



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و اسید آمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی گندم

در منطقه ماهشهر، خوزستان

نرگس صالحی^۱، سیدکیوان مرعشی^{۲*}

دریافت ۱۴۰۲/۲/۲۱، پذیرش ۱۴۰۲/۴/۲۹

چکیده

این تحقیق با هدف کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در مزارع گندم اراضی کشاورزی شهرستان ماهشهر، استان خوزستان در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد تحقیق شامل مقادیر اسید آمینه در چهار سطح شامل: عدم مصرف، ۱/۵، ۲ و ۳ کیلوگرم در هکتار و مقادیر نیتروژن از منبع اوره در ۳ سطح به صورت ۱۰۰، ۶۶ و ۳۳ درصد عرف منطقه که معادل ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره بود. نتایج نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت در شرایط کاربرد ۱۰۰ کود اوره و ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه و کمترین مقدار در شرایط عدم مصرف اسید آمینه و ۳۳ درصد کود اوره حاصل شد. بیشترین تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در سنبله، درصد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین و کارایی مصرف نیتروژن به شرایط ۳ کیلوگرم اسید آمینه و مصرف ۱۰۰ درصد کود اوره تعلق گرفت. در مورد عملکرد دانه بیشترین مقدار با ۴۶۴/۵ گرم در مترمربع مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه بود که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه تفاوت معنی‌دار نداشت و معادل ۳۳ درصد نسبت به عرف منطقه افزایش عملکرد حاصل شد. ضمناً کمترین مقدار نیز با ۳۳۰/۴ گرم از عدم کاربرد اسید آمینه و تیمار ۳۳ درصد کود اوره حاصل شد. بیشترین پروتئین دانه به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره به میزان ۱۲/۷ درصد و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه به میزان ۱۲/۴۱ درصد و کمترین میزان در شرایط ۳۳ درصد کود اوره به میزان ۱۰/۸۴ درصد و عدم کاربرد اسید آمینه به میزان ۱۰/۰۹ درصد حاصل شد. نتایج کلی تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه علاوه بر افزایش محصول در کاهش مصرف

۱- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. مسئول مکاتبات: marashi_47@yahoo.com

کود اوره موثر است. بطور کلی با کاربرد ۶۶ درصد کود اوره همراه با ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به کاهش مصرف کود اوره می‌توان به عملکرد کمی و کیفی مناسبی در گندم دست یافت و می‌تواند مورد توجه کشاورزان قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، عملکرد دانه، کود شیمیایی، محرک آلی

صالحی، ن، مرعشی، س. ک. بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و اسید آمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی گندم

در منطقه ماهشهر، خوزستان. (۲) ۱۵: ۵۷-۶۰

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین محصول اقتصادی جهان است بطوری که غذای بیش از ۳۵ درصد از جمعیت جهان به این محصول وابسته است (سیدشریفی و خلیل‌زاده، ۱۳۹۷). گندم گیاهی کودپذیر است و در طول دوره رشد مقادیر بالایی نیتروژن از خاک برداشت می‌کند (بوللوا و همکاران، ۲۰۲۲). نیتروژن پرمصرف‌ترین عنصر مورد نیاز در زراعت و کشاورزی بوده و از عوامل اصلی افزایش در میزان تولید محصولات کشاورزی است. در حقیقت مصرف نیتروژن با تأثیرگذاری بر افزایش آنزیم‌های فتوسنتزی اثر مستقیمی بر مقدار فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاهان دارد و کمبود نیتروژن در خاک سبب ناهماهنگی در رشد می‌گردد (پورابراهیمی فومنی و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار باعث افزایش مشکلات مربوط به اسیدی شدن خاک، افزایش تخریب و تراکم خاک شده است و بر محتوای کربن آلی خاک، رشد محصول و فرآیندهای توسعه گیاهی اثر منفی می‌گذارند (دان و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعات نشان می‌دهد کاربرد اسیدهای آمینه، به عنوان یک ماده محرک رشد ارگانیک، مواد مغذی گیاه را تأمین و باعث افزایش عملکرد و بازده تجاری محصولات کشاورزی می‌شود (رافائل و کولا، ۲۰۱۸). آمینواسیدها به عنوان پیش‌سازهای هورمونی فاکتورهای سیگنال‌دهنده پیشرفته‌ای فیزیولوژیکی مختلف مانند گیرنده‌های گلوتامات و تنظیم‌کننده‌های جذب نیتروژن عمل می‌کنند (میلر و همکاران، ۲۰۰۷). گیاهان این توانایی را دارند که اسیدهای آمینه را به عنوان منبع نیتروژن مورد استفاده قرار دهند (حسنی و امیری، ۱۳۹۵). در واقع اسیدهای آمینه مانند ذرات باردار عمل می‌کنند و هنگامی که وارد سلول‌های گیاهی می‌شوند به علت خلوص بالا وارد فرآیندهای متابولیسمی می‌شوند (تامتون و روبینسون، ۲۰۰۵). اسیدهای آمینه فواید زیادی برای گیاهان دارند که شامل افزایش سرعت جوانه‌زنی، فعال کردن ریشه‌زایی، افزایش محتوای کلروفیل و افزایش میزان جذب عناصر می‌باشند (پرز و همکاران، ۲۰۱۵). در حقیقت کاربرد مستقیم اسیدهای آمینه و محصولات آن‌ها می‌تواند جذب نیتروژن را تعدیل کند (هالپم و همکاران، ۲۰۱۵). کودهای حاوی آمینواسید اجازه حرکت نیتروژن بین سلول‌ها و اندام‌های گیاهی را افزایش می‌دهند. همچنین به عنوان یک بافر عمل کرده و به عنوان منبع کربن و انرژی و پیش ساز تنظیم‌کننده رشد و بیوسنتز اسپرمیدین و جیبرلین و بسیاری از متابولیت‌های ثانویه عمل می‌کند (شکاری و جوان مردی، ۲۰۱۷). در طی سال‌های اخیر مراکز تحقیقاتی، مطالعاتی در خصوص استفاده از محرک‌های آلی مانند کودهای حاوی آمینواسیدها انجام داده‌اند در این راستا سوری (۲۰۱۶) بیان کرد که کودهای حاوی اسید آمینه نسبت به کودهای معمولی دارای مزایای هستند که شامل کاهش رقابت بین کاتیونها،

