تأثیر سطوح متفاوت کود ازته و زمان مصرف آن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم بهاره در شرایط محیطی تبریز

مسعود عزت احمدی، حمدالله کاظمی، محمدرضا شکیبا و مصطفی ولیزاده

به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۷/۸

خلاصه

به منظور ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گندم بهارهٔ رقم قدس به سطوح و زمانهای مختلف مصرف کود ازته، آزمایشی در سال زراعی ۷۴ - ۱۳۷۳ در مزارع تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی تبریز واقع در اراضی کرکج، به صورت کرتهای خردشده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجراگردید. کرتهای اصلی به پنج سطح کود ازته (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) و کرتهای فرعی به پنج زمان مصرف کود ازته [تماماً در زمان کاشت (T_0)، $\frac{1}{2}$ در زمان کاشت، + $\frac{1}{2}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی (T_1)، $\frac{1}{2}$ در زمان کاشت + $\frac{1}{2}$ در مرحلهٔ سنبله‌رفتن (T_2)، $\frac{1}{3}$ در زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی + $\frac{1}{3}$ در مرحلهٔ سنبله‌رفتن (T_3) و $\frac{1}{4}$ در زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی + $\frac{1}{4}$ در مرحلهٔ ساقه‌رفتن + $\frac{1}{4}$ در مرحلهٔ سنبله‌رفتن (T_4) اختصاص یافت. ارزیابی نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود ازته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه به طور معنی‌داری افزایش، ولی وزن هزار دانه و شاخص برداشت به طور غیر معنی‌داری کاهش یافت. زمانهای مختلف مصرف کود ازته، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و تعداد دانه در متر مربع را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. اثر تقسیط کود ازته بر روی تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. اثرات متقابل سطوح و زمانهای مختلف مصرف کود ازته بر روی تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. به طور کلی، سطح کودی ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار با میانگین ۵۰۰۵/۵۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد، هر چند که با سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار از نظر آماری در یک گروه قرارگرفت. تیمار T_1 نیز با میانگین ۴۳۹۱/۸۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، در عین حال با تیمارهای T_0، T_2 و T_3 اختلاف معنی‌داری نداشت. عملکرد دانهٔ بیشتر در سطوح بالای ازت را می‌توان به افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: کود ازته وگندم بهاره،کود ازته واجزاء عملکرد،گندم بهاره قدس،کود ازته،زمان کوددهی

مقدمه

مدیریت مصرف کودهای شیمیایی، به ویژه کود ازته،از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. کمبود ازت موجب کاهش عملکرد، کاهش پروتئین و افت کیفیت نانوایی گندم شده، و فزونی آن باعث تأخیر در رسیدگی، رشد رویشی بیشتر، کاهش مقاومت به سرما، خوابیدگی و نیز مستعد بودن به انواع بیماریها می‌گردد(۱، ۵ و ۷).

تقسیط[1] مصرف ازت نیز در پژوهشهای اخیر به دلیل نیازهای متفاوت گیاه در طول دورهٔ رشد مورد توجه خاصی قرار گرفته است. نیازغذایی گندم به ازت در طول فصل رشد ثابت نیست و در دوره‌های خاصی از رشد، نیاز گیاه به این عنصر حداکثر و در برخی دیگر از مراحل رشد احتمالاً حداقل است. علاوه بر این، کودهای ازته مصرف شده در خاک به ندرت پایا هستند، آنها ممکن است بعد از مصرف مجدداً در سرتاسر خاک توزیع شوند و بخش محسوسی امکان دارد در خاک توسط مواد آلی و یا کانیهای رسی تثبیت شده و یا از طریق آبشویی و تصعید هدر روند (٦). بنابراین، تعیین بهترین زمان مصرف کود ازته امری مهم می‌باشد. به عبارت دیگر، توصیه‌های کودی برای یک محصول معین باید بر پایهٔ آگاهی از نیاز گیاه، کمیت مواد غذایی در خاک و امکان تغییر آنها در طول زمان رشد انجام گیرد. از این رو، الگوهای جذب ازت و زمان مصرف کود برای هر محصول بایستی به دقت مشخص شود.

مصرف کود ازته در گندم موجب افزایش تعداد پنجه‌های بارور می‌شود. البته تأثیر عمومی آن تابع میزان و زمان مصرف کود می‌باشد. به استناد برخی از گزارشها، به جز چند مورد استثنایی، افزایش میزان کود ازته تا ۲۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار موجب افزایش تعداد سنبله در موقع برداشت می‌شود (۹، ۱۴، ۱۵، ۲۸ و ۳۵). زمان حداکثر نیاز گندم به ازت درست پیش از رشد طولی ساقه است (۹ و ۲۸) و این نشان می‌دهد که تغییر قابل توجه در واکنش تراکم جمعیت سنبله در بین فصول و مکانها، ممکن است نتیجهٔ تغییر در زمان مصرف ازت و قابلیت گیاه در جذب آن باشد. در آزمایشهایی که در آنها مقادیر زیادتری ازت (۲۱۰ کیلوگرم ازت در هکتار) مورد استفاده قرار گرفت، حد بهینه اثر کود در مرحلهٔ ساقه رفتن یا پیش از آن مشاهده شد (۲۴، ۳۰ و ۳۱). در گندم بهاره که دارای رشد و نمو سریعتری می‌باشد، پس از مرحلهٔ سبز شدن، نیاز گیاهچه به ازت افزایش می‌یابد و خطر از بین رفتن ازت توسط آبشویی، نسبت به گندم پاییزه، بسیار کمتر می‌شود. به نظر می‌رسد که در این شرایط فرصت کمتری برای افزایش تراکم سنبله از طریق زمان مصرف ازت وجود داشته باشد (۱ و ۵). در برخی از آزمایشها، مصرف دیرهنگام ازت تأثیری بر روی تعداد سنبله در واحد سطح نداشته و در مواردی حتی آن راکاهش نیز داده است (۹، ۱۲ و ۲۵). تأثیر کود ازته بر روی تعداد دانه در سنبله معمولاً مثبت است، ولی به نظر می‌رسد که این تأثیر در مقایسه با اثر ازت بر روی تعداد سنبله در واحد سطح کمتر باشد (۹، ١٦، ۱۷، ۲۲ و ۲۴). این اثر ممکن است در برخی موارد از نظر آماری غیر معنی‌دار (۱۲ و ۳۳) و در موارد دیگر با اثرات منفی همراه باشد (۱۳ و ۳۵). مطالعات تفصیلی نمو سنبله نشان داده است که افزایش قابلیت مصرف ازت با زیادی سرعت تمایز و تشکیل سنبلچه‌ها، بهبود باروری آنها و زیادی تعداد دانه در سنبلچهٔ بارور همراه است، ولی تأثیر نسبتاً کمی بر طول دورهٔ تشکیل سنبلچه دارد (۱). تأثیر زمان مصرف کود ازته بر تعداد دانه در سنبله ممکن است مثبت بوده (۲۲ و ۳۵) و یا اینکه تأثیر چندانی نداشته باشد (۱۰ و ۳۳). به نظر می‌رسد که زمان مصرف ازت تأثیر نسبتاً اندکی بر اندازهٔ سنبله دارد (۱). از آنجایی که کود ازته موجب افزایش تولید مادهٔ خشک (۷، ۱۷، ۲۰ و ۲۲) و دوام سطح برگ بعد از ظهور سنبله (۲۰) می‌شود، می‌توان انتظار داشت که وزن هزار دانهٔ گندم با مصرف بیشتر ازت افزایش یابد. نتایج بررسی‌ها نشان داده‌اند که با توجه به شرایط محیطی، ممکن است وزن هزار دانه با ۰ رف کود ازته بالا رود (۸، ۱۷، ۲۲، ۳۳ و ۳۵)، کاهش یابد (۱۰، ۲۴ و ۲٦) و یا بی‌تأثیر باقی بماند (۱۳ و ۲۵). به علاوه، زمان مصرف کود ازته نیز ممکن است وزن هزار دانه را افزایش دهد (۸، ۹، ۲۴ و ۳۵) و یا تأثیری بر آن نداشته باشد (۱۰).

