دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره نهم، شماره ۱۶، بهار و تابستان ۱۴۰۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی ذرت دانه‌ای

فرزاد دهپوری[1*]، داود براری تاری[2]، یوسف نیک‌نژاد[3]، هرمز فلاح آملی[4]، ابراهیم امیری[5]

[1]دانشجوی دکتری زراعت، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی

[2،3،4]استادیاران گروه اگروتکنولوژی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی

[5]استاد گروه کشاورزی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۴

چکیده

مقدمه: استفاده از کودهای شیمیایی جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی سال‌هاست که مورد استفاده قرار می‌گیرد. نیتروژن یکی از عناصر اصلی و ضروری مورد نیاز غلات از جمله ذرت است و کمبود آن به دلیل توان تثبیت کم در اکثر خاک‌های زراعی مشهود است و اغلب به‌صورت کود شیمیایی تامین می‌شود. استفاده بیش از اندازه از این کود علاوه بر مخاطرات زیست محیطی که به دنبال دارد، می‌تواند مانند کمبود آن باعث اختلال در رشد و عملکرد شود. مقدار و روش مصرف این کود برای هر گیاه زراعی با توجه به نوع خاک منطقه و شرایط آب و هوایی منطقه متفاوت است و این امر لزوم انجام آزمایش‌های مختلف در مناطق مختلف جهت تعیین نیاز کودی گیاهان را نشان می‌دهد، بنابراین تحقیق حاضر در راستای شناسایی مقدار و زمان مناسب استفاده از کود نیتروژن برای محصول ذرت در منطقه مازندران (قائمشهر) انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی کشور (قراخیل-قائمشهر) انجام شد. فاکتور اول شامل چهار سطح کود نیتروژن (۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم شامل سه روش مصرف کود نیتروژن (۱۰۰ درصد به‌عنوان پایه، ۵۰ درصد در پایه و ۵۰ درصد در زمان شروع گلدهی، ۲۵ درصد پایه و ۷۵ درصد در زمان شروع گلدهی) بود. در این بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: نتایج حاصل از آزمایش نشان داد با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از ۶۰ به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و اجزای عملکرد به‌طور معنی‌داری افزایش داشتند. در بین سه روش مصرف، روش دوم (تقسیط مساوی در دو مرحله کاشت و گلدهی) از تاثیرگذاری بیشتری برخوردار بود. بیشترین مقدار شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده در این آزمایش که نشان دهنده توان فتوسنتزی گیاه است نیز در این ترکیب تیماری مشاهده شدند.

*نویسنده مسئول: farzad_dehpouri@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

نتیجه‌گیری کلی: اینگونه به‌نظر می‌رسد تقسیط مساوی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کاربرد آن در دو مرحله کاشت و آغاز گلدهی، بهترین مقدار و روش مصرف جهت حصول حداکثر عملکرد ذرت در منطقه آزمایشی باشد.

واژه‌های کلیدی: تقسیط کود، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ

مقدمه

ذرت به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و ماده خشک، داشتن ارزش غذایی متنوع و همچنین دوره رشد کوتاه سهم عمده ای در تامین غذای انسان، تغذیه دام و طیور در جهان دارد (Budak and Aydemir, 2018). سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای و ذرت علوفه‌ای کشور در سال ۱۴۰۰ به‌ترتیب حدود ۹۰ و ۲۶۱ هزار هکتار و تولید آن‌ها به‌ترتیب حدود ۰/۷ و ۱۳ میلیون تن است. همچنین در این سال حدود ۹/۷ میلیون تن ذرت به ارزش ۳/۳۶ میلیارد دلار به کشور وارد شده است (Iran Feed Grain Importers Union, 2023). در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش واردات سالیانه ذرت تلاش زیادی برای افزایش سطح زیرکشت این محصول زراعی صورت گرفته و همچنین تحقیقات زیادی در زمینه‌های مختلف مرتبط با زراعت آن اجرا شده است. علاوه بر افزایش سطح زیرکشت، تغییرات ژنتیکی و تولید هیبریدهای مختلف این گیاه زراعی، مصرف کودهای شیمیایی نیز یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در افزایش عملکرد دانه ذرت به‌شمار می‌رود. در بین عناصر غذایی، نیتروژن یکی از عوامل عمده محدودکننده تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود. این عنصر نقش زیادی در رشد و عملکرد گیاه دارد و استفاده نادرست از آن تاثیر چشم‌گیری در کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی خواهد داشت؛ به همین دلیل مدیریت مناسب استفاده از آن در کشاورزی بسیار پر اهمیت می‌باشد (Leghari *et al*., 2016). نیتروژن از اجزای اولیه تشکیل دهنده ترکیبات آلی همانند اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسید نوکلئیک به‌شمار می‌رود و کمبود آن نمو فنولوژیکی را در دو مرحله رویشی و زایشی به تاخیر می‌اندازد و از سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ می‌کاهد (Taiz *et al*., 2017). نیتروژن عنصر اصلی تشکیل‌دهنده کلروفیل است و محتوای کلروفیل نقش مهمی در تعیین میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک دارد (Ya-wei *et al*., 2019). ذرت از جمله گیاهان زراعی است که به میزان زیادی از عناصر موجود در خاک نیاز دارد (Ogunboye *et al*., 2020). ذرت در مراحل اولیه رویشی نیاز کمی به نیتروژن داشته و پس از آن به سرعت افزایش یافته و برای چند هفته بالا باقی می‌ماند. بدین ترتیب با توجه به مرحله رشدی و جذب نیتروژن، جهت حداکثر کارایی این کود توصیه می‌شود که طی چند مرحله مورد استفاده قرار گیرد (Davies *et al*., 2020). آژنگ و همکاران (Ajeng *et al*., 2020) اظهار داشتند دسترسی بیشتر گیاه به نیتروژن منجر به بهبود رشد رویشی، افزایش تعداد برگ‌ها، افزایش سطح جذب نوری، کلروفیل‌ها و سطح فتوسنتز در گیاه می‌شود. افزایش سطح کودی نیتروژن از ۸۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت شد (Poorebrahimi *et al*., 2018). فیزیولوژیست‌های گیاهی شاخص‌های رشد را به عنوان ابزارهای مفیدی جهت تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه به‌کار می‌برند (Patel *et al*., 2006; Poorebrahimi *et al*., 2018). ژای و همکاران (Zhai *et al*., 2022) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن، سبزی و شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد، همچنین با به تاخیر انداختن پیری برگ، مدت زمان فتوسنتز را افزایش داده و بدین ترتیب سبب افزایش تجمع ماده خشک در ذرت می‌شود. به‌علاوه آنها گزارش کردند تجمع ماده خشک در ذرت با افزایش مقدار کود نیتروژن از منحنی S شکل پیروی می‌کند، در واقع با افزایش میزان نیتروژن از حد بهینه نه تنها افزایش در میزان ماده خشک مشاهده نشد بلکه یک روند کاهشی نیز به همراه داشت. در مطالعه پورابراهیمی و همکاران (Poorebrahimi *et al*., 2018) کود نیتروژن باعث افزایش سرعت رشد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