کاهش تضاد و تداخل بین موادمعدنی و مواد مغذی، حفاظت بیشتر از محیط زیست از طریق کاهش آلودگی‌های نیتروژن و یون‌های فلزی، فراهمی بیشتر عناصر غذایی و باعث افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌گردد. لذا با توجه به اهمیت جهانی و نقش گندم در تغذیه انسان در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار این تحقیق به منظور کاهش مصرف کود شیمیایی اوره و تاثیر اسیدآمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی گندم در شهرستان ماهشهر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در روستای مقطوع، مرکز خدمات کوت از توابع شهرستان ماهشهر با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳ متری از سطح دریا اجرا شد. مشخصات خاکشناسی محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه برداری سانتی متر	هدایت الکتریکی دسی زیمنس بر متر	P H	نیتروژن	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	بافت خاک
			(درصد)	(میلی گرم بر کیلوگرم)			
۰-۳۰	۴/۵۱	۷/۹	۰/۰۵	۰/۸۵	۱۰/۴	۱۹۸	رسی لومی

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای تحقیق شامل اسیدآمینه در چهار سطح بصورت: عدم مصرف، ۱/۵، ۲ و ۳ کیلوگرم در هکتار و مقادیر مختلف نیتروژن از منبع اوره در ۳ سطح بصورت: ۱۰۰، ۶۶ و ۳۳ درصد عرف منطقه بود. میزان مصرف کود نیتروژن براساس عرف منطقه معادل ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص بود که بر اساس تیمارهای تحقیق، در ۲ مرحله بصورت ۵۰ درصد پایه (قبل از کاشت) و ۵۰ درصد بصورت سرک در پایان مرحله پنجه‌دهی (۴۵ روز پس از کاشت) استفاده شد. اسیدآمینه مورد استفاده از شرکت زیست فناور سبز تهیه و به صورت محلول‌پاشی در دو مرحله پایان پنجه‌دهی و آبستنی بترتیب ۴۵ و ۷۵ روز پس از کاشت مورد استفاده قرار گرفت. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم در زمان آماده‌سازی زمین به صورت پایه به ترتیب به میزان ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. عملیات کاشت بذر با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع با توجه به شرایط اقلیمی منطقه در تاریخ یکم آذر انجام شد. در این تحقیق از گندم رقم مهرگان استفاده شد. این رقم متعلق به مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) بوده و در تحقیقات سازگاری اقلیم گرم و خشک جنوب دارای پتانسیل عملکرد بالا، تحمل نسبتاً خوب به گرمای آخر فصل، زودرسی نسبی، مقاوم به بیماری زنگ زرد، قهوه‌ای و سیاه و دارای کیفیت نانوائی خوب می‌باشد (اسماعیل زاده مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). برداشت مزرعه در مرحله زرد و خشک شدن کامل گیاهان و بعد از حذف حاشیه‌ها در

سطحی معادل دو مترمربع در ۷ اردیبهشت معادل ۱۵۷ روز پس از کاشت انجام شد. به منظور تعیین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد کل سنبله‌های برداشت شده در سطح دو مترمربع شمارش و به عنوان تعداد سنبله در مترمربع در نظر گرفته شد. برای تعیین تعداد دانه در سنبله، به طور کاملاً تصادفی ۱۰ سنبله جدا و پس از شمارش دانه‌ها و میانگین‌گیری به عنوان تعداد دانه در سنبله ثبت شد. به منظور تعیین تعداد سنبلچه در سنبله ۱۰ سنبله بصورت تصادفی جدا و تعداد سنبلچه‌ها شمارش شده و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد سنبلچه در سنبله در نظر گرفته شد. وزن هزار دانه پس از توزین ۲ مجموعه ۵۰۰ تایی در صورتی که اختلاف وزن آنها کمتر از ۰.۶٪ باشد به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد. عملکرد دانه در مرحله زرد و خشک شدن کامل گیاهان و بعد از حذف حاشیه‌ها در سطحی معادل دو مترمربع برداشت و پس از خرمن‌کوبی و توزین به عنوان عملکرد دانه ثبت شد. عملکرد بیولوژیکی در زمان برداشت نهایی در مساحتی معادل دو مترمربع در هر کرت تحقیقی تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به صورت درصد محاسبه شد. جهت محاسبه کارایی مصرف نیتروژن از رابطه زیر استفاده شد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴):

$$\text{عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)} = \frac{\text{کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)}}{\text{مقدار نیتروژن در دسترس (کیلوگرم در هکتار)}}$$

درصد پروتئین دانه به روش هضم‌تر و با دستگاه میکروکج‌دال اندازه‌گیری شد. در این روش ابتدا مقدار نیتروژن دانه تعیین و درصد پروتئین از حاصل ضرب نیتروژن دانه در ۶/۲۵ تعیین شد (روسی و همکاران، ۲۰۰۴). عملکرد پروتئین دانه نیز از حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر کود اوره و اسید آمینه بر کلیه صفات مورد بررسی شامل تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین و کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع کود اوره و اسید آمینه از نظر کلیه صفات بجز تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین و کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج مقایسات میانگین نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در شرایط کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه با میانگین ۳۹۲/۴ که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین تعداد سنبله در مترمربع از عدم کاربرد اسید آمینه و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۳۱۸/۸ حاصل شد (جدول ۳). تعداد سنبله در مترمربع به عنوان یکی از اجزاء مهم عملکرد می‌باشد که می‌تواند تعیین‌کننده تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه باشد (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۸۷). نیتروژن موجب توسعه شاخص‌های رشد به عنوان نیاز اولیه برای رشد و نمو اجزاء عملکرد نظیر تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه می‌شود. لذا به کارگیری مقدار متعادل کود نیتروژن می‌تواند منجر

به تولید مناسبی از تعداد سنبله و دانه‌های سنگین‌تر در پایان مرحله رشد گیاه گردد (عبادی و همکاران، ۱۳۸۸). براساس گزارشات خانجانی و بحرانی (۱۳۹۶) فراهمی نیترون از اهمیت بالایی در افزایش تعداد پنجه‌های بارور و در نهایت در افزایش تعداد سنبله در متر مربع برخوردار است. در این تحقیق محلول‌پاشی اسیدآمین به دلیل نقش این مواد در سرعت بخشیدن به فرآیندهای حیاتی گیاه، زمینه رشد مساعدتر را فراهم آورده است و با تأمین عناصر غذایی لازم و در دسترس برای عمل فتوسنتز و تولید آسیمیلات، تعداد سنبله در مترمربع را افزایش داد. در همین رابطه اسکندری‌تربقان و فاضلی‌کاخکی (۱۴۰۰) بیان داشتند کاربرد تلفیقی آمینواسید و اسیدهیومیک از طریق اثر مثبت بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه بر افزایش تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد گندم مؤثر بود. تأثیر مثبت اسیدآمین ممکن است به دلیل اثر سیتوکینین‌ها، ویتامین B12، و مواد معدنی باشد که در جهت‌گیری و انتقال متابولیت‌ها از برگ‌ها به اندام‌های تولیدمثل نقش دارند (سالوا و عثمان، ۲۰۱۴). محققان دیگر نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند (بغیر و النقیب، ۲۰۱۹؛ بوللوا و همکاران، ۲۰۲۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات کمی و کیفی گندم در شرایط کاربرد اسید آمینه و کود شیمیایی اوره