ایوب و همکاران (۹) گزارش کردند که عملکرد دانه، تعداد سنبله در هر متر مربع و تعداد دانه در سنبله با کوددهی ازت افزایش یافت و عملکردهای بالاتر، عمدتاً ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه در متر مربع بود، تقسیط کود ازته تأثیری بر روی عملکرد دانه نداشت و حتی در یک مکان باعث کاهش آن نیز گردید، کوددهی در نوبتهای مختلف در عین حال باعث کاهش تعداد سنبله در متر مربع و افزایش وزن هزار دانه در برخی از مکانها گردید، افزایش مقدار ازت تنها در یک مکان باعث کاهش شاخص برداشت شد، ولی تقسیط آن شاخص برداشت را افزایش داد. مسداک و اسمیت (۲۴) نیز تأثیر زمان بندی مصرف ازت را بر افزایش عملکرد گندم بهاره در آب و هوای مدیترانه‌ای بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد که کل مادهٔ خشک و عملکرد دانه با مصرف ازت افزایش یافتند. بیشترین پاسخ هنگامی مشاهده شد که باقیماندهٔ ازت درست قبل از طویل شدن ساقه مصرف گردید، کمترین پاسخ زمانی به دست آمد که باقیماندهٔ ازت در مرحلهٔ گرده‌افشانی به کار

1 - Split application

برده شد. افزایش عملکرد دانه با مصرف ازت به دلیل افزایش تعداد دانه در واحد سطح از طریق افزایش تعداد سنبله در واحد سطح یا تعداد دانه در سنبله و یا هر دو صورت گرفت ولی واکنش اندازهٔ دانه نسبت به مصرف ازت عموماً معکوس بود و مصرف باقیماندهٔ ازت در قبل از طویل شدن ساقه و گرده‌افشانی نیز تولید به ترتیب کوچکترین و بزرگترین دانه را باعث گردید.

با توجه به اینکه نتایج حاصل از پژوهشها متفاوت است و به علاوه، تأمین ازت مورد نیاز گیاه اولین و مهمترین عامل در جهت افزایش تولید محصولی با کیفیت مطلوب در یک مکان مشخص می‌باشد، بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین مناسبترین سطح کود ازته و بهترین زمان مصرف آن جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد و کیفیت بر روی یک رقم از گندم به نام قدس انجام گرفته است.

مواد و روشها

این بررسی در نیمهٔ اول سال ۱۳۷۴ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۳۶۰ متر و مختصات جغرافیایی آن به ترتیب ′۴۶°,۱۷ طول شرقی و ′۳۸°,۵ عرض شمالی می‌باشد (۲).

مشخصات خاک‌شناسی و شرایط جوی محل آزمایش به ترتیب در جداول ۱ و ۲ منعکس گردیده است. طرح آزمایشی مورد استفاده، کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بود. کرتهای اصلی به پنج سطح کود ازته [صفر (N۰)، ۴۰ (N۱)، ۸۰ (N۲)، ۱۲۰ (N۳) و ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار (N۴)، و کرتهای فرعی به پنج زمان مصرف کود ازته [تماماً در زمان کاشت (T۰)، $\frac{۱}{۲}$ در زمان کاشت + $\frac{۱}{۲}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی[۱] (T۱)، $\frac{۱}{۲}$ در زمان کاشت + $\frac{۱}{۲}$ در مرحلهٔ سنبله‌رفتن[۲] (T۲)، $\frac{۱}{۳}$ در زمان کاشت + $\frac{۱}{۳}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی + $\frac{۱}{۳}$ در مرحلهٔ سنبله رفتن (T۳) و $\frac{۱}{۴}$ در زمان کاشت + $\frac{۱}{۴}$ در مرحلهٔ پنجه‌زنی + $\frac{۱}{۴}$ در مرحلهٔ ساقه‌رفتن[۳] + $\frac{۱}{۴}$ در مرحلهٔ سنبله‌رفتن (T۴)] اختصاص یافت.

هر بلوک شامل ۲۱ کرت به مساحت ۶ مترمربع (۱/۵×۴ متر) و هر کرت شامل ۷ خط کشت به طول ۴ متر و فاصلهٔ بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. جهت تعیین عملکرد نهایی، مساحت برداشت با حذف ۰/۵ متر از طرفین خطوط کاشت برابر ۱/۲ متر مربع برآورد گردید. زمین مورد استفاده در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود و در پاییز ۱۳۷۳ با انجام شخم (گاوآهن) برگردانده شده بود. پس از یک شخم مجدد در بهار سال ۱۳۷۴، مقدار ۹۰ کیلوگرم P_2O_5 با ۵۰ کیلوگرم K_2O در هر هکتار بر روی زمین مورد آزمایش پاشیده شده و به کمک دیسک به خوبی با خاک مخلوط گردید. بذرهای گندم رقم قدس ابتدا با سم کاربوکسین تیرام ضد عفونی شد و سپس با در نظر گرفتن ۴۰۰ بذر در هر متر مربع، در تاریخ ۸ اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۴ بذرکاری در ردیفهای مشخص به صورت دستی انجام گرفت. مزرعهٔ آزمایشی به دلیل بارندگی‌های مکرر تا پس از سبز شدن بذرها، مورد آبیاری قرار نگرفت. اولین آبیاری پس از سبز شدن بذرها به عمل آمد و آبیاریهای بعدی در طول فصل رشد، با توجه به شرایط آب و هوایی و شرایط فنولوژیک گیاه، به صورت کرتی برحسب نیاز انجام گرفت. مبارزه با علفهای هرز به طور دستی و در چند مرحله صورت پذیرفت. تیمارهای کودی مورد نظر در مراحل تعیین شده اعمال گردیدند و صفات مختلف به شرح زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند:

۱ ـ عملکرد دانه: عملکرد دانه هر واحد آزمایشی پس از جداکردن دانه‌ها از کاه با استفاده از یک کمباین آزمایشگاهی کوچک اندازه‌گیری شد، به طوری که پس از قرار دادن دانه‌ها در دستگاه خشک کننده[۴] در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴۸ ساعت با دقت یکدهم گرم با روش بولمن و اسمیت (۱۲) و مسداک و اسمیت (۲۴) توزین گردید و سپس برحسب کیلوگرم در هر هکتار بیان شد. سایر صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از: ۲ ـ تعداد سنبله در مترمربع، ۳ ـ تعداد دانه در سنبله، ۴ ـ وزن هزار دانه، ۵ ـ عملکرد بیولوژیک، ۶ ـ عملکرد کاه، ۷ ـ شاخص برداشت و ۸ ـ تعداد دانه در مترمربع.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال

---

۱ ـ GS21 ـ ساقه اصلی ویک پنجه (بر اساس سیستم زادوکس)

۲ ـ GS31 ـ تشخیص اولین گره ساقه (بر اساس سیستم زادوکس)

۳ ـ GS49 ـ مشاهده اولین ریشکها (براساس سیستم زادوکس)

4 - Oven

جدول ۱ - مشخصات خاکشناسی محل آزمایش

عمق	شن	سیلت	رس		جرم مخصوص ظاهری	جرم مخصوص حقیقی	pH	EC	مادهٔ آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	CEC
				کلاس بافت							P_2O_5		
(cm)	(%)	(%)	(%)		(g/cm^3)	(g/cm^3)		(ds/m)	(%)	(%N)	(ppm)	(ppm)	(cM^+/kg)
۲۰-۰	۲۴/۵	۲۲/۸	۲۲/۷	لوم - شنی	۱/۵۳	۲/۵۲	۸/۱۳	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۰۵۲	۶/۴	۱۹۲	۱۷/۹۷
۲۰-۴۰	۲۴/۹	۲۲/۷	۱۱/۴	لوم - شنی	۱/۴۷	۲/۶	۸/۱	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۰۲۹	۵	۱۹۷	۱۵/۴۴

جدول ۲ - مشخصات و شرایط جوی محل آزمایش از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۴ و از فروردین تا مرداد ماه

سال / ماه	بارندگی (میلی‌متر) فروردین اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	میزان بارندگی (میلی‌متر) فروردین اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	حداکثر رطوبت نسبی(درصد) فروردین اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	بارندگی دما (درجه سانتی‌گراد)
۱۳۶۸	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۶۹	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۷۰	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۷۱	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۷۲	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۷۳	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹
۱۳۷۴	۱۵/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۸/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۹/۳	۲/۷	۰/۲	۸/۶	۹۵	۹۴	۶۷	۶۲	۶۹

۵% انجام گرفت. همچنین، شکلهای مربوط با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری QUATRO PRO 5 رسم گردیدند.

نتایج و بحث

۱ ـ تغییرات آب و هوا: در طول فصل رشد، از کاشت (اوایل اردیبهشت ماه) تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها (اواخر مرداد ماه) میزان بارندگی حدود ۹۰ میلی‌متر بوده که ۸۳ میلی‌متر آن طی ماههای اردیبهشت و خرداد صورت گرفت. متوسط ماهانه دمای هوا در دورهٔ رشد این گیاه بین ۱۲/۴ و ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد متغیر بود که به ترتیب برای ماههای اردیبهشت و مرداد ثبت شدند. میانگین حداقل و حداکثر دما در اولین ماه از فصل رشد، اردیبهشت، به ترتیب ۵/۵ و ۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد و در آخرین ماه از فصل رشد، مرداد، به ترتیب ۱۵/۹ و ۳۲/۷ درجه سانتی‌گراد بود. مرداد ماه با میانگین حداقل و حداکثر دماهای ذکر شده، گرمترین ماه از فصل رشد گندم بود. همچنین طی این مدت حداکثر مطلق دما، ۳۶ درجه سانتی‌گراد برای مردادماه و حداقل دما، ۲ ــ درجه سانتی‌گراد برای اردیبهشت ماه تعلق داشته است.

۲ـ عملکرد دانه: اثر سطوح کود ازته بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد (جدول ۵). تغییرات عملکرد دانه به ازای افزایش مصرف ازت از قانون بازدهی نزولی میچرلیخ پیروی می‌نماید. تأثیر مثبت مصرف کود ازته تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌دار موجب افزایش عملکرد دانه گردید، ولی مصرف بیشتر آن تأثیر چندانی در افزایش عملکرد دانه نداشت به طوری که اثر تیمارهای N۳ (۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) با همدیگر مشابه بوده است (جدول ۵). افزایش عملکرد دانه ناشی از سطوح بالای ازت، عمدتاً مربوط به افزایش عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در متر مربع (تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله) بود (جداول ۵ و ۶) زیرا با افزایش سطوح ازت، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در متر مربع تقریباً به طور خطی افزایش یافته است. دیگر محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند (۹، ۱۵، ۱۸ و ۲۴). اثر نقسیط کود ازته بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۸ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد دانهٔ بالاتر در اثر تیمار T۱ شاید عمدتاً مربوط به بیشتر بودن تعداد سنبله در متر مربع در مقایسه با سایر تیمارها باشد (جدول ۵). برخی از محققان عدم و یا کمی واکنش عملکرد دانه نسبت به تأخیر در مصرف ازت را گزارش کرده‌اند (۹، ۱۰ و ۲۴). با وجود این، در پاره‌ای آزمایشها نیز نتایج متناقضی گزارش شده است (۸، ۱۲، ۲۱ و ۲۷). آنچه از تحقیقات انجام شده در زمینهٔ اثرات تقسیط کود ازته به دست می‌آید این است که مدیریت بکارگیری کود ازته بر روی

جدول ۳ ـ خلاصهٔ تجزیهٔ واریانس صفات مورد ارزیابی در گندم رقم قدس تحت تأثیر سطوح متفاوت کود ازته (با احتساب شاهد، یا صفر مقدار کود ازته)

		میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	تعدادسنبله‌بارور درمترمربع	تعداددانه درسنبله	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت	تعدادداندر مترمربع
تکرار	۲	۴۵۵/۸۸۳	۰/۰۸۲۷	۰/۵۲۲	۴۱۲۱/۴۲۲	۶۸۱/۱۰۷	۱۴۷۷/۵۶۷	۰/۱۲	۴۵۴۲۷۹
مقادیرازت	۴	۱۴۰۲۴/۶**	۷۵/۳۱۷**	۰/۰۷۱ns	۲۶۰۰۳۱/۶**	۴۶۳۷۹/۶**	۸۶۷۵۹/۶۴**	۰/۰۲۹ns	۱۱۵۱۵۳**
شاهد/بقیه‌مقادیرازت	۱	۴۰۰۰۰/۳۴۳**	۲۰۷/۲۰۴**	۰/۱۶*	۶۸۸۱۳۰/۹**	۱۲۲۹۷۷/۳**	۲۲۹۳۴۶**	۰/۰۷۹ns	۶۱۸۸۹۰۸۰**
بقیه‌مقادیرازت	۳	۵۳۶۶/۰۳۱**	۳۱/۳۵۴۶**	۰/۰۴۱۳ns	۱۱۷۳۳۱/۹**	۲۰۸۴۷/۰۵**	۳۹۲۳۰/۸۶ns	۰/۰۱۳	۴۲۳۹۰۲**
اشتباه آزمایشی	۸	۱۰۶/۰۳۹	۱/۷۱۵	۰/۰۲	۴۸۵۴/۵۶۱	۹۲۸/۵۶۴	۱۲۳۸۲/۲۲۳	۰/۰۷۱	۵۳۱۶۵۴
ضریب تغییرات (%)	۲/۹۴	۴/۲۲	۰/۴	۷/۶۹	۷/۹۱	۷/۵۴	۰/۶۲	۶/۵۴	

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵% و ۱% می‌باشند.

