

اثر مقادیر و زمان مصرف نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن و عملکرد دانه ارقام گندم دیم

ولی فیضی اصل^۱ و علیرضا پورمحمد^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۰۶

^۱ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات دیم مراغه

^۲ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: pourmohammad@ymail.com

چکیده

برای بررسی اثرات مقادیر و زمان مصرف نیتروژن در نیاز نیتروژنی، کارایی استفاده از نیتروژن و خواص کمی و کیفی عملکرد دانه ارقام مختلف گندم دیم، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و به مدت سه سال زراعی (۸۵-۸۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به اجرا در آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و گاه، شاخص برداشت، درجه باردهی، تعداد سنبله در واحد سطح، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن بوته، وزن تر ریشه، حجم ریشه، تعداد ریشه‌های طوقه‌ای شد. بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن از ۳۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و با افزایش مقادیر نیتروژن، کارایی استفاده از نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش یافت. متوسط نیاز نیتروژنی گندم دیم برای دستیابی به ۹۰ درصد حداکثر عملکرد دانه ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره (۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) با لحاظ محدودیت اقلیمی مانند سرمای اوایل بهار و یا تنش خشکی تعیین شد. با استفاده از روش GGE بای پلات زمان مصرف نیتروژن برای ارقام آذر ۲ و هما به صورت تقسیمی (دوسوم نیتروژن در پائیز و یک سوم در بهار) و برای رقم سرداری تماماً در پائیز همزمان با کاشت به صورت جایگذاری به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن توانست غلظت پروتئین دانه گندم دیم را به صورت خطی و معنی‌دار افزایش دهد. در دامنه سطوح نیتروژن مصرفی (صفر تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) با افزایش هر کیلوگرم نیتروژن در هکتار غلظت پروتئین دانه به میزان ۰/۰۲۵ درصد افزایش یافت. بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه به ترتیب ۱۱/۶ و ۱۰/۴ درصد از ارقام رصد (کلاس A) و سرداری (کلاس B) بدست آمد. در مجموع استنباط شد که مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف نیتروژن توانست ویژگی‌های مورفولوژیک ریشه، اجزای عملکرد، عملکرد و کارایی استفاده از نیتروژن را در ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم تغییر دهد و در افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی دانه مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، نیاز نیتروژنی، عملکرد دانه

Effects of Nitrogen Rates and Application Time on Agronomic Efficiency of Nitrogen and Seed Yield of Dryland's Wheat Genotypes

V Feiziasl¹ and A Pourmohammad^{2*}

Received: 07 May 2013 Accepted: 28 October 2013

¹Sci. Staff of Maragheh Dryland Agric. Research Institute. Iran

²Assist. Prof., Agronomy and Plant Breeding Dept., Faculty of Agric., Univ. of Maragheh. Iran

*Corresponding Author Email: pourmohammad@ymail.com

Abstract

In order to study the effects of nitrogen rates and application time on nitrogen requirement, nitrogen use efficiency (NUE), and dryland wheat genotypes quality and quantity this project was carried out in RCBD split plot of three cropping years (2006-2009) in Maragheh Dryland Agricultural Research Institute (DARI). The results showed that nitrogen application rates significantly increased grain, biological and straw yields, harvest index (H.I), degree of productivity (DP), number of spikes per unit area, plant height, head length, number of fertile tillers, number of seeds per head, plant weight, root fresh weight, root volume, and number of nodal roots. The highest nitrogen use efficiency was obtained for 30 kg N/ha and with increasing of nitrogen rates nitrogen use efficiency significantly increased in a linear manner. Dryland wheat mean nitrogen requirement, in order to achieve 90% grain yield was determined 50 kg of nitrogen per ha (100 kg urea per ha), considering climate constraints such as cold early spring and drought stress. Using GGE Biplot analysis method the suitable nitrogen application times for Azar 2 and Homa cultivars were obtained in split forms (2/3 of nitrogen in autumn and 1/3 in spring) and for Sardari cultivar it was obtained in full application form by placement method in autumn, coincident with planting time. Also the results showed that application of nitrogen rates significantly increased the wheat grain protein concentration in a linear manner. Whithin nitrogen treatment ranges (0 to 120 kg N ha), grain protein concentration increased 0.025 percent for 1 Kg increment in application of the nitrogen per ha. The highest and lowest grain protein concentrations were obtained 11.6% and 10.4 % from Rasad (class A) and Sardari 101 (class B) cultivars, respectively. Finally, it was concluded that the nitrogen application rates and times could change root characteristics, yield components, grain yield and nitrogen use efficiency in dryland wheat genotypes and they were effective on improving seed qualitative and quantitative characteristics.

Keywords: Biplot, Grain yield, Nitrogen demand

مقدمه

کشت این محصول می‌باشد (فاتیما و همکاران ۱۹۹۲). زیرا که نیتروژن محدود کننده‌ترین عنصر غذایی در مقیاس جهانی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و محور اصلی تمامی کودها به‌شمار می‌رود و این به دلیل کمبود مواد آلی در نواحی خشک به عنوان

برای تولید اقتصادی گندم در مناطق خشک و نیمه خشک، مدیریت نیتروژن از اولویت ویژه‌ای برخوردار است و استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی برای افزایش کمیت و کیفیت دانه گندم از ضروریات

نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی دانه ارقام مختلف گندم دیم این پژوهش ضروری به نظر رسید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به اجرا درآمد. برای ارزیابی حاصلخیزی خاک، قبل از اعمال تیمارها، نمونه خاکی به روش مرکب از هر تکرار از عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری تهیه و نمونه‌ها در مجاورت هوا و درجه حرارت معمولی اتاق خشک و سپس از الک دو میلی متری عبور داده شد. این نمونه‌ها به طور مجزا (حدود ۲ کیلوگرم) در کیسه‌های پلاستیکی با درج مشخصات نمونه بر روی آنها جهت اندازه‌گیری نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی، مس و بور قابل جذب، درصد مواد خنثی شونده، درصد کربن آلی، pH گل اشباع، هدایت الکتریکی گل اشباع (EC)، درصد اشباع (SP) و بافت خاک به آزمایشگاه ارسال شد و بر اساس روش‌های رایج در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم اندازه‌گیری شد (علی‌احیایی و بهبهانی ۱۳۷۲).

پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده با زمان مصرف نیتروژن در کرت‌های اصلی (کل کود در پائیز، یکدوم در پائیز و یکدوم در بهار به صورت سرک و دوسوم در پائیز و یکدوم در بهار به صورت سرک)، مقادیر نیتروژن در کرت‌های فرعی (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از منبع اوره و ارقام و ژنوتیپ‌های گندم دیم در کرت‌های فرعی (آذر ۲، سرداری، هُما، سرداری ۱۰۱ و رصد) در ۳ بلوک و به مدت ۳ سال زراعی (۸۸-۸۵) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه با بارندگی و شرایط اقلیمی نزدیک و همچنین متنوع نسبت به میانگین بلندمدت به اجرا درآمد (جدول ۱).

عمده‌ترین منبع نخیره نیتروژن است که در چنین شرایطی معدنی شدن نیتروژن خاک تکافوی نیازهای گیاه را نکرده و نیاز به مصرف کودهای نیتروژنی بیش از پیش احساس می‌شود. بر این اساس در مناطق خشک و نیمه خشک عملکرد گندم به مقدار مصرف کود شیمیایی نیتروژنی بستگی دارد. البته در این زمینه اصول حفظ محیط زیست نباید نادیده گرفته شود (سارادون و جیانیلی ۱۹۹۲، کریمیان و یثربی ۱۳۷۳). نتایج پژوهش‌های انجام گرفته نشان می‌دهد مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد پنجه در واحد سطح گندم می‌شود اما دادن بیش از حد نیتروژن به غلات دانه ریز باعث تجمع نیتروژن در دانه‌های آنها شده و ممکن است این موضوع با کاهش محصول همراه باشد. بنابراین برنامه تقویت خاک باید طوری تنظیم شود تا نیتروژن به میزان کافی به خاک‌های زیر کشت غلات دانه ریز داده شود (قریشی ۱۹۹۰، فولر و بریدون ۱۹۸۹). وان‌هارواردن و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که ارقام مختلف گندم پاسخ‌های متفاوتی را به کاربرد نیتروژن نشان می‌دهند، به نحوی که میزان جذب نیتروژن در این ارقام به اثرات متقابل تیپ گیاه از لحاظ تاریخ رسیدن و تأمین آب بستگی داشت. به طوری که ارقام زودرس آب کمتری را از پروفیل خاک تخلیه کرده و عملکرد بالاتری را در مقایسه با ارقام دیررس تولید نموده‌اند.

با توجه به کمبود مواد آلی در کشور و ضرورت مصرف نیتروژن در تولید گندم دیم و متحرک بودن این عنصر در خاک و تاثیر بارندگی‌ها در کارایی مصرف نیتروژن، کاربرد مقادیر مختلف در زمان‌های مختلف نیاز به بررسی‌های مزرعه‌ای دارد. لذا برای دستیابی به اهداف تعیین زمان مناسب مصرف نیتروژن و نیاز نیتروژنی، مطالعه اثرات کاربرد نیتروژن در صفات مورفولوژیکی و بررسی اثرات میزان و زمان مصرف

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سه سال آزمایش و میانگین ۲۰ ساله (۹۰-۷۱).

سال زراعی	بارندگی (mm)	متوسط دما (°C)	متوسط حداکثر دما (°C)	متوسط دما (°C)	تعداد روزهای زیر صفر	رطوبت نسبی هوا (%)	تبخیر (mm)
۸۵-۸۶	۴۳۷	۳/۷	۱۳/۶	۸/۴	۱۴۸	۵۷/۷	۱۶۷۴
۸۶-۸۷	۱۷۷	۳/۹	۱۴/۷	۹/۳	۱۱۸	۴۰/۹	۲۰۷۵
۸۷-۸۸	۳۳۲	۴/۰	۱۳/۸	۸/۸	۱۳۰	۵۰/۰	۱۷۳۵
۲۰ساله	۳۶۵	۴/۲	۱۴/۶	۹/۴	۱۲۸	۵۳/۲	۱۷۵۷

سنبله، ارتفاع بوته و وزن تر و خشک ۵۰ برگ پرچم در تمامی تیمارها در هر چهار تکرار تهیه شد. همچنین در این مرحله تعداد ۳ ردیف یک متری در هر کرت فرعی در فرعی به صورت تصادفی جهت تعیین تعداد سنبله در واحد سطح انتخاب و تعداد سنبله‌های بارور شمارش شد.

در زمان برداشت محصول جهت برآورد عملکردهای دانه، کاه و بیولوژیک ۰/۵ متر از هر دو انتهای کرت‌های فرعی در فرعی حذف و بقیه کرت به مساحت ۱۲ متر مربع به صورت دستی برداشت شد و عملکرد بیولوژیک آن توزین شد. پس از خرمکوبی عملکرد دانه مربوط به هر کرت فرعی در فرعی نیز اندازه‌گیری شد. پس از برداشت محصول در هر سال جهت تعیین غلظت نیتروژن دانه حدود ۱۰۰ گرم بذر بوجاری شده از هر کرت فرعی فرعی (ارقام و ژنوتیپ‌ها) برای اندازه‌گیری درصد پروتئین به طور غیرمستقیم اختصاص یافت (فاولر و همکاران ۱۹۸۹).

