اثر منابع مختلف کودهای محتوی نیتروژن پایه و اسید هیومیک بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گندم رقم پیشتاز

هومن عباسی*[۱] و جواد حمزه‌ئی[۲]

۱) پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا، تهران، ایران.
۲) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

* نویسنده مسئول: **homan.abbasi1368@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۰۳**

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر منابع مختلف کودهای نیتروژن پایه (اوره، سولفات‌آمونیوم، اوره با پوشش گوگردی و عدم مصرف کود نیتروژن پایه) و اسیدهیومیک (مصرف و عدم مصرف) بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن گندم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی شرکت مزارع نوین ایرانیان واقع در شهرستان ورامین انجام شد. نتایج نشان داد که اثر نوع کود نیتروژن بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه در بوته و تعداد سنبله در متر مربع از تیمار کود اوره به‌دست آمد. اما بیش-ترین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت در تیمار اوره با پوشش گوگردی تولید شد و مصرف کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به اوره و سولفات آمونیوم به ترتیب ۱۰ و ۲۳/۲ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. هم‌چنین، کاربرد اسیدهیومیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم را به ترتیب به مقدار ۱۴/۰، ۱۷/۸ و ۲۴ درصد افزایش داد. مصرف کود اوره با پوشش گوگردی و اسیدهیومیک، افزایش کارایی مصرف نیتروژن را به دنبال داشت. بنابراین می‌توان با مصرف اوره با پوشش گوگردی به‌عنوان کود پایه و کاربرد اسیدهیومیک، ضمن افزایش عملکرد گندم، هدرروی نیتروژن را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: اوره با پوشش گوگردی، سولفات آمونیوم و شاخص برداشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

مقدمه

مدیریت مصرف بهینه کود نیتروژن برای موفقیت در افزایش عملکرد دانه گندم، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. طبق گزارش‌های موجود، میزان مصرف کودهای نیتروژن در دنیا حدود ۱۱۰ میلیون تن در سال می‌باشد که ۴۰ درصد آن در زراعت غلات مصرف می‌گردد. به‌طور میانگین درصد بازیافت این کودهای نیتروژنی (NARF)[1]حدود ۳۳ درصد بوده و ۶۷ درصد بقیه از طریق آبشویی، تصعید، دنیتریفیکاسیون و... از دسترس گیاه خارج شده و به هدر می‌روند (FAO, 2015). نتایج تحقیقات مختلف بیانگر آن است که منابع مختلف کود نیتروژنی در یک مقدار مشخص نیتروژن، ممکن است دارای کارایی متفاوتی باشند. رایج‌ترین نوع کود نیتروژن مصرفی در مزارع کشور، اوره ($CO(NH_2)_2$) می‌باشد. با توجه به این‌که اکثر خاک‌های کشور قلیایی و آهکی است و مقدار عنصر نیکل (Ni) نیز در این خاک‌ها بسیار ناچیز است، بنابراین آنزیم اوره‌آز در خاک جهت تبدیل اوره مصرفی به نیترات فعال نبوده و کارایی مصرف آن بسیار پایین است، زیرا تحت چنین شرایطی (pH بالا و عدم وجود عنصر نیکل) کود اوره در خاک به نیترات تبدیل نمی‌شود و بخش قابل توجهی از آن به دلیل تصعید و آبشویی، از دسترس گیاه خارج شده و ضمن کاهش بازده اقتصادی، خطرات زیست محیطی فراوانی را به بار می‌آورد (غیبی، ۱۳۸۷). اوره با پوشش گوگردی (SCU)[2] نوعی کود آهسته رهش می‌باشد که حاوی ۳۳ درصد نیتروژن و ۲۰ درصد گوگرد است که عنصر نیتروژن را به آهستگی در اختیار گیاه قرار می‌دهد و تلفات نیتروژن در آن بسیار کم‌تر از اوره می‌باشد. کود سولفات‌آمونیوم نیز حاوی ۲۱ درصد نیتروژن و ۲۲ درصد گوگرد می‌باشد که ضمن تأمین نیتروژن و گوگرد مورد نیاز برای گیاه، به‌دلیل وجود سولفات می‌تواند سبب اصلاح خاک گردد (ملکوتی، ۱۳۹۳). در یک بررسی بر گیاه آفتابگردان گزارش شده است که کود اوره با پوشش گوگردی عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به کاربرد کود اوره معمولی تولید نمود، به‌طوری که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به مصرف همین مقدار نیتروژن از منبع اوره عملکرد دانه و اجزای عملکرد آفتابگردان افزایش معنی‌داری داشتند (مدنی و همکاران، ۱۳۸۸). یافته‌های مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه، عملکرد گندم و ماده خشک کل به ترتیب از کودهای اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم به‌دست آمد. از سوی دیگر در سال‌های اخیر تغذیه گیاهان زراعی با مواد طبیعی، توجه محققان را به خود جلب نموده است. در حال حاضر اسیدهیومیک که شامل ترکیبات آلی و مغذی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی است، به‌عنوان یک کود بیولوژیک مطرح شده است (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که این ماده‌ی طبیعی با افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی نظیر