جدول ۴ ـ خلاصهٔ تجزیهٔ واریانس صفات مورد ارزیابی در گندم رقم قدس تحت تأثیر سطوح متفاوت کود ازته و زمان مصرف آن (بدون احتساب شاهد، یا صفر مقدار کود ازته)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعدادسنبله‌بارور درمترمربع	تعدادداده درسنبله	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت	تعدادداده‌در مترمربع
تکرار	۲	۲۵۶۰/۵	۴۴/۶۴۹	۱/۶۲۲	۴۴۳۴۰	۷۵۵۷/۵	۱۵۴۵۷/۵	۰/۷۲۹	۴۹۶۸۸۲۳
مقادیرازت	۳	۲۶۸۳۰/۱۵۶**	۱۵۶/۷۷۳**	۰/۲۱۱ns	۵۸۶۶۵۹**	۱۰۴۲۳۵**	۱۹۶۱۵۴**	۰/۰۶۵ns	۹۷۱۵۳۱۸۹**
اشتباه اصلی	۶	۵۸۹/۶۰۶**	۳/۶۰۴	۰/۰۸۴*	۲۱۱۰۳/۱	۴۱۷۷/۹۸	۶۵۵۳/۱	۰/۴۱۷	۲۲۳۹۹۹۹
زمانهای‌مصرف‌ازت	۴	۴۱۱/۰۱۷**	۰/۱۴۶ns	۰/۵۰**	۲۳۹۶/۹۵۲+	۴۳۹/۸۱۶+	۷۹۴/۵۹۹+	۰/۰۵۹+	۴۴۳۲۸۱**
مقاد: ×زمانهای‌مصرف	۱۲	۱۶/۶۸۳ns	۰/۲۹۲ns	۰/۱۱۲ns	۱۷۴/۲۹۸ns	۴۳/۳۰۶ns	۴۷/۶۳۶ns	۰/۰۲۱ns	۴۸۴۳۳
اشتباه‌فرعی	۳۲	۱۲/۴۱۷	۰/۴۱۱	۰/۱۲۱	۹۸۱/۷۸۸	۱۸۳/۶۳۹	۳۲۳/۳۴۲	۰/۰۲۷	۶۳۶۶۶
ضریب‌تغییرات(٪)		۰/۹۴	۱/۹۵	۰/۹۹	۳/۰۹	۳/۱۵	۳/۰۸	۰/۳	۲/۰۲

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

+ معنی دار در سطح احتمال ۸٪

جدول ۵ ـ مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در سطوح متفاوت کود ازته و زمان مصرف آن

تیمار	صفات							
	تعدادسنبله‌بارور درمترمربع	تعداددانه درسنبله	وزن هزاردانه (g)	عملکردبیولوژیک (kg/ha)	عملکردداده (kg/ha)	عملکردکاه (kg/ha)	شاخص‌برداشت (%)	تعداددانه درمترمربع
سطوح ازت								
N_0	۲۴۷/۵ D	۲۳/۶ D	۳۵/۳۹ A	۴۷۸۰/۶۷ D	۲۰۳۹/۰۷ D	۲۷۴۱/۶ D	۴۲/۶۵ A	۵۸۳۰/۹ D
N_1	۳۲۲ C	۲۸/۵ C	۳۵/۲۹ AB	۷۵۲۷/۶۹ C	۳۲۰۱/۶ C	۴۳۲۷/۲۳ C	۴۲/۵۳ A	۹۱۶۷/۸ C
N_2	۳۶۴/۸ B	۳۲/۴ B	۳۵/۱۵ AB	۹۶۸۱/۳۲ B	۴۱۱۵/۰۲ B	۵۵۶۶/۱۷ B	۴۲/۵۱ A	۱۱۸۱۷/۷ B
N_3	۴۰۴/۷ A	۳۵/۲ A	۳۵/۱۱ B	۱۱۵۲۳/۰۷ A	۴۸۸۸/۴۳ A	۶۶۳۴/۶۳ A	۴۲/۴۴ A	۱۴۲۸۰/۷ A
N_4	۴۱۴/۷ A	۳۵/۳ A	۳۵ B	۱۱۸۰۹/۰۹ A	۵۰۰۵/۵۸ A	۶۸۰۳/۵۳ A	۴۲/۳۸ A	۱۴۶۶۴/۵ A
زمان مصرف								
T_0	۳۷۹/۸ B	۳۲/۹ A	۳۵/۰۱ B	۱۰۱۹۹/۷۲ AB	۴۳۲۴/۰۲ AB	۵۸۷۵/۷ AB	۴۲/۴۳ B	۱۲۵۸۷/۴ A
T_1	۳۸۴/۸ A	۳۲/۷۹ A	۳۴/۹۹ B	۱۰۳۴۱/۰۴ A	۴۳۹۱/۸۸ A	۵۹۴۹/۲۲ A	۴۲/۴۷ AB	۱۲۷۲۲/۹ A
T_2	۳۶۹/۶ D	۳۲/۸ A	۳۵/۴۹ A	۱۰۰۶۴/۶۳ AB	۴۲۸۴/۷۸ AB	۵۷۸۱/۰۱ B	۴۲/۵۹ A	۱۲۲۳۲/۷ C
T_3	۳۷۵/۳ C	۳۳/۰۶ A	۳۵/۰۶ B	۱۰۱۰۱/۰۳ AB	۴۲۸۵/۱۲ AB	۵۸۱۵/۸۶ AB	۴۲/۴۲ B	۱۲۵۱۱/۸ AB
T_4	۳۷۳/۵ C	۳۲/۸ A	۳۵/۱۲ B	۹۹۷۰/۳۴ B	۴۲۲۷/۷۱ B	۵۷۴۲/۶۷ B	۴۲/۴۳ B	۱۲۳۵۷/۳ BC

* در هر ستون تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، ازنظر آماری معنی‌دار نیست (آزمون دانکن ۵٪>P).

جدول ۶ ـ ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱ ـ تعداد سنبله در مترمربع	۱							
۲ ـ تعداد دانه در سنبله	۰/۹۲**	۱						
۳ ـ وزن هزار دانه	-۰/۳۳**	-۰/۲۶*	۱					
۴ ـ تعداد دانه در مترمربع	۰/۹۸**	۰/۹۷**	-۰/۳۰*	۱				
۵ ـ عملکرد بیولوژیک	۰/۹۸**	۰/۹۶**	-۰/۲۵*	۰/۹۹**	۱			
۶ ـ عملکرد کاه	۰/۹۸**	۰/۹۶**	-۰/۲۶*	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱		
۷ ـ شاخص برداشت	-۰/۱۵ns	-۰/۰۲ns	۰/۲۳ns	-۰/۰۹ns	-۰/۱۰ns	-۰/۱۲ns	۱	
۸ ـ عملکرد دانه	۰/۹۷**	۰/۹۶**	-۰/۲۴ns	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۹۸**	-۰/۰۶ns	۱

گیاه شدیداً بستگی به شرایط محیطی دارد و با توجه به آن شرایط، نتایج حاصل نیز متفاوت می‌باشد. بین اثرات متقابل میزان و زمان مصرف کود ازته بر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). تیمار N1T3 با ۳۱۷۰/۲۳ کیلوگرم در هر هکتار کمترین و تیمار N4T1 با ۵۰۸۴/۲۳ کیلوگرم در هر هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند. برخی از پژوهشگران نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (۹ و ۳۲).