خاک محل اجرای آزمایش داری بافت لوم رسی با درصد مواد خنثی شوند کم و اسیدیته گل اشباع قلیایی بود. متوسط میزان فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف مورد مطالعه در این خاک بیش از حد بحرانی‌های ارائه شده برای گندم دیم در شمال غرب کشور بوده (ملکوتی و غیبی ۱۳۷۶، فیضی اصل و همکاران ۱۳۸۳، فیضی اصل و همکاران ۲۰۰۹) و نیازی به مصرف این عناصر به صورت کود نبود (جدول ۲).

مقادیر مختلف نیتروژن کرت‌ها به کمک دستگاه کاشت آزمایشی مجهز به سیستم جایگذاری و با استفاده از کود اوره همزمان با کاشت جایگذاری شد. بذور گندم با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع، پس از ضدعفونی با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار و به کمک بذرکار آزمایشی مجهز به سیستم جایگذاری کود در عمق ۵-۷ سانتی‌متری کشت شد. برای مطالعه ریشه گندم در زمان‌های مختلف با استفاده از سیلندرهای استوانه‌ای به قطر ۲۰ سانتی‌متری (فاصله ردیف‌های کاشت)، نمونه‌های دست نخورده به همراه ریشه گیاه در زمان‌های پنجه‌زنی (GS21) و ظهور سنبله (GS54) مطابق کدبندی زادوکس و همکاران (۱۹۷۴) تا عمق مورد نیاز تهیه (در ۳ تکرار و در هر کرت فرعی در فرعی دو نمونه) شد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹). سپس نمونه‌های تهیه شده مطابق روش پیشنهادی اسماکر و همکاران با استفاده از فشار هوا و آب به درون استوانه‌ها و غربال ریشه‌ها از ۷۵ میکرون، تمامی ریشه‌ها جدا و ویژگی‌های مورفولوژیک آنها شامل تعداد، طول، وزن، حجم، انشعابات ریشه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت (حاج عباسی ۱۳۷۸). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک محصول تعداد ۲۰ بوته از هر کرت فرعی در فرعی (ارقام و ژنوتیپ‌ها) در هر تکرار به صورت تصادفی جهت تعیین تعداد پنجه‌های بارور و نابارور، وزن دانه‌ها در پنجه‌های بارور، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در عمق ۰ الی ۲۵ سانتی متری.

شن	سیلت	رس	مواد خنثی شونده	کربن آلی	درصد اشباع	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
(%)							
۲۷	۳۷	۳۶	۳/۳	۰/۰۴	۶۰	۷/۸	۰/۵۶
نیترات	آمونیم	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن قابل جذب	منگنز قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب
(mg/kg)							
۵/۶	۵/۶	۱۶/۳	۵۱۸	۸/۵	۲۱/۸	۱/۶	۲/۲

کود، آبیاری و ... می‌باشد) به صورت چندضلعی (پلی‌گون) نمایش داده می‌شود. این روش بهترین روش مشاهده الگوهای اثرات متقابل یاد شده برای تفسیر و مطالعه وجود احتمالی گروه‌های کودی مشابه می‌باشد (یان ۲۰۱۱، یان و تینکر ۲۰۰۶، یان و همکاران ۲۰۰۷). در شکل (۱) ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله را از مرکز بای‌پلات دارند به وسیله خطوط مستقیمی (قرمز رنگ) به هم متصل شده‌اند و بقیه ژنوتیپ‌ها در درون چند ضلعی قرار دارند. ژنوتیپ‌هایی که رئوس این چندضلعی را تشکیل می‌دهند شامل آذر ۲، سرداری، سرداری ۱۰۱ و رصد هستند. ژنوتیپ آذر ۲ از لحاظ عملکرد دانه بهترین برای زمان‌های مصرف تقسیطی (مصرف دوسوم نیتروژن در پائیز و یکسوم در بهار و تیمار مصرفی یکدوم نیتروژن در پائیز و یکدوم در بهار)، سرداری بهترین رقم برای مصرف کل نیتروژن در پائیز و ژنوتیپ‌های سرداری ۱۰۱ و رصد ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تولید عملکرد دانه بودند که توان رقابت با ژنوتیپ‌های دیگر را در هیچ یک از زمان‌های مصرف نیتروژن نداشتند. همچنین ژنوتیپ‌ها پس از آذر ۲ مناسب‌ترین رقم برای مصارف تقسیطی نیتروژن بود و در بین دو تیمار تقسیطی، تیمار مصرف دوسوم نیتروژن در پائیز و یکسوم در بهار برای این رقم مناسب‌تر از تیمار مصرف یکدوم نیتروژن در پائیز و یکدوم در بهار بود. بر هر ضلع چند ضلعی یک عمود از مرکز بای‌پلات رسم می‌شود که بای‌پلات را به چندین بخش تقسیم می‌نماید. به عبارت دیگر این خطوط با مرکزیت بای‌پلات زوایایی را تشکیل می‌دهند که این