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد سنبله در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	پروتئین دانه	عملکرد پروتئین	کارایی مصرف نیتروژن
تکرار	۲	۶۷/۰۸ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۴/۹۶ ^{ns}	۱۵۵/۰۴ ^{ns}	۳۰۰/۱ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۰۲۹ ^{ns}	۴/۳۳ ^{ns}	۱۴۸/۱ ^{ns}
اسید آمینه	۳	۹۹۰۴/۵۳ ^{**}	۰/۶ [*]	۱۶۸/۱۲ ^{**}	۲۰۶۸/۷ ^{**} ۳	۱۵۶۳۶۲ ^{**}	۱۸۹/۲ ^{**}	۳۴/۵۸ ^{**}	۲۳۵/۰۱ [*]	۱۱۳۱/۳ ^{**}
کود اوره	۲	۶۹۸۵/۰۳ [*]	۱۳/۷۲ [*]	۱۰۹/۸۵ [*]	۱۹۰۸/۵ ^{**} ۲	۱۰۲۵۳۹ ^{**}	۲۰۳/۷ ^{**}	۲۳/۸۵ ^{**}	۱۴۱/۳۷ [*]	۱۱۶۱/۱ ^{**}
اسید آمینه × کود اوره	۶	۸۱۳۸۲/۶ ^{**}	۰/۱۷ ^{ns}	۷۶/۳۷ [*]	۱۴۸۶/۱ ^{**} ۴	۷۶۱۴۴ [*]	۱۱۴/۵۲ ^{**}	۰/۰۶۴ ^{ns}	۱/۵۱ ^{ns}	۴۲۷/۷ ^{ns}
خطای تحقیق	۲۲	۹۴۵/۰۸	۲/۸۳	۱۵/۰۹	۱۵۰۳/۷	۹۱۸۸/۵	۹/۱۳	۲/۰۳۶	۱۸/۲۴	۷۵/۴
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۵۲	۹/۵۶	۱۰/۸۲	۸/۸۶	۱۰/۰۱	۹/۵۴	۱۲/۱۹	۸/۶۵	۱۴/۹

ns، ****** و *****: میانگین مربعات تیمارها به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسات میانگین برهمکنش کاربرد اسید آمینه و کود شیمیایی اوره بر تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

اسید آمینه	کود اوره	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)
عدم مصرف اسید آمینه	۱۰۰ درصد	۳۳۷/۵e	۳۲/۷۴d	۳۴۴/۳۶de	۱۱۶۰/۰۷de	۲۹/۶۸d
	۶۶ درصد	۳۲۹/۳ ef	۳۱/۱ de	۳۳۵/۸ e	۱۱۳۶/۳ e	۲۹/۵۵ de
	۳۳ درصد	۳۱۸/۸ f	۲۹/۸ e	۳۳۰/۴ e	۱۱۲۱/۱ ef	۲۹/۴۷ e
۱/۵ کیلوگرم در هکتار	۱۰۰ درصد	۳۶۴/۲cd	۳۴/۸۵c	۳۷۴/۶ c	۱۱۸۳/۱۲ d	۳۱/۶۶ bc
	۶۶ درصد	۳۵۵/۱d	۳۵/۲۶cd	۳۶۳/۷ cd	۱۱۶۳/۲۵ de	۳۱/۲۶ c
	۳۳ درصد	۳۴۴/۷de	۳۳/۷d	۳۵۲/۹ d	۱۱۵۵/۶ de	۳۰/۵۳ cd
۲ کیلوگرم در هکتار	۱۰۰ درصد	۳۸۷/۵b	۳۷/۵b	۴۲۸/۵ ab	۱۳۰۰/۱ b	۳۲/۹۵ b
	۶۶ درصد	۳۸۱/۳ bc	۳۸/۴ b	۴۱۶/۶ b	۱۲۶۴/۴ c	۳۲/۹۴ b
	۳۳ درصد	۳۵۶/۴۲d	۳۶/۳c	۳۷۷/۸ c	۱۱۹۰/۰۸ d	۳۱/۷۴ bc
۳ کیلوگرم در هکتار	۱۰۰ درصد	۳۹۲/۴a	۴۱/۶a	۴۶۴/۵ a	۱۳۵۲/۳ a	۳۴/۳۴ a
	۶۶ درصد	۳۹۰/۱ a	۴۰/۸ a	۴۵۸/۷ a	۱۳۴۷/۵ a	۳۴/۰۴ a
	۳۳ درصد	۳۷۲/۲c	۳۷/۵۵bc	۳۹۹/۴ bc	۱۲۵۹/۲ c	۳۱/۷۱ bc

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نیستند.

تعداد سنبلچه در سنبله

در این تحقیق بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با ۱۹ و کمترین تعداد به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با ۱۵/۸۸ اختصاص یافت (جدول ۴). تأثیر مثبت کود نیتروژن بر تعداد سنبلچه‌ها در سنبله ممکن است به دلیل افزایش طول دوره آغازش سنبلچه از طریق طولانی‌تر کردن مرحله پنجه‌زنی و بهبود باروری گلچه‌ها باشد زیرا احتمالاً نیتروژن و شرایط نامساعد محیطی در طول نمو گلچه (تا ظهور برگ پرچم) می‌تواند موجب مرگ و میر تعدادی از سنبلچه‌ها شود (قرنجیک و قالشی، ۲۰۰۱). همچنین در این آزمایش قسمت زیادی از تفاوت‌های تعداد سنبلچه در سنبله مربوط به تفاوت‌های شاخص سطح برگ و فتوستتزی گیاه می‌باشد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷) زیرا تغییرات تعداد سنبلچه در گندم گیاه بستگی به تغییرات دو پارامتر شاخص سطح برگ و میزان آسیمیلاسیون خالص دارد. در این خصوص محققین دیگری نیز به افزایش تعداد سنبلچه در سنبله اشاره کرده اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (احمدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲؛ موسانایی و همکاران، ۲۰۱۷) نتایج تحقیق همچنین نشان داد که با افزایش مصرف اسید آمینه تعداد سنبلچه در سنبله افزایش معنی‌دار یافت. بیشترین تعداد در شرایط کاربرد ۲ و ۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با ۱۸/۴۲ و ۱۸/۹۲ در یک سطح آماری و کمترین تعداد نیز با ۱۶/۱۸ در شرایط عدم مصرف اسید آمینه حاصل شد (جدول ۴). بیان شده است که اسیدهای آمینه نقش تغذیه‌ای مهمی در گیاهان دارند زیرا حاوی طیف وسیعی از عناصر هستند، افزودن اسیدهای آمینه می‌تواند تثبیت نیتروژن را تقویت کرده و باعث افزایش سطح ریشه برای جذب عناصر غذایی شوند (سوری، ۲۰۱۶). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسیدهای آمینه از طریق فراهم کردن ازت سبب بهبود رشد رویشی و توسعه برگ‌ها (ال سعید و مهدی، ۲۰۱۶) و به دنبال آن افزایش فتوستتزی (الزریجای و همکاران، ۲۰۲۱) و درنهایت در افزایش تعداد سنبلچه در سنبله موثر بوده است در همین راستا بغیر و ال-نقیب (۲۰۱۹) نیز بیان داشتند که محلول‌پاشی اسید آمینه سبب افزایش تعداد سنبلچه در سنبله گندم شد.