[1] Nitrogen Apparent Recovery Fraction

[2] Sulfur-coated urea

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، روی و آهن (Gayathri and Srinivasamurthy, 2016; Yuan *et al*., 2017)، افزایش جذب آب، افزایش محتوای کلروفیل و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی (طباطبایی، ۱۳۹۳؛ دولت آبادی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Abou-Aly and Mady, 2009) باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌شود. در بررسی اثر اسیدهیومیک بر گیاه گندم گزارش شده است که مصرف اسیدهیومیک باعث افزایش محتوای کلروفیل a و b شده و با افزایش جذب آب و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی، ارتفاع، وزن خشک گیاه و عملکرد دانه گندم را افزایش داد (دولت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). موحدپور و همکاران (۱۳۹۳) نیز افزایش عملکرد دانه کلزا را با مصرف اسیدهیومیک گزارش نمودند. کاربرد اسید هیومیک علاوه‌بر این‌که جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن را افزایش می‌دهد، با کاهش pH خاک در ریزوسفر، می‌تواند کارایی مصرف کودهای نیتروژنی را افزایش دهد (Yuan *et al*., 2017). با توجه به این‌که در اکثر مزارع کشور به‌ویژه منطقه مورد آزمایش، pH خاک بالا بوده و این مسئله باعث هدرروی کود اوره و کاهش کارایی آن می‌شود، بنابراین نیاز است که جهت افزایش کارایی کودهای نیتروژنی، استفاده از سایر منابع کودی از جمله سولفات‌آمونیوم و کود اوره با پوشش گوگردی تحت اثر مواد کاهنده pH از جمله اسیدهیومیک مورد بررسی قرار گیرد. از این‌رو در این تحقیق واکنش گندم به نوع منبع کود نیتروژنی و کاربرد اسیدهیومیک مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی واقع در استان تهران، شهر ورامین (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی) انجام شد. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری محل آزمایش نمونه‌برداری شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با pH ۸/۱ بود. نیتروژن کل آن ۰/۰۱ درصد، فسفر و پتاسیم قابل جذب آن به ترتیب ۸/۲ و ۲۲۰ ppm و دارای ۰/۷۲ درصد کربن آلی بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل منابع مختلف کودهای نیتروژن پایه (اوره، سولفات‌آمونیوم، اوره با پوشش گوگردی و عدم مصرف کود نیتروژن پایه) و فاکتور دوم نیز شامل کاربرد اسیدهیومیک (مصرف و عدم مصرف) بود. بعد از آماده‌سازی زمین، کشت بذرها براساس حداقل دمای مورد نیاز برای جوانه‌زنی گندم، در هفتم آبان ۱۳۹۴ انجام شد. رقم بذر مورد استفاده در این آزمایش پیشتاز بود. کشت بذر به‌صورت دستی و با تراکم ۳۳۰ بوته در متر مربع انجام شد. توصیه کودی گندم بر اساس اقلیم گرم و نیمه خشک و به‌ازای میانگین شش تن دانه در هکتار به‌عنوان عملکرد مورد انتظار، معادل ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات‌پتاسیم (ملکوتی، ۱۳۹۳) در نظر گرفته شد. نحوه اعمال تیمارهای کودی به این صورت بود که مقدار کود نیتروژنی که قبل از کشت مصرف

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

می‌شود (کود پایه)، در همه تیمارها یکسان و معادل ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در نظر گرفته شد. این مقدار نیتروزن خالص به‌وسیله منابع مختلف کودی که معادل ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با پوشش گوگردی و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌آمونیوم بود، تأمین شد. مابقی نیاز گیاه به نیتروژن نیز در دو تقسیط از طریق مصرف کود سرک از منبع اوره، تأمین شد. با توجه به این که کودهای اوره با پوشش گوگردی و سولفات آمونیوم دارای گوگرد هستند، بنابراین با مصرف گوگرد خالص، تفاوت بین تیمارها برطرف شد تا شرایط در همه واحدهای آزمایشی یکسان باشد. تیمار اسیدهیومیک مایع نیز به‌صورت بذرمال مصرف شد. مقدار مصرف اسیدهیومیک طبق توصیه شرکت تولیدی (بازارگان کالا) یک کیلوگرم اسیدهیومیک در ۱۰۰ کیلوگرم بذر بود. آبیاری مزرعه نیز به‌صورت بارانی و به تعداد شش مرحله انجام شد. در مرحله گل‌دهی تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و ارتفاع بوته و تعداد پنجه در بوته اندازه‌گیری شد. تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نیز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی دانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نیز، یک مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب و بوته‌ها کف‌بر شده و پس از خشک شدن در آون (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت)، شمارش و توزین شدند. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰ به‌دست آمد. کارایی مصرف نیتروژن نیز از تقسیم عملکرد دانه به میزان نیتروژن مصرفی محاسبه شد (Giovanni *et al*.,2004). پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها، برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار SAS ver. 9.1 و برای مقایسه میانگین نیز از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel 2013 رسم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر ارتفاع بوته نشان داد که تمامی منابع نیتروژن پایه نسبت به عدم کاربرد آن، برتری معنی‌دار داشتند و بیش‌ترین ارتفاع بوته از مصرف اوره به‌دست آمد (شکل ۱- الف). مصرف کود اوره نسبت به سولفات‌آمونیوم باعث افزایش ۲ درصدی و نسبت به اوره با پوشش گوگردی باعث افزایش ۳/۵ درصدی ارتفاع بوته‌ها شد. کود اوره به‌دلیل حلالیت زیادی که دارد، به یکباره نیتروژن زیادی را در اختیار گیاه قرار داده و با افزایش رشد رویشی، منجر به افزایش ارتفاع بوته می‌گردد. اما کود اوره با پوشش گوگردی، نیتروژن را به صورت آهسته آزاد می‌کند (Zareabyaneh *et al*., 2015).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گندم تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه و اسید هیومیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد پنجه در بوته	عملکرد بیولوییک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	کارایی مصرف نیتروژن
بلوک	۲	۲۹/۰۹ *	۰/۰۱ ns	۱۱۷۷۴۶۲۷ **	۱۶۷۸ ns	۲/۰۴ ns	۱۶/۲۴ ns	۵۳۵۲۱۹ ns	۴۲۸/۶۷ **	۱۶/۵۱ ns
منبع نیتروژن پایه	۳	۴۴/۰۸ *	۰/۵۷ *	۱۰۳۴۹۹۸۲ **	۳۰۴۳۹ **	۹۶/۱۱ **	۱۸۱/۸۰ **	۱۷۳۶۲۹۲۹ **	۲۸۴/۳ **	۵۳۵/۸۹ **
اسید هیومیک	۱	۵/۰۴ ns	۰/۲۴ ns	۱۳۳۴۹۲۲۳ **	۲۲۲ ns	۶۰/۱۶ **	۱۴۰/۶۹ *	۷۴۳۶۹۶۵ *	۲۱۴/۳۴ *	۲۲۹/۵۳ *
منبع نیتروژن پایه × اسید هیومیک	۳	۰/۹۰۲ ns	۰/۰۱ ns	۱۰۲۰۸۰۰ ns	۲۲۲۹ ns	۱۶/۷۲ ns	۱/۰۹ ns	۱۰۶۹۰۹۴ ns	۲۰/۴۷ ns	۳۲/۹۹ ns
خطا	۱۴	۵/۶۶	۰/۱۰۹	۹۰۹۷۷۹	۴۰۸۳	۵/۱۸	۱۶/۳۰	۱۰۴۰۱۳۵	۲۹/۲۲	۳۲/۱۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۸۹	۱۲/۲۷	۱۲/۴۷	۱۰/۸۳	۱۱/۷۷	۹/۲۳	۱۹/۶	۱۳/۴۰	۱۹/۹