در نهایت تجزیه‌های آماری لازم بر روی عملکرد دانه، کاه و کلش و بیولوژیک، شاخص برداشت، کارایی زراعی مصرف نیتروژن (اختلاف عملکرد تیمار کودخورده با تیمار شاهد تقسیم بر میزان نیتروژن مصرفی) و سایر عوامل پیش‌بینی شده به صورت سالیانه و در خاتمه پس از آزمون یکنواختی واریانس‌های خطا از طریق بارتلت تصحیح شده (مربع‌کای) به صورت مرکب با استفاده از نرم افزار GenStat12 تجزیه و تحلیل شد. پس از خاتمه پژوهش، راندمان زراعی و نیاز غذایی هر رقم و ژنوتیپ محاسبه و ارتباط این راندمان‌ها با عملکرد دانه و بیولوژیک و اسنجی شد و از این طریق مناسب‌ترین مقادیر و زمان مصرف نیتروژن برای هر رقم و ژنوتیپ مشخص و توصیه شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل اثرات متقابل در تجزیه مرکب داده‌ها از روش آماری GGE بای‌پلات به کمک نرم افزار GenStat12 استفاده شد. در روش بای‌پلات ژنوتیپ‌ها و محیط و اثرات متقابل آنها بطور همزمان در یک گراف که بای‌پلات نامیده می‌شود نمایش داده می‌شوند (یان ۲۰۱۱، یان و هلند ۲۰۱۰ و یان و همکاران ۲۰۰۷).

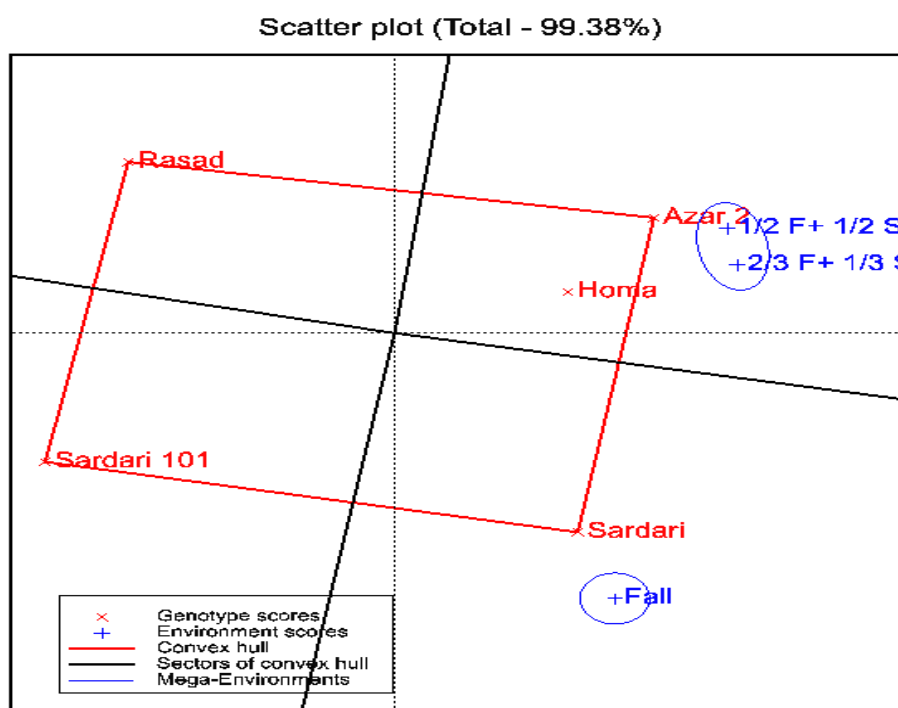
نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب عملکرد و پروتئین دانه (روش GGE Biplot)

در روش تجزیه GGE بای‌پلات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط (منظور از محیط همان مکان در آزمایش‌های و اسنجی عناصر غذایی یا همان سطوح

سرداری بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد (شکل ۱). براساس نتایج ۳ ساله آزمایش از طریق GGE بای پلات استنباط می‌شود، اولاً تیمارهای تقسیتی نیتروژن از لحاظ تولید عملکرد دانه گندم دیم وضعیت مشابهی را با تیمار مصرف کل نیتروژن در پائیز نداشتند. ثانیاً پاسخ ارقام به زمان‌های مصرف نیتروژن یکسان نبود و ارقام آذر ۲ و سپس هما برای مصارف تقسیتی نیتروژن و رقم سرداری برای مصرف کل نیتروژن در پائیز مناسب‌ترین ارقام می‌باشند

زوایا محیط‌های آزمایشی (تیمارهای کودی) را به گروه‌های مشابه و یا متفاوت تقسیم می‌کنند (یان و تینگر ۲۰۰۶). بر این اساس زمان‌های مصرف نیتروژن از لحاظ تولید عملکرد دانه در دو گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل تیمارهای تقسیتی نیتروژن (تیمار مصرف دوسوم نیتروژن در پائیز و یکسوم در بهار و تیمار مصرف یکدوم نیتروژن در پائیز و یکدوم در بهار) بود که در این گروه به ترتیب ارقام آذر ۲ و هما وضعیت مطلوبی داشتند. گروه دوم شامل تیمار مصرف کل نیتروژن در پائیز بود که در این گروه رقم