جدول ۴- مقایسات میانگین تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و پروتئین دانه در شرایط کاربرد اسید آمینه و

کود شیمیایی اوره					
تیمارها	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبلچه	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد پروتئین (گرم در مترمربع)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
اسید آمینه					
عدم مصرف اسید آمینه	۱۶/۱۸ ^c	۱/۳۰ ^c	۱۰/۰۹ ^c	۳۲/۶۲ ^c	۴۱/۶۳ ^c
۱/۵ کیلوگرم در هکتار	۱۶/۸۳ ^b	۱/۸۰ ^b	۱۱/۹۵ ^b	۴۵/۲۱ ^b	۴۵/۵۴ ^{bc}
۲ کیلوگرم در هکتار	۱۸/۴۲ ^a	۲/۱۰ ^a	۱۲/۲۷ ^{ab}	۵۰/۲۲ ^{ab}	۵۱/۲۲ ^b
۳ کیلوگرم در هکتار	۱۸/۹۱ ^a	۲/۴۰ ^a	۱۲/۴۱ ^a	۵۴/۳۵ ^a	۵۹/۱۵ ^a
کود اوره					

۴۴/۲۳ ^a	۵۶/۲۴ ^a	۱۲/۷ ^a	۲/۳۱ ^a	۱۹/۰۰ ^a	۱۰۰ درصد
۵۰/۱۲ ^b	۴۴/۶۰ ^b	۱۱/۵۱ ^{ab}	۱/۹۰ ^b	۱۷/۸۸ ^b	۶۶ درصد
۵۸/۰۲ ^c	۳۵/۹۲ ^c	۱۰/۸۴ ^b	۱/۵۲ ^c	۱۵/۸۸ ^c	۳۳ درصد

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نیستند

تعداد دانه در سنبلچه

در این تحقیق بیشترین تعداد دانه در سنبلچه به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۲/۳۱ و کمترین تعداد به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۱/۵۲ اختصاص یافت (جدول ۴). می‌توان بیان داشت دسترسی بیشتر به آب و مواد معدنی در دوره رشد زایشی بویژه در مرحله دانه‌بندی منجر به افزایش تعداد دانه در سنبلچه می‌گردد (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج همچنین نشان داد بیشترین تعداد دانه در سنبلچه در شرایط کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به میانگین ۲/۴۰ و کمترین تعداد دانه در سنبلچه از عدم کاربرد اسیدآمین به میانگین ۱/۳ حاصل شد (جدول ۴). افزایش تعداد دانه در سنبلچه در شرایط محلول‌پاشی اسیدهای آمینه احتمالاً به دلیل تحریک و افزایش تقسیم سلولی بوده که در افزایش تعداد دانه در سنبلچه موثر بوده است (رفیع و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج یافته‌های حسنی و امیری (۱۳۹۵) در گندم نیز یافته‌های حاصل از این تحقیق را تأیید می‌نماید. تأثیر مثبت کود اوره و اسیدآمین بر افزایش تعداد دانه در سنبلچه توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (بغیر و النقیب، ۲۰۱۹؛ علازمانی، ۲۰۱۴).

وزن هزار دانه

نتایج مقایسات میانگین که نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در شرایط کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به میانگین ۴۱/۶ گرم که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین تفاوت آماری معنی‌داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه از عدم کاربرد اسیدآمین و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۲۹/۸ گرم حاصل شد (جدول ۳). تحقیقات پیشین علت افزایش وزن هزاردانه را بهبود شاخص‌های رشدی در شرایط محلول‌پاشی اسیدآمین و نیتروژن دانسته‌اند (عبادی و همکاران، ۱۳۸۸). در این رابطه هانان و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که فراهمی کود نیتروژن در مراحل رشد زایشی و عدم تنش کمبود مواد غذایی منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود. این محققین علت این امر را به افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به تبع آن به افزایش در فرایند فتوسنتز نسبت دادند. محققین دیگر تأثیر مثبت اسیدهای آمینه روی وزن هزار دانه به جهت اثر اسیدهای آمینه بر ساخت مواد نیتروژن غیرپروتئینی نسبت داده‌اند (ال سعید و مهدی، ۲۰۱۶). همچنین حسنی و امیری (۱۳۹۵) بیان کردند که اسید آمینه‌های آزاد همراه با عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در این فرآورده‌ها احتمالاً در تشکیل سنبله قوی‌تر، افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه گیاه نقش داشته است. در همین رابطه رفیع و همکاران (۱۴۰۰) بیان داشتند که بیشترین وزن هزار دانه (۴۵/۸۰ گرم) مربوط به مصرف اسیدآمین بود که در مقایسه با عدم مصرف آن برتری معنی‌دار به میزان ۷ درصد داشت.

عملکرد دانه

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به میانگین ۴۶۴/۵ گرم در مترمربع که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین تفاوت آماری معنی داری نداشت و کمترین عملکرد دانه از عدم کاربرد اسیدآمین و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۳۳۰/۴ گرم در مترمربع حاصل شد (جدول ۳). از آنجایی که مصرف کود نیتروژن و محلول پاشی اسیدهای آمینه بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی و اجزاء عملکرد دانه مؤثر است، به نظر می‌رسد تأثیر آن‌ها بر عملکرد دانه بدیهی باشد (کلیوکا و همکاران، ۲۰۱۶). در این پژوهش افزایش عملکرد دانه عمدتاً به دلیل تعداد بیشتر دانه و همچنین وزن دانه بود. نتایج فوق با نتایج یعقوبیان و همکاران (۱۳۹۶)، ما و همکاران (۲۰۱۹) و لیتکه و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد در شرایط محلول پاشی اسیدهای آمینه از طریق افزایش توان فتوسنتزی گیاه، سطح کربوهیدرات‌های محلول افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها برای رشد و نمو اندام‌های گلچه افزایش یافت که منجر به افزایش تعداد، وزن دانه و نهایتاً افزایش عملکرد دانه شده است (گیگلیون و همکاران، ۲۰۰۸). بر همین اساس برانکو و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی بیان داشتند کاربرد کود نیتروژن به صورت کمپلکس با اسیدهای آمینه، بر میزان عملکرد دانه، شاخص سطح برگ و وزن تر گیاه اثر مثبت داشت. همچنین ال-جاتری و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که کاربرد اسیدهای آمینه سبب افزایش عملکرد دانه و میزان کلروفیل کل در گندم شد. از طرفی ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) گزارش نمودند که کاربرد محرک‌های رشد نظیر اسیدهای آمینه، نه تنها سبب بهبود عملکرد گیاه شد بلکه منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۲۵ درصد شد، بدون آن‌که عملکرد گیاه کاهش یابد.