*، ** و ns به‌ترتیب، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

در نتیجه این عنصر غذایی به‌تدریج در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین بوته‌ها، ارتفاع مطلوبی را تولید خواهند نمود که نتایج پژوهش حاضر نیز گویای همین موضوع می‌باشد. مدنی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که نوع کود نیتروژن مصرفی و نوع کود نیتروژن مصرفی اثر معنی‌داری بر ارتفاع آفتابگردان داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته‌ها از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، اوره به‌دست آمد که با تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با پوشش گوگردی تفاوت معنی‌دار داشت. کم‌ترین مقدار ارتفاع بوته‌ها نیز از عدم مصرف کود نیتروژن پایه حاصل شد که با توجه به نقش کلیدی عنصر نیتروژن در رشد گیاه، قابل توجیه است. زیرا عنصر نیتروژن، در اغلب فرآیندهای گیاهی نقش داشته و به‌عنوان گلوگاه رشد شناخته می‌شود (ملکوتی، ۱۳۹۳). بنابراین کمبود این عنصر به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد، باعث کاهش ارتفاع بوته‌ها شده است.

تعداد پنجه در بوته

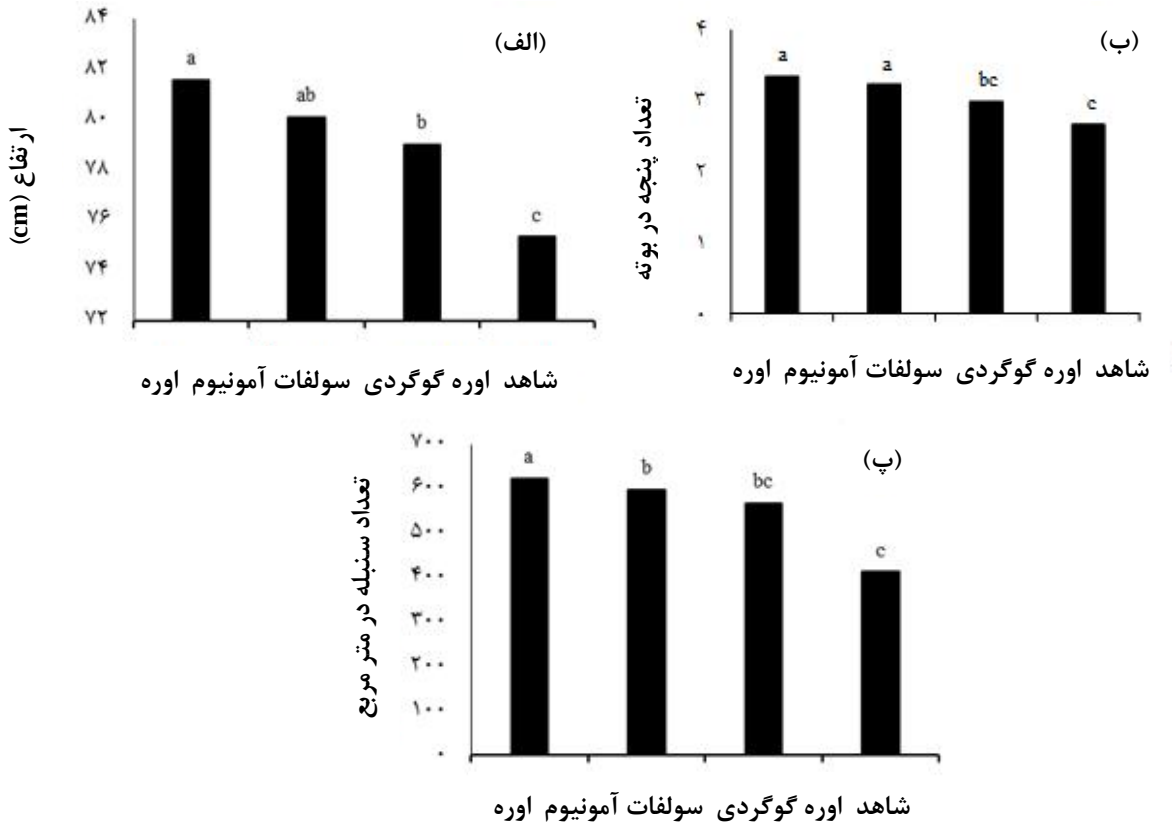
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد پنجه در بوته، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد پنجه در بوته، نشان داد که تمامی منابع نیتروژن پایه نسبت به عدم کاربرد آن، برتری معنی‌دار داشتند و بیش‌ترین تعداد پنجه در بوته گندم از مصرف اوره معمولی به‌دست آمد که با تیمار اوره با پوشش گوگردی در یک گروه آماری قرار داشت. کم‌ترین تعداد پنجه در بوته‌ها نیز در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن پایه تولید شد (شکل ۱- ب). در بررسی کارایی انواع کودهای نیتروژنی بر عملکرد گندم، گزارش شده است که تقسیط کودهای نیتروژنی و مصرف اوره با پوشش گوگردی به‌عنوان کود پایه، باعث افزایش تعداد پنجه در واحد سطح شد (جعفرنژادی و همکاران، ۱۳۸۹).