نسبی نسبت به شاهد گردید که این امر را به افزایش دسترسی گیاه به این عنصر غذایی مهم نسبت دادند. آزمایش‌های کودی سال‌هاست که به طور وسیعی انجام می‌شود و نیاز کودی گیاهان زراعی مشخص شده است. اما نتایج تحقیقات مختلف نشان داده که نوع خاک و حتی میزان دسترسی به رطوبت می‌تواند بر مقدار و زمان استفاده از کود نیتروژن تاثیرگذار باشند. لذا نیاز به انجام تحقیقاتی در این زمینه است تا مقدار و زمان بهینه استفاده از کود نیتروژن برای گیاه شناسایی شود (Mosisa *et al*., 2022). بنابراین تحقیق حاضر در راستای شناسایی مقدار و زمان مناسب استفاده از کود نیتروژن برای محصول ذرت در منطقه مازندران (قائمشهر) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی کشور (قراخیل-قائمشهر) واقع در جاده قائم‌شهر به بابل با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا انجام شد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه شیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil at experimental site

بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	ماده آلی Organic matter (%)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	فسفر Phosphorus (mg/kg)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
لومی رسی Loamy-Clay	29	37	34	0.16	3.25	101	16.2	7.3	0.56

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: کود نیتروژن در چهار سطح شامل مصرف ۶۰ ، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به عنوان فاکتور اول و سه روش تقسیط آن شامل ۱۰۰ درصد به عنوان پایه، ۵۰ درصد پایه + ۵۰ درصد شروع گلدهی و ۷۵٪ شروع گلدهی + ۲۵ درصد پایه به عنوان فاکتور دوم بودند. بذر ذرت مورد استفاده جهت کشت رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود که یک رقم شناخته شده جهانی از گروه ذرت‌های دیررس است که به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. بذرها از مرکز موسسه تحقیقات محل اجرای آزمایش تهیه شدند. عملیات کشت در نیمه اول اردیبهشت سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌صورت کپه‌ای بعد از اولین بارندگی انجام شد. در هر کپه سه بذر در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر کاشته شد و بعد از مرحله ۶ - ۴ برگی نسبت به تنک کردن بوته‌ها در هر کپه اقدام گردید. اندازه هر کرت در این آزمایش ۵×۵ متر، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شدند. عملیات کاشت با فاصله بین و روی ردیف ۷۵ و ۱۶ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل کود دهی با توجه به نتایج آزمون خاک بود که مقدار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به صورت پایه پس از شخم و دیسک در فروردین ماه به زمین داده شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و دستی در طول اجرای آزمایش انجام گردید. صفات مورد بررسی در آزمایش شامل: عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه، وزن تر ساقه، وزن تر بلال و شاخص‌های رشدی گیاه (شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

جذب خالص) بودند. به‌منظور ارزیابی عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، در مرحله رسیدگی محصول، بوته‌های ذرت از یک متر مربع وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای به‌صورت کف‌بر برداشت شده و پس از خشک شدن در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و رسیدن رطوبت به ۱۴ درصد با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته (فاصله از سطح خاک تا محل اولین انشعاب گل تاجی)، وزن تر ساقه، وزن تر بلال، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شده و پس از تفکیک اجزا، اندازه‌گیری و توزین با استفاده از خطکش و ترازوی دیجیتال انجام شد. بلال‌های جدا شده برای تعیین تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه مورد استفاده قرار گرفتند. وزن هزار دانه با استفاده از ده نمونهٔ ۱۰۰ تایی دانه در هر کرت و بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد تعیین گردید. برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، هر ۲۱ روز یک‌بار از مرحله ۸ برگی تا مرحله رسیدگی نمونه‌برداری انجام شد. در هر مرحله از نمونه‌برداری پنج بوته انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه به چهار قسمت ساقه، برگ، بلال و گل‌آذین نر (پس از رشد زایشی) تفکیک شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، نمونه‌ها، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند و وزن خشک آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج OGAWA (SEIKI CO., LTD) استفاده شد و برای محاسبه شاخص‌های رشدی شامل شاخص سطح برگ (LAI)، آهنگ رشد گیاه (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و سرعت جذب خالص (NAR) از معادله‌های ۱ تا ۴ استفاده گردید (Hunt, 1990).