عملکرد بیولوژیک

بیشترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به میانگین ۱۳۵۲/۳ گرم در مترمربع که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین تفاوت آماری معنی داری نداشت و کمترین عملکرد بیولوژیکی از عدم کاربرد اسیدآمین و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۱۱۲۱/۱ گرم در مترمربع حاصل شد (جدول ۳). در گیاهان افزایش عملکرد بیولوژیکی تابعی از فرآیندهای رشدی و حجم پیکره رویشی و زایشی گیاه است به عبارت دیگر افزایش حجم پیکره رویشی و سطح برگ‌ها و افزایش فتوسنتز و تولید و تجمع ماده خشک در گیاه سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه می‌گردد. بنابراین تأثیر محلول پاشی اسیدآمین و کاربرد کود اوره بر افزایش تقسیم و بزرگ شدن سلولی در اندام‌های مختلف گیاه و به دنبال آن افزایش فتوسنتز و تجمع ماده خشک را می‌توان علل افزایش عملکرد بیولوژیکی در گندم دانست (کوچکی و سرمندیا، ۱۳۸۷). نتایج فوق با نتایج خانجانی و بحرانی (۱۳۹۶) و موسانایی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت. بیان شده است که اسیدهای آمینه در سنتز ترکیبات آلی مانند پروتئین، آمین‌ها، پورین‌ها و پیریمیدین‌ها، آلکالوئیدها، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و ترپنوئیدها نقش دارند (هانسام و

همکاران، ۲۰۰۸). پروتئین یکی از اصلی‌ترین اجزایی می‌باشند که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پروتئین‌ها حاوی توالی اسیدهای آمینه است. در محلول‌های اسیدآمینه، گیاهان اسیدآمینه را از طریق روزنه‌ها جذب می‌کنند (رئیزی و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به این ویژگی‌ها، محلول‌پاشی اسیدآمینه و در اختیار قرار دادن این منبع برای گیاه، باعث رشد بهتر گیاه، افزایش سطح برگ و به دنبال آن سبب افزایش فتوسنتز در گیاه شده که مجموعه این عوامل می‌تواند عملکرد بیولوژیک را در گندم را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج این تحقیق با گزارشات طاهری اصغری (۱۴۰۱) مطابقت داشت. همچنین لئو و همکاران (۲۰۱۴) و ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) نیز نشان دادند، کاربرد مخلوط اسیدهای آمینه باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی در سایر گیاهان می‌شوند که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که بیشترین شاخص برداشت به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمینه با میانگین ۳۴/۳۴ درصد که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمینه تفاوت آماری معنی‌داری نداشت و کمترین شاخص برداشت از عدم کاربرد اسیدآمینه و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۲۹/۴۷ درصد حاصل شد (جدول ۳). افزایش درصد شاخص برداشت در مقادیر بالای اوره و نیتروژن در اثر افزایش عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی صورت گرفته است که در نتایج عملکرد دانه و بیولوژیکی این مطلب به وضوح مشاهده می‌شود. بالا بودن شاخص برداشت نمایانگر انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه است. علت افزایش شاخص برداشت را می‌توان به جذب بهتر عناصر غذایی نسبت داد. زیرا گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند از تشعشع خورشیدی بهتر استفاده نماید و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه ارسال نماید و در نتیجه نسبت دانه به ماده خشک را افزایش دهد که در نهایت سبب افزایش نسبت‌های شاخص برداشت شده است. طبق اظهارات کلیکوکا و همکاران (۲۰۱۶) کود نیتروژن با افزایش مخزن، می‌تواند علاوه بر افزایش زیست توده، تخصیص مواد فتوسنتزی در بخش اقتصادی گیاه (دانه) را بهبود بخشیده و منجر به افزایش شاخص برداشت گردد. در این تحقیق می‌توان بیان داشت عواملی که به طرق مختلف انتقال آسیمیلایون به مقصد را کنترل می‌کنند روی توزیع مواد فتوسنتزی نیز کنترل دارند و محلول‌پاشی محرک‌های رشد نظیر اسیدهای آمینه نیز از طریق اثر بر تعداد و اندازه سلول‌های مقصد و فعالیت برخی آنزیم‌ها بر افزایش شاخص برداشت گیاه مؤثر می‌باشند (اسکندری‌تربقان و فاضلی‌کاخکی، ۱۴۰۰). در همین رابطه انتظاری و همکاران (۱۳۸۷) بیان داشتند که بالاترین شاخص برداشت از تیمار محلول-پاشی اسیدآمینه با غلظت ۳ و ۶ در هزار به ترتیب با ۴۳/۰۶ و ۴۰/۶ درصد به دست آمد. از طرفی استوارت و هانسون (۱۹۹۹) براین باور هستند که استفاده از اسیدهای آمینه، باعث رشد بوته شده و این مسئله خود شاخص برداشت را افزایش می‌دهد.

پروتئین دانه

در این تحقیق بیشترین درصد پروتئین از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین با میانگین ۱۲/۴۱ درصد و کمترین درصد پروتئین از عدم کاربرد اسیدآمین با میانگین ۱۰/۰۹ درصد حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین درصد پروتئین به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۱۲/۷ درصد و کمترین درصد پروتئین به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۱۰/۸۴ درصد اختصاص یافت (جدول ۴). محلول پاشی اسیدآمین و کود نیتروژن در بیوسنتز پروتئین و بسیاری از مولکول‌های زیستی نقش مهمی دارند. از اینرو، استفاده ترکیبی نیتروژن و اسیدهای آمینه باعث بهره‌وری بیشتر این عنصر در گیاه می‌شود (مبینی و همکاران، ۲۰۱۴). برخی از پژوهشگران نیز نقش اصلی تأثیر اسید آمینه در آسیمیلاسیون نیتروژن و ساخت پروتئین را به دلیل تأثیر آن بر آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم نیترات می‌دانند که در آن کاربرد اسید آمینه باعث افزایش غلظت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز می‌شود (لئو و همکاران، ۲۰۱۴). در همین رابطه سالوا و عثمان (۲۰۱۴) گزارش کردند که محلول پاشی اسیدآمین باعث بهبود صفات کیفی دانه گندم می‌شود. این محققین بیان کردند که اسیدهای آمینه می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و عملکرد گیاه تأثیرگذارند. به نقل از لیتکه و همکاران (۲۰۱۸) کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر محتوی پروتئین داشت و این افزایش معنی‌دار تا تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در این صفت مشاهده شد که همگی این نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد پروتئین