۳ ـ تعداد سنبله در متر مربع: اثر سطوح کود ازته بر تعداد سنبله در هر متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از وجود اختلاف

معنی‌دار بین آنهاست (جدول ۵). افزایش تعداد سنبله در متر مربع بر اثر مصرف کود ازته به دلیل افزایش تولید پنجه و بقای آنها بوده است (داده‌ها منتشر نشده). محققین دیگر نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نموده‌اند (۵ و ۹). وانگ و بلو (۳۴) اظهار داشتند که ازت بر روی میزان سیتوکینین موجود در شیره خام آوندهای چوبی بسیار موثر است. بنابراین، کوددهی ازت ممکن است از طریق افزایش تولید سیتوکینین، پنجه‌زنی را افزایش دهد. افزایش تعداد سنبله در واحد سطح بر اثر افزایش مصرف کود ازته قبلاً گزارش شده است (۹، ۱۴، ۳۴ و ۳۵). اثر تقسیط کود ازته بر تعداد سنبله در هر متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد (جدول ۵). در گندم بهاره که دارای رشد و نمو سریعتری می‌باشد، پس از مرحلهٔ سبز شدن، نیاز گیاهچه به ازت بالا می‌رود (۲ و ۵). بنابراین، مصرف آن در زمان کاشت و پنجه‌زنی باعث افزایش تولید پنجه و بقای آن می‌شود و این امر خود باعث افزایش تعداد سنبلهٔ بارور در هر متر مربع می‌گردد. محققان دیگر نیز گزارش کرده‌اند که با مصرف کود ازته در زمان پنجه‌زنی، تعداد سنبله در هر متر مربع به دلیل افزایش تعداد پنجه‌های بارور به طور معنی‌داری افزایش یافته است (۲۴، ۲۵، ۳۱ و ۳۵). در برخی از آزمایشهای زراعی، مصرف دیرهنگام ازت تأثیری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشته و در مواردی حتی آن راکاهش نیز داده است. (۹، ۱۲، ۲۵ و ۳۵). نتایج حاصل از این تحقیق باگزارش پژوهشگران فوق مطابقت دارد. این امر ممکن است به دلیل عدم برخورداری گیاه از تأمین ازت کافی در مرحلهٔ پنجه‌زنی و یا تلفات بیشتر ازت از طریق تصعید آن باشد. بین اثرات متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). تیمارهای N_1T_2 و N_2T_1 به ترتیب کمترین (۳۱۴/۳) و بیشترین (۴۲۶) اثر را بر تعداد سنبله در مترمربع دارا بودند.

۴ – تعداد دانه در سنبله: اثر سطوح مختلف کود ازته بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد، هر چند که بین سطوح N_3 و N_4 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). مطالعات بر روی نمو سنبله نشان داده است که افزایش قابلیت مصرف ازت با زیادی سرعت تشکیل سنبلچه، بهبود باروری آنها و زیادی تعداد دانه در سنبلچه بارور همراه است، ولی تأثیر نسبتاً کمی بر طول دورهٔ تشکیل سنبلچه دارد (۱ و ۵). به نظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در سنبله در اثر سطوح بالای ازت در این تحقیق احتمالاً به دلیل افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه (به دلیل بهبود باروری گلچه‌ها) بوده باشد (داده‌ها منتشر نشده)، افزایش تعداد دانه در سنبله بر اثر افزایش مصرف کود ازته توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (۹، ۱۷، ۲۲ و ۲۴). بین اثر زمانهای مختلف مصرف کود ازته بر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). زیادی تعداد دانه در سنبله بر اثر تیمار T_3 ممکن است به دلیل افزایش تعداد سنبلچه، گلچه و باروری بهتر سنبلچه‌ها باشد، زیرا کود ازته احتمالاً طول دورهٔ اندام‌زایی را طولانی‌تر کرده و مصرف آن در مرحلهٔ پنجه‌زنی و قبل از آن تعداد سنبلچه، گلچه و دانه در سنبله را افزایش داده است. همچنین مصرف کود ازته در مرحلهٔ ساقه‌رفتن و قبل از ظهور گل‌آذین باعث بهبود باروری سنبلچه‌ها می‌شود (۵). کمی تعداد دانه در سنبله بر اثر تیمار T_1 ممکن است ناشی از بالاتر بودن تعداد سنبله در متر مربع در این تیمار باشد (جدول ۵). آزمایشهای مختلف نشان داده‌اند که تأثیر زمان مصرف کود ازته بر تعداد دانه در سنبله ممکن است مثبت (۲۲ و ۳۵) و یا اینکه تأثیر چندانی نداشته باشد (۱۰ و ۳۳). بین اثرات متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. تیمار N_1T_0 با ۲۷/۹ عدد و تیمار N_4T_0 با ۳۵/۶۶ عدد به ترتیب سبب تولید کمترین و بیشترین تعداد دانه در سنبله شده‌اند.

۵ – وزن هزار دانه: بین اثر سطوح مختلف کود ازته بر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جداول ۳ و ۴). کاهش وزن هزار دانه در سطوح بالای ازت به چند دلیل می‌تواند باشد. اولاً، با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله در سطوح بالای ازت، قابلیت دسترسی دانه به مواد فتوسنتزی کمتر می‌شود و در نتیجه این امر منجر به کاهش وزن تک‌دانه و در نهایت وزن هزار دانه می‌گردد. ثانیاً، افزایش تعداد دانه در سنبله در سطوح بالای ازت، باعث می‌شود که تعداد دانه‌ها در بخشهایی از سنبله که از پتانسیل بالقوه پرکردن دانهٔ پایینی برخوردار هستند بالاتر برود (ابتدا و انتهای سنبله). بنابراین، میانگین وزن تک‌دانه صرف نظر از میزان قابل دسترس بودن مواد فتوسنتزی برای هر دانه، تقلیل یافته و نهایتاً وزن