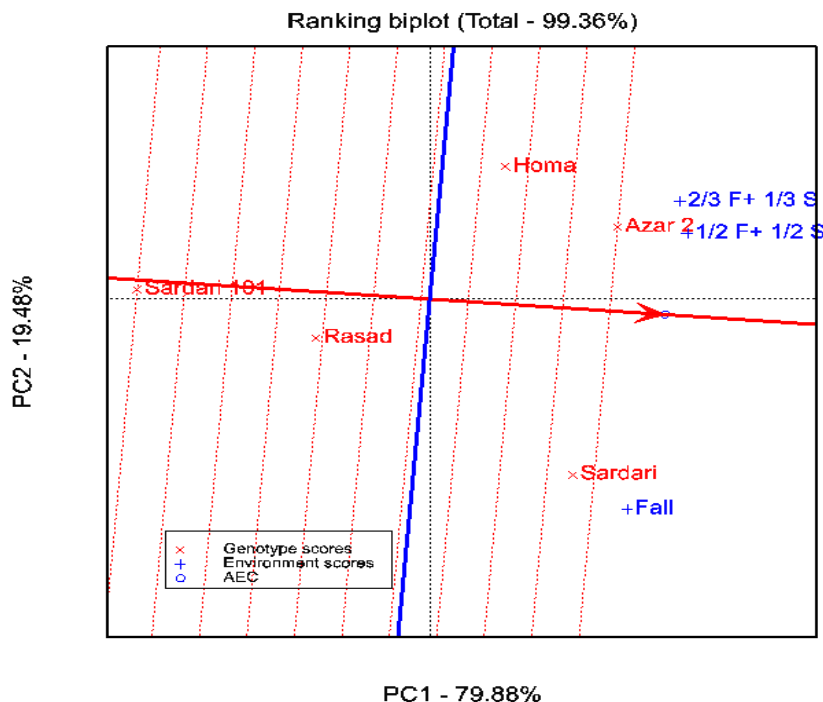
شکل ۱- نمایش گرافیکی GGE بای پلات برای ۵ ژنوتیپ در ۳ زمان مصرف نیتروژن برای عملکرد دانه.

متوسط عملکرد زمان مصرف نیتروژن در این پژوهش نامیده می‌شود (یان و تینگر ۲۰۰۶). ژنوتیپ‌هایی که به دایره‌ای که بر روی این خط قرار دارند، نزدیکتر باشند (در جهت مولفه اول یا PC1)، دارای عملکرد بیشتری هستند. خطی (خط عمود بر خط فلش‌دار) که بر این خط (ATC) عمود و از مرکز بای پلات می‌گذرد معیار سنجش پایداری ژنوتیپ‌ها می‌باشد. هر چه ژنوتیپ‌ها از این خط

رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه و میزان پایداری عملکرد در دو گروه زمان مصرف نیتروژن در شکل (۲) نشان داده شده است. در این شکل خطی از مرکز بای پلات و از نقطه ایده‌آل که نماینده متوسط ضرایب دو مولفه اول اثر متقابل (PC1, PC2) در مدل GGE بای پلات است، می‌گذرد که تحت عنوان خط متوسط عملکرد محیطی (ATC) و یا خط

مناسب‌ترین روش مصرف کود برای این رقم (حالت تقسیمی) بسیار بیشتر از رقم هما بود. این در حالی است که پایداری عملکرد دانه در رقم سرداری و زمان مناسب مصرف نیتروژن برای آن (مصرف کل نیتروژن در پائیز) کمتر از رقم آذر ۲ و نزدیک به رقم هما بود. بنابراین نتایج کاربرد پائیزی نیتروژن برای رقم سرداری و کاربرد تقسیمی نیتروژن برای ارقام آذر ۲ و هما توانست بیشترین عملکرد دانه را تولید نماید. اگرچه از لحاظ پایداری عملکرد دانه برتریت به ترتیب با ژنوتیپ‌های سرداری ۱۰۱ و رصد در بین ۵ ژنوتیپ مورد مطالعه بود، اما عملکرد دانه این ژنوتیپ‌ها بسیار پائین بوده و همچنین ژنوتیپ‌های یاد شده به زمان مصرف نیتروژن هیچ پاسخی (در سال‌های مورد مطالعه) ندادند (شکل ۲).

فاصله بیشتری داشته باشند (در جهت مولفه دوم یا PC2) در اثر متقابل نقش بیشتری داشته و پایداری کمتری خواهند داشت (یان ۲۰۱۱). بر این اساس عملکرد دانه ارقام آذر ۲ و سرداری تا حدودی مشابه و بیشترین در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود و سپس در این رتبه‌بندی رقم هما قرار داشت. بنابراین سه رقم آذر ۲، سرداری و هما دارای عملکردهای بالا و ژنوتیپ‌های رصد و سرداری ۱۰۱ دارای عملکردهای پائین بودند. مطابق این نتایج مطلوب‌ترین عملکرد دانه از طریق مصرف کود نیتروژنی به دست آمد که از این لحاظ نمی‌توان تفاوت معنی‌داری را در بین زمان‌های مصرف نیتروژن مشاهده نمود زیرا که فاصله افقی زمان‌های مصرف نیتروژن از نقطه ایده‌آل تقریباً در یک طبقه قرار داشت. همچنین مطابق نتایج به دست آمده پایداری عملکرد دانه در رقم آذر ۲ و همچنین



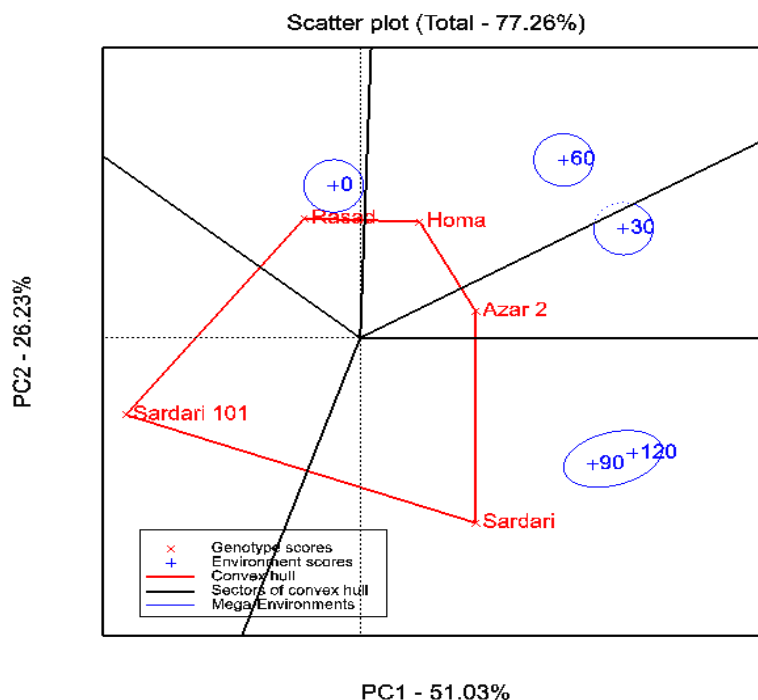
شکل ۲- ارزیابی ۵ ژنوتیپ در ۳ زمان مصرف نیتروژن به طور همزمان از لحاظ عملکرد دانه.