در این پژوهش بیشترین عملکرد پروتئین دانه با میانگین ۵۴/۳۵ گرم در مترمربع از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه و کمترین عملکرد پروتئین دانه با میانگین ۳۲/۶۲ گرم در مترمربع به عدم کاربرد اسید آمینه اختصاص یافت (جدول ۴). بیان شده است که افزایش عملکرد پروتئین دانه عمدتاً ناشی از افزایش عملکرد دانه می‌باشد هرچند که عوامل محیطی و خصوصیات ژنتیکی گیاه نیز می‌توانند بر عملکرد پروتئین دانه تأثیرگذار باشند (علازمانی، ۲۰۱۴). در این پژوهش به نظر می‌رسد که در تیمار کاربرد اسید آمینه به دلیل جذب برگی نیتروژن توسط گیاه (النگار و همکاران، ۲۰۰۷). و افزایش جذب نیتروژن خاک (پرز و همکاران، ۲۰۱۵)، مقدار بیشتری از این عنصر توسط گیاه جذب و مازاد آن برای رشد رویشی و تشکیل دانه به شکل پروتئین در دانه تجمع یافته است که در نهایت منجر به افزایش عملکرد پروتئین گردیده است. نتایج تحقیق همچنین نشان داد بیشترین عملکرد پروتئین به شرایط کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۵۶/۲۴ گرم در مترمربع و کمترین مقدار با ۳۵/۹۲ گرم در مترمربع در شرایط کاربرد ۳۳ درصد کود اوره تعلق داشت. مراقبی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی پنج سطح کود نیتروژن در گندم گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد دانه، پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه افزایش می‌یابد که با یافته‌های این تحقیق مشابهت داشت. همچنان‌که موسانایی و همکاران (۲۰۱۷) و ما و همکاران (۲۰۱۹) با اشاره به بهبود اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه بیان نمودند که کود نیتروژن بر صفات کیفی عملکرد پروتئین و درصد پروتئین تأثیر معنی‌داری داشت.

کارایی مصرف نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین اثر مقادیر کاربرد اسید آمینه نیز نشان داد که بیشترین کارایی مصرف نیتروژن مربوط به کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۵۹/۱۵ کیلوگرم بر کیلوگرم و کمترین کارایی مصرف نیتروژن در شرایط عدم کاربرد اسید آمینه با میانگین ۴۱/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم اختصاص یافت (جدول ۴). در این تحقیق همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کارایی مصرف نیتروژن و کاربرد اسید آمینه مشاهده شد. بنظر می‌رسد کاربرد اسید آمینه علاوه بر فراهم کردن نیتروژن مورد نیاز گیاه به دلیل افزایش رشد اندام هوایی، موجب افزایش جذب نیتروژن و در نتیجه منجر به دستیابی به بیش‌ترین کارایی این عنصر در گیاه شده است. در این رابطه پرز و همکاران (۲۰۱۵) نیز اظهار نمودند که کاربرد اسیدهای آمینه فواید زیادی برای گیاهان دارند از جمله افزایش سرعت جوانه‌زنی، فعال کردن ریشه‌زایی، افزایش محتوی کلروفیل و افزایش میزان جذب عناصر می‌باشند که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت. حسنی و امیری (۱۳۹۵) نیز گزارش نمودند، مصرف اسید آمینه، عملکرد جو را بدلیل همبستگی مثبت جذب نیتروژن توسط گیاه با اسید آمینه، افزایش داد و باعث افزایش کارایی نیتروژن گردید. مقایسه میانگین سطوح مختلف کود اوره بر کارایی مصرف نیتروژن نشان داد (جدول ۴)، که بیشترین کارایی مصرف نیتروژن به شرایط کاربرد ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۵۸/۰۲ کیلوگرم بر کیلوگرم و کمترین کارایی مصرف نیتروژن به کاربرد ۱۰۰ درصد اوره با میانگین ۴۴/۲۳ کیلوگرم بر کیلوگرم تعلق داشت. در این تحقیق همبستگی منفی بین کارایی مصرف نیتروژن و مقادیر مصرف این نیتروژن مشاهده شد. دوئل و هالفورد (۲۰۰۵) بیان نمودند، یکی از دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن در اثر افزایش مصرف نیتروژن، فزونی سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق آبشویی و تصعید یا عدم استفاده موثر از آن باشد. حسینی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که با افزایش میزان مصرف نیتروژن در گندم کارایی آن نیز کاهش می‌یابد این محققین بیان کردند که رابطه بین مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد دانه گندم خطی نیست. به عبارت دیگر با افزایش کاربرد کود نیتروژن به همان میزان عملکرد دانه بهبود نمی‌یابد که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت. دیگر محققین نیز گزارش دادند که با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در جو حاصل شد اما با افزایش آن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت (ستاری آرانی و همکاران، ۱۳۹۶).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق افزایش مصرف کود اوره تا ۱۰۰٪ معادل ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم موثر بود. ضمناً محلول پاشی اسید آمینه نیز در این افزایش تاثیر معنی‌دار داشت. در این تحقیق بهترین نتیجه به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه تعلق داشت که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در دو نوبت پایان پنجه‌دهی و مرحله آبستنی در کنار کودهای شیمیایی نیتروژن، می‌تواند علاوه بر تولید محصول کافی، در کاهش مصرف کود

شیمیایی موثر باشد. لذا با کاربرد ۶۶ درصد کود اوره به همراه ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به علاوه بر صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی می‌توان به عملکرد کمی و کیفی مناسبی در گندم دست یافت.

منابع

ابراهیمی، ه.، م. ن. ایلکایی، م. م. طهرانی، ف. پاک‌نژاد و م. بصیرت. ۱۴۰۱. تأثیر برخی محرک‌های رشدی و سطوح مختلف کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۵۳، شماره ۱: ۱۸۹-۲۰۰.

احمدی‌نژاد، ر.، ع. نجفی، ن. اصغرزاد و ش. اوستان. ۱۳۹۲. اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۳، شماره ۲: ۱۹۴-۱۷۷.

اسکندری‌تربقان، م. و ف. فاضلی‌کاخکی. ۱۴۰۰. بررسی تأثیر تقویت‌کننده‌های کودی بر برخی از اجزای عملکرد گندم در شرایط قطع آب آخر در شرایط مزرعه. فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۱۰، شماره ۴۵: ۸۹-۱۰۶.