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد سنبله در مترمربع، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد سنبله در مترمربع، نشان داد که بیش‌ترین تعداد سنبله گندم از مصرف کود اوره به‌دست آمد و کم‌ترین مقدار آن نیز از عدم مصرف کود حاصل شد (شکل ۱- پ). به نظر می‌رسد با توجه به این‌که تعداد سنبله در هر بوته در مراحل اولیه رشد تعیین می‌شود، بنابراین در این مرحله کود اوره بهتر از سایر منابع کودی نیتروژن مورد نیاز را تأمین نموده و تعداد سنبله بیش‌تری تولید شده است. در تحقیق طاهرخانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز بیش‌ترین تعداد غلاف در گیاه کلزا از کود اوره معمولی و نیترات‌آمونیوم به‌دست آمد و تیمارهای اوره با پوشش گوگردی و سولفات آمونیوم از لحاظ این صفت، در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]



شکل ۱: ارتفاع بوته (الف)، تعداد پنجه در بوته (ب) و تعداد سنبله در مترمربع (پ) تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه

در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

تعداد دانه در سنبله

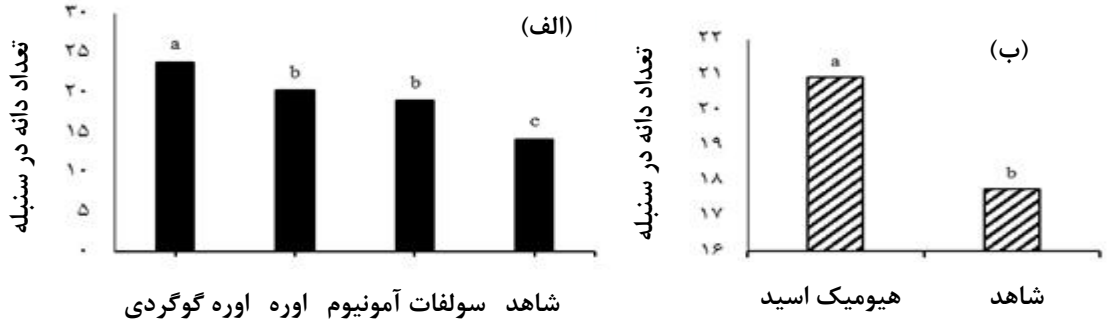
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد دانه در سنبله، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر تعداد دانه در سنبله، نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در تیمار مصرف اوره با پوشش گوگردی تولید شد. می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که این کود به‌دلیل رهاسازی آهسته عنصر نیتروژن، توانسته این عنصر را تا مراحل پایانی برای گیاه تأمین نموده و دانه بیش‌تری در هر سنبله تولید کند (شکل ۲- الف). در بررسی کارایی انواع کودهای نیتروژنی بر عملکرد گندم، گزارش شده است که مصرف اوره با پوشش گوگردی به‌عنوان کود پایه (جایگزین اوره)، باعث بهبود اجزای عملکرد گندم شد (جعفرنژادی و همکاران، ۱۳۸۹). بر اساس یافته‌های لطف‌اللهی و همکاران (۱۳۸۸) نیز مصرف اوره با پوشش گوگردی قبل از کاشت در مقایسه با اوره، باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شد. نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در سنبله تحت اثر کاربرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.35.5.4]

اسیدهیومیک نشان داد که مصرف این کود تعداد دانه در سنبله را ۱۷/۸۴ درصد افزایش داد (شکل ۲- ب). به‌طورکلی اسیدهیومیک با افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تأمین عناصر غذایی از جمله فسفر، تعداد دانه در غلاف را افزایش داده است. زیرا عنصر فسفر نقش مهمی در دانه‌بندی گیاهان دارد. اما این عنصر در خاک به ویژه در pH بالا، بسیار کم تحرک است. بنابراین اسیدهیومیک با کاهش pH خاک در ناحیه ریزوسفر و افزایش رشد ریشه، دسترسی گیاه به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Gayathri and Srinivasamurthy, 2016; Yuan *et al*., 2017). در یک تحقیق گزارش شد که اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر غذایی، فرآیند دانه‌بندی گیاه را بهبود بخشیده و تعداد دانه در سنبله گندم را افزایش داد (Asal *et al*, 2015). در بررسی اثر اسیدهیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت اثر کاربرد اسیدهیومیک گزارش شد (Doroodian *et al*, 2016).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه در سطح یک درصد و اثر ساده اسیدهیومیک در سطح پنج درصد بر وزن هزار دانه گندم معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده منابع مختلف نیتروژن پایه بر وزن هزار دانه نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه گندم از کاربرد کود اوره با پوشش گوگردی به‌دست آمد که با تیمار مصرف سولفات‌آمونیوم در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۳- الف). به‌نظر می‌رسد که این کودها به‌دلیل دارا بودن گوگرد، باعث کاهش موضعی pH شده و با افزایش جذب عناصر غذایی (Malakouti *et al*., 2010) اثر معنی‌داری در افزایش وزن هزار دانه گندم داشته‌اند.



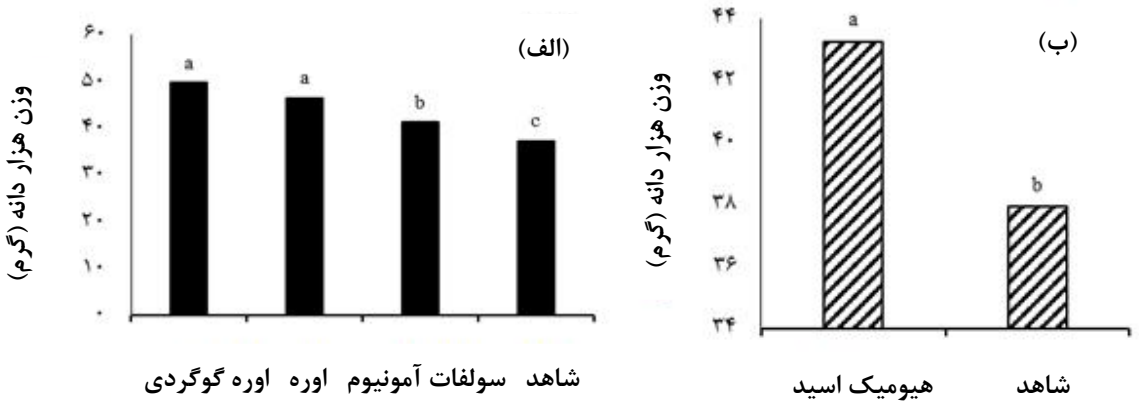
شکل ۲: تعداد دانه در سنبله تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه (الف) و کاربرد اسید هیومیک (ب)