$$LAI= (LA2+LA1)/2(1/GA)$$ معادله ۱

$$CGR=(W2-W1)/t2-t1$$ معادله ۲

$$RGR=(LnW2-LnW1)/t2-t1$$ معادله ۳

$$NAR=CGR\times(LnA2-LnA1/LA2-LA1)$$ معادله ۴

در این معادلات LA سطح برگ، GA سطح زمین، W وزن خشک گیاه و t فاصله زمانی بین مراحل نمونه‌برداری می باشد. در نهایت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (آزمون LSD) با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع، وزن تر ساقه و بلال: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته تحت تاثیر اثرات جداگانه مقدار کود نیتروژن و زمان مصرف کود (در سطح احتمال پنج درصد) قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به میانگین‌های به دست آمده بیشترین مقدار ارتفاع با استفاده ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (۲۵۹ سانتی‌متر) به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با استفاده ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۲۵۷ سانتی‌متر) نداشت. همچنین کمترین مقدار ارتفاع نیز در تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب ۲۵۳ و ۲۵۲ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد (جدول ۳). علاوه بر مقدار کود نیتروژن، بررسی تاثیر زمان مصرف کود نیتروژن بر روند تغییرات ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین مقدار در صورت تقسیط مساوی کود در دو زمان پایه و گلدهی و کمترین مقدار آن با مصرف یکباره کود به صورت پایه اندازه‌گیری شد (جدول ۳). افزایش ارتفاع معمولا بارزترین تغییر ناشی از رشد در اغلب گیاهان است، که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی، عوامل محیطی و زراعی قرار می‌گیرد و نیتروژن یکی از مهم‌ترین نهاده‌های زراعی موثر در رشد گیاه محسوب می‌شود (Baloch *et al.*, 2020). پورابراهیمی و همکاران (Poorebrahimi *et al.*, 2018) نیز نشان دادند افزایش میزان نیتروژن از ۸۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته را در سه هیبرید مختلف ذرت افزایش داد. در آزمایش مشابهی استفاده

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

۲۲۴ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن ارتفاع بوته را در ذرت به میزان ۷/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، در آزمایش آنها تقسیط کود و قرار دادن آن در اختیار گیاه در مراحل رویشی مختلف تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع نداشت (Assen Mohammed *et al*., 2022). وزن تر ساقه در آزمایش حاضر تنها تحت تاثیر مقدار کود نیتروژن مصرفی قرار گرفت (جدول۲). به‌طوری‌که با افزایش مقدار کود نیتروژن، وزن تر ساقه نیز افزایش یافت. بیشترین مقدار وزن تر ساقه با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد، هرچند تفاوت معنی‌داری با مصرف ۱۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده نشد اما توانست نسبت به مصرف حداقل کود (۶۰ کیلوگرم در هکتار) سبب افزایش تقریبا ۴ درصدی شود (جدول ۳). این افزایش در ارتفاع و وزن تر ساقه می‌تواند به دلیل نقش بارز نیتروژن در تولید کلروفیل، فتوسنتز و تولید ماده خشک (Ya-wei *et al*., 2019) و همچنین نقش آن در تقسیم سلولی (Ali and Anjum, 2017) باشد. در این بررسی وزن تر بلال نیز تحت تاثیر جداگانه تیمارهای مورد بررسی قرار داشت (جدول ۲). بدین ترتیب که افزایش مقدار نیتروژن از ۶۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار توانست سبب افزایش ۱۵ درصدی وزن تر بلال شود. همچنین تقسیط مساوی مقدار کود مصرفی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی بهترین روش مصرف برای افزایش این صفت بود (جدول ۳). آسن محمد و همکاران (Assen Mohammed *et al*., 2022) نشان دادند که افزایش مقدار کود نیتروژن از صفر تا ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار اندازه (طول و قطر) و وزن بلال را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در آزمایش آن‌ها زمان مصرف و تقسیط کود تاثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت.

تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف: در آزمایش حاضر علاوه بر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن، اثر متقابل بین این دو عامل تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) بر تعداد دانه در ردیف داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به شکل تقسیم مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی، بیشترین تعداد دانه در ردیف حاصل شد. کمترین تعداد دانه در ردیف نیز با مصرف کمترین مقدار کود مصرفی (۶۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت پایه به‌دست آمد (جدول ۵). اینگونه به‌نظر می‌رسد مقدار نیتروژن با افزایش رشد، تولید سطح برگ مناسب و تولید آسیمیلات‌های کافی منجر به پر شدن دانه‌های بیشتر در بلال می‌شود (Hejazi and Soleymani, 2014). در آزمایشی افزایش مقدار نیتروژن از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و تقسیط آن در چند مرحله (زمان کاشت، ۱۴، ۲۸ و ۴۲ روز بعد از سبز شدن) به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در بلال را افزایش داد (Baloch *et al*., 2020). به عبارتی علاوه بر مقدار نیتروژن، دسترسی گیاه در زمان رشد سریع به این عنصر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از کود نیتروژن به‌صورت یکباره در زمان کاشت ممکن است مقدار آن تحت تاثیر آبشویی کاهش یابد، به همین دلیل تقسیط آن در چند مرحله بر ویژگی‌های رشدی موثرتر خواهد بود (Baloch *et al*., 2020). زیناچو و همکاران (Zinachew and Sharma, 2020) اظهار داشتند با افزایش مقدار نیتروژن تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در بلال به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است تعداد ردیف دانه در بلال در آزمایش حاضر تحت تاثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن واقع نشد. شاید بدین دلیل باشد که این صفت بیشتر تابع عوامل ژنتیکی و کمتر تحت کنترل عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در آزمایش