اسماعیل زاده مقدم، م.، م. خدارحمی، ع. پورشهبازی، ح. اکبری مقدم، م. سیاح فر، س. طهماسبی، غ. لطفعلی آینه، ن. امیر بختیار، ف. افشاری، م. دالوند، ع. ذاکری، ن. طباطبایی، ر. روح‌پرور و ش. کیا. ۱۳۹۶. مهرگان، رقم جدید گندم نان مقاوم به زنگ زرد، قهوه‌ای و سیاه، باکیفیت نانوائی بالا، مناسب کشت در نظام‌های زراعی اقلیم گرم و خشک جنوب ایران. یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. جلد ۶، شماره ۱: ۷۷-۷۱.

انتظاری، س.، م. خلعتبری، م. نصری و ا. ذاکری محمدآبادی. ۱۳۸۷. تأثیر محلول‌پاشی اسیدآمین به کم آبیاری زراعت گندم در دشت ورامین. مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. جلد ۱۴: ۷۹-۶۴.

پورابراهیمی فومنی، م.، ع. سیروس مهر، ح. ر. عشقی زاده، م. ر. اصغری پور و ع. خمری. ۱۳۹۸. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر برخی شاخصهای فیزیولوژیک رشد و رنگیزه-های فتوسنتزی هیبریدهای دیررس، میان‌رس و زودرس ذرت (*Zea mays L.*). فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۸، شماره ۳۰: ۶۹-۵۳.

حسنی، ا. و م. ر. امیری. ۱۳۹۵. تأثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر کارایی زراعی نیتروژن، عملکرد و کیفیت دانه جو. نشریه زراعت. جلد ۱۱۲: ۸۶-۷۶.

حسینی، ر. ا.، س. ا. گاشی، ا. سلطانی، م. کلاته و م. زاهد. ۱۳۹۲. اثر کود نیتروژن بر شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۱، شماره ۲: ۳۰۶-۳۰۰.

حمزه‌ئی، ج. س.، م. سیدی، ا. آزادبخت و ا. فصاحت. ۱۳۹۶. اثر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت بذور گندم. مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۱۳، شماره ۴: ۹۷-۱۰۷.

خانجانی، م. و ع. بحرانی. ۱۳۹۶. اثر مقادیر مصرف و تقسیم کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد، انتقال مجدد ماده خشک و میزان فتوسنتز جاری در گندم رقم چمران. دو فصلنامه علوم به زراعی گیاهی. جلد ۷، شماره ۲: ۸۹-۱۰۱.

- رفیع، م. ر.، م. صلحی و م. جوادزاده. ۱۴۰۰. بررسی تأثیر کاربرد اسید آمینه، اسید فولویک و عصاره جلبک دریایی در شرایط نرمال و تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم در منطقه بهبهان. تنش های محیطی در علوم زراعی. جلد ۱۴، شماره ۱: ۱۴۱-۱۳۱.
- ستاری آرانی، ع.، م. میرزاخانی و س.ا. فرید هاشمی. ۱۳۹۶. تأثیر مقدار بذر مصرفی و سطوح نیتروژن بر ویژگی های زراعی و کارایی مصرف نیتروژن. رقم امیدبخش جو. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ۸، شماره ۲۸: ۱۰۹-۱۰۱.
- سیدشریفی، ر. و ر. خلیل زاده. ۱۳۹۷. تولید غلات. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی. ۴۰۶ صفحه.
- طاهری اصغری، م. ۱۴۰۱. اثر محلول پاشی با اسیدهای آمینه و همزیستی با گونه های قارچ مایکوریزا بر ویژگی های گیاه دارویی همیشه بهار. به زراعی کشاورزی. جلد ۲۴، شماره ۲: ۶۲۹-۶۱۵.
- عبادی، ع.، ح. ر. محمد دوست چمن آباد و ح. ر. مصطفایی. ۱۳۸۸. بررسی اثر گوگرد و نیتروژن بر روی عملکرد و جذب عناصر غذایی در گلرنگ بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه محقق اردبیلی. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱۸ صفحه.
- غلامی، ب.، نوروژی شهری، ف.، مندنی، ف.، جلالی هنرمند، س. و م. سعیدی. ۱۳۹۷. بررسی برخی از شاخص های رشد و عملکرد دانه گندم در پاسخ به کاربرد کود اوره و دود آب. به زراعی کشاورزی. جلد ۲۰ شماره ۳: ۶۲۶-۶۰۹.
- مراقبی، ف.، م. اکبری فامیله، و ع. هوشمند فر. ۱۳۹۰. تاثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر درصد پروتئین دانه و کارایی مصرف نیتروژن گندم رقم پیشتاز در منطقه ساوه. فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. جلد ۷، شماره ۲۹: ۷۶-۶۵.
- کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۸۷. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۵۰ صفحه.
- یعقوبیان، ا.، س. قاسمی و ی. یعقوبیان. ۱۳۹۶. اثر تاریخ کاشت و کود اوره بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط آب و هوایی شهرستان هشتروند. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی. جلد ۱۳، شماره ۲: ۶۴-۵۳.
- هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

- Alazmani, A.R. 2014. Effect of nitrogen fertilizer on feed and grain yield of barley cultivar. Int. Res. J. Appl. Basic Sci. 8(11): 2013-15.
- Alzreejawi, S. Hayyawi, W. and Al-Juthery, A. 2021. Effect of foliar application of nano nutrients and amino acids as a complementary nutrition on quantity and quality of maize grains. 2nd Virtual International Scientific Agricultural Conference.
- Al-juthery, H., H. Hardan, G. Al-Swedi, M. Obaid and Q. Al-Shami. 2019. Effect of foliar nutrition of nano-fertilizers and amino acids on growth and yield of wheat. Earth Environ. Sci. 388:1-9.
- Baqir, H. and M. Al-Naqeeb. 2019. Effect of some amino acids on tillering and yield of three bread wheat cultivars. Iraqi J. Agric. Sci. 50: 20-30.