هزار دانه کاهش می‌یابد. ثالثاً، افزایش تعداد سنبله در واحد سطح با مصرف ازت بیشتر به علت افزایش تعداد پنجه‌های بارور می‌باشد که این پنجه‌ها معمولاً پتانسیل وزن دانهٔ پایینی داشته و در نتیجه باعث می‌شود که با افزایش سطوح کود ازته، وزن هزار دانه کاهش یابد (۳). به علاوه، شیوع بیشتر بیماری، نظیر زنگ زرد در سطوح بالای ازت، می‌تواند دلیل دیگری برای کاهش وزن هزار دانه باشد. کاهش وزن هزار دانه بر اثر افزایش مصرف کود ازته توسط برخی از پژوهشگران گزارش شده است (۹، ۱۰ و ۲۴). اثر تقسیط کود ازته بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد (جدول ۵). زیادی وزن هزار دانه در تیمار T۲، ممکن است به دلیل کمی تعداد سنبله در واحد سطح باشد که در این حالت قابلیت دسترسی مواد فتوسنتزی به دانه‌ها بیشتر شده و منجر به افزایش وزن تک‌دانه و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه در این تیمار گردیده است. علاوه بر آن، احتمالاً فراهم بودن ازت در طی دورهٔ پرشدن دانه با تأخیر در مصرف کود ازته می‌تواند باعث فراهم شدن مواد فتوسنتزی بیشتر برای پرشدن دانه‌ها گشته و وزن دانه‌ها و در نتیجه شاخص برداشت را افزایش دهد. پایین‌تر بودن وزن هزار دانه در تیمار T۱ می‌تواند ناشی از بالاتر بودن تعداد سنبله در واحد سطح در این تیمار باشد که این امر ممکن است منجر به کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه شده باشد. به علاوه، پایین‌تر بودن وزن دانه در پنجه‌ها نیز ممکن است دلیل دیگری برای کمی وزن هزار دانه در تیمار T۱ باشد. افزایش وزن هزار دانه بر اثر تقسیط کود ازته توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (۸، ۹، ۲۴، ۳۳ و ۳۵). بین اثرات متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). به هر حال، در این آزمایش تیمارهای N۴T۱ و N۱T۲ به ترتیب سبب تولید کمترین (۳۴/۶۹ گرم) و بیشترین (۳۵/۷۱ گرم) وزن هزار دانه شده‌اند.

۶ ـ تعداد دانه در متر مربع: اثر سطوح مختلف کود ازته بر تعداد دانه در متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌های مذکور حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار آنها می‌باشد، هر چند که بین سطوح N۳ و N۴ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است (جدول ۵). افزایش تعداد دانه در متر مربع با مصرف بیشتر کود ازته، ناشی از افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بود (جداول ۵ و ۶). بسیاری از محققان افزایش تعداد دانه در متر مربع را با افزایش مصرف کود ازته گزارش نموده‌اند (۹، ۱۶، ۲۴ و ۲۶). اثر تقسیط کود ازته بر تعداد دانه در متر مربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تعداد دانهٔ بالاتر در متر مربع در تیمارهای T۱ و T۰ به ترتیب احتمالاً ناشی از تأثیر مثبت ازت بر روی تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بوده است (جدول ۵). کمی تعداد دانه در متر مربع در تیمار T۲ ناشی از کمی تعداد سنبله در متر مربع بود. دیگر محققان نیز کاهش تعداد دانه در متر مربع را با تأخیر در مصرف کود ازته گزارش کرده‌اند (۹، ۲۵ و ۳۳). بین اثر متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر تعداد دانه در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). با این حال، تیمارهای N۱T۲ و N۴T۱ به ترتیب کمترین (۹۰۱۱/۴) و بیشترین (۱۵۰۲۲/۵) تعداد دانه را در متر مربع دارا بودند.

۷ ـ عملکرد بیولوژیک: تأثیرپذیری عملکرد بیولوژیک از سطوح کود ازته مصرفی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). افزایش عملکرد بیولوژیک ناشی از مصرف کود ازته به دلیل تأثیر مثبت ازت بر روی رشد گیاه، افزایش تعداد پنجه و بقای آنها، افزایش ارتفاع گیاه، افزایش قطر ساقهٔ اصلی و همچنین افزایش عملکرد دانه می‌باشد (داده‌ها منتشر نشده)، تأثیر مثبت ازت بر روی تجمع مادهٔ خشک با نتایج بررسیهای بسیاری از پژوهشگران مطابقت دارد (۸، ۱۳، ۱۷ و ۳۵). اثر تقسیط کود ازته بر عملکرد بیولوژیک، در سطح احتمال ۸ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد بیولوژیک بالاتر در تیمار T۱ (جدول ۵) به دلیل افزایش تعداد پنجه و بقای آنها، افزایش عملکرد دانه و نیز احتمالاً افزایش ارتفاع گیاه بوده است. عملکرد بیولوژیک کمتر در تیمار T۴ (جدول ۵) ممکن است ناشی از پایین بودن ارتفاع گیاه و کم‌بودن قطر ساقهٔ اصلی و نیز عملکرد دانه کمتر این تیمار باشد (داده‌ها منتشر نشده)، تعدادی از محققان کاهش عملکرد بیولوژیک را در واکنش به ازت بر اثر تأخیر در مصرف آن گزارش نموده‌اند (۹، ۲۴ و ۳۵). بین اثر متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). با این حال، تیمار N۱T۴ با تولید ۷۴۵۹/۴۷ و تیمار N۴T۱ با تولید ۱۲۰۹۴/۳

کیلوگرم در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند. اثر متقابل میزان مصرف کود ازته و زمان مصرف آن بر عملکرد بیولوژیک به وسیلهٔ برخی از پژوهشگران غیر معنی‌دار گزارش شده است (۹ و ۳۲).

۸ـ عملکرد کاه: اثر سطوح کود ازته بر عملکرد کاه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). افزایش عملکرد کاه ناشی از مصرف کود ازته احتمالاً به دلیل تأثیر مثبت کود ازته بر روی رشد رویشی گیاه از طریق افزایش تعداد پنجه، افزایش ارتفاع گیاه و افزایش قطر ساقهٔ اصلی می‌باشد (داده‌ها منتشر نشده)، افزایش عملکرد کاه بر اثر افزایش مصرف کود ازته توسط پیرمن و همکاران (۲۶) گزارش شده است. اثر تقسیط کود ازته بر عملکرد کاه، در سطح احتمال ۷ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد کاه بالاتر در تیمار T۱ احتمالاً به دلیل افزایش تعداد پنجه بوده است. عملکرد کاه پایینتر در تیمار T۴ نیز ممکن است ناشی از کاهش قطر ساقهٔ اصلی، ارتفاع گیاه و تعداد پنجه باشد (داده‌ها منتشر نشده)، مسداک و اسمیت (۲۴) و زبارت و شیرد (۳۵) عدم و یا کاهش واکنش مربوط به عملکرد کاه را نسبت به ازت بر اثر تأخیر در مصرف آن گزارش نموده‌اند. بین اثر متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر روی عملکرد کاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). تیمار N۱T۴ با ۴۲۷۷/۴۳ و تیمار N۴T۱ با ۶۹۶۳/۲۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین تولید عملکرد کاه را دارا بودند.

