شناسه دیجیتال (DOI) : 10.22092/idaj.2020.342343.297

تاثیر نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم دیم در مدیریت‌های تناوبی مختلف

مختار داشادی*

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

چکیده

به منظور بررسی نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد گندم دیم، آزمایشی در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود به مدت دو سال و دو الگوی کشت گندم–گندم و نخود–گندم بصورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل مصرف کود نیتروژنی در چهار سطح شامل N1: عدم مصرف نیتروژن، N2: 80 کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3:80 کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار و N4 : 80 کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک و مصرف پتاسیم در چهار سطح شامل :K1عدم مصرف پتاسیم، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار و K4: مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بودند. نتایج نشان داد که در هر دو تناوب گندم–گندم و نخود– گندم، بیشترین عملکرد دانه به ترتیب با میزان ۱۵۵۴/۵ و ۱۶۷۰/۵ کیلوگرم در هکتار از مصرف کود رویال آمین بدست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب ۱۷/۳ و ۱۴/۵۳ درصد افزایش داشتند ولی نسبت به مصرف کود سرک نیتروژن افزایش چشمگیری نشان نداد. بیشترین عملکرد بیولوژیک نیز با میزان ۷۱۰۵ کیلوگرم در هکتار از تیمارکودهای رویال‌آمین و رویال پتاسیم بدست آمد. بنابراین مصرف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی با قابلیت محلول پاشی نظیرکودهای رویال آمین و رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار در اواخر ساقه دهی گندم در شرایط دیم معتدل سرد کشور، ضمن جلوگیری از مخاطرات زیست محیطی، می‌تواند در افزایش تولید گندم دیم موثر باشند.

واژه‌های کلیدی : گندم دیم، عملکرد دانه، تغذیه گیاهی، محلول پاشی

* نگارنده مسئول: *mokhtar336@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

مقدمه

گندم (*Titicum aestivum* L.) دارای رتبه اول در بین محصولات زراعی غلات در جهان است که ۳۰٪ از کل غلات در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد و برای بیش از ۱۰ میلیارد نفر در ۴۳ کشور جهان ماده اصلی غذایی است به‌طوری که حدود ۲۰ درصد از کل کالری مواد غذایی را برای مردم تأمین می کند (Reddy, 2004).

محدودیت نهاده‌ها و افزایش تقاضا برای مواد غذایی درکنار هم تامین غذای سالم وکافی را روز به روز نامطمئن‌تر ساخته‌است (میرمجیدی هشتجین و همکاران، ۱۳۹۵). در بین نهاده‌های مختلف کشاورزی، استفاده متعادل از کودهای شیمیایی بیشتر از سایر نهاده‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی موثر است (ملکوتی،۱۳۷۶). گزارش شده است که حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد محصول مربوط به مصرف بهینه کودها بوده و این افزایش عملکرد از طریق استفاده بهینه از نهاده‌های‌کودی بهبود یافته است (Heisey and Norton, 2007).

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در چرخه زندگی گیاه است که تمام مراحل زیستی و ساختمانی مانند تشکیل کلروفیل، رشدگیاه و جذب سایر عناصر غذایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Alston, 1979). بیشترین نیازگندم دیم به نیتروژن، از اوایل پنجه‌دهی تا ظهور خوشه‌ها است، به همین دلیل فراهمی نیتروژن در اوایل مرحله پنجه¬دهی، منجر به توسعه پنجه درگندم می‌شود. بر اساس الگوی جذب نیتروژن در گندم دیم حدود۲۰ درصد از کل نیتروژن قابل دسترس در مرحله ظهور برگ پرچم تا مرحله گل‌دهی جذب می گردد(روحی و سدری،۱۳۹۷). به اعتقاد تاناکا و همکاران (۱۹۹۰) روش و زمان مصرف کودهای نیتروژنی، راندمان استفاده از آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بررسی نشان‌می‌دهند که کودهای نیتروژنی به ویژه هنگامی که میزان کود مصرفی به اندازه‌ای باشدکه علاوه برتامین نیاز تولید بهینه عملکرد، ساخت پروتئین را تامین‌کند منجر به بهبود کیفیت دانه نیز می گردد (امام و همکاران، ۱۳۸۸). کود نیتروژن اضافی در مزارع با حاصلخیزی بالا، نه تنها راندمان مصرف نیتروژن را کاهش می‌دهد، بلکه موجب تجمع نیترات در خاک و نهایتا ایجاد مخاطرات زیست محیطی نیز می گردد (Zhao, 2006).

با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام گرفته بر روی گندم دیم در کشور، مصرف کودهای نیتروژنی به صورت سرک در مناطق سرد، اثر مثبتی در افزایش عملکرد این محصول نداشته و یا اثرات مثبت آن در افزایش عملکرد گندم دیم در مقایسه با کاربرد پائیزه نیتروژن معنی‌دار نبوده‌است (بلسون،۱۳۷۲؛جام جم،۱۳۷۰؛ صیادیان،۱۳۷۵؛ طلیعی،۱۳۷۷؛فیضی اصل،۱۳۷۹؛ فیضی اصل و ولیزاده، ۱۳۸۰). تامین نیتروژن مورد نیاز گندم دیم در مراحل زایشی علاوه بر تأثیر در عملکرد دانه می‌تواند کیفیت آن‌را افزایش دهد(*et al*.1991; 1983; Rahate, *et al*.1976; Altman, Gooding,). از آنجایی که نیتروژن مورد استفاده در خاک می‌تواند از طریق آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و عرضه نیتروژن از خاک، ریشه،گره‌ها یا ساقه‌ها به‌خاطر تنش‌های

محیطی یا پیری محدود می‌شود، پاشیدن اوره به‌عنوان منبع نیتروژن بر روی شاخ و برگ گیاه می‌تواند عامل موثری در افزایش کیفیت و احتمالا کمیت غلات دانه‌ای از جمله گندم باشد(Gooding *et al.*,1991). تعداد زیادی ازپژوهشگران اعتقاد دارندکه اواخر دوره رشدگیاه در مناطق خشک مناسب‌ترین زمان انجام محلول‌پاشی اوره در گندم است (*et al.*, 1990; Copper Czuba, 1994). قرنجیک و گالشی(۱۳۸۰) گزارش‌کردند که مصرف کود اوره به صورت محلول‌پاشی برگی، موجب افزایش تعدادگلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه، شاخص سطح و دوام برگ و درصد پروتئین دانه در مقایسه با شاهد می‌شود.

پتاسیم به عنوان یکی از مهمترین عناصر غذایی پرمصرف سهم عمده‌ای در پتانسیل اسمزی سلول‌ها وفشار تورگرآنها دارد،گیاهانی که مقادیر زیادی نشاسته سنتز و ذخیره می‌کنند به میزان بیشتری به پتاسیم نیاز دارند (Salisbury and Rose, 1992). گیاهان تحت شرایط محیطی متفاوت مواد محلول با وزن مولکولی کم(اسیدهای آمینه، قندهاو...) که بطور کلی مواد محلول سازگار نامیده می‌شوند را تجمع می‌نمایند این مواد بعنوان محافظان اسمزی در طی تنش اسمزی عمل نموده و مقاومت گیاه را نسبت به تنش خشکی افزایش می‌دهند،گسترده‌ترین این مواد پرولین است (Demiral and Turkan, 2005).

موحدی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش‌کردند که پتاسیم در تشکیل پرولین موثر است. طبق‌آزمایشات، حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده درخاک برای محصول گندم دیم۲۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم می‌باشد(ملکوتی، ۱۳۷۶). محلول پاشی پتاسیم به شکل کلرور پتاسیم مقاومت گندم را در برابر خشکسالی افزایش داده و در نتیجه عملکرد را بیشتر می‌کند(Alexander, 1973). ویروا و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که خشکی باعث کاهش عملکرد دانه گندم دیم تا ۵۴٪ در خاک با کمبود پتاسیم گردید و در زمان فراهمی مناسب پتاسیم عملکرد دانه تنها ۱۶٪ کاهش یافت. جانسون و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که در زمانی که رطوبت خاک کاهش یابد به منظور نگهداری مقدار مشخصی از جذب پتاسیم غلظت پتاسیم محلول خاک باید افزایش یابد. این نتیجه به وسیله گس (۱۹۹۲) نیز گزارش شده‌است. شارما(۲۰۰۲)گزارش کرد که استفاده از پتاسیم به میزان ۳۰ کیلوگرم K_2O در هکتار به طور معنی‌داری باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه گندم نسبت به تیمار شاهد می‌شود. همچنین گزارش شده است که استفاده از پتاسیم حتی در کمترین سطح به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد گندم می شود (*et al*. 2010 Campillo and *et al*., 2010; Malghani and). الهادی و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادندکه درکشور مصر تحت شرایط تنش رطوبتی، کاربرد پتاسیم عملکرد دانه گندم را به میزان قابل توجهی افزایش داد.