- Boulelouah, N., M.R. Berbach, H. Bedjaoui, N. Selama and N.Y. Rebouh. 2022. Influence of nitrogen fertilizer Rate on yield, grain quality and nitrogen use efficiency of durum wheat (*Triticum durum* Desf) under Algerian semiarid conditions. Agriculture. 12, 1937. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111937>
- Brankov, M., M. Simi, Z. Dolijanovi, M. Rajkovi, V. Mandi and V. Dragicevi. 2020. The response of maize lines to foliar fertilizing. Agriculture. 10(9):365.
- Doyle, A.D., and I.C.R. Holford. 2005. The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their relationship to soil and nitrogen fertilizer. Aust J Agric Res. 44:1245-1258.
- Duan, Y., M. Xu, S. Gao, H. Liu, S. Huang and B. Wang. 2016. Long-term incorporation of manure with chemical fertilizers reduced total nitrogen loss in rain-fed cropping systems. Sci. Rep. 6: 1–10.
- El-Naggar, E. and A. El-Ghamr. 2007. Effect of bio and chemical nitrogen fertilizers with foliar of humic and aminiacid on wheat. J. Agric. Sci. 32(5): 4029-4043.
- El-Said, M.A.A. and A.Y. Mahdy. 2016. Response of two wheat cultivars to foliar application with amino acids under low levels of nitrogen fertilization. Middle East J. Agric. Res. 5: 462-472.
- Gharangeik, A. and S. Ghaleshei. 2001. Investigation of foliar urea fertilizer application on yield and yield component of two wheat cultivars. J. Agric. Nat. Resour. 8(2): 87-98
- Ghiglione, H., F. Gonzalez, R. Serrago, S. Maldonado, C. Chilcott, J. Cura, D. J. Miralles, T. Zhu and J. Casal. 2008. Autophagy regulated by daylength sets the number of fertile florets in wheat. Plant J. 55: 1010-1024.
- Halpern, M., A. Bar-Tal, M. Ofek, D. Minz, T. Muller and U. Yermiyahu. 2015. The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. In Advances in Agronomy; Sparks, D.L., Ed.; Academic Press: New York NY USA. 130: 141–174.
- Hanan, S. S., G.A. Mona and H. I. El-Alia. 2008. Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. J. Agric. Biol. Sci. 4: 399-412.
- Hounsoume, N., B. Hounsoume, D. Tomos and G. Edwards-Jones. 2008. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. J. Food Sci. 73(4): 48-65.
- Klikocka, H., M. Cybulska, B. Barczak, B. Narolski, B. Szostak, B. Kobialka, A. Nowak and E. Wojcik. 2016. The effect of sulphur and nitrogen fertilization on grain yield and technological quality of spring wheat. Plant Soil Environ. 62(5): 230-236.
- Litke, K., Z. Gaile and A. Ruza. 2018. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. Agron. Res. 16(2): 500-509.
- Liu, C.W., Y. Sung, B. Chen and H. Lai. 2014. Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). Int. J. Environ. Res. Public Health. 11(4): 4427-4440.
- Ma, G., W. Liu, S. Li, P.C. Zhang, H. Lu, L. Wang, Y. Xie, D. Ma and G. Kang. 2019. Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China plain. Front Plant Sci. 10:1-12.
- Miller, A., X. Fan, Q. Shen and S. Smith. 2007. Amino acids and nitrate as signals for the regulation of nitrogen acquisition. J. Exp. Bot. 59: 111–119.
- Mobini, M., A.H. Khoshgoftarmansh and S. Ghasemi. 2014. The effect partial replication of nitrate with arginine, histidine, and a mixture of amino acids extracted

- from blood powder on yield and nitrate accumulation in onion bulb. *Sci. Hortic.* 176: 232-237.
- Mosanaei, H., H. Ajamnorazi, M.R. Dadashi, A. Faraji and M. Pessarakli. 2017. Improvement effect of nitrogen fertilizer and plant density on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed deterioration and yield. *Emir. J. Food Agric.* 29(11): 899-910.
- Perez, P., R. Zhang, X. Wang, J. Ye and D. Huang. 2015. Characterization of the amino acid composition of soils under organic and conventional management after addition of different fertilizers. *J. Soils Sediments.* 15(4): 890-901.
- Raeisi, M., L. Farahani and M. Palashi. 2014. Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. *Int. J. Biosci.* 4(1): 463- 468.
- Rossi, A.M., M.D. Juarez, N.C. Samman, and M. Villarreal. 2004. Nitrogen contents in food: A comparison between the Kjeldahl and Hach methods. *An. Asoc. Quim. Argent.* 92(4): 99-108.
- Rouphael, Y. and G. Colla. 2018. Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Front Plant Sci.* 9:1655.
- Salwa, A.R.H. and A.M.A. Osama. 2014. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Ann. Agric. Sci.* 59: 133–145.
- Shekari, G. and J. Javanmardi. 2017. Effects of foliar application pure amino acid and amino acid containing fertilizer on Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) transplant. *Adv. Crop Sci. Technol.* 5:280.
- Souri, M. 2016. Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agric.* 1(1): 118-123.
- Stewart, C. and G. Hanson. 1999. Relationship between stress induced ABA and proline accumulation and induced proline accumulation in excised barley leaves. *Plant Physiol.* 79: 24-28.
- Thornton, B. and D. Robinson. 2005. Uptake and assimilation of nitrogen from solutions containing multiple N sources. *Plant Cell Environ.* 28: 813-821.

Evaluation of the effect of different amounts of nitrogen urea and amino acid on quantitative and qualitative characteristics of wheat in Mahshahr region, Khuzestan

N. Salehi^۱, S. K. Marashi^{2*}

Received: 11 May. 2023

Accepted: 20 Jul. 2023

Abstract

This experiment was conducted with the aim of reducing the application of urea chemical fertilizer in wheat agricultural fields of Mahshahr, Khuzestan province in 2021- 2022 crop season and was conducted on the basis of factorial in a randomized complete block design with three replications. The treatments included amounts of amino acids at four levels including: non application, 1.5, 2 and 3 kg/ha and different amounts of nitrogen from the source of urea at 3 levels as 100, 66 and 33 % of region's custom which was equivalent to 130 kg/ha of pure nitrogen from urea source. The results showed that the highest number of spikes per square meter, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index were obtained in the conditions of 100% urea fertilizer and 3 kg/ha amino acid, and the lowest value was obtained under non amino acid application and 33% urea fertilizer. The highest number of grain per spike, number of spikelets per spike, grain protein percentage, protein yield and nitrogen utilization efficiency were in 3 kg/ha of amino acid and 100% urea fertilizer. Regarding grain yield, the highest value by 464.5 g/m² was belonged to 100% urea fertilizer and the application of 3 kg/ha of amino acids, which was not significantly different from the treatment of 66% urea fertilizer and the application of 3 kg/ha of amino acids and the yield equivalent to 33% compared to the region's custom, was increased. In addition, the lowest by 330.4 g/m² was obtained from the non application of amino acid and 33% urea fertilizer treatment. The highest grain protein was under 100% urea fertilizer by 12.7% and application of 3 kg/ha amino acid by 12.41% and the lowest amount was obtained under 33% urea fertilizer by 10.84% and non application of amino acid by 10.09%. The general results of experiment showed that foliar application of amino acid is effective in reducing the application of urea fertilizer in addition to increasing the yield. In general, with the application of 66% urea fertilizer along with 3 kg/ha of amino acids while reducing the application of urea fertilizer, it is possible to achieve a good quantitative and qualitative yield in wheat and it can be noticed by farmers.

Key words: Chemical fertilizer, Grain protein, Grain yield, Organic stimulant.

1. Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2. Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Corresponding author: marashi_47@yahoo.com