مقادیر بالای مصرف نیتروژن و یا گروه کودپذیر نامید و رقم مناسب آن در شرایط آزمایش رقم سرداری است. گروه دوم مقدار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که این گروه را می‌توان مقدار کم مصرف نیتروژن و یا گروهی با کودپذیری پائین نامگذاری نمود و

تجزیه GGE بای‌پلات اثر متقابل ژنوتیپ در میزان مصرف نیتروژن برای عملکرد دانه نشان داد که اولاً مقادیر مصرف نیتروژن در این پژوهش در ۴ گروه متفاوت قرار گرفتند. گروه اول شامل مقادیر ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که این گروه را می‌توان

مصرف نیتروژن بود که این گروه را نیز می‌توان تولید عملکرد در شرایط نیتروژن طبیعی خاک نامید و مناسب‌ترین رقم برای آن در شرایط آزمایش رقم رصد می‌باشد (شکل ۳).

مناسب‌ترین رقم برای آن آذر ۲ می‌باشد. گروه سوم شامل ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که این گروه را نیز می‌توان مصرف متوسط و یا ایده‌آل نیتروژن برای گندم دیم نامگذاری نمود و مناسب‌ترین رقم برای این گروه رقم هما است. آخرین گروه تیمار شاهد بدون



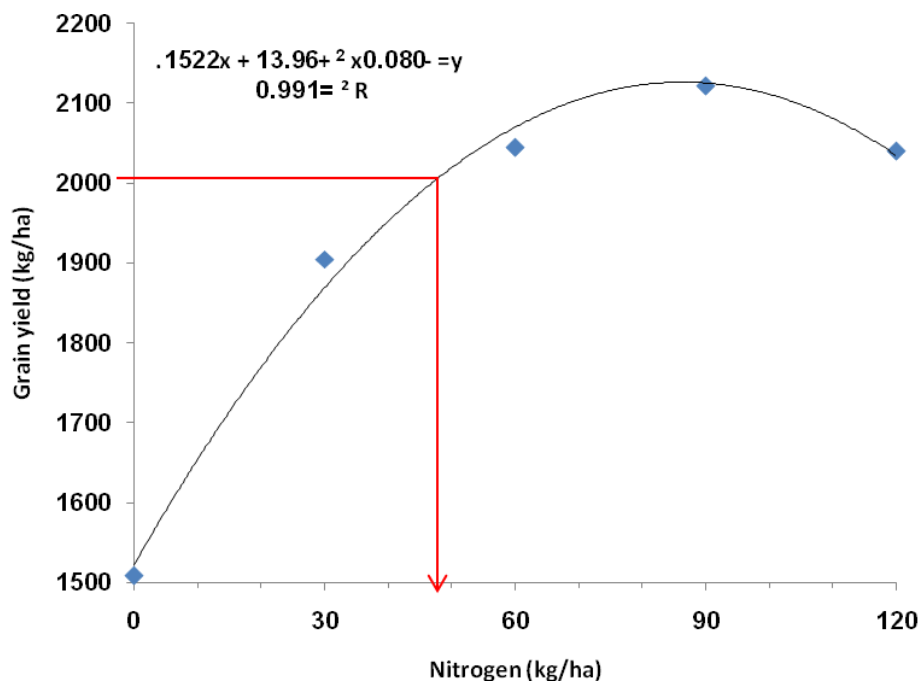
شکل ۳- نمایش گرافیکی GGE بای پلات برای ۵ ژنوتیپ در مقادیر مصرف نیتروژن برای عملکرد دانه.

با توجه به این که کاربرد نیتروژن بیشتر، افزایش رشد گیاه گندم و افزایش تعداد پنجه‌ها را در پی دارد به همان نسبت نیز نیاز گیاه به آب بیشتر می‌شود که در شرایط دیم شرط دوم محقق نشده و همین امر باعث کاهش عملکرد گندم خواهد بود.

با استفاده از رابطه رگرسیونی بین نیتروژن مصرفی و عملکرد دانه برای دستیابی به حدود ۹۰ درصد حداکثر عملکرد دانه باید نزدیک به ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره (۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در شرایط سال‌های دارای محدودیت اقلیمی مانند سرمای اوایل بهار (سال زراعی ۸۶-۸۵) و خشکی (سال زراعی ۸۸-۸۷) و به ویژه ناشی از اثرات خشکسالی سال زراعی پیشین) مصرف شود (شکل ۴) که مطابق نتایج روش تجزیه GGE بای پلات برای

مقایسه نتایج به دست آمده از روش GGE بای پلات با رابطه رگرسیونی بین میزان نیتروژن مصرفی با عملکرد دانه از طریق تجزیه مرکب نشان داد که بین این دو صفت رابطه درجه دوم ($Y = -0.0809X^2 + 13.968X + 1522.8$) حاکم است و تغییرات نیتروژن مصرفی توانست ۹۹ درصد ($R^2 = 0.99^{**}$) از تغییرات عملکرد دانه گندم دیم را توجیه نماید. مطابق این معادله با افزایش میزان نیتروژن مصرفی تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه نیز افزایش یافت اما این افزایش در مقادیر پائین‌تر بیشتر از مقادیر بالاتر بود. بیشترین عملکرد دانه از مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به میزان ۲۱۲۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه کاهش یافت.