Table 2- Analysis of variance (MS) of studied traits in the experiment

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	ارتفاع Height	وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن تر بلال Ear fresh weight	تعداد ردیف در بلال Number of grain rows per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grains per row	وزن هزار دانه 1,000-grain weight
تکرار Replication (R)	2	1776**	28106617*	12530092**	0.98^{ns}	43^{ns}	5789**
سال Year (Y)	1	245^{ns}	64581612^{ns}	41496050^{ns}	3.8^{ns}	29^{ns}	1345^{ns}
تکرار × سال R×Y	2	1423	23216348	10232323	1.32	53	5245
مقدار کود نیتروژن Nitrogen application rate (N)	3	190*	4576998*	15794120**	2.36^{ns}	56*	6230*
T×Y	3	80^{ns}	1735720^{ns}	996405^{ns}	0.24^{ns}	28^{ns}	1160^{ns}
زمان مصرف کود نیتروزن Nitrogen application time(NT)	2	213*	534317^{ns}	19949329**	2.67^{ns}	67*	3883*
NT×Y	2	63^{ns}	538867^{ns}	7597040^{ns}	1.14^{ns}	27^{ns}	628^{ns}
NT×N	6	41^{ns}	651090^{ns}	800422 ^{ns}	1.27^{ns}	57*	1040^{ns}
NT×N×Y	6	112^{ns}	442257^{ns}	693263^{ns}	1.53^{ns}	26^{ns}	737^{ns}
خطا Error	44	173	8844939	311228	1.2	20	904

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در آزمایش

Table 2- Analysis of variance (MS) of studied traits in the experiment

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	شاخص سطح برگ LAI	سرعت رشد CGR	سرعت رشد نسبی RGR	سرعت جذب خالص NAR
تکرار Replication (R)	2	211102293**	320738^{ns}	0.408036	3016.73	0.000016	176.81
سال Year (Y)	1	4109545^{ns}	755609^{ns}	0.518103 ^{ns}	1260.47 ^{ns}	0.000001 ^{ns}	1.7584 ^{ns}
تکرار × سال R×Y	2	133204345	431232	0.65456	4123.43	0.00018	192.32
مقدار کود نیتروژن Nitrogen application rate (N)	3	12966432 *	5156536**	0.655351*	750.75**	0.000481*	33.99 ^{ns}
T×Y	3	603998^{ns}	686759^{ns}	0.000007 ^{ns}	1.19 ^{ns}	0.000000 ^{ns}	0.0022 ^{ns}
زمان مصرف کود نیتروزن Nitrogen application time(NT)	2	16618666*	25857906**	0.865137*	1828.36**	0.000132*	94.3856*
NT×Y	2	692376^{ns}	690136^{ns}	0.000004 ^{ns}	2.69 ^{ns}	0.000000 ^{ns}	0.0186 ^{ns}
NT×N	6	966037 ^{ns}	2353139**	0.024429 ^{ns}	317.97 ^{ns}	0.000011 ^{ns}	4.2685 ^{ns}
NT×N×Y	6	856677^{ns}	302547^{ns}	0.000001 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.000001 ^{ns}	0.0189 ^{ns}
خطا Error	44	2013317	557574	0.028025	179.68	0.00002	8.2307

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر صفات مورد بررسی

Table 3- Means comparison of the main effects of nitrogen application rate and time on of studied traits

تیمارها Treatments	ارتفاع Height (cm)	وزن تر ساقه Stem fresh weight (kg/ha)	وزن تر بلال Ear fresh weight (kg/ha)	وزن هزاردانه 1000-grain weight (gr)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)
مقدار کود نیتروژن Nitrogen application rate					
60	252.3 b	16260 b	11580 d	331.4 b	9957 c
120	253.6 b	16640 a	12100 c	337.5 ab	10179 b
180	257.1 a	16850 a	13120 b	338.2 a	10242 ab
240	259.5 a	16920 a	13640 a	339.9 a	10430 a
زمان مصرف کود نیتروژن Nitrogen application time					
T_1	252.8 b	16670 a	11580 c	321.5 b	9521 b
T_2	259.2 a	16936 a	13290 a	344.2 a	10480 a
T_3	256.8 ab	16872 a	12960 b	342.9 a	10370 a

T_1: ۱۰۰ درصد پایه، T_2: ۵۰ درصد پایه + ۵۰ درصد گلدهی و T_3: ۲۵ درصد پایه + ۷۵ درصد گلدهی.