در آزمایشی اثر نیتروژن و پتاسیم بر روی گندم دیم نشان داد که مصرف نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد، همچنین در همین

آزمایش مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم منجر به افزایش تعداد دانه درسنبله و وزن هزار دانه شد(Adnan *et al*., 2016). نتایجی مبنی بر تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر تعداد دانه در سنبله گزارش شده است بطوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن و پتاسیم تعداد دانه در سنبله افزایش یافته است.(Gul and *et al* ,2013)

در آزمایشی اثر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم برگندم دیم در خاک‌های با میزان پتاسیم بالا انجام شد، در این آزمایش تیمارهای ۰ و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار بصورت خاک‌کاربرد و تیمارهای ۰ و ۳ کیلوگرم پتاسیم و همچنین ۰ و ۳ کیلوگرم نیتروژن به صورت محلول پاشی استفاده شد، نتایج نشان دادکه محلول‌پاشی پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه از ۲۹۸۸ به ۳۰۸۹ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با مصرف خاکی پتاسیم شد که این افزایش عملکرد را به تعداد دانه در سنبله نسبت دادند و به این نتیجه رسیدند که، مصرف پتاسیم به صورت محلول‌پاشی درگندم در خاک‌های با پتاسیم بالا، در فصول زراعی تحت شرایط تنش‌های آبی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (Limon-ortega *et al*., 2020).

با توجه به نیاز گندم به نیتروژن در مراحل مختلف رشدی و ناپایدار بودن این عنصر در خاک از یک سو و همچنین کاهش شدت جریان پخشیدگی پتاسیم در مراحل قبل از گلدهی و یا در زمان تشکیل دانه به دلیل کاهش میزان رطوبت خاک، بنابراین در این تحقیق به دنبال بررسی اثرات فرم‌های تجاری کودهای نیتروژن و پتاسیمی در عملکرد و ویژگی‌های زراعی گندم دیم به همراه مقایسه آن با میزان مصرف کودهای شیمیایی توصیه شده آنها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

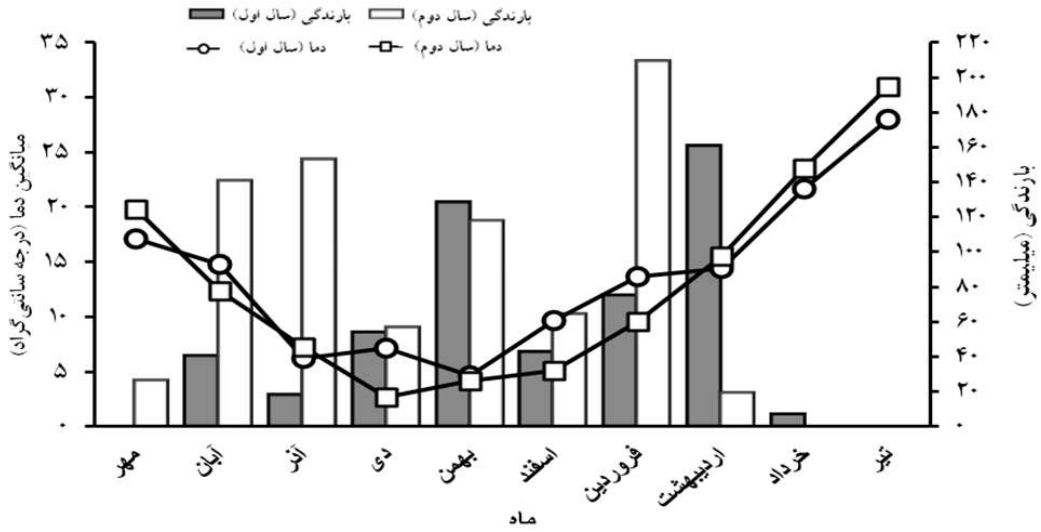
به منظور بررسی تاثیرعناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم برعملکرد گندم دیم، آزمایشی در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم(سرارود) به طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۱ متر، متوسط بارندگی سالیانه ۴۴۰ میلیمتر، متوسط درجه حرارت روزانه ۱۵/۵ درجه سانتیگراد،آب وهوا سرد و معتدل، دارای بافت خاک سیلتی کلی لوم تا سیلتی لوم، که در دامنه رشته کوه‌های زاگرس واقع شده است(طلیعی، ۱۳۷۸) اجرا گردید. جهت ارزیابی حاصلخیزی عمومی خاک، قبل از اعمال تیمارها، تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد(جدول۱). آزمایش به مدت دو سال و هر سال در دو الگوی تناوبی مختلف (تناوب گندم–گندم و تناوب نخود–گندم) بصورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار طی سالهای زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. فاکتورها شامل مصرف کود نیتروژنی در چهار سطح شامل N1: عدم مصرف نیتروژن(شاهد)، N2: مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت + محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: مصرف۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت + محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار وN4 : مصرف۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت +۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک و مصرف

پتاسیم در چهار سطح شامل K1: عدم مصرف پتاسیم(شاهد)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱ درصد، K3: محلول‌پاشی کود رویال‌پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار وK4: مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم تیمارهای پتاسیمی را تشکیل دادند. عملیات محلول‌پاشی بوسیله سمپاش دستی در عصر و در پایان مرحله ساقه رفتن(مرحله ۳۹ از جدول زادوکس) انجام شد(Zadok *et al*, 1974). بذر گندم رقم ریژاو با تراکم۳۵۰ بذر در مترمربع در عمق ۵ سانتی متر پس از عملیات خاک‌ورزی (فقط از دیسک سبک استفاده شد) به صورت مکانیزه به وسیله کارنده کشت مستقیم سازه‌کشت بوکان مدل ASKE-2200 درسطح ۱۲/۵مترمربع(۱۳ ردیف به عرض ۱۷/۵سانتی‌متر) کشت شد. در مرحله داشت مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام شد. در این پژوهش صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد سنبله، وزن هزار دانه همچنین عملکرد دانه، عملکردکاه و عملکرد بیولوژیکی به‌وسیله کادراندازی و برداشت ۳ متر مربع از وسط هر پلات فرعی اندازه گیری سپس شاخص برداشت نیز محاسبه شد. در نهایت اثرات تیمارهای اندازه گیری شده بوسیله نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

وضعیت بارندگی و دما: میزان بارندگی در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ (سال اول اجرای طرح)، ۵۲۱/۲ میلی متر بود که نسبت به سال زراعی گذشته ۵/۷ درصد افزایش داشته است. پراکنش بارندگی در پاییز ۵۷/۴ در زمستان ۲۲۳/۱ و در بهار ۲۳۴/۲ میلی‌متر بوده است. متوسط دمای دراین سال ۱۳/۷۲، درجه سانتی‌گراد بود. میزان بارندگی در سال زراعی ۹۸- ۱۳۹۷ (سال دوم اجرای طرح)، ۷۸۲/۵ میلی‌متر بود که نسبت به سال زراعی گذشته ۵۰ درصد افزایش داشت. پراکنش بارندگی در پاییز ۳۱۷/۷ در زمستان ۲۳۷/۸ و در بهار ۲۲۷/۵ میلی‌متر بوده است. داده‌های درجه حرارت نشان می‌دهندکه متوسط دمای سال زراعی سال۹۸-۱۳۹۷ برابر با ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد بوده که نسبت به سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ حدود ۱ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است.