در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

در یک تحقیق گزارش شد که کود اوره با پوشش گوگردی با افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، وزن هزار دانه و وزن کل دانه در طبق آفتابگردان را نسبت به تیمار اوره معمولی افزایش داد (مدنی و همکاران، ۱۳۸۸). مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه تحت اثر اسیدهیومیک نشان داد که مصرف این کود باعث افزایش وزن هزار دانه گندم شد. به‌طوری‌که مصرف آن نسبت به عدم مصرف، افزایش ۱۴/۰۷ درصدی وزن هزار دانه را درپی داشت (شکل ۳- ب). در بررسی کاربرد ۲/۵ و ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک در آب آبیاری گزارش شد که اسیدهیومیک اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد کلزا داشته و وزن هزار دانه را افزایش داد و اختلافی بین سطوح مختلف اسیدهیومیک وجود نداشت (موحدپور و همکاران، ۱۳۹۳). روزبهانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند که مصرف بذرمال اسیدهیومیک اثر معنی‌داری در افزایش وزن صد دانه گیاه جو داشت.



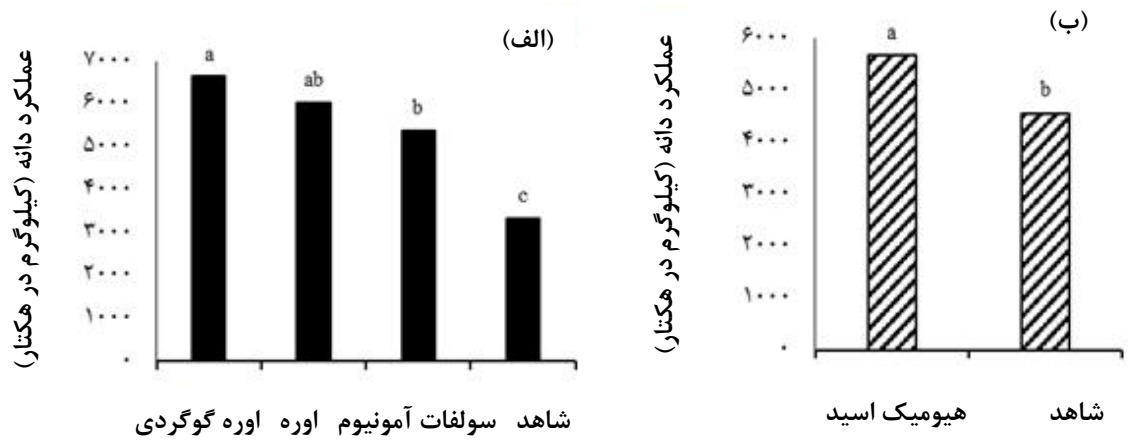
شکل ۳: وزن هزار دانه گندم تحت تأثیر منابع مختلف نیتروژن پایه (الف) و کاربرد اسید هیومیک (ب)
در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

عملکرد دانه

نتایج پژوهش حاضر حاکی از اثر معنی‌دار منابع مختلف نیتروژن پایه بر عملکرد دانه بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که بیش-ترین عملکرد دانه گندم در تیمارهای اوره با پوشش گوگردی تولید شد. کم‌ترین عملکرد دانه نیز در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن پایه، تولید شد. عدم مصرف کود پایه به‌دلیل کاهش رشد، کاهش تولید پنجه و کاهش سطح برگ گیاه، باعث کاهش عملکرد دانه شد (شکل ۴- الف). طاهرخانی و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی اثر مقادیر مختلف کود اوره با پوشش گوگردی و سایر منابع کودی نیتروژن‌دار (نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و اوره معمولی) گزارش نمودند که عملکرد دانه کلزا به‌طور معنی‌داری تحت اثر منابع مختلف کودی قرار گرفت، به‌طوری‌که عملکرد دانه کلزا در تیمارهای اوره، اوره با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.35.5.4]

پوشش گوگردی و نیترات آمونیوم نسبت به تیمار سولفات آمونیوم بیش‌تر بود. ملکوتی و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش نمودند که کاربرد تلفیقی منابع مختلف کودی (۳۳ درصد SCU به‌عنوان کود پایه + ۶۶ درصد اوره به عنوان کود سرک) علاوه بر افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه گندم، کارایی مصرف نیتروژن را ۳۹ درصد افزایش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که اسیدهیومیک نیز اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم داشت (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد دانه با ۲۴ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد، از مصرف اسیدهیومیک به‌دست آمد (شکل ۴- ب). جدیدالاسلام و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود اظهار داشتند که مصرف اسیدهیومیک، افزایش رشد و عملکرد لوبیا را در پی داشت. نتایج آزمایشات در بررسی اثر اسیدهیومیک بر روی گندم نشان داد کاربرد این کود اکولوژیک، عملکرد دانه گندم را افزایش داد (Ulukan, 2008). نتایج تحقیقات دیگر نیز حاکی از آن است که این ماده طبیعی با افزایش ماده آلی خاک، افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، روی و آهن (Gayathri and Srinivasamurthy, 2016; Yuan *et al.*, 2017)، افزایش جذب آب، افزایش محتوای کلروفیل و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی (داودی فرد و همکاران، ۱۳۹۱؛ حق پرست و همکاران، ۱۳۹۱) باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان مختلف می‌شود.