ژنوتیپ گندم دیم به مدت ۵ سال زراعی در مزارع کشاورزان در کشور مکزیک نیاز نیتروژنی ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم را صفر الی ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بسته به نوع ژنوتیپ گندم برآورد کردند. آنان گزارش کردند که با مصرف اولین سطح نیتروژن (۴۰ کیلوگرم در هکتار) کارایی مصرف نیتروژن بیشترین بود و با افزایش میزان نیتروژن مصرفی تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار این کارایی سیر نزولی داشت. این نتایج با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد.



شکل ۴- رابطه بین میزان نیتروژن مصرفی و عملکرد دانه گندم دیم.

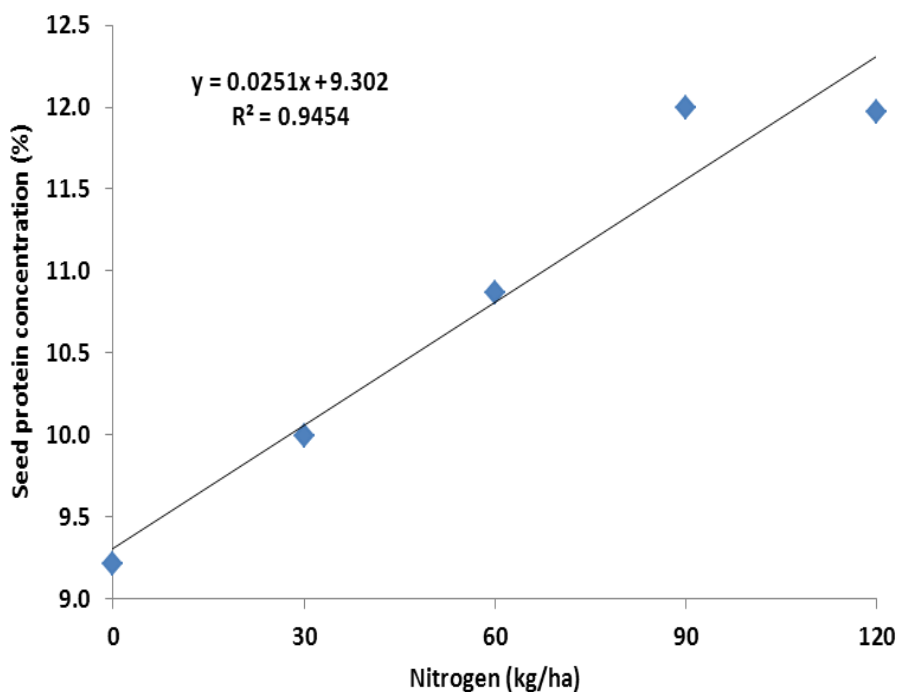
نیتروژن در هکتار در طبقه پائین (طبقه c) قرار داشتند. مطابق رابطه رگرسیونی حاکم با افزایش هر کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان کود مصرفی غلظت پروتئین دانه گندم دیم نیز به میزان ۰/۰۲۵ درصد افزایش یافت این افزایش تا سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بسیار مشهود بود (شکل ۵). نتایج تحقیقات انجام گرفته به وسیله کوئینگ و همکاران (۲۰۱۱) در سه نقطه شرق ایالت واشینگتن در

ژنوتیپ آذر ۲ و هما به صورت تقسیمی (مصرف دوسوم نیتروژن در پائیز و یکسوم در بهار) و برای رقم سرداری مصرف کل نیتروژن در پائیز توصیه می‌شود (شکل ۱). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف نامتعادل و بیش از حد نیتروژن به ویژه در شرایط تنش خشکی اثر منفی بر عملکرد دانه گندم دیم داشت و این موضوع به دلیل وجود اثر متقابل نیتروژن با آب خاک می‌باشد که پژوهشگران زیادی صحت این موضوع را تأیید کرده‌اند (جونز و همکاران، ۱۹۹۳، رایان و همکاران ۱۹۹۷، فاجریا و همکاران ۲۰۱۱). لیمون-اورتگا و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی ۸