جدول۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

کربن آلی (درصد)	پتاسیم	فسفر	آهن	روی	مس	منگنز	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	بافت	عمق (سانتی متر)
	میلی گرم در کیلوگرم									
۰/۹۳	۳۶۸	۳۴/۶	۸/۵۶	۱/۴۴	۲/۳۴	۱۹/۷	۷/۵۱	۱/۲۱	سیلتی-لوم	۳۰-۰



شکل۱: میانگین بارندگی (میلی‌متر) و دمای (درجه سانتی‌گراد) ماهانه در طول فصول زراعی سال‌های آزمایش ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ (سازمان هواشناسی کشور)

نتایج

تجزیه مرکب : بمنظور بررسی تجزیه واریانس مرکب دو الگوی کشت تناوبی، هرکدام از الگوهای کشت بعنوان یک مکان در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب دو الگوی کشت نشان داد که اثر سال بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول۲)،که می‌تواند به دلیل افزایش ۵۰ درصدی بارندگی در سال دوم اجرای آزمایش نسبت به سال اول باشد. همچنین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری تحت تاثیر دو نوع الگوی کشت تناوبی (گندم-گندم و نخود-گندم) قرارگرفتند(جدول۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در دو الگوی کشت نشان دادکه عملکرد دانه در تناوب نخود-گندم با مقدار ۱۵۵۱/۹ کیلوگرم بر هکتار نسبت به تناوب گندم-گندم با میزان عملکرد ۱۲۸۴ کیلوگرم بر هکتار ۲۰/۸ درصد برتری داشت. همچنین عملکرد بیولوژیک در تناوب نخود-گندم با مقدار ۶۲۰۷/۹ کیلوگرم بر هکتار برتری ۲۷/۲ درصدی خود را نسبت به تناوب گندم-گندم با میزان عملکرد بیولوژیک ۴۸۷۹/۵ کیلوگرم بر هکتار نشان داد (جدول۳). این نتایج می‌تواند به این دلیل باشد که تناوب حبوبات با گندم می‌تواند سبب کنترل آفات، بیماریها و علف‌های هرز، بهبود خصوصیات خاک، افزایش نیتروژن خاک وهمچنین بهبود تعادل و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی گردد که در نهایت بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد را به دنبال دارد.

اثر دو جانبه سال در تناوب بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد و بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد(جدول۲). همچنین اثر

متقابل سال، تناوب و نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد و طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. تاثیر کودهای نیتروژنی بر عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله در سطح ۵ درصد و بر عمکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول۲). اثرکود پتاسیم در سطح ۱ درصد بر و وزن هزار دانه و در سطح ۵ درصد عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله اثرمعنی‌داری داشت. اثرکود پتاسیم بر طول سنبله، عملکرد کاه و عملکرد دانه معنی‌دار نشد.

اثر دو جانبه کودهای نیتروژنی و نوع تناوب بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل مصرف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی بر عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل نوع تناوب ، کود نیتروژن و کود پتاسیم بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و بر سایر پارامترهای اندازه گیری شده معنی‌دار نشد. (جدول۲).

جدول۲ : تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم با محلول‌پاشی منابع کودی مختلف نیتروژن و پتاسیم در دو الگوی تناوبی در طول دوسال اجرای آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۱۵۷۶/۶۷**	۰/۳۸ ns	۴۱۸/۰۱۵**	۳۶۰/۵۲۹**	۱۲۶۲۲۰**	۶۲۵۱۴۴۰ ns	۳۷۲۷۶۹۰۰**
تناوب	۱	۷۵۹۰/۲۷ ns	۳۸/۰۷ ns	۱۶/۹۸۱۳ ns	۳۹۰/۱۶۵ns	۷۵۹۰۹۰*	۱۳۶۰۵۵۰ ns	۱۴۲۹۵۴۰۰*
سال ×تناوب	۱	۲۷۴۸/۲۱**	۱/۱۶ ns	۷۳/۳۸۳۸ **	۷۳۹/۰۷۸ **	۱۲۰۶۲۶**	۲۵۵۴۱۷۰ ns	۳۵۹۱۴۸۰۰*
سال ×تناوب ×تکرار	۸	۵۸/۷۶۰۶ ns	۱/۳۵ ns	۵/۰۸۳۷۵	۶/۱۶۱۸۷ ns	۷۹۶۸۴/۳ ns	۱۰۳۲۲۶۰ *	۵۰۵۰۱۹۰ ns
نیتروژن	۳	۶۹۵/۶۶۲ ns	۰/۷۵ ns	۲۲۴/۶۵۱*	۳۹/۹۱۹۸ ns	۵۵۹۵۲۳*	۱۳۳۱۰۷۰ ns	۲۳۳۴۶۴۰ **
سال × نیتروژن	۳	۷۷۵/۱۲۳ **	۰/۳۹ ns	۱۰/۱۱۸ ns	۵۷/۷۸۹۸ ns	۶۱۸۱۳/۶ ns	۷۳۸۰۶۶ ns	۳۷۸۱۰ ns
تناوب × نیتروژن	۳	۳۹۶/۷۸۸ ns	۱/۱۱ ns	۲۶*	۵۸/۷۹۲۰۶ ns	۶۲۳۶۶۶ns	۷۷۴۹۸۵۰ ns	۱۴۸۶۸۶۰۰*
سال × تناوب × نیتروژن	۳	۷۵۸/۴۴۵ **	۲/۰۷ *	۲/۴۹۸۶۶ ns	۷/۷۵۵۵۳*	۲۴۳۹۶۲*	۲۱۳۸۷۷۰ ns	۹۷۵۶۷۶ ns
پتاسیم	۳	۵۷۵/۴۶ ns	۰/۹۳ ns	۱۲۷/۷۵۱*	۴۱۱/۹۱۷ **	۱۲۷۰۷۹ns	۴۸۸۴۱۲۰ ns	۱۴۶۰۸۲۰۰*
سال × پتاسیم	۳	۱۲۳/۳۴۳ ns	۱/۵۴ ns	۱۱/۲۹۶۶ ns	۵/۶۰۲۱۳ ns	۸۶۶۸۹/۴ ns	۸۰۸۴۲۵ ns	۸۳۵۲۷۶ ns
تناوب × پتاسیم	۳	۴۸/۲۵۰۱ ns	۰/۰۶ ns	۹/۹۳۸۶۷ ns	۸/۸۷۲۴۱ ns	۳۰۶۰/۴۵ ns	۱۱۲۰۲۷۰ ns	۶۵۰۸۶۹ ns
سال × تناوب × پتاسیم	۳	۱۱۵/۷۰۳ ns	۰/۶۳ ns	۲/۷۰۸۹۴ ns	۲۵/۳۳۸۸ ns	۳۰۹۸۱/۳ ns	۵۶۷۴۸۵ ns	۲۳۹۹۸۴ ns
نیتروزن × پتاسیم	۹	۴۴/۱۶۱۸ ns	۰/۵۲ ns	۳۵/۲۰۷۷ ns	۳۷/۵۵۱*	۷۳۱۴۷/۹ ns	۱۳۰۴۶۹۰ ns	۱۰۹۳۳۷۰ ns
سال × نیتروژن × پتاسیم	۹	۷۵/۶۶۹۹ ns	۰/۳ ns	۲۷/۷۲۳ ns	۱۰/۹۴۹۷ ns	۸۵۴۶۰/۹ ns	۱۶۳۵۳۰۰ ns	۳۷۱۶۸۴ ns
تناوب × نیتروژن × پتاسیم	۹	۵۰/۰۷۰۴ ns	۰/۷۶ ns	۵/۶۸۱۸۶ ns	۶/۶۹۶۱۲ ns	۱۵۱۶۴/۵ ns	۱۰۸۸۷۲۰ ns	۱۶۵۵۹۳۰ ns
سال× تناوب × نیتروژن × پتاسیم	۹	۱۰۲/۰۵۶ ns	۰/۴۳ ns	۲/۱۷۹۹۱ ns	۳/۳۸۲۱۳ ns	۳۳۴۸۷ ns	۶۱۹۱۲۵ ns	۹۷۵۵۸۳ ns
خطا	۱۲۰	۱۱۶/۹۵۷	۰/۷۳	۱۹/۰۱۳۷	۲۳/۶۰۲۹	۶۹۳۸۳/۹	۱۶۰۷۸۴۰	۸۰۸۹۰۷
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۰/۵	۱۱/۷	۱۷/۴	۱۲/۶	۱۷/۴	۲۳/۸	۱۶/۳

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول۳ :تفاوت میانگین صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه و طول سنبله گندم در دو الگوی تناوبی گندم-گندم و نخود گندم.