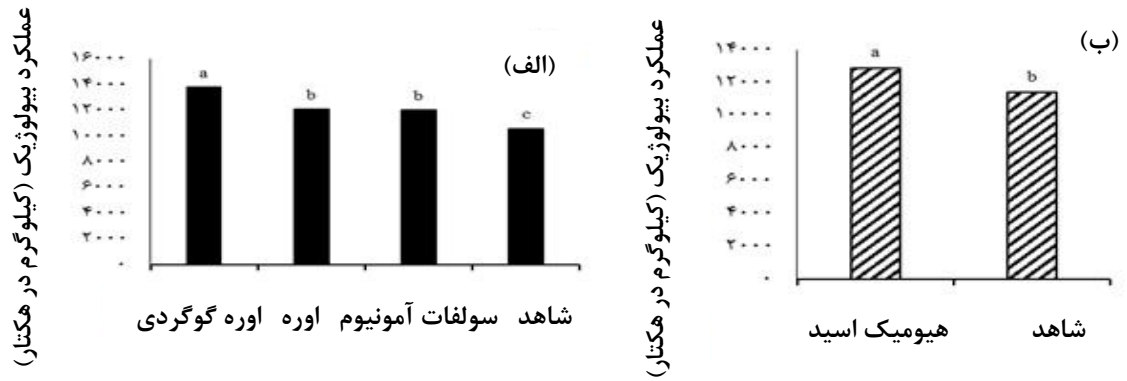
شکل ۴: عملکرد دانه گندم تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه (الف) و کاربرد اسید هیومیک (ب)
در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک گیاه، حاکی از رشد مناسب بوته‌ها و شرایط مطلوب تغذیه‌ای می‌باشد. اما باید توجه نمود که رشد رویشی بیش از حد و تولید وزن خشک زیاد، بیانگر عملکرد زایشی بالا نخواهد بود. حتی در مواردی این رشد بیش از حد،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

مانع از تولید عملکرد دانه بالا خواهد شد (راهنما، ۱۳۸۷). نتایج پژوهش حاضر حاکی از اثر معنی‌دار اثرات ساده منابع مختلف نیتروژن پایه و اسیدهیومیک بر عملکرد بیولوژیک گندم بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های این صفت تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک از تیمار اوره به‌دست آمد. تیمارهای اوره با پوشش گوگردی و سولفات آمونیوم نیز در رده‌های بعدی قرار داشتند. عدم مصرف کود پایه نیز کم‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک را تولید نمود (شکل ۵- الف). حسینی و مفتون (۱۳۸۴) در بررسی اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر رشد برنج اظهار داشتند که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک این گیاه از مصرف کود اوره با پوشش گوگردی به‌دست آمد و عملکرد تولید شده در تیمار سولفات‌آمونیوم در رتبه دوم و کلریدآمونیوم و اوره معمولی نیز به‌ترتیب در رتبه‌های سوم و چهارم قرار داشتند. نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک تحت اثر اسیدهیومیک نیز حاکی از اثر مثبت آن بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک گندم از مصرف اسیدهیومیک حاصل شد که نسبت به عدم مصرف آن ۱۳/۰۹ درصد بیش‌تر بود (شکل ۵- ب). قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت را با مصرف اسیدهیومیک گزارش کردند. مصرف اسیدهیومیک، علاوه بر افزایش جذب عناصر غذایی و اثرات مستقیم بر رشد گیاه، با کاهش pH خاک در ریزوسفر، بهبود رشد ریشه، افزایش ماده آلی خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، به‌طور غیرمستقیم نیز رشد و عملکرد بیولوژیک گیاه را تحت اثر قرار می‌دهد (Vanitha and Mohandass, 2014).



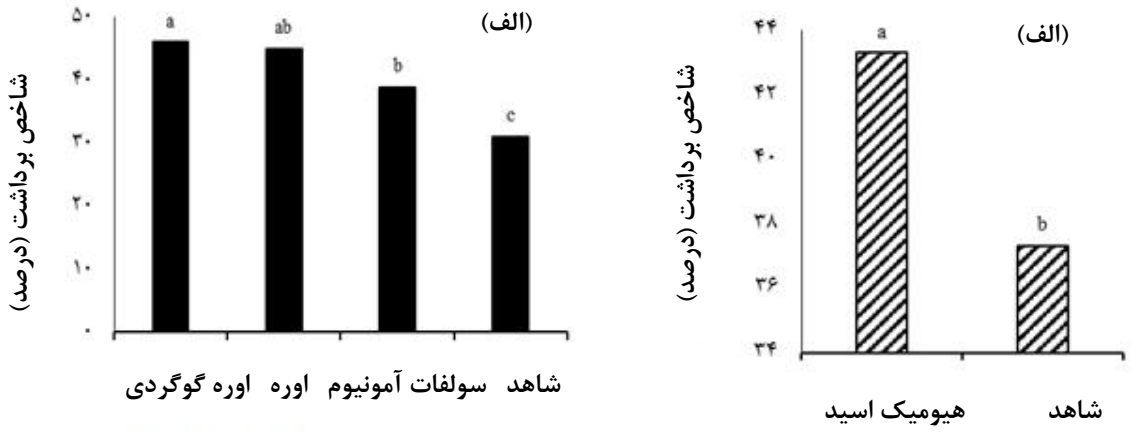
شکل ۵: عملکرد بیولوژیک تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه (الف) و کاربرد اسید هیومیک (ب)
در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند

شاخص برداشت

شاخص برداشت بیانگر میزان تسهیم مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی است. نتایج نشان داد که منابع مختلف نیتروژن پایه در سطح یک درصد و اسیدهیومیک در سطح پنج درصد، اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت گندم از تیمار اوره با پوشش گوگردی به‌دست آمد که با تیمار اوره معمولی تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶- الف). بر اساس نتایج خمامی و همکاران (۱۳۸۳) استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به کود اوره معمولی با افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت گیاه برنج را افزایش داد و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این محققین اظهار داشتند که در زراعت برنج به‌دلیل غرقاب بودن زمین، استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به اوره معمولی ارجحیت دارد، زیرا تلفات نیتروژن در کود اوره بسیار بالا بوده و همین امر باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و شاخص برداشت برنج در این تیمار شد.