۹ـ شاخص برداشت: اثر سطوح کود ازته بر روی شاخص برداشت غیرمعنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). با افزایش سطوح کود ازته، شاخص برداشت به طور جزئی کاهش پیدا کرد (جدول ۵). این امر احتمالاً می‌تواند به دلیل تأثیر بیشتر کود ازته بر افزایش رشد رویشی و عملکرد بیولوژیک در مقایسه با عملکرد دانه باشد. عدم تأثیر معنی‌دار مصرف کود، و کاهش شاخص برداشت در سطوح بالای ازت در تحقیقات متعدد دیگری گزارش و تائید شده است (۹، ۱۵، ۲۶ و ۳۵). بین اثر زمانهای مختلف مصرف کود ازته بر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). شاخص برداشت بالاتر در تیمار T۲ (جدول ۵) احتمالاً ممکن است ناشی از تأثیر مثبت ازت بر انتقال مواد فتوسنتزی به دانه باشد. به علاوه، در طول دورهٔ پس از گلدهی، کاهش میزان جذب به همراه تقاضای زیاد دانه‌ها برای ازت، می‌تواند سبب نقصان ازت در برگها و کاهش فتوسنتز شود. بنابراین، مصرف کود ازته در مرحلهٔ سنبله رفتن ممکن است این کمبود را جبران کند. عدم و یا افزایش عکس‌العمل شاخص برداشت به ازت بر اثر تأخیر در مصرف آن توسط دیگر محققان مورد تأئید قرار گرفته است (۹، ۲۵ و ۳۵). بین اثر متقابل سطوح و تقسیط کود ازته بر روی شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). با این وجود، تیمار N۴T۴ با ۴۲/۲۴ و تیمار N۱T۲ با ۴۲/۳۷ درصد، به ترتیب کمترین و بیشترین، شاخص برداشت را دارا بودند.

۱۰ ـ ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه: تمامی صفات مورد بررسی به جز وزن هزار دانه و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) داشتند (جدول ۶). عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله داشته و با وزن هزار دانه همبستگی منفی ولی غیر معنی‌دار نشان داده است. عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه داشت و این بدان مفهوم است که این پارامتر سهم بیشتری در عملکرد دانه دارد. تعداد دانه در متر مربع نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه نشان داد. مطالعات فیزیولوژیک متعدد ثابت کرده‌اند که عمدهٔ اختلافاتی که در عملکرد دانه دیده می‌شود، ناشی از تغییراتی است که در تعداد دانه در متر مربع به وجود می‌آید (۳). براساس این نتایج، عملکرد بالقوهٔ گندم در اکثر شرایط در طی مرحلهٔ پرشدن دانه به خاطر محدودیت در مخزن کم می‌شود. بنابراین، افزایش قدرت مخزن (مثلاً افزایش تعداد دانه دو متر مربع) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد (۲۹). کلی و همکاران (۱۹) نیز وجود همبستگی قوی بین تعداد دانه در متر مربع و عملکرد دانه را در آزمایشهای خود بر روی گندم گزارش نموده‌اند. بین تعداد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت.

۱۱ ـ نقش اجزای عملکرد در عملکرد دانه: نقش اجزای اصلی عملکرد یعنی تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در تعیین عملکرد دانه با استفاده از روش رگرسیون گام به گام جلو رونده مشخص گردید. از بین این صفات، تعداد سنبله در متر مربع اولین صفتی بود که وارد مدل شد. این صفت، که مهمترین جزء تعیین کنندهٔ عملکرد می‌باشد، به تنهایی حدود ۹۷/۵ درصد تغییرات عملکرد دانه در تیمارها و تکرارهای مختلف را توجیه

می‌نماید. چنان که در جدول ۷ دیده می‌شود پس از تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه سنبله وارد مدل شد. با واردشدن صفت اخیر به مدل ضریب تبیین معادله از ۹۷/۵ به ۹۸/۶ درصد رسید. وارد کردن وزن هزار دانه تأثیر چندانی بر ضریب تبیین مدل نداشته و این نشانگر تأثیرپذیری کمتر این صفت از تیمارهای آزمایش و ثبات بیشتر آن در مقایسه با تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله می‌باشد. به عبارت دیگر، تغییرات عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای

جدول ۷ ـ رابطهٔ عملکرد و اجزای عملکرد دانه. Y، عملکرد دانه برحسب گرم در متر مربع. X۱، تعداد سنبله در متر مربع. X۲، تعداد دانه در سنبله. X۳ وزن هزار دانه بر حسب گرم

ضریب تبیین (R^2)به‌درصد	عملکرد دانه و اجزای آن
۹۷/۵	$Y= -۲۴۹/۷+۱/۸۱X_۱$
۹۸/۶	$Y= -۲۸۷/۵+۱/۱۶۶+۸/۵۵X_۲$
۹۸/۷	$Y=-۵۴۵+۱/۲۳X_۱+۷/۹۲X_۲+۷/۲۳X_۳$

این آزمایش در مرتبهٔ اول از طریق تأثیر این تیمارها بر تعداد سنبله در متر مربع و در مرتبهٔ بعدی از طریق تأثیر بر تعداد دانه در سنبله به وجود آمده است و وزن هزار دانه تغییرپذیری چندانی در مقابل سطوح مختلف کود ازته و زمان مصرف آن نداشته است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل به طور کلی می‌توان گفت که با افزایش مصرف کود ازته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی به عکس وزن هزار دانه و شاخص برداشت به صورت غیر معنی‌داری کاهش یافتند. صفات تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و تعداد دانه در متر مربع به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمانهای مصرف کود ازته قرار گرفتند، به نحوی که تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در متر مربع در تیمار T۱ و وزن هزار دانه در تیمار T۲ حداکثر بودند. از سوی دیگر اثر تقسیط کود ازته بر روی تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و شاخص برداشت و همچنین اثرات متقابل سطوح کودی و زمانهای مختلف مصرف آن بر روی تمامی صفات مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بودند. مصرف ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار با میانگین عملکرد هکتاری ۵۰۰۵/۵۸ کیلوگرم در مقایسه با سایر مقادیر آن هر چند با سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار از نظر آماری در یک گروه قرار گرفت، ولی بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد. باتوجه به قیمت مصرف کودازته اضافی از سطح ۱۲۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و نیز قیمت عملکرد اضافی تیمار N۴ نسبت به N۳، کاربرد کود ازته به میزان ۱۶۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار از نظر اقتصادی و همچنین مسائل زیست ـ محیطی قابل توجیه و مقرون به صرفه نخواهد بود. تیمار T۱ با میانگین ۴۳۹۱/۸۸ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر زمانهای مصرف کود ازته بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در عین حال با تیمارهای T۰، T۲ و T۳ اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین، با توجه به هزینهٔ پخش کود ازته در مرحلهٔ پنجه‌زنی و نیز قیمت عملکرد اضافی تیمار T۱ نسبت به T۰، مصرف کود ازته به صورت تماماً در زمان کاشت در شرایط این آزمایش به صرفه نزدیکتر خواهد بود.

عملکرد دانهٔ بیشتر را در سطوح بالای کود ازته مصرفی می‌توان به افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله نسبت داد. همچنین، عملکرد دانه بالاتر بر اثر تیمار T۱، ناشی از تعداد بیشتر سنبله در مترمربع بود.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱ ـ امام، ی.، و م. نیک‌نژاد. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.

۲ ـ جعفرزاده، ع. ا.، ر. کراتی، و م. ر. نیشابوری. ۱۳۷۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعات تفصیلی ۱۸ هکتار از اراضی و خاکهای ایستگاه تحقیقاتی کرکج. انتشارات ادارهٔ امور پژوهشی دانشگاه تبریز.

۳ ـ رحیمیان، ح.، و م. بنایان. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.

۴ ـ کاظمی، ح. ۱۳۷۴. زراعت خصوصی (جلد اول، غلات) مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۵ ـ کوچکی، ع.، و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.

٦ ـ ملکوتی، م. ج.، و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک (مشکلات و راه حل‌ها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

۷ ـ هاشمی دزفولی، ا. ح.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.