تناوب کاشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی‌متر)
گندم-گندم	۱۲۸۴/۰	۴۸۷۹/۵	۲۳/۹	۶/۸
نخود-گندم	۱۵۵۱/۹	۶۲۰۷/۹	۲۶/۱	۷/۷
LSD5%	۱۱۹/۳۶	۸۵۷/۱۹	۱/۱۴	۰/۶۱

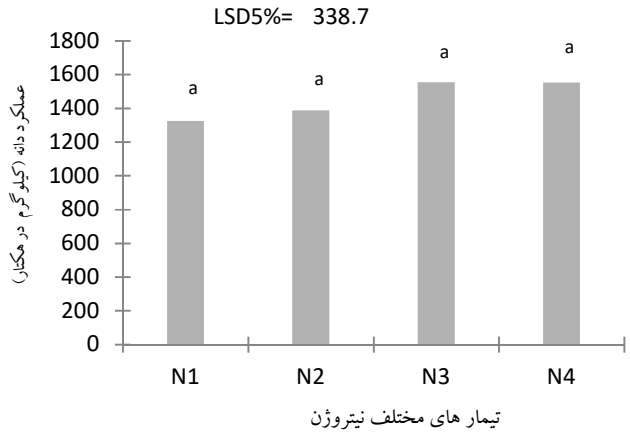
تناوب گندم – گندم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس تناوب گندم–گندم در دوسال متوالی اجرای آزمایش نشان داد که اثر سال بر عملکرد دانه و همچنین تعداد دانه در سنبله در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در این نوع الگوی کشت عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کود نیتروژنی قرارگرفت. تاثیر پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد و بر تعداد دانه در سنبله در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثرات دو جانبه کودهای نیتروژنی و پتاسیمی تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول۴).

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم در الگوی تناوب گندم-گندم طی دو سال آزمایش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۸۰/۸۵۰۱	۱/۴۲^{ns}	۴۲۰/۸**	۳۳/۶^{ns}	۱۰۸۱۶۳۰/۰**	۴۰۶۹۰۱/۰^{ns}	۶۳۳۷^{ns}
تکرار × سال	۴	۲۳/۷۷۵۴^{ns}	۰/۹^{ns}	۳/۵^{ns}	۱۰/۹^{ns}	۱۳۴۸۸۵/۴^{ns}	۷۷۰۱۳۹/۵^{ns}	۱۴۹۰۸۵۰^{ns}
نیتروژن	۳	۹۹/۳۶۹^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۱۸۹/۶*	۸۶/۸^{ns}	۳۲۷۲۳۷/۱^{ns}	۷۴۸۷۹۷۸/۸^{ns}	۶۸۴۸۲۴۰*
پتاسیم	۳	۴۶۰/۱۲^{ns}	۰/۵^{ns}	۹۶/۰*	۲۷۰/۴**	۵۶۵۸۱/۵^{ns}	۳۲۳۰۴۷۰/۴^{ns}	۱۰۳۶۶۲۲۵/۰**
نیتروژن × سال	۳	۷۶۷/۴۲**	۱/۴۷^{ns}	۱۱/۱^{ns}	۴۸/۶۲^{ns}	۱۳۷۱۲۳/۲^{ns}	۸۷۶۷۳۹/۹^{ns}	۵۱۸۹۹۶^{ns}
پتاسیم × سال	۳	۴۸/۱۸۸^{ns}	۰/۷۷^{ns}	۸/۲^{ns}	۱۱/۵۶^{ns}	۱۰۰۵۴۵/۴^{ns}	۹۲۵۰۰۳/۸^{ns}	۲۷۴۸۳۵^{ns}
نیتروژن × پتاسیم	۹	۶۸/۴۷ns	۰/۷۹^{ns}	۲۷/۵^{ns}	۲۳/۰۷ *	۶۱۷۴۵/۴^{ns}	۳۶۰۵۲۹/۷^{ns}	۷۸۱۱۵۰^{ns}
نیتروژن × پتاسیم× سال	۹	۶۱/۱۰۵^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱۷/۸^{ns}	۸/۰۲^{ns}	۷۶۴۲۹/۷^{ns}	۴۹۰۳۶۱/۲^{ns}	۶۰۲۶۰۴^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۱۷۹/۲۷	۰/۸۳	۲۷/۷	۳۷/۶۳	۷۶۳۷۶/۵	۱۹۳۶۱۴۳/۵	۸۰۳۰۹۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۹	۱۳/۴	۲۱/۳	۱۶/۶	۱۹	۴۵/۳	۱۷

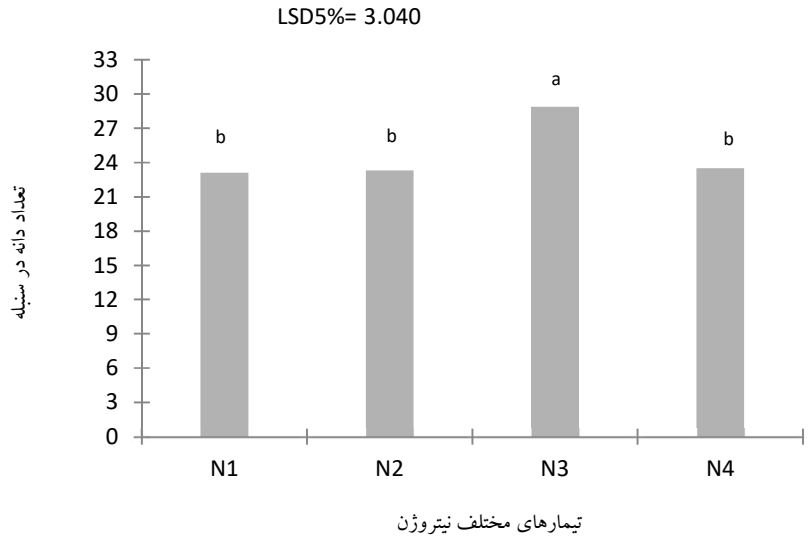
ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادکه بیشترین میزان عملکرد دانه با میزان ۱۵۵۴/۵ کیلوگرم در هکتار و بیشترین تعداد دانه در سنبله با تعداد ۲۸/۹ از تیمار محلول‌پاشی مایع رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار (N3) بدست‌آمد که به ترتیب افزایش ۱۷/۳ و ۲۵/۱ درصد را نسبت به شاهد نشان دادند، هر چند از نظرآماری اختلاف معنی‌داری در میزان عملکرد دانه در تیمارهای کود نیتروژنی وجود نداشت با افزایش تعداد دانه در سنبله به میزان عملکرد دانه افزوده شده است (شکل ۲و۳). در مطالعات گول و همکاران(۲۰۱۳) نیز تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله گزارش شده است بطوریکه با افزایش مصرف نیتروژن تعداد دانه در سنبله افزایش یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارکود مایع رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار(K3) به میزان ۶۰۶۶/۳ بدست‌آمد که نسبت به تیمارهای شاهد و محلول پاشی کلرور پتاسیم به ترتیب افزایش۳۶ و ۱۵/۸ درصد داشت (شکل۴). اثر دوجانبه سال و مصرف کود نیتروژنی بر ارتفاع گیاه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. با توجه به افزایش ۵۰ درصدی میزان بارندگی در سال دوم این نتیجه قابل انتظار است. اثر متقابل کود نیتروژنی و پتاسیم نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۱۳/۷ سانتی‌متر) از محلول‌پاشی کود مایع رویال‌آمین و کود نیتروژن و پتاسیم توصیه شده (N2K3) بدست‌آمدکه نسبت به شاهد ۲۷/۸ درصد افزایش داشت (شکل۵). در مطالعات شارما (۲۰۰۲)گزارش شده است که استفاده از پتاسیم حتی در پایینترین سطح ۳۰ کیلوگرم K_2O در هکتار به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع گیاه گندم نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین بیشترین وزن هزار دانه (۴۲/۰۱ گرم) از تیمار مصرف اوره با غلظت ۳ درصد و کود مایع رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار(N2K3) بدست آمد(شکل۶).



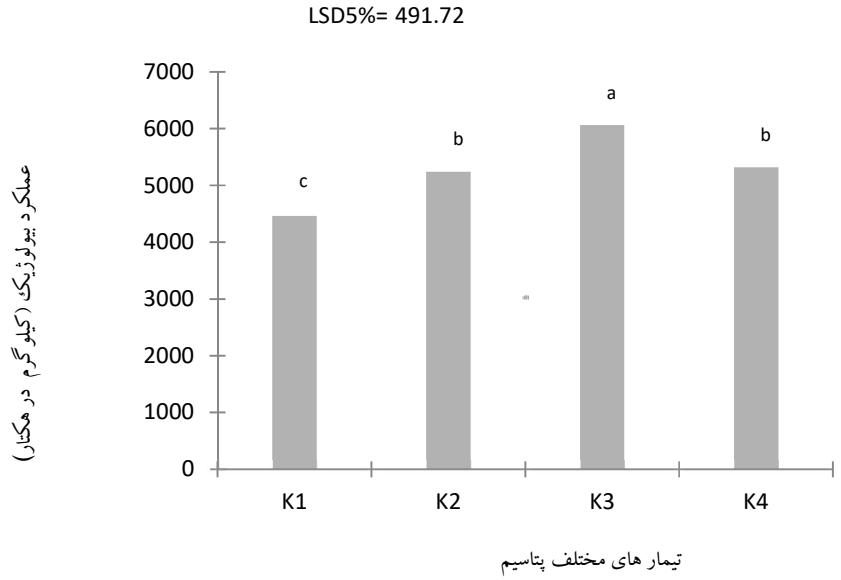
شکل۲: اثر تیمارهای مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در الگوی تناوبی گندم-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک



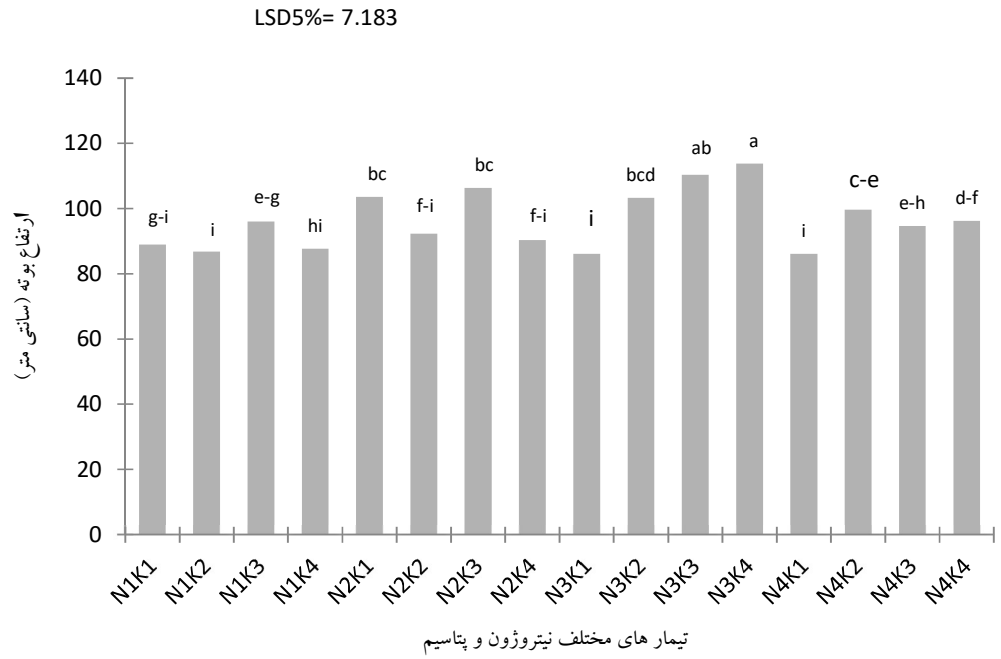
شکل۳: تیمارهای مختلف کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله در الگوی تناوبی گندم-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک



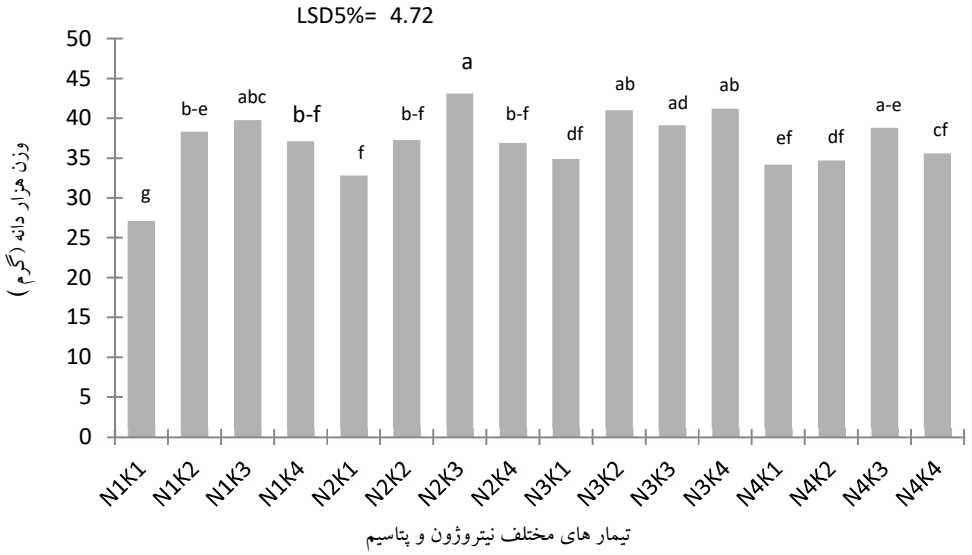
شکل۴: اثر تیمارهای مختلف کود پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک گندم در الگوی تناوبی گندم-گندم

K1: شاهد (عدم مصرف پتاسیم)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار، K4: کاربرد ۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم



شکل۵: اثرات متقابل کاربرد منابع مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر ارتفاع بوته گندم در الگوی تناوبی گندم-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک
K1: شاهد (عدم مصرف پتاسیم)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار، K4: کاربرد ۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم



شکل۶: اثرات متقابل کاربرد منابع مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر وزن هزاردانه گندم در الگوی تناوبی گندم-گندم

تناوب نخود–گندم: نتایج حاصل ازتجزیه واریانس تناوب نخود–گندم در دوسال متوالی اجرای آزمایش نشان دادکه تاثیر سال بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعدد دانه در سنبله در سطح ۵ درصد و بر وزن هزار دانه، و ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین شاخص‌های عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای نیتروژن قرار گرفتند. پتاسیم درسطح ۵ درصد بر تعداد دانه درسنبله وارتفاع بوته تاثیر معنی‌دار داشت. همچنین اثر دوجانبه نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک و وزن هزاردانه درسطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۵).

جدول ۵: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد گندم در الگوی تناوبی نخود–گندم در دو سال آزمایش.

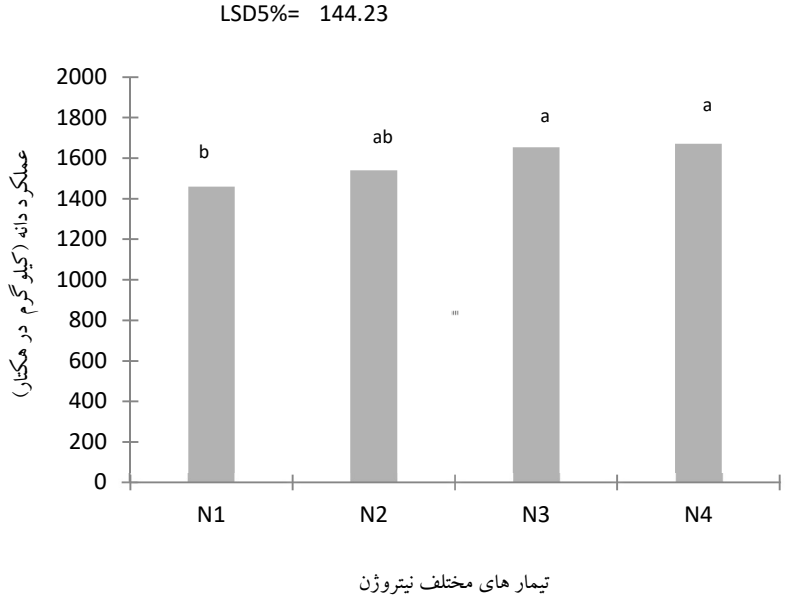
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۴۲۴۴/۰۳**	۰/۱۰۶ns	۷۰/۵*	۱۰۶۶/۰**	۳۰۱۲۲۴/۰*	۸۳۹۸۷۰۸/۵ ns	۷۳۱۸۵۳۳۷/۵*
تکرار × سال	۴	۹۳/۷۴ns	۱/۷۱۱*	۶/۶ns	۲/۱ns	۲۴۴۸۳/۲ns	۱۹۸۷۵۰۱۷/۳**	۸۶۰۹۵۲۴/۲**
نیتروژن	۳	۷۲۲/۴۵ ns	۱/۳۶۹ns	۶۰/۹**	۸۹/۸ ns	* ۲۳۸۵۲۲/۸	۱۵۹۲۹۳۸/۴ns	۱۰۳۵۴۹۷۰/۴*
پتاسیم	۳	۱۶۳/۵۹*	۰/۴۷۸ns	۴۱/۶ *	۱۵۰/۳ ns	۷۳۵۵۷/۸ns	۲۷۷۳۹۱۸/۸ns	۴۸۹۲۸۹۸/۹ ns
نیتروژن × سال	۳	۷۶۶/۱۴ ns	۰/۷۸۷ns	۱/۵ns	۱۶/۹ns	* ۱۶۸۶۵۲/۶	۲۰۰۰۰۹۸/۱ns	۴۹۴۴۹۰/۲ns
پتاسیم × سال	۳	۵۰/۵۶ns	۱/۳۹۲ns	۵/۷ns	۱۹/۳ns	۱۷۱۲۵/۲ns	۴۵۰۹۰۶/۳ ns	۸۰۰۴۲۴/۳ns
نیتروژن × پتاسیم	۹	۲۵/۷۵ns	۰/۴۸۶ns	۱۳/۳ns	۲۱/۱*	۲۶۵۶۶/۸ns	۲۰۳۲۸۸۰/۳ns	۱۹۶۸۱۵۲/۶ *
نیتروژن × پتاسیم× سال	۹	۷۲/۱۱ns	۰/۴۵۴ns	۱۲/۰ns	۶/۳ns	۴۲۵۱۸/۱ns	۱۷۶۴۰۵۹/۳ns	۷۴۴۶۶۳/۱ns
خطای آزمایش	۶۰	۵۴/۶۳	۰/۶	۱۰/۲	۹/۵	۶۲۳۹۱/۲	۱۲۷۹۵۳۲/۰	۸۳۴۷۱۸/۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۶/۸	۱۰/۲	۱۲/۷	۷/۸	۱۵/۸۰	۲۳/۸	۱۵/۷