شکل ۶: شاخص برداشت گندم تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه (الف) و کاربرد اسید هیومیک (ب)
در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

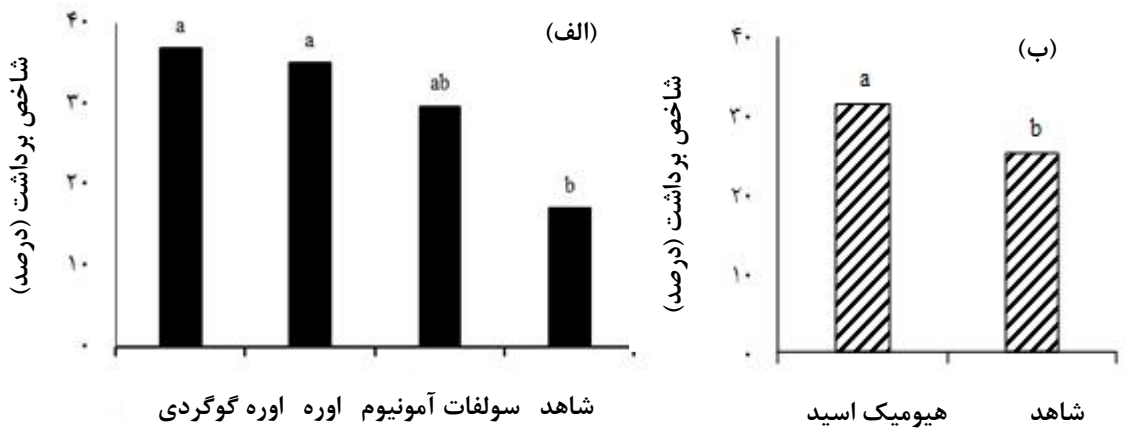
مصرف اسیدهیومیک نیز اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم داشت و این شاخص را ۱۶/۰۲ درصد افزایش داد (شکل ۶- ب). قربانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با کاربرد اسیدهیومیک شاخص برداشت ذرت افزایش یافت. در تحقیق دیگری نیز افزایش شاخص برداشت گلرنگ با محلول‌پاشی اسیدهیومیک گزارش شده است (حاج غنی، ۱۳۹۳).

کارایی مصرف نیتروژن

براساس نتایج تجزیه‌واریانس، کارایی مصرف نیتروژن به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه و کاربرد اسیدهیومیک قرار گرفت (جدول ۱). بیش‌ترین کارایی مصرف نیتروژن در تیمار اوره با پوشش گوگردی و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد حاصل شد (شکل ۷- الف). در یک تحقیق گزارش شد که چنان‌چه اوره قبل از کاشت حذف و در مقابل از منبع اوره با پوشش گوگردی استفاده شود و بقیه نیتروژن به‌صورت اوره به‌صورت تقسیط

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

مصرف گردد، عملکرد بیش‌تر و کارایی مصرف کود افزایش خواهد یافت، زیرا تلفات نیتروژن به‌صورت گاز آمونیاک با استفاده از کود اوره با پوشش گوگردی بسیار کم‌تر از سایر منابع کودی است و به همین دلیل جذب نیتروژن توسط گیاه افزایش یافته و علاوه بر افزایش عملکرد دانه، کارایی مصرف کود نیز افزایش و تلفات آن کاهش می‌یابد (ملکوتی و بابایی، ۱۳۸۴). بر اساس یافته‌های لطف‌اللهی و همکاران (۱۳۸۸) در خاک‌های با بافت سبک کرج، مصرف اوره با پوشش گوگردی قبل از کاشت در مقایسه با اوره، باعث افزایش عملکرد گندم و افزایش کارایی نیتروژن (NUE) شد. محققین متعددی نیز گزارش کردند که استفاده از اوره با پوشش گوگردی بازیافت نیتروژن در گندم پاییزه را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (لطف‌اللهی، ۱۳۸۳). با توجه به این‌که اکثر خاک‌های کشور از جمله محل مورد آزمایش، قلیایی است، به‌دلیل کارایی مصرف کود اوره بسیار پایین است، زیرا در pH بالا، نیتروژن موجود در کود اوره به سرعت تصعید می‌شود (غیبی، ۱۳۸۷). بر اساس نتایج این تحقیق، مصرف اسیدهیومیک نیز باعث افزایش کارایی مصرف نیتروژن شد، به‌طوری‌که کاربرد آن، کارایی مصرف نیتروژن را ۲۴/۳۸ درصد افزایش داد (شکل ۷- ب). در بررسی اثر کودهای آلی بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند، گزارش شد که مصرف کودهای آلی از جمله کودهای هیومیکی، کارایی مصرف نیتروژن را افزایش داد. در این تحقیق گزارش شده است که این کود آلی با افزایش کارایی کودهای نیتروژنی، مصرف این کودها را کاهش داد (نوشاد و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۷: کارایی مصرف نیتروژن تحت اثر منابع مختلف نیتروژن پایه و کاربرد اسید هیومیک

در هر شکل میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.35.5.4]

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کود اوره با پوشش گوگردی به‌عنوان کود پایه، عملکرد دانه گندم و کارایی مصرف نیتروژن را نسبت به سایر منابع نیتروژن پایه (اوره و سولفات آمونیوم)، افزایش داد. بنابراین در مزارعی که دارای خاک قلیایی هستند، می‌توان در هنگام کاشت از کود اوره با پوشش گوگردی استفاده نموده و مابقی نیاز گیاه به نیتروژن را از طریق مصرف سرک اوره تأمین نمود. هم‌چنین بر اساس نتایج تحقیق حاضر، مصرف بذرمال اسیدهیومیک، با افزایش وزن هزار دانه و افزایش تعداد دانه در سنبله، باعث افزایش عملکرد دانه شد و کارایی مصرف نیتروژن را نیز افزایش داد. بنابراین می‌توان با مصرف اوره با پوشش گوگردی و کاربرد اسیدهیومیک، ضمن افزایش عملکرد نهایی محصول، هدرروی کودهای نیتروژنی را کاهش داد.

منابع

جدیدالاسلام‌شاهسوار، ن.، شاهسونی، ش.، علی‌اصغرزاد، ن. و اصغری، ح. ر. ۱۳۹۳. سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات. کرج، ۴-۶ شهریور ماه، ص ۳۹۹-۴۰۲.

جعفرنژادی، ع.، معزی، ع.، موسوی فضل، س.م.ه. و صیاد، غ. ۱۳۸۹. بررسی کارایی انواع کودهای نیتروژنی بر عملکرد گندم. نشریه علمی کشاورزی جلد ۳۳ شماره ۲، ص ۹۱-۱۰۰.

حسینی، ی. و مفتون، م. ۱۳۸۴. تأثیر منبع نیتروزن و میزان روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج. مجله علوم خاک و آب جلد ۱۹ شماره ۱، ص ۱۶۶-۱۷۳.

حق پرست، م.، ملکی فراهانی، س.، مسعود سینکی، ج. و زراعی، ق. ۱۳۹۱. کاهش آثار منفی تنش خشکی در نخود با کاربرد اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی جلد ۴ شماره ۱، ص ۵۹-۷۱.

حق‌پرست، م.، و ملکی فراهانی، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر کم آبیاری و محلول‌پاشی با مواد طبیعی بر ویژگی‌های رویشی ارقام نخود (*Cicer arietinum*). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران جلد ۴ شماره ۲، ص ۷۷-۸۶.

خمامی، م.، کسرایی، ر.، مقدم، م. و کاووسی، م. ۱۳۸۳. اثر کود اوره، اوره با پوشش گوگردی و روش‌های کاربرد آن‌ها بر عملکرد دانه، بازده و بازیافت نیتروژن در برنج (رقم نعمت). نشریه دانش کشاورزی جلد ۱۴ شماره ۴، ص ۱۰۷-۱۱۴.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

دولت آبادی، ا.، مسعود سینکی، ج.، عباس‌پور، ح. و عبادی، ع.ا. ۱۳۹۳. تأثیر کود دامی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیک گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی جلد ۶ شماره ۱۷، ص ۳۸-۲۸.

راهنما، ا. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهی. چاپ دوم، انتشارات پوران پژوهش، ۳۶۴ص.

سیبی، م. و میرزا خانی، م. ۱۳۹۱. بررسی شاخص برداشت نخود تحت تأثیر مصرف اسید سالیسیلیک، عصاره جلبک دریایی و اسید هیومیک. چکیده مقالات دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه آزاد اسلامی کرج، شهریور ماه، ص ۱۴-۱۶.

سماوات، س. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۴. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک و آب شماره ۴۶۳، ص ۱-۱۳.

طاهرخانی، م.، گلچین، ا. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۴. بررسی کارایی و تأثیر مقادیر مختلف اوره با پوشش گوگردی و سایر منابع کودی نیتروژن‌دار بر عملکرد کمی وکیفی کلزا. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی جلد ۱۴ شماره ۳، ص ۱۷۹-۱۹۱.

طباطبایی، ج. ۱۳۹۳. اصول تغذیه معدنی گیاهان. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز، ۵۶۲ص.

غیبی، م. ن. ۱۳۸۷. بررسی نقش نیکل در افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز و عملکرد گندم و ذرت با منابع مختلف کودهای نیتروژنی. رساله دکتری خاک‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۲۳۰ص.

مدنی، ح.، خدرایی، غ.ح.، شیرانی‌راد، ا.ح. و میراحمدی عراقی، ح. ۱۳۸۸. بررسی اثر میزان و نوع منبع کودی اوره و اوره با پوشش گوگردی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در اراک. یافته‌های نوین کشاورزی جلد ۴ شماره ۲، ص ۱۶۷-۱۷۵.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۳. توصیه بهینه کود برای محصولات کشاورزی در ایران. چاپ دوم، انتشارات مبلغان، ۳۱۸ص.

ملکوتی، م.ج.، بابا اکبری، م. و نظامی، س. ۱۳۸۸. تأثیر منابع مختلف کودهای محتوی نیتروژن پایه بر عملکرد، کارایی و درصد بازیافت نیتروژن در گندم. مجله علوم آب و خاک جلد ۱۳ شماره ۴۹، ص ۱۲۹-۱۳۸.

موحدپور، ف.، دباغ محمدی نسب، ع.، نجفی، ن. و امینی، ر. ۱۳۹۳. اثر اسید هیومیک و EDTA بر ویژگی‌های رشدی، عملکردی و اجزای عملکرد دانه کلزا تحت تنش سمیت مس. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ص ۱۰۳-۱۲۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]

نوشاد، ح.، محمدیان، ر.، خیامیم، س. و حمدی، ف. ۱۳۹۳. اثر کودهای آلی حاوی اسیدهای آمینه، بر کارایی نیتروژن مصرفی و خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند. نشریه چغندرقند جلد ۳۰ شماره ۲، ص ۱۶۷-۱۸۱.

Abou-Aly, H. E. and Mady. M. A. 2009. Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. Annal. Agric. Sci., Moshtohor, 47(1): 1-12.

Asal, M. W., Elham, A., Ibrahim, O. M., and Ghalab, E. G. 2015. Can humic acid replace part of the applied mineral fertilizers? A study on two wheat cultivars grown under calcareous soil conditions. International Journal of ChemTech Research, 8(9): 20-26.

Doroodian, M., Sharghi, Y., Alipour, A., and Zahedi, H. 2016. Yield and Yield Components of Wheat as Influenced by Sowing Date and Humic Acid. International Journal of Natural Sciences, 5(1): 8-14.

Gayathri, B., and Srinivasamurthy, C. A. 2016. Effect of different levels and sources of humic acid extracted from organic wastes on soil properties, growth, yield and nutrient uptake by maize. Mysore Journal of Agricultural Sciences, 50(2): 463-468.

Giovanni, G., Silvano, P. and Giovani, D. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and bakingguilty of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogenlevels. Europ.J.Agronomy, 21: 181-92.

Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield colponents in wheat hybrids. International Journaly of Bot., 4: 164-175.

Yuan, T., Wang, J., Sun, X., Yan, J., Wang, Z., and Niu, J. 2017. Effect of combined application of humic acid and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, utilization and yield of winter wheat. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 3: 74-82.

Vanitha, K., and Mohandass, S. 2014. Effect of humic acid on plant growth characters and grain yield of drip fertigated aerobic rice (*Oryza sativa* L.). The Bioscan, 9(1): 45-50.

Zareabyaneh, H., and Bayatvarkeshi, M. 2015. Effects of slow-release fertilizers on nitrate leaching, its distribution in soil profile, N-use efficiency, and yield in potato crop. Environmental Earth Sciences, 74(4): 3385-3393.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.35.5.4]