T_1: 100 % at the base, T_2: 50% at the base + 50% at the flowering and T_3: 25% at the base + 75% at the flowering.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر جداگانه تیمارهای مورد بررسی، مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). با افزایش کود مصرفی بر میزان وزن هزار دانه افزوده شد، بدین ترتیب که کمترین مقدار وزن هزار دانه با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (۳۳۱ گرم) حاصل شد. بیشترین مقدار با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (۳۳۹ گرم) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با دو سطح کودی ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نداشت (جدول ۳). روش مصرف نیتروژن ابتدا به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی (۲۴۴ گرم) سپس مصرف کود به صورت ۲۵ درصد پایه و ۷۵ درصد شروع گلدهی (۳۴۲ گرم) به‌طور معنی‌داری وزن هزار دانه را نسبت به روش مصرف یکباره کود در زمان کاشت افزایش داد (جدول ۳). در آزمایش مشابهی با بررسی چهار سطح کودی (۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) نیتروژن و نحوه مصرف آن در طول مدت دوره رشد، نشان دادند که با افزایش مقدار کود وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما تفاوت معنی‌داری بین سه سطح ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل نشد. از دیگر نتایج حاصل از این آزمایش نشان دادن برتری تقسیط مقدار کود مصرفی و استفاده از آن در طول دوره رشد نسبت به مصرف یکباره کود در زمان کاشت بود (Anwar *et al.*, 2017). در مطالعه‌ای دیگر افزایش کود نیتروژن به مقدار ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار وزن هزار دانه ذرت را به میزان ۴۳ درصد نسبت به عدم مصرف این کود افزایش داد. همچنین در این آزمایش اثر مثبت و معنی‌دار استفاده از این کود طی سه مرحله (۲۵ درصد کاشت، ۵۰ درصد سبز شدن و ۲۵ درصد گلدهی) نسبت به مصرف یکباره کود در مرحله سبز شدن گزارش شد (Ahmadi *et al.*, 2018). با مصرف تقسیطی و طی چند مرحله این عنصر به راحتی در اختیار گیاه قرار

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

خواهد گرفت. به‌نظر می‌رسد کود نیتروژن به جهت افـزایش دوام سـطح سبز فتوسنتزی پس از گلـدهی و طـول دوره پرشـدن دانه باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود (Seyedi *et al*., 2021).

شاخص سطح برگ: نتایج این بررسی نشان داد اثر جداگانه مقدار و روش مصرف کود نیتروژن بر مقدار شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار (۵/۴۳) و کمترین مقدار در تیمارهایی با حداقل کود مصرفی (۶۰ کیلوگرم در هکتار) ثبت شد (جدول ۴). در آزمایش پورابراهیمی و همکاران (Poorebrahimi *et al*., 2018) نیز کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن شاخص سطح برگ را ۴۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در گزارش احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2018) نیز افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۳۸ به ۴۸۲ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ سه رقم ذرت سیمون، ۷۰۴ و BC۶۷۸ را به‌ترتیب ۸۱، ۹۴ و ۷۵ درصد افزایش داد (Afshoon *et al*., 2020). درواقع نیتروژن از طریق تاثیری که بر افزایش و سرعت تقسیم و بزرگ شدن سلول‌های برگ دارد و همچنین از طریق افزایش دوره رشد گیاه، تغییر زاویه برگ‌ها نسبت به ساقه، دوام سطح برگ و تولید برگ‌های بزرگتر باعث بهبود شاخص سطح برگ می‌شود (Ahmadi *et al*., 2018). در آزمایش حاضر کاربرد کود نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی، در مقایسه با دو روش دیگر نتیجه بهتری داشت و بالاترین مقدار شاخص سطح برگ (۴/۸۱) را داشت (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط انور و همکاران (Anwar *et al*., 2017) گزارش شده است. اینگونه به نظر می‌رسد که تقسیط کود نیتروژن و کاربرد آن در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت، دوره رشد رویشی و زایشی آن را به تاخیر می‌اندازد و موجب می‌شود افزایش معنی‌داری در گسترش سطح برگ گیاه به وجود آید و این امر می‌تواند به افزایش شاخص سطح برگ منجر شود.

سرعت رشد محصول: این شاخص در حقیقت مشخص کننده توسعه بافت گیاه و ثبات آن، تعیین کننده مقدار ماده خشک تولیدی است، به تعبیر دیگر کارایی فتوسنتر محصول را نشان می‌دهد (Ahmadi *et al*., 2018). نتایج آزمایش نشان داد عوامل آزمایشی به‌طور جداگانه روی مقدار سرعت رشد گیاه تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) داشتند (جدول ۲). با افزایش کار برد کود نیتروژن از ۶۰ به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سرعت رشد محصول ۲۷ درصد افزایش یافت (جدول ۴). امکان دارد با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن روند سرعت رشد محصول به‌دلیل افزایش شاخص سطح برگ و جذب تشعشع خورشیدی و به دنبال آن بهبود میزان فتوسنتز روزانه ذرت، بهبود یافته باشد. محققان دیگر نیز نشان دادند با افزایش فراهمی کود نیتروژن، سرعت رشد محصول و تولید ماده خشک افزایش می‌یابد (Afshoon *et al*., 2020). احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2018) نیز با کاربرد کود نیتروژن افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول را در سه رقم مختلف ذرت گزارش کردند. در این آزمایش تفاوت روشنی بین کاربرد کود نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی در مقایسه با دو روش دیگر مصرف کود مشاهده گردید که حاکی از تاثیر مثبت و مستقیم زمان مصرف کود برروی این صفت می‌باشد (جدول ۴). طاهائی رودسری و عاشوری، (Tahaei Roudsari and Ashouri, 2019) در آزمایش خود مصرف کود نیتروژن به‌صورت سرک در زمان آغاز گلدهی یکی از دلایل افزایش سرعت رشد محصول برنج معرفی کردند.

سرعت رشد نسبی: این شاخص بیان کننده سرعت افزایش وزن خشک گیاه نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است (Ahmadi *et al*., 2018). در آزمایش حاضر مقدار و روش مصرف کود نیتروژن به‌طور جداگانه سرعت رشد نسبی را به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). در این آزمایش با افزایش مقدار کود نیتروژن سرعت رشد نسبی افزایش یافت به‌طوری که بیشترین مقدار در تیمار کودی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار (۰/۰۸۷)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

و کمترین مقدار در سطح کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار (۰/۰۸۲) ثبت شد (جدول ۴). روش مصرف کود نیتروژن نیز به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی میزان سرعت رشد نسبی را نسبت به روش اول و سوم به ترتیب حدود ۵ و ۱۱ درصد افزایش داد (جدول ۴). بنابراین اینگونه به‌نظر می‌رسد که استفاده از ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تقسیط مساوی آن در دو مرحله پایه و شروع گلدهی می‌تواند تاثیر بسزایی در افزایش سرعت رشد نسبی ذرت داشته باشد. نتایج مشابهی توسط احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2018) و پورابراهیمی و همکاران (Poorebrahimi *et al*., 2018) در گیاه ذرت و طاهائی رودسری و همکاران (Tahaei Roudsari and Ashouri, 2019) در گیاه برنج گزارش شده است. افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن و دسترسی گیاه در طول فصل رشد به این عنصر از طریق افزایش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و همچنین افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و آنزیم روبیسکو منجر به افزایش کارایی سیستم فتوسنتزی و افزایش تولید ماده خشک گیاه شده و از این طریق سبب بهبود رشد نسبی می‌شود (Ahmadi *et al*., 2018; Mohammadi *et al*., 2015).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد

Table 4- Means comparison of the main effects of nitrogen application rate and time on physiological growth indices

تیمارها Treatments	شاخص سطح برگ LAI	سرعت رشد محصول CGR ($gr/m^{-2}/day$)	سرعت رشد نسبی RGR ($gr/gr^{-}/day$)	سرعت جذب خالص NAR ($gr/m^{-2}/day$)
مقدار کود نیتروژن Nitrogen application rate				
60	1.67 c	8.35 d	0.082 c	2.17 a
120	4.70 c	9.22 c	0.086 b	2.16 a
180	4.98 b	10.41 b	0.086 b	2.18 a
240	5.43 a	11.47 a	0.087 a	2.18 a
زمان مصرف کود نیتروژن Nitrogen application time				
T_1	4.55 b	9.26 b	0.082 b	2.17 b
T_2	4.81 a	10.07 a	0.086 a	2.22 a
T_3	4.71 ab	8.87 c	0.077 b	2.20 ab

T_1: ۱۰۰ درصد پایه، T_2: ۵۰ درصد پایه + ۵۰ درصد گلدهی و T_3: ۲۵ درصد پایه + ۷۵ درصد گلدهی.

T_1: 100 % at the base, T_2: 50% at the base + 50% at the flowering and T_3: 25% at the base + 75% at the flowering.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

سرعت جذب خالص: به‌عنوان شاخصی جهت برآورد قدرت بالفعل فتوسنتزی برگ محسوب می‌شود (Ahmadi *et al*., 2018). نتایج تجزیه آماری داده‌های حاصل از این آزمایش نشان داد که مقدار سرعت جذب خالص تنها تحت تاثیر روش مصرف کود نیتروژن (در سطح احتمال ۵ درصد) قرار داشت (جدول ۲). بدین ترتیب که استفاده از کود نیتروژن به‌صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی سبب حصول بیشترین مقدار این صفت شد که البته تفاوت آماری معنی داری با روش سوم (۲۵ درصد کاشت و ۷۵ درصد گلدهی) نداشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد در این حالت به دلیل توزیع

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

مناسب و فراهمی کود طی دوره رشد، میزان جذب خالص افزایش یافته است. در آزمایش پورابراهیمی و همکاران (Poorebrahimi *et al*., 2018) نیز این شاخص تحت تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن تغییر معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف و عملکرد علوفه خشک

Table 5- Mean comparisons of interaction of nitrogen application rate and time on numbr and dry forage yield

مقدار کود نیتروژن Nitrogen application rate	زمان مصرف کود نیتروژن Nitrogen application time	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (kg/ha)	تعداد دانه در ردیف Number of grains per row
60	T1	15750 e	30 e
60	T2	18090 b	35 bcd
60	T3	16810 cd	36 bcd
120	T1	16700 cd	35 bcd
120	T2	17580 bc	36 bcd
120	T3	17860 cd	34 cd
180	T1	16700 cd	31 d
180	T2	18040 b	32 cd
180	T3	16300 de	37 abcd
240	T1	18390 b	38 Abc
240	T2	19710 a	42 a
240	T3	18440 b	40 ab

T_1: ۱۰۰ درصد پایه، T_2: ۵۰ درصد پایه + ۵۰ درصد گلدهی و T_3: ۲۵ درصد پایه + ۷۵ درصد گلدهی.

T_1: 100 % at the base, T_2: 50% at the base + 50% at the flowering and T_3: 25% at the base + 75% at the flowering.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

عملکرد دانه: عملکرد دانه بخش اقتصادی گیاه است که به مصرف انسان و دام می‌رسد و تحت تاثیر پتانسیل ژنتیکی و عوامل محیطی قرار دارد. نتایج این آزمایش نشان داد عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری (سطح احتمال ۵ درصد) تحت تاثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن قرار گرفت. در حالی که اثر متقابل مقدار و زمان مصرف کود نیتروزن تفاوت معنی‌داری بین مقادیر عملکرد نشان نداد (جدول ۲). با توجه به میانگین‌های بدست آمده کمترین میزان عملکرد دانه (۹۹۵۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار حداقل کود مصرفی (۶۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و بیشترین عملکرد دانه (۱۰۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) متعلق به بالاترین سطح کودی (۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود که تفاوت معنی‌داری با به کارگیری ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰۲۴۲ کیلوگرم در هکتار) نداشت (جدول ۳). با کاربرد کود نیتروژن به‌صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی بیشترین مقدار عملکرد دانه (۱۰۴۸۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد، که البته با به کارگیری کود نیتروژن به صورت ۲۵ درصد پایه و ۷۵ درصد زمان شروع گلدهی (۱۰۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. کمترین میزان عملکرد دانه با مصرف یکباره کود نیتروژن به‌صورت پایه (۹۵۲۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳). بر اساس مشاهدات درولیس و همکاران (Drulis *et al*., 2022) اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه در ذرت اثر معنی‌داری داشت و با افزایش سطح نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت. در پژوهشی دیگر، کاربرد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

۴۶ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در سه مرحله (۲۵ درصد در مرحله کاشت، ۵۰ درصد در مرحله رویشی و ۲۵ درصد نزدیک گلدهی) منجر به حداکثر میزان عملکرد در ذرت شد (Negash *et al*., 2021). در آزمایش سید شریفی و نامور (Seyed sharifi and Namvar, 2016) بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و مصرف این مقدار در سه مرحله رشدی حاصل شد (۲۷). در آزمایش انور و همکاران (Anwar *et al*., 2017) با بررسی سطوح کودی مختلف و سه روش مصرف کود نشان دادند که کمترین میزان عملکرد دانه در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن و بیشترین مقدار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که در این آزمایش نیز مطابق نتایج آزمایش حاضر تفاوت معنی‌داری با سطح کودی ۱۸۰ مشاهده نشد. آنها همچنین مصرف کود به صورت تقسیطی و طی چند مرحله (کاشت، ۲۵ و ۵۰ روز بعد از سبز شدن) را نسبت به مصرف یکباره در زمان کاشت برتر معرفی کردند. بنابراین اینگونه به نظر می‌رسد مقدار کود نیتروژن و کاربرد آن در چند مرحله می‌تواند در افزایش عملکرد دانه ذرت موثر واقع شود. این افزایش به دلیل تاثیر نیتروژن در طولانی شدن دوره رشد، افزایش تعداد دانه در بلال و وزن دانه است (Seyed sharifi and Namvar, 2016).

عملکرد علوفه خشک: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن و اثر متقابل بین این دو عامل تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) بر عملکرد علوفه خشک داشت. بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک (۱۹۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن و به‌صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی به‌دست آمد و کمترین مقدار (۱۵۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) هم در تیمار حداقل کود مصرفی (۶۰ کیلوگرم در هکتار) و مصرف یکباره این کود به‌صورت پایه حاصل شد (جدول ۵). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد در هر چهار سطح کودی مصرف کود نیتروژن در دو مرحله نسبت به مصرف یکباره آن به‌عنوان پایه اثر بهتری در افزایش ماده خشک داشته و روش تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی نسبت روش تقسیط به صورت ۲۵ درصد پایه و ۷۵ درصد شروع گلدهی موثرتر واقع شد (جدول ۵). در آزمایش انور و همکاران (Anwar *et al*., 2017) و همچنین ژای و همکاران (Zhai *et al*., 2022) نیز برتری تیمارهای کودی به روش تقسیط در چند مرحله نسبت به مصرف یکباره کود در افزایش وزن ماده خشک ذرت گزارش شده است. از دیگر نتایج آزمایش آن‌ها تاثیر مثبت و معنی‌دار مقدار کود نیتروژن در افزایش وزن ماده خشک بود. کود نیتروژن با افزایش رشد فعال گیاه، گسترش و تداوم بیشتر سطح برگ و ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک می‌شود. نتایج مشابهی توسط آلی و آنجوم (Ali and Anjum, 2017) نیز گزارش شده است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و شروع گلدهی می‌تواند به‌عنوان بهترین ترکیب تیماری جهت حصول حداکثر عملکرد معرفی شود.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزایش نیتروژن مصرفی از ۶۰ به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیط مساوی در دو مرحله پایه و گلدهی، سبب افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشدی از جمله شاخص سطح برگ شد که این خود باعث افزایش سطح فتوسنتز کننده گیاه و افزایش تجمع ماده خشک می‌شود و در این حالت افزایش سایر شاخص‌های رشدی از جمله سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی نیز دور از انتظار نخواهد بود. بیشترین مقدار عملکرد دانه و اجزای عملکرد نیز با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و با روش تقسیط مساوی آن در دو مرحله کاشت و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

گلدهی بدست آمد. بنابراین اینگونه به‌نظر می‌رسد تقسیط مساوی ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در دو مرحله پایه و آغاز گلدهی به عنوان بهترین ترکیب تیماری جهت حصول حداکثر عملکرد در منطقه آزمایشی باشد.

منابع

Afshoon E., Jahansooz M.R., Moghadam H., Oveisi M. 2020. Effect of tillage, nitrogen fertilizer, and water stress on crop growth indices and yield of forage corn (*Zea mays* L.). Journal of Crops Improvement, 23 (2): 235-246. (In Persian).

Ahmadi M., Mondani M., Khorramivafa F., Mohammadi M.Gh., Shirkhani A. 2018. The effect of nitrogen on radiation use efficiency and growth indices of maize hybrids (*Zea mays* L.) under Kermanshah condition. Iranian Journal of Field Corps Research, 15 (4): 885-900. (In Persian).

Ajeng A.A., Abdullah R., Malek M.A., Chew K.W., Ho Y.C., Ling T.C., Lau B.F., Show P.L. 2020. The effects of biofertilizers on growth, soil fertility, and nutrients uptake of oil palm (*Elaeis guineensis*) under greenhouse conditions. Processes, 8 (12): 1681-1697.

Ali N., Anjum M.M. 2017. Effect of different nitrogen Rates on Growth, Yield and Quality of Maize. Middle East Journal of Agriculture Research, 6 (1): 107-112.

Anwar Sh., Ullah W., Islam M., Shafi M., Iqbal A., Alamzeb M. 2017. Effect of nitrogen rates and application times on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). Pure and Applied Biology, 6 (3): 908-916.

Assen Mohammed Y., Gesch W., Jane R., Johnson M.F., Wagner S. 2022. Agronomic and Economic Evaluations of N Fertilization in Maize under Recent Market Dynamics. Nitrogen, 3(3): 514–527.

Baloch N.A., Kaleri A.A., Laghari Gh.M., Kaleri A.H., Ghulam Kaleri S., Anum Mehmood A., Nizamani M.M. 2020. Effect of nitrogen levels and application scheduling on the growth and yield of maize. Journal of Applied Research in Plant Sciences, 1(2): 42-52.

Budak, F., Aydemir, S.K. 2018. Grain yield and nutritional values of sweet corn (*Zea mays* var. saccharata) in produced with good agricultural implementation. Nutrition and Food Science International Journal, 7(2): 555710.

Davies B., Coulter J.A., Pagliari P.H. 2020. Timing and rate of nitrogen fertilization influence maize yield and nitrogen use efficiency. PLoS One Journal, 15: 1-19.

Drulis P., Kriauciuniene Z., Vytautas Liakas V. 2022. The Influence of Different Nitrogen Fertilizer Rates, Urease Inhibitors and Biological Preparations on Maize Grain Yield and Yield Structure Elements. Agronomy, 12: 741.

Hejazi L., Soleymani A. 2014. Effect of different amounts of nitrogen fertilizer on gran yeil of forage corn cultivars in Isfahan. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2 (3): 608-614. (In Persian)

Hunt R. 1990. Basic growth analysis: Plant growth, analysis for beginners. London, Edward Arnold.

Iran Feed Grain Importers Union. 2023. http://www.iranavanda.com

Leghari Sh., Wahoco N.A., Leghari G.H.M., Leghari A.H., Bhabhan Gh.M., Talpur, KH.H., Bhutto A., Wahocho S.A., Lashari A.A. 2016. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. Advances in Environmental Biology, 10 (9): 209-218.

Mohammadi Gh.R., Safari Pour M., Ghobadi M.E., Najafi A. 2015. The Effect of Green Manure and Nitrogen Fertilizer on Corn Yield and Growth Indicators. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25 (2): 105-124. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]

Mosisa W., Dechassa N., Kibret K., Zeleke H., Bekeko Z. 2022. Effect of timing and nitrogen fertilizer application rates on maize yield components and yield in eastern Ethiopia. Agrosystems, Geosciences & Environment, 5 (4):1-14.

Negash H., Wondimu W., Abraham A., Belay Z. 2021. Maize yield improvement by optimal rate and timing of nitrogen fertilizer application in southwest Ethiopia.Agricultural and Biological Research, 37: 127-138.

Ogunboye O.I., Adekiya A.O., Ewulo B.S., Olayanju A. 2020. Effects of split application of urea fertilizer on soil chemical properties, maize performance, and profitability in southwest. Nigeria The Open Agriculture Journal, 14: 36-42.

Patel J.B., Patel V.J., Patel J.R. 2006. Influence of different methods of irrigation and nitrogen levels on crop growth rate and yield of maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Crop Science, 1: 175-177.

Poorebrahimi M., Sirousmehr A., Eshghizadeh H., Asgharipour M., Khamari I. 2018. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield and agronomic characteristics of different corn (*Zea mays* L.) hybrids**.** Journal of Crop Production and Processing, 8 (3): 37-49. (In Persian)

Seyed sharifi R., Namvar A. 2016. Effect of time and rate of nitrogen application on phenology and some agronomical traits of maize (*Zea mays* L.). Biologia, 62 (1): 35-45. (In Persian).

Seyedi S.M., Hamzei J. 2021. Evaluation of nitrogen use efficiency and Wheat yield under fertilizer management and crop rotation. Crop Production, 3 (14): 13-26. (In Persian).

Tahaei Roudsari S.L., Ashouri M. 2019. The effect of plant density and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components and some physiological indices of rice cv. Hashemi in Roudsar. Applied Research in Field Crops, 32 (1): 81-96. (In Persian).

Taiz L., Zeiger E., Moller I.M., Murphy A. 2017. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal, 6th ed.; Artmed: Porto Alegre, Brazil. ISBN. 978-85-8271-367-9.

Ya-wei W., Qiang L., Rong J., Wei Ch., Xiao-lin L., Fan-lei K., Yong-pei K., Haichun Sh., Ji-chao Y. 2019. Effect of low-nitrogen stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics of maize cultivars with different low-nitrogen tolerances. Journal of Integrative Agriculture**,** 18 (6): 1246–1256.

Zhai J., Zhang G., Zhang Y., Xu W., Xie R., Ming B, Hou P., Wang K., Xue J., Li, Sh. 2022. Effect of the rate of nitrogen application on dry Matter accumulation and yield formation of densely planted maize. Sustainability, 14: 14940.

Zinachew W., Sharma P.D. 2020. Growth and yield of maize (*Zea mays* L.) as affected by nitrogen fertilization in Denba Gofa, southern Ethiopia. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 13 (6): 1-9.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.80]