8 - Alcoz, M. M., F. M. Hons, & V. A. Haby, 1993. Nitrogen fertiliztion timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. Agron. J.85:1198-1203.

9 - Ayoub, M., S. Guertin, S. Lussier, & D. L. Smith, 1994. Timing and level of nitrgen fertility effects on spring wheat yield in eastern Canada. Crop Sci. 34:748-756.

10 - Boquet, D. J., & C. C. Johnson, 1987. Fertilizer effect on yield, grain composition, and foliar disease of double crop soft red winter wheat. Agron. J. 79:135-141.

11 - Boyde, D. A., L. T. K. Yuen, & P. Needham, 1976. Nitrogen requiements of cereals. I: Response curve. J. Agric. Sci. Camb. 87:14-162.

12 - Bulman, P., & D. L. Smith, 1993. Yield and yield components response of spring barley to fertilizer nitrogen. Agron. J. 85:226-231.

13 - Camberato, J. J., & B. R. Bock, 1990. Spring wheat response to enhanced amonium supply. I: Dry matter and nitrogen content. Agron. J. 82:463-467.

14 - Camerato, J. J., & B. R. Bock, 1990. Spring wheat response to enhaned amonium supply. II: Tillering. Agron. J. 82:467-473.

15 - Campbell, C. A., F. Selles, R. P. Zenter, & B. G. McConkey, 1993. Available water and nitrogen effects of yield components and grain nitrogen of zero-till spring wheat. Agron J. 85:114-120.

16 - Day, A. D., E. B. Jackson, & A. Alemu, 1978. Effects of cultural practices on grain yield of irrigated wheat. Agron. J. 70:279-282.

17 - Fischer, R. A., 1993. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. II: Physiology of grain yield response. Field Crops Res. 33:57-80.

18 - Frederick, J. R., & J. J. Camberato, 1995. Water and nitrogen effects on winter wheat in southeastern Coastal Plain. I: Grain yield and kernel traits. Agron. J. 87:521-526.

19 - Kelly, J. T., R. K. Bacon, & B. R. Wells, 1994. Relation of nitrogen utiliztion to yield components in soft red winter wheat. J. Plant Nutr. 17:2105-2118.

20 - Khalifa, M. A., 1973. Effects of nitrogen on leaf area index, leaf area duration, net assimilation rate, and yield of wheat. Agron. J. 65:253-256.

21 - Mahler, R. L., F. E. Koehler, & L. K. Lutchr, 1994. Nitrogen source, timing of application, and placement: Effects on winter wheat production. Agron. J. 86:637-642.

22 - Mascangi, H. J., & W. E. Sabbe, 1991. Late spring nitrogen application on poorly drained soil. J. Plant Nutr. 14:1091-1103.

23 - Morghan, J. T., & L. J. Smith. 1996. Nitrogen in sugarbeet tops and the growth of a subsequent wheat crop. Agron. J. 88:521-526.

24 - Mossedaq, F., & D. H. Smith, 1994. Timing nitrogen application to enhance spring wheat yields in a Mediterranean climate. Agron. J. 86:221-226.

25 - Nass, H. G., J. A. Macleod, & M. Suzuki, 1976. Effects of nitrogen application on yield, plant characters, and N levels in grain of six spring wheat cultivars. Crop Sci. 16:877-879.

26 - Pearman, I., S. M. Thomas, & G. N. Thorne, 1978. Effect of nitrogen fertilizer on growth and yield of semi-dwarf and tall varieties of winter wheat. J. Agric. Sci. Camb. 91:31-45.

27 - Peltonen, J., 1992. Ear development stage used for timing supplemental nitrogen application to spring wheat, Crop Sci. 32:1029-1033.

28 - Power, J. F., & J. Alessi, 1978. Tiller development and yield of standard and semidwarf spring wheat cultivars as affected by nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci. Camb. 90:97-108.

29 - Shanahan, J. F., K. J. Donnelty, D. H. Smith, & D. E. Smika, 1995. Shoot development properties associated with grain yield in winter wheat. Crop Sci. 25:770-774.

30 - Sowers, K. E., B. C. Miller, & W. L. Pan, 1994. Optimizing yield and grain protein in soft white winter wheat with split nitrogen application. Agron. J. 86:1020-1025.

31 - Spierts, J. H. J., & N. M. Devos, 1983. Agronomical and physical aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. Plant and Soil. 75:379-391.

32 - Stanford, G., & A. S. Hunter, 1973. Nitrogen requirements of winter wheat (**Triticum aestivum L.**) variaties Blueboy and Redcoat. Agron. J. 65:442-447.

33 - Wahhab, A., & I. Hussian, 1957. Effect of nitrogen on growth, quality and yield of irrigated wheat in west Pakistan. Agron. J. 49:116-119.

34 - Wang, X., & F. E. Below, 1996. Cytokinins in enhanced growth and tillering of wheat induced by mixed nitrogen source. Crop Sci. 36:121-126.

35 - Zebart, B. J., & R. W. Sheard, 1992. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. Can. . Plant Sci. 72:13-19.

Effect of Different Levels and Times of Nitrogen Application on Yield and Yield Components of Spring Wheat in Tabriz

M. EZZAT-AHMADI, H. KAZEMI, M. R. SHAKIBA AND M. VALIZADEH

Former Graduate Student, Associate Professor, Assistant Professor, and Professor Respectively, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

Accepted 30 Sep. 1998

SUMMARY

Effect of different times and levels of nitrogen application on growth and grain yield of spring wheat cultivar 'Ghods' was studied during 1993-1994 growing season at Karkadj, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture, University of Tabriz, by using a split plot design with three replications. Main plots were assigned to five levels of N. fertilizers(0, 40, 80, 120, and 160 kg/ha) and sub plots to five times of applications [all of N fertilizer at planting time(T_0), 1/2 at planting time + 1/2 during tillering stage (T_1), 1/2 at plantig time +1/2 during heading stage (T_2), 1/3 at planting time +1/3 during tillering and 1/3 at heading stages (T_3) and 1/4 at planting time +1/4 at tillering +1/4 at stem elongation and 1/4 at heading(T_4)]. Evaluation of results showed that No. of spikes/m^2, No. of kernel/spike, number of kernel/m^2, grain yield, biological yield and straw yield were increased significantly when higher levels of N. fertilizer were applied, but thousand kernel weight and harvest index decreased, though insignificantly. The effect of split application of nitrogen on number of kernel/spike, grain yield, biological yield, straw yield, and harvest index was non-significant. The effect of times x levels interactions of nitrogen application on all traits under study were not significant. As a whole, application of 160 kg of nitrogen fertilizer/ha produced highest yield (5005.5 kg/ha), while its difference with 120 kg of nitrogen fertilizer/ha was not statistically significant. T_1, produced highest grain yield (4391,88 kg/ha), while it did not differ from T_0 , T_2 and T_3 significantly. Higher grain yield, due to higher level of nitrogen fertilizer application, can be accounted for increased number of spike/m^2 and number of kernels/spike.

Keywords: Nitrogen Fertilizer and Spring Wheat, Nitrogen Fertilizer and Yield Components,Spring Wheat,Nitrogen, fertilizer, Time of Fertilizer Application.