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادکه بیشترین عملکرد دانه با میزان ۱۶۷۰/۵ کیلوگرم در هکتار از محلول‌پاشی کود مایع رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار (N3) بدست آمد که نسبت به شاهد ۱۴/۵درصد افزایش‌داشت، همچنین این تیمار افزایش یک درصدی نسبت با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره که ۸۰ کیلوگرم آن در زمان کاشت و ۴۰ کیلوگرم آن به صورت سرک در بهار مصرف گردید (N4) با میزان عملکرد ۱۶۵۳/۲ کیلوگرم در هکتار داشت که از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار نبود (شکل۷). صرف نظر از تاثیر افزایشی محلول‌پاشی کود مایع رویال‌آمین بر

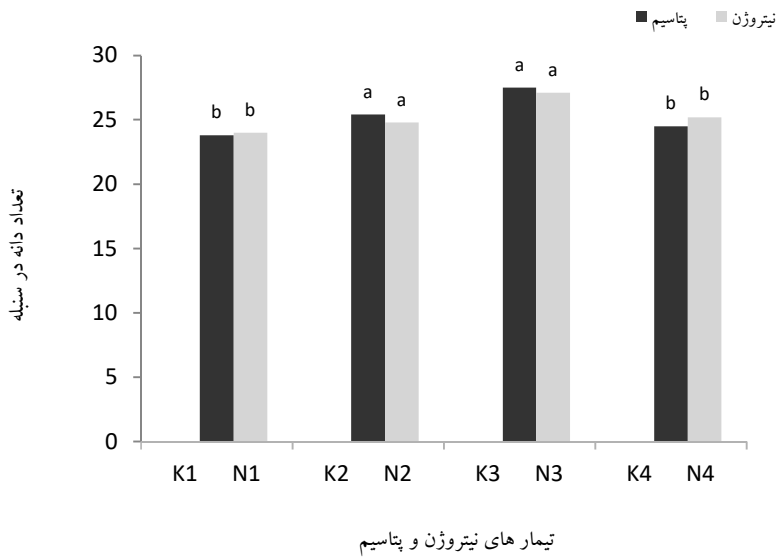
عملکرد این کود فاقد مخاطرات زیست محیطی ناشی از مصرف خاکی کودهای نیتروژنه می‌باشد. بیشترین تعداد دانه در سنبله با تعداد ۲۷/۵ (با افزایش ۱۵/۵ درصد نسبت به شاهد) از محلول‌پاشی کود مایع رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار (N3) بدست‌آمد. همچنین از میان تیمارهای پتاسیمی بیشترین تعداد دانه در سنبله با تعداد ۲۷ (با افزایش ۱۲/۹ درصد نسبت به شاهد) از محلول‌پاشی کود مایع رویال‌پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار(K3) بدست آمد(شکل۸). بیشترین ارتفاع بوته با ارتفاع ۱۱۵ سانتی‌متر نیز از محلول‌پاشی کود مایع رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار (N3) بدست‌آمد که ۱۲/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان دادند. همچنین در بین تیمارهای پتاسیمی بیشترین ارتفاع بوته با ۱۱۱/۸ سانتی‌متر (با افزایش۵/۶ درصد نسبت به شاهد) از مصرف تیمارکود مایع رویال‌پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار(K3) بدست آمد(شکل۹).

اثرات متقابل سال و نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج اثرات دوجانبه کودهای پتاسیمی و نیتروژنی نشان دادکه بیشترین عملکرد بیولوژیک با میزان ۷۱۰۵ کیلوگرم در هکتار از مصرف کودهای مایع رویال‌آمین و رویال پتاسیم هرکدام به میزان به میزان یک لیتر در هکتار (N3K3) بدست‌آمد که نسبت به تیمار شاهد ۵۸ درصد افزایش نشان داد (شکل۱۰).



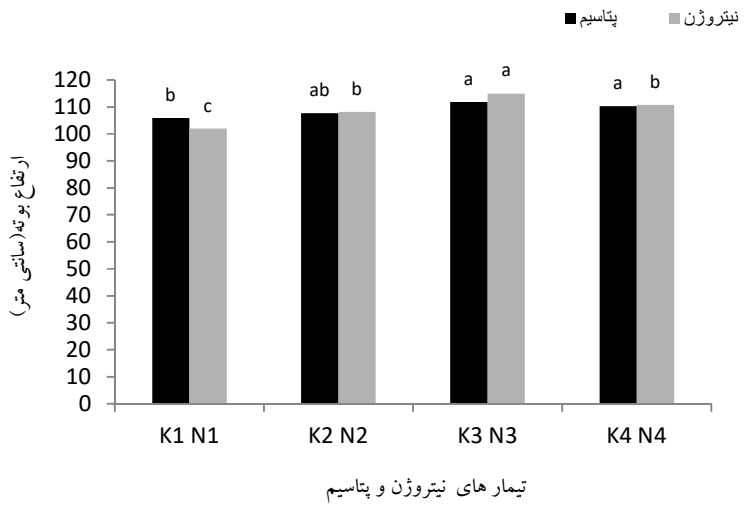
شکل۷: اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه گندم در الگوی تناوبی نخود-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک



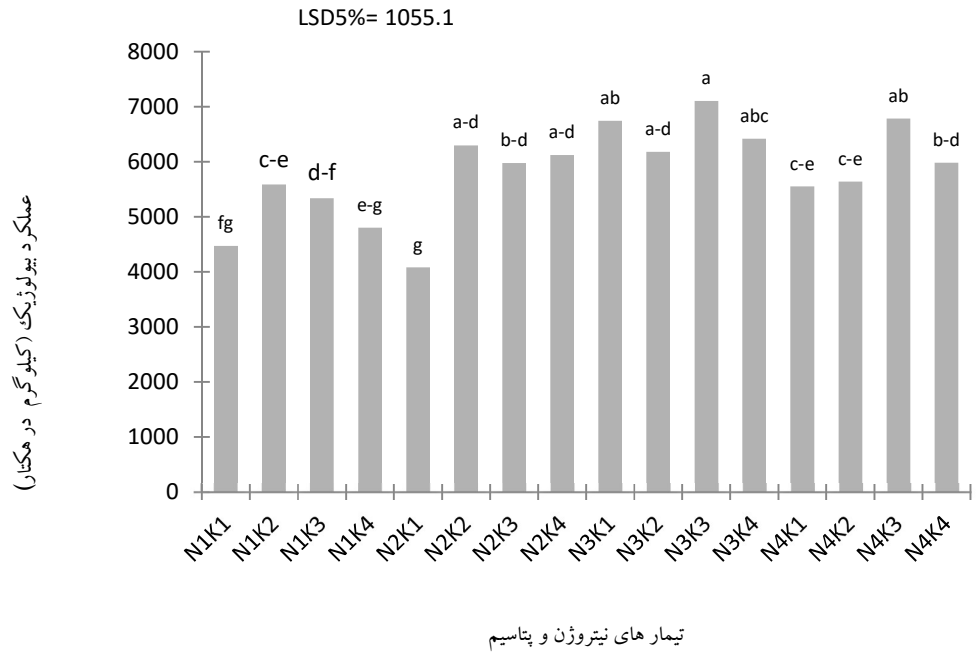
شکل۸: اثر منابع مختلف کود پتاسیم و نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله گندم در الگوی تناوبی نخود-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک
K1: شاهد (عدم مصرف پتاسیم)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار، K4: کاربرد ۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم



شکل۹: اثر منابع مختلف کود پتاسیم و نیتروژن بر ارتفاع بوته گندم در الگوی تناوبی نخود-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک
K1: شاهد (عدم مصرف پتاسیم)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار، K4: کاربرد ۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم



شکل ۱۰: اثرات متقابل کاربرد کود نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک گندم در الگوی تناوبی نخود-گندم

N1: شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، N2: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی اوره با غلظت ۳ درصد، N3: ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت+ محلول پاشی کود رویال‌آمین به میزان یک لیتر در هکتار، N4: ۸۰ کیلوگرم در هکتاراوره در زمان کاشت+۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک
K1: شاهد (عدم مصرف پتاسیم)، K2: محلول پاشی کلرورپتاسیم با غلظت ۱درصد، K3: محلول پاشی کود رویال پتاسیم به میزان یک لیتر در هکتار، K4: کاربرد ۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم

بحث

الگوی کشت تناوبی نخود–گندم نسبت به تناوب گندم-گندم با افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب ۲۰/۸ و ۲۷/۲ درصد مناسب‌تر بود. این نتیجه می‌تواند به‌دلیل بهبود خواص کیفی خاک وهمچنین افزایش‌کارایی جذب نیتروژن در الگوی کشت تناوبی لگوم-گندم باشد. ایوانس و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که میزان عملکرد و پرتئین دانه گندم درتناوب لگوم-گندم بیشتر از الگوی کشت تناوبی گندم-گندم است. در یک پژوهش چند ساله گزارش شد که کشت متناوب گیاهان خانواده بقولات باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن می‌گردد و نیاز گندم را به کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی کاهش می‌دهد (Shah *et al*., 2011). حبوبات در تناوب با غلات به خاطر افزایش و پایداری تولید غلات دیم بسیار ضروری و با اهمیت می‌باشند (Erskine and Saxena, 1993). حبوبات منافع نیتروژنی و غیر نیتروژنی برای گیاه زراعی بعدی دارند که عملکرد و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشند منافع نیتروژنی شامل افزایش نیتروژن خاک و بهبود جذب نیتروژن و منافع غیرنیتروژنی شامل کاهش مشکلات آفات، بیماریها و علف‌های هرز، بهبود خصوصیات خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی است(Williams *et al*., 2014). محلول‌پاشی

کودهای نیتروژنی تاثیر مطلوبی بر عملکرد دانه واجزاء عملکرد در هردو الگوی داشت(اشکال ۲،۳و۷) بنابراین صرف نظر از نوع الگوی کشت محلول‌پاشی کودهای حاوی نیتروژن می‌تواند مفید باشد. قرنجیک و گالشی(۱۳۸۰) گزارش کردند که افزایش مقدار کود اوره به صورت محلول پاشی برگی، موجب افزایش تعداد گلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه ، شاخص سطح برگ دوام برگ و درصد پروتئین دانه در مقایسه با شاهد می‌شود. ادنان و همکاران(۲۰۱۶) گزارش کردندکه مصرف نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری ارتفاع گیاه تعداد دانه در سنبله وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد همچنین مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم تعداد دانه درسنبله و وزن هزار دانه را افزایش داد(Adnan *et al*. 2016).

محلول‌پاشی کودهای پتاسیمی باعث افزایش میزان عملکرد و اجزاء عملکرد در هر دو الگوی کشت نسبت به شاهد شد. پتاسیم با تولید موادی نظیر پرولین باعث افزایش مقاومت به تنش خشکی می‌شود موحدی و همکاران(۱۳۸۳)گزارش کردند که پتاسیم در تشکیل پرولین موثر است. پتاسیم جهت تشکیل و انتقال کربوهیدراتها، انجام فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاه ضروری است. درآزمایشاتی‌که در هندوستان انجام شده، برگپاشی پتاسیم به شکل کلروپتاسیم، مقاومت گندم را در برابرخشکسالی افزایش‌داده و در نتیجه عملکرد را بیشتر نموده است(Alexander,1973) با کاهش رطوبت خاک در خاکهای مناطق خشک جریان پخشیدگی پتاسیم در محلول خاک به مقدار زیادی کاهش می‌یابد این امر می‌تواند باعث ایجاد کمبود پتاسیم در سطح ریشه گیاهان، در زمانی که نیاز گیاه به پتاسیم زیاد است گردد. همچنین لیمون ارتگا(۲۰۲۰) در آزمایشی که اثر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم برگندم دیم در خاک‌های دارای میزان پتاسیم بالا انجام شد به این نتیجه رسیدندکه محلول‌پاشی پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه از ۲۹۸۸ به ۳۰۸۹ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با مصرف خاکی پتاسیم شد که این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله بود. بنابراین در مزارع دیم ممکن است قبل ازگلدهی و یا در زمان تشکیل دانه جریان پخشیدگی پتاسیم در محلول خاک به مقدار زیادی کاهش یابد در صورتی‌که ممکن است همان زمان پتاسیم به مقدار کافی در توده خاک موجود باشد و این موضوع در مورد خاک‌های این مزرعه مصداق دارد بطوری‌که از نتایج آزمون خاک مشاهده می‌شود میزان پتاسیم موجود در خاک بیشتر از حد بحرانی کمبود این عنصر در خاک می‌باشد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود صرف نظر از نوع الگوی کشت، مصرف کودهای حاوی نیتروژن و پتاسیم مناسب محلول‌پاشی و همچنین دارای تاییدیه موسسه تحقیقات خاک وآب کشور از قبیل کودهای مایع رویال‌آمین و رویال‌پتاسیم هرکدام به میزان یک لیتر در هکتار، همچنین محلول‌پاشی اوره باغلظت ۳ درصد و کود کلرورپتاسیم با غلظت ۱ درصد در بهار و تقریبا در اواخر ساقه دهی می‌تواند کمبود این عناصر غذایی را در گیاه مرتفع نموده و در بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد گندم دیم مفید باشد.

منابع

امام یحیی،سلیمی کوچی سمیه، شکوفا آوات.۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروزن دار بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در شرایط ابیو دیم.مجله پزوهشهای زراعی ایران ۷:۳۳۱-۳۲۱.

بلسون ولیس .۱۳۷۲.گزارش نهایی طرح بررسی اثر میزان و زمان مصرف ازت روی عملکرد گندم سرداری درمزرعه تحقیقاتی حیدرلو مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی . نشریه شماره ۱۸

جام جم عیسی. ۱۳۷۵.تعیین میزان و زمان مصرف کود ازته در زراعت گندم دیم منطقه کرمانشاه . مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان .نشریه شماره ۲۲

خدابنده ناصر. ۱۳۸۷.غلات. انتشارات دانشگاه تهران.تهران.۳۷۹ص.

روحی ابراهیم، سدری محمد.۱۳۹۷. توصیه‌های ده گانه فنی - ترویجی مدیریت تغذیه گندم دیم در استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۳۲ص

صیادیان کیومرث. ۱۳۷۵ . چگونگی استفاده از کودهای شیمیایی و آلی در افزایش گندم دیم در ایران . انتشارات نشر آموزش کشاورزی .نشریه فنی شماره ۹

طلیعی علی اشرف. ۱۳۷۷ . گزارش نهایی بررسی اثر کودهای شیمیایی در گندم دیم (در شرایط زارعین)مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه . نشریه شماره ۱۴۲

عباس دخت حمید، مروی حمید.۱۳۸۴. تاثیر محلولپاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم. مجله علوم کشاورزی ایران۳۲ :۵۵۸-۵۵۱.

علی احیایی مریم، بهبهانی زاده علی اصغر. ۱۳۷۵ .شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک.۱۳۷۲. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب.نشریه فنی شماره ۸۹۲

فیضی اصل ولی.۱۳۷۹ .مصرف بهینه کودهای ازته برای گندم دیم در مناطق سرد و نیمه سردسیری کشور (نشریه ترویجی.) انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

فیضی اصل ولی،ولیزاده غلامرضا.۱۳۸۰. تعین نیاز نیتروژن و فسفر گندم رقم سبلان در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. مجله علوم زراعی ایران.جلد ۳. شماره:۲۷: ۲۰۸-۲۰۲.

قرنجیک آراز قلی، گالشی سراله.۱۳۸۰. اثر محلولپاشی کود اوره بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم گندم .مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۲ : ۹۸-۸۷ .

ملکوتی محمد جعفر، غیبی محمد نبی. ۱۳۷۶.تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

ملکوتی محمد جعفر، همایی مهدی .۱۳۸۳.حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک "مشکلات و راه حلها" . انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.۳۲۴ص.