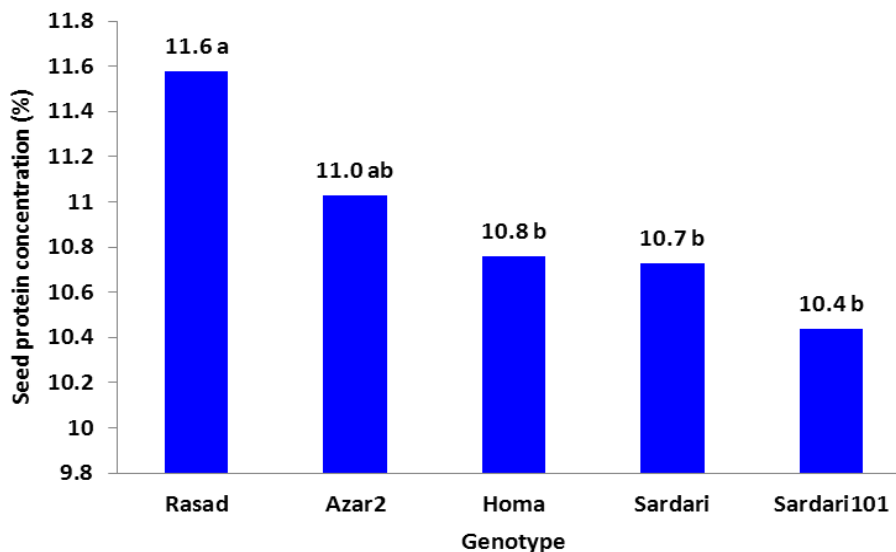
نتایج تجزیه پروتئین دانه گندم دیم در مقادیر مختلف مصرف نیتروژن نشان داد که یک رابطه خطی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین میزان نیتروژن مصرفی با غلظت پروتئین دانه وجود داشت. از لحاظ غلظت پروتئین دانه دو تیمار نهایی مصرف نیتروژن (۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) از نظر آماری در طبقه برتر (طبقه a)، تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار در طبقه متوسط (طبقه b) و دو تیمار ۰ و ۳۰ کیلوگرم

(۲۰۰۱) معتقد است از بین سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم اثر نیتروژن بر روی ویژگی‌های گیاهی و اجزای عملکرد گندم در شرایط دیم بیشتر است و تامین نیتروژن به اندازه کافی برای گندم اهمیت زیادی در میزان پروتئین و کمیت گلوتن دانه دارد.

شرق آمریکا نیز نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی میزان پروتئین دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم به صورت خطی افزایش یافت اما عملکرد دانه آنها در سطوح نهایی مصرف نیتروژن سیر نزولی داشت. نتایج مشابهی به وسیله گوی و گارو (۱۹۹۸) و فولر (۲۰۰۲) برای گندم دیم گزارش شده است. بریسز



شکل ۵- رابطه بین میزان نیتروژن مصرفی و غلظت پروتئین دانه گندم دیم.



شکل ۶- رابطه بین میزان نیتروژن و غلظت پروتئین گندم دیم.

مطابق نتایج این پژوهش، مصرف نیتروژن ویژگی‌های مهم ریشه در جذب آب و عناصر غذایی، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی ژنوتیپ‌های گندم دیم را بهبود بخشید. اما مصرف بیش از حد آن باعث کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن می‌شود. لذا به طور متوسط کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) برای شرایط آزمایش (محدودیت اقلیمی مانند سرمای اوایل بهار و یا خشکی) توصیه می‌شود. زمان مصرف نیتروژن برای ارقام آذر ۲ و هما به صورت تقسیمی (دوسوم نیتروژن در پائیز و یک‌سوم در بهار) و برای رقم سرداری تماماً در پائیز همزمان با کاشت به صورت جایگذاری خواهد بود.

کاربرد این نتایج در استان آذربایجان شرقی و استان‌های همجوار و همچنین در ارتفاعات سرد و نیمه سردسیر دیم‌خیز کشور پس از آزمون صحت، قابل توصیه می‌باشد.

بررسی غلظت پروتئین دانه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم نشان داد که بیشترین پروتئین به میزان ۱۱/۶ درصد مربوط به رقم رصد (طبقه a) و کمترین آن به میزان ۱۰/۴ درصد مربوط به ژنوتیپ سرداری ۱۰۱ (طبقه b) بود. تفاوت دو تیمار یاد شده ۱۱ درصد بود که از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مطابق این نتایج ترتیب کاهش میزان پروتئین دانه پس از رصد به ترتیب آذر ۲، هما، سرداری و سرداری ۱۰۱ بود، به نحوی که سه ژنوتیپ آخر در طبقه b و رقم آذر ۲ در گروه بینابین دو گروه برتر و کم پروتئین قرار داشت (شکل ۶). کونینگ و همکاران (۲۰۱۱) غلظت پروتئین دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم در تیمارهای مختلف مصرف نیتروژن معدنی (صفر الی ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) را ۹ الی ۱۵ درصد گزارش نمود که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی درصد پروتئین دانه نیز در ژنوتیپ‌های گندم دیم افزایش یافت.

منابع مورد استفاده

- حاج عباسی م ع، ۱۳۷۸. فیزیک خاک و ریشه گیاه. انتشارات غزل. ص ۳۶۲.
- سرمدنیغ و کوچکی ع، ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ص ۴۶۷.
- علی احيایی م و بهبهانی زاده ع، ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه خاک. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ج ۱. نشریه فنی شماره ۸۹۳، صفحه‌های ۴ تا ۱۲.
- فیضی اصل و، کسرائی ر، مقدم م و ولیزاده غر، ۱۳۸۳. بررسی تشخیص کمبود و محدودیت‌های جذب عناصر غذایی با استفاده از روش‌های مختلف با مصرف کودهای فسفر و روی برای گندم دیم رقم سرداری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۳. صفحه‌های ۲۳ تا ۳۳.
- کریمیان نع و بیثربی ج، ۱۳۷۳. مقایسه چند روش اندازه‌گیری نیتروژن قابل استفاده گیاه در خاک‌های اراضی زیر سد رودزن استان فارس. گزیده مقالات ارایه شده به سومین گنجره علوم خاک ایران. ۱۵ تا ۱۸ شهریور ۱۳۷۱. انتشارات انجمن خاکشناسی ایران.
- ملکوتی، م.ج.، غیبی، م. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ص ۵۶.
- Berez K, 2001. Grain yield and quality of winter wheat varieties as affected by different nutrient supply. Plant Nutrition 342-343.
- Fageria NK, Baligar VC and Jones CA, 2011. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Fatima M, Bedhiaf M and Rhