقیقت شرایط خاک بهتر همدان کارایی به ویژه درصد ماده آلی می‌تواند دلیل محکمی برای افزایش توسعه ریشه و افزایش کارایی اسید جیبرلیک در افزایش تعداد دانه در سنبله باشد. نیتروژن از طریق افزایش سطح برگ و تولید مواد فتوسنتزی در زمان تشکیل اجزای گل می‌تواند در افزایش تعداد دانه‌ها در سنبله در گندم مؤثر باشد (Hesham *et al.*, 2021). در شرایط مصرف کمتر نیتروژن، تیمار اسید جیرلیک توانست با انتقال مؤثر عناصر غذایی و انتقال انرژی بهتر در افزایش انتقال ذخایر غذایی در تشکیل اجزای گل و دانه مؤثر واقع شود (Xu *et al.*, 2020). سایر محققین نتایج مشابهی را به دست آوردند، آن‌ها گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم خصوصاً تعداد دانه در سنبله شده است (Lu *et al.*, 2021).

**شاخص برداشت:** نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر نیتروژن، اسید جیبرلیک و اثرات سه‌گانه مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر شاخص برداشت در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین میزان شاخص برداشت (۴۵/۳۲ درصد) به تیمار مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در کرج و همچنین تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۴۶/۱۱ درصد) در منطقه

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]




**شکل ۳- اثرات سه‌گانه منطقه، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر شاخص برداشت (٪)**

همدان تعلق داشت (شکل ۳). کود نیتروژن باعث بهبود رشد رویشی گیاه شده است که این امر سبب تولید بیشتر مـواد فتوسنتزی می‌شود تا در مرحله رشد و نمو دانه، به تولید دانه اختصاص یابد و درنتیجه نسبت دانه بر عملکرد رویشی افزایش یابد. با کاربرد اسید جیبرلیک، مصرف نیتروژن از ۱۵۰ کیلوگرم به ۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت که می‌توان گفت اسید جیبرلیک در گیاه سبب کاهش مصرف نیتروژن شده است (Hochman and Waldner, 2020; Iftikhar et al., 2020). در همین راستا، محققین اعلام کردند که کاربرد اسید جیبرلیک موجب افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت گندم شده است (Iftikhar *et al.*, 2020)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.

**درصد سختی و پروتئین دانه:** اثرات سه گانه مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر درصد سختی و پروتئین دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین درصد سختی دانه به تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن دانه و عدم مصرف اسید جیبرلیک در همدان تعلق داشت. در حقیقت مقدار مصرف کمتر نیتروژن به همراه تولید کمتر اسید جیبرلیک با عدم رشد مطلوب دانه همراه بوده و عموماً دانه‌های کوچکتر از درجه سختی بالاتر و درصد پروتئین بالاتری نیز همراه هستند (جدول ۶). بالاترین میزان درصد پروتئین دانه به تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن و مصرف اسید جیبرلیک در همدان تعلق داشت (جدول ۶). یکی از دلایل اصلی بالابودن درصد پروتئین دانه به واسطه کاهش اندازه دانه در تیمار مصرف پایین نیتروژن بوده که دانه‌های کوچکتر اغلب از درصد بالای پروتئین برخوردار هستند (Xu *et al.*, 2020). کمترین میزان درصد پروتئین دانه (۸/۷۵٪) در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و با مصرف اسید جیبرلیک در منطقه کرج حاصل شد (جدول ۶). در حقیقت شرایط اقلیمی و آب و هوایی و خاک از لحاظ ماده آلی و میزان توسعه ریشه کمتر در خاک می‌تواند در کاهش کارایی جذب نیتروژن و کاهش درصد پروتئین دانه مؤثر باشد. به‌طوریکه با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در رقم پیشتاز گندم، با بالاترین میزان درصد پروتئین دانه برخوردار بودند.

**درصد روی، فسفر و پتاس دانه:** اثرات سه‌گانه مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر غلظت‌های فسفر، پتاس و روی دانه در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین مقدار روی دانه (۴۲/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و اسید جیبرلیک در همدان بود. همچنین بیشترین میزان غلظت پتاسیم دانه (۱۱/۶۹ گرم در کیلوگرم) و (۱۱/۶۳ گرم در کیلوگرم) به ترتیب مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و اسید جیبرلیک و

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

**جدول ۵- تجزیه واریانس صفات کیفیت دانه**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سختی دانه | پروتئین دانه | روی دانه | پتاس دانه | فسفر دانه |
| منطقه | ۱ | ۴۳۵/۶۲$^{ns}$ | ۲۷/۳۷$^{ns}$ | ۱۲۷/۸۰$^{ns}$ | ۰/۷۸$^{ns}$ | ۰/۰۲$^{ns}$ |
| تکرار (منطقه) | ۴ | ۴۰/۲۲ | ۱/۷۸ | ۳۷/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۱۶ |
| نیتروژن | ۲ | ۲۲۷/۸۳$^{ns}$ | ۳/۱۲$^{ns}$ | ۱۰۰/۹۸$^{ns}$ | ۱/۲۰$^{ns}$ | ۰/۰۰۹$^{ns}$ |
| نیتروژن × منطقه | ۲ | ۱۱۱/۶۰$^{ns}$ | ۲/۹۴$^{ns}$ | ۶۸/۲۴$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۲$^{ns}$ |
| خطای اول | ۸ | ۳۳/۰۹ | ۱/۰۳ | ۲۳/۶۰ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۰۰۵ |
| اسید جیبرلیک | ۱ | ۶۷/۳۷$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۴۶/۸۰$^{ns}$ | ۰/۳۵$^{ns}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ |
| اسید جیبرلیک × منطقه | ۱ | ۶/۵۲$^{ns}$ | ۰/۰۹۱$^{ns}$ | ۱۹/۷۵$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ |
| اسید جیبرلیک × نیتروژن | ۲ | ۱۰/۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۸$^{ns}$ | ۲۰/۱۶$^{ns}$ | ۰/۱۴$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۳$^{ns}$ |
| اسید جیبرلیک × نیتروژن × منطقه | ۲ | ۳۳/۸۹$^{**}$ | ۱/۵۶$^{**}$ | ۶۵/۸۶$^{**}$ | ۱/۱۷$^{**}$ | ۰/۰۰۱$^{**}$ |
| خطا | ۱۲ | ۱۱/۴۴ | ۰/۶۵ | ۱۳/۵۶ | ۰/۰۸ | ۰/۰۰۰۱ |
| ضریب تغییرات | | ۶/۹۲ | ۷/۸۲ | ۱۰/۷۷ | ۷/۹۵ | ۱۱/۵۳ |

**** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns بدون اختلاف معنی‌دار.**

**جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثرات سه‌گانه مکان، نیتروژن و اسید جیبرلیک بر برخی صفات گندم**

| منطقه | جیبرلین | نیتروژن | ارتفاع بوته (سانتی متر) | سختی دانه (درصد) | پروتئین دانه (درصد) | تعداد دانه در سنبله | روی دانه (میلی گرم در کیلوگرم) | پتاس دانه (گرم در کیلوگرم) | فسفر دانه (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کرج | ۱۰۰ میلی- | ۱۵۰ Kg/ha | ۱۴۸/۷۲$^{b}$ | ۵۰/۳۷$^{b}$ | ۱۰/۲۹$^{c}$ | ۴۶/۵۸$^{d}$ | ۳۵/۴$^{d}$ | ۱۰/۲۹$^{c}$ | ۰/۳۵$^{b}$ |
| | گرم بر لیتر | ۱۰۵ kg/ha | ۱۴۹/۶۱$^{b}$ | ۵۲/۴۳$^{b}$ | ۱۰/۶۱$^{c}$ | ۵۱/۸۱$^{c}$ | ۳۷/۲$^{c}$ | ۱۰/۶۱$^{c}$ | ۰/۳۶$^{b}$ |
| | | ۶۰ kg/ha | ۱۳۴/۳۲$^{bc}$ | ۴۱/۹۹$^{c}$ | ۸/۷۵$^{e}$ | ۴۱/۵۱$^{e}$ | ۳۶/۱۳$^{d}$ | ۸/۷۵$^{e}$ | ۰/۳۳$^{c}$ |
| | عدم | ۱۵۰ Kg/ha | ۱۳۲/۵۵$^{bc}$ | ۴۳/۷۰$^{c}$ | ۸/۹۹$^{e}$ | ۴۴/۹$^{d}$ | ۳۷/۸۳$^{c}$ | ۸/۹۹$^{e}$ | ۰/۳۴$^{bc}$ |
| | مصرف | ۱۰۵ kg/ha | ۱۰۲/۴۱$^{d}$ | ۴۰/۰۳$^{c}$ | ۹/۳۰$^{d}$ | ۳۵/۷۵$^{g}$ | ۳۱/۵۳$^{f}$ | ۹/۳۰$^{d}$ | ۰/۳۳$^{c}$ |
| | | ۶۰ kg/ha | ۱۱۶/۴۶$^{cd}$ | ۴۲/۷۷$^{c}$ | ۸/۷۷$^{e}$ | ۳۷/۷۸$^{f}$ | ۳۲/۷$^{e}$ | ۸/۷۷$^{e}$ | ۰/۳۲$^{d}$ |
| همدان | ۱۰۰ میلی- | ۱۵۰ Kg/ha | ۱۴۹/۱۷$^{b}$ | ۵۲/۹۲$^{b}$ | ۱۱/۲۶$^{b}$ | ۵۷/۶۴$^{b}$ | ۴۲/۹۳$^{a}$ | ۱۱/۲۶$^{b}$ | ۰/۳۹$^{a}$ |
| | گرم بر لیتر | ۱۰۵ kg/ha | ۱۵۸/۸۶$^{a}$ | ۵۴/۸۳$^{b}$ | ۱۱/۲۹$^{b}$ | ۶۰/۲۳$^{a}$ | ۴۰/۰۳$^{c}$ | ۱۱/۲۹$^{b}$ | ۰/۳۹$^{a}$ |
| | | ۶۰ kg/ha | ۱۳۱/۱۹$^{bc}$ | ۵۶/۲۰$^{b}$ | ۱۱/۶۹$^{a}$ | ۵۲/۰۷$^{c}$ | ۳۶/۲۶$^{d}$ | ۱۱/۶۹$^{a}$ | ۰/۳۹$^{a}$ |
| | عدم | ۱۵۰ Kg/ha | ۱۵۱/۶۳$^{b}$ | ۵۷/۲۹$^{a}$ | ۱۱/۶۳$^{a}$ | ۵۹/۹۴$^{a}$ | ۴۱/۵۶$^{b}$ | ۱۱/۶۳$^{a}$ | ۰/۳۹$^{a}$ |
| | مصرف | ۱۰۵ kg/ha | ۱۰۰/۵۴$^{d}$ | ۴۲/۴۵$^{c}$ | ۱۰/۳۱$^{c}$ | ۳۷/۰۵$^{f}$ | ۳۱/۴۶$^{f}$ | ۱۰/۳۱$^{c}$ | ۰/۳۵$^{b}$ |
| | | ۶۰ kg/ha | ۱۲۲/۵۷$^{cd}$ | ۵۰/۲۱$^{b}$ | ۱۰/۶۹$^{c}$ | ۴۵/۴۲$^{d}$ | ۳۶/۲۶$^{d}$ | ۱۰/۶۹$^{c}$ | ۰/۳۵$^{b}$ |

**در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)**

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و عدم مصرف اسید جیبرلیک در همدان بود. بالاترین غلظت فسفر دانه (۰/۳۹ درصد)، مربوط به تیمار مصرف اسید جیبرلیک در سطوح مختلف نیتروژن و عدم مصرف اسید جیبرلیک و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در همدان تعلق داشت (جدول ۶). به نوعی می‌توان گفت که اسید جیبرلیک در افزایش غلظت پتاسیم دانه در مصرف ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نقش مهمی بازی کرد و از میزان مصرف نیتروژن اضافی صرفه‌جویی کرد (جدول ۶). بنابراین تیمار ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف اسید جیبرلیک می‌تواند در افزایش مؤثر غلظت روی دانه مؤثر باشد و قابل توصیه است چرا که از مصرف نیتروژن به میزان ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن جلوگیری می‌نماید. اسید جیبرلیک با افزایش نفوذپذیری دیواره غشای سلوی در انتقال مواد از سلول به سلول و همچنین انتقال شیره پرورده در آوندهای چوبی و آبکش نقش مؤثری بر فراهم‌سازی انرژی لازم برای فعالیت‌های متابولیسمی در گیاه به ویژه در فتوسنتز و تنفس دارد که از این طریق در انتقال مؤثر سه عنصر روی، پتاسیم و فسفر به دانه‌ها به شکل مطلوبی تأثیرگذار بوده است (Mer, and Ama, 2014; Sara *et al*., 2015).

## نتیجه‌گیری

به‌طورکلی رقم هیبرید سوپرگندم در شرایط آب و هوایی همدان از نظر عملکرد و بیوماس تولید شده در رتبه بالاتری نسبت به منطقه کرج قرار گرفت. تیمار مصرف ۱۵۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن با بالاترین مقدار صفات کمی و کیفی دانه همراه بود. اما تیمار مصرف ۱۰۵ کیلو گرم در هکتار نیتروژن با مصرف اسید جیبرلیک در اغلب صفات به ویژه عملکرد دانه و صفات کیفی دانه باعث شد تا در اغلب صفات عملکرد دانه و صفات کیفی دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در یک گروه آماری قرار گیرد و در حقیقت مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک باعث کاهش ۴۵ کیلوگرم در مصرف نیتروژن شده که این موضوع از بابت هزینه نیتروژن و مدیریت اکولوژیکی برای دوام فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اهمیت دارد.

## منابع


ایلکایی، محمد نبی، پاک‌نژاد، فرزاد، و گلزردی، فرید (۱۳۹۴) مراحل رشد و نمو غلات. انتشارات کاج طلایی.

Abedifar, M. (2018). Evaluation seed yield, its components and protein concentration of wheat in response to different level of nitrogen and vermicompost. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 4*(4), 47-61.

Anonymous, A. (2000). AACC Method. Approved Methods of the AACC, 10th Ed. Methods 55-30. AACC International of USA.

Cui, W., Song, Q., Zuo, B., Han, Q., & Jia, Z. (2020). Effects of gibberellin (GA4+7) in grain filling, hormonal behavior, and antioxidants in high-density Maize (*Zea mays* L.). *Journal of Plants, 9* (8), 978-991. https://doi: 10.3390/plants9080978.

David, C. (2005). Nitrogen management organic farming: Nutrient requirement and fertilization. *International Master of Science in Soils and Global Change, 27* (1), 647-660.

Golik, S. I., Chidichimo, H. O., & Sarandon, S. J. (2005). Biomass production, nitrogen accumulation and yield in wheat under two tillage systems and nitrogen supply in the Argentine Rolling Pampa. *World Journal of Agriculture Science, 1* (1), 36-41.

Gao, S. H., & Chu, C. H. (2020). Gibberellin metabolism and signaling: Targets for improving agronomic performance of crops. *Plant Cell Physiology, 61*(11), 1902-1911. doi:10.1093/pcp/pcaa104.

Hesham, F., Alharby, M., Rizwan, A., Iftikhar, K., Hussaini, M., Zia ur Rehman, M., Atif, A., Bamagoos, B., Alharbi, M., Asrar, M., Yasmeen, T., & Shafaqat, A. (2021). Effect of gibberellic acid and titanium dioxide nanoparticles on growth, antioxidant defense system and mineral nutrient uptake in wheat. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 221* (15), 1-10. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112436.

Hochman, Z., & Waldner, F. (2020). Simplicity on the far side of complexity: Optimizing nitrogen for wheat in increasingly variable rainfall environments. *Journal of Environmental Research Letters, 16* (1), 1-16. DOI. 10.1088/1748-9326/abc3ef.


[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

Iftikhar, A., Rizwan, M., Adrees, M., Ahfaghat, A., Zia ur Rehman, M., Farooq Qayyum, M., & Hussain, A. (2020). Effect of gibberellic acid on growth, biomass, and antioxidant defense system of wheat (*Triticum aestivum* L.) under cerium oxide nanoparticle stress. *Environmental Science and Pollution Research, 27* (1), 33809-33820. doi: 10.1007/s11356-020-09661-9.

Ilkaee, M. N., Pakenjad, F., & Golzardi, F. (2015). Stages of Growth and Development of Cereals. Golden Pine Publications.

Jaiswal, P. C. (2004). Soil, Plant and Water Analysis. Kalyani Publishers, Indhiana, India.

Kamir, E., Waldner, F., & Hochman, Z. (2020). Estimating wheat yields in Australia using climate records, satellite imagetime series and machine learning methods. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *160* (1): 124-135. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.11.008.

Lemon, J. (2007). Nitrogen Management for Wheat Protein and Yield in the Esperance Port Zone. Department of Agriculture and Food Publisher.

Liu, L., Xia, W., Li, H., Zeng, H., Wei, B., Han, S., & Yin, C. (2018). Salinity inhibits rice seed germination by reducing α-amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. *Journal of Frontiers in Plant Science, 9* (1), 260- 275. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00275.

Lu, J., Hu, T., Geng, C. H., Cui, X., Fan, J., & Zhang, F. (2021). Response of yield, yield components and water-nitrogen use efficiency of winter wheat to different drip fertigation regimes in Northwest China. *Agricultural Water Management, 255* (1), 21-37. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107034.

Marschner, H. (2011). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic press.

Mer, M., & Ama, E. H. E. (2014). Effect of Cu, Fe, Mn, Zn foliar application on productivity and quality of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy Food and Application Science, 2*(9), 283-291.

Mosanaei, H., Ajamnorozi, H., Dadashi, M. R., Faraji, A., & Pessarakli, M. (2017). Improvement effect of nitrogen fertilizer and plant density on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed deterioration and yield. *Emirates Journal of Food Agriculture*, 29 (11), 899-910. DOI: https://doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i11.1500.

Nimir, N. E. A., Zhou, G., Guo, W., Ma, B., Lu, S., & Wang, Y. (2017). Effect of foliar application of GA3, kinetin, and salicylic acid on ions content, membrane permeability, and photosynthesis under salt stress of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Canadian Journal of Plant Science, 97*(3), 525-535. https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0110.

Patterson, B., Macrae, E., & Ferguson, I. (1984). Estimation of hydrogen peroxide in plant extracts using titanium (IV). *Journal of Analytical Biochemistry, 13* (2), 487-492.

Sara, R. T., Deborah, G. M., & Bert, M. C. (2015). Effects of paclobutrazol and fertilizer on the physiology, growth and biomass allocation of three Fraxinus species. *Forest Ecology and Management, 14* (3), 590-598. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.05.011.

Sekabira, K. H., Oryem Origa, T. A., Basamba, G., Mutumba, E., & Kakudidi, E. (2010). Assessment of heavy metal pollution in the urban stream sediments and its tributaries. *International Journal of Environment Science Technology, 7* (1), 435-446. https://doi.org/10.1007/BF03326153.

Skalicky, M., Kubes, J., Vachova, P., Hajihashemi, S. H., Martinkova, J., & Hejnak, V. (2020). Effect of gibberellic acid on growing-point development of Non-vernalized Wheat plants under long-day conditions. *Journal of Plants*, *9* (17), 2-14. doi: 10.3390/plants9121735.

Xu, A., Li, L., Xie, J., Wang, X., Coulter, J. A., Liu, C., & Wang, L. (2020). Effect of long-term nitrogen addition on wheat yield, nitrogen use efficiency, and residual soil nitrate in a semiarid area of the loess plateau of China. *Sustainability, 12* (5), 1735-1752. https://doi.org/10.3390/su12051735.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]

# Effects of gibberellic acid spraying at different nitrogen levels on the Super Wheat cultivar in two areas of Iran

**Shamayel Salemi parizi[1] ،Mohammad Nabi Ilkaee[1] ، Farzad paknejad[1]، Fayaz AghaYari[1] Mehdi Sadeghi Shoa [2]**

**[1] Islamic Azad university of Karaj, Iran**
**[2] Seed and Plant Breeding Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran**
**(Received: 02/06/2022, Accepted: 28/12/2022)**

## Abstract

The effects of gibberellic acid on different levels of nitrogen in high yielding hybrid cultivars of wheat can be effective in increasing the quality and quantity of grain yield. In this study, we investigated the effect of the spraying of gibberellic acid on the desired concentration in different levels of nitrogen on the quantity and quality of grain of the Super Wheat hybrid cultivar in the Karaj and Hamadan regions, according to the split plot experiment in a randomized complete block design with 4 replications. The main factor in this experiment included three different levels of nitrogen (60, 105 and 150 kg/ha) from urea sources; the second factor includes two levels of gibberellic acid (zero and 100 ppm) in two different climatic zones, Karaj and Hamadan. According to the results of the three effects of region, nitrogen and gibberellic acid on biological yield, grain yield, and plant height, the number of grains per spike, grain hardness, grain protein, and percentage of phosphorus, potash and zinc on grain with a 1% error were significant. The highest grain yield (14.23 ton/ha), zinc grain (42.93 mg/kg) to 150 kg/ha of nitrogen and gibberellic acid in Hamadan, respectively, and the highest biological yield (35.4 ton/ha) and (37.2 ton/ha) belonged to 150 kg/ha of nitrogen and gibberellic acid consumption in Hamadan, respectively. The highest grain potassium levels (11.69 g/kg) and (11.63 g/kg) were related to the treatment of 60 kg/ha nitrogen and gibberellic acid and the treatment of 150 kg of nitrogen and no gibberellic acid in Hamadan, respectively. The results showed that the use of gibberellic acid led to a decrease in nitrogen consumption, and the use of 100 mg/l of gibberellic acid reduced the consumption of nitrogen by 45 kg/ha, which reduced the cost of nitrogen and the environmental effects caused by the use of nitrogen.

**Keywords:** Gibberellin, Super wheat, Yield, Grain quality, Nitrogen

Corresponding author, Email: MN64_ilkaee@yahoo.com

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.56.2.6 ]