موحدی دهنوی محسن،م.، مدرس ثانوی سید علی محمد، سروش زاده علی، جلالی جوران مختار.۱۳۸۳. تغییرات میزان پرولین،قندهای محلول کل،کلروفیل(SPAD) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. فصلنامه خشکی و خشکسالی،شماره ۱۲،تابستان ۱۳۸۳،وزارت جهاد کشاورزی، تهران ، ایران.

میرمجیدی هشتجین عادل،ع. ر، فامیل مومن رضا،.ف، گودرزی فرزاد .۱۳۹۵. کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصلی در ارتقاء امنیت غذایی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر برنامه ریزی و پایش امور پژوهشی. ۴۰صفحه.

Adnan M, Shah Z, Ullah H, Khan B, Arshad M, Ahmad M I, Ali khan G, Alam M,Basir A, Rahman I, Ali M , Ullah khan W . 2016. Yield response of wheat to nitrogen and potassium fertilization. Published by Bolan Society for Pure and Applied Biology. http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2016.50109

Alexander V.T. 1973. Influence of foliar nutrition of urea and potash on wheat under rain fed condition .potash rev. 9123:2

Alston AM .1979. Effects of soil water content and foliar fertilization with nitrogen and phosphorus in late seasons on the yield and composition of wheat. Aus. J. Exper. Agric.30(4):577-585.

Altman D.W, Cuiston W.L, Kostard W.E . 1983. Grain protein percentage, kernel hardness and grain yield of winter wheat with foliar applied urea. Agron. J. 75: 87–91.

Campillo R, Jobet C and Undurraga P (2010). Effects of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter wheat cv. kumpainia in andisols of southern Chile. *Chilian Journal of Agricultural Research* 70: 122-131.

Copper J.L, Blakeny A.B.1990.The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied near anthesis on the grain quality of irrigated wheat .Aust.J.Exp . Agric.30:615-619.

Czuba R.1994.The results of foliar nutrition of field crops .I.Responses of plants to foliar nitrogen application . Field Crop Abst . 49: 1303.

Demiral T, Turkan I. 2005. Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. Environmental and Experimental Botany. 53: 247-257.

ElHadi A H, Ismail A K. M, El Akabawy M A. 1997. Effect of potassium on the drought resistance of crops in Egyptian conditions. In: A. E. Johnston(ed)food security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization, 26-30 May 1997, Izmir, Turkey,pp. 328-336.

Erskine W, Saxena MC. 1993. Lentil in South Asia. Proceedings of the Seminar on Lentils in South Asia, 11-15 March 1991, New Delhi, India. ICARDA. Aleppo, Syria. 236 pp.

Evans J, scott G, Lemerle D, Kaiser A, Orchard B, Murray G.M, Amestrong, EL. 2003. Impact of legume break crops on yield and grain quality of wheat and relationship with soil mineral N and crop n content Astralian journal of Agricultural research, 777-788.

Follet R. H, Murphy L S, Donahues R L .1981. Fertilizers and soil amendments . Printice – Hall,Inc.,New Jersey.

Gath S. 1992. Dynamics of K availability in soils (German). Report of the institute furlandeskultar, Jestus-Liebig university Giessen, Germnay .

Gooding M J, Kettewell P S, Hocking T J. 1991 .Effect of urea alone or with fungicide on the yield and bread making quality of wheat when spray at flag leaf and ear emergence . J .Agri Sci . 117:149-155.

Gul B, Ansari R, Flowers TJ , Khan MA .2013. Germination strategies of halophyte seeds under salinity. Environ Exp Bot, 92: 4-18,

Havlin J L, Beaton JD, Tisdale S L, Nelson W L.1999. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management. Prentice – Hall , Inc.

Heisey P, Norton GW .2007. Fertilizer and other chemicals. In: R. Evenson and P. Pingali (eds). Handbook of Agricultural Economics, Elsevier BV, Amsterdam. 3:2747-2783.

Johnston A E, Barraclough P. B, Poulton P R, Dawson, C. J. 1998. Assessment of some spatial variable soil factors limiting crop yield. Proceeding No. 419, The International fertilizer Society, York, UK, 48 Pages .

Limon-ortega A, Munguia-Lopez J.P, Espitia-Rangel E. 2020. Foliar K application to rainfed wheat in a soil testing high K as an option to improve K use efficiency, grain yield and yield components. Journal of plant Nutrition, 43:8

Malghani AL, Malik AU, Sattarb A, Hassaina F, Abbasc G & Hussaind J (2010). Response of growth and yield of wheat to NPK fertilizer. *Sci Int* (Lahore) 24(2): 185-189

Nijjar GS. 1990.Nutrition of fruit trees . Kalyani Publishers Neww Delhi.

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

Rahate VT, Sahasrahadhe K. R, Mahalle P S, Lakhdive BA. 1976. Effect of foliar application of urea on yield of rainfed wheat in Bidarbhatraet of Maharachtra .Indian .J.Agron . 21:85-87.

Reddy SR. 2004. Agronomy of Field Crops. Kalyani Publishers Ludhiana. p.143

Salisbury F B, Ross CW. 1992. Plant physiology. Fourth edition. Wadswarth publishing company, Belmont, california, pp. 682

Shah Z, Rashid A, Rahman HU, Latif A, Shah A. 2011. Rice and wheat yield in relation to biomass of green manure legumes. Sarhad Journal of Agriculture 27 (1): 73-84.

Sharma N. 2002. Response of draft wheat to NPK and Ca. *Indian J Plant Physiol*, 25: 364-370.

Sylvester-Bradley R, Kindred DR. 2009. Analyzing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. Journal of Experimental Botany 60: 1939-1951.

Tanaka DL, Jacobesn J S, Bauder J W.1990. Nutrient content and water use efficiency of spring wheat as affected by fertilizer and placement. 152-158. Proc. Great plains Soil Fertility Conference 6-7 March, Denver, Coloarado.

Williams, C.M., King, J.R., Ross, S.M., Olson, M.A., Hoy, C.F., and Lopetinsky, K.J. 2014. Effects of three pulse crops on subsequent barley, canola, and wheat. Agronomy Journal 106: 343-350.

Wyrwa P, Diatta JB, Grzebisz W. 1998. Spring triticale reaction to stimulated drought and potassium fertilization. In: Proceedings of the 11th International symposium on Codes of good fertilizer practice and balanced fertilization. 27-29 September 1998, Pulawy, Poland, pp. 255-259 .

Zadok,J.C., Chang,T.T.,Konzak, C.F. 1974. A decimal code for growth stages of cereals.weed research,14:415-421 and Eucarpia Bulletin,7:49-52.

Zhao G. C.2006. Effects of nitrogen fertilizer use of winter wheat and content of sohl nitrate different fertility condition. Acta Ecologi. Sci. 26:815-8

DOI: 10.22092/idaj.2020.342343.297

Influence of nitrogen and potassium application on yield and yield components of Rainfed wheat under different rotation managements

Mokhtar Dashadi*

Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

Abstract

In order to evaluate the effects of Nitrogen and Potassium on Rainfed-wheat performance a factorial experiment based on RCBD with three replications was conducted at the Dryland Agricultural Research sub Institute for two years and in two crop rotation (wheat-wheat and chickpea-wheat) systems. Experimental factors includes 1- application of nitrogen at four levels N1: without nitrogen, N2: 80 kg/ha urea at planting + 3% urea foliar application, N3: 80 kg/ha urea at planting + 1 liter/ha foliar application of Royal Amine and N4: 80 kg/ha urea at planting time + 40 kg/haas top dressing, and 2- potassium application in four levels, K1: withoutpotassium, K2: 1 % potassium chloride K3: 1 liter/ha Royal Potassium and K4: 50 kg/ha of potassium sulfate. The results showed that in both wheat-wheat and chickpea-wheat rotations, the highest grain yield was obtained from Royal amin fertilizer treatment by 1554.5 and 1670.5 kg/ha respectively which compared to the control, they increased by 17.3% and 14.53%, respectively. However, there was not significant differences with urea top dressing treatment. The highest biological yield was recorded about 7105 kg/hafor Royal Amine and Royal Potassium treatments. Therefore, application of new nitrogen and potassium fertilizers forms such Royal Amine and Royal Potassium at the end of stem elongation stage could improve the wheat performance in cold temperate rainfed conditionswhile reducing environmental hazards.

Keywords: Rainfed wheat, Grain yield, plant nutrition, foliar application

* *Corresponding author: mokhtar336@yahoo.com* *Submit date:2020/03/17 Accept date: 2021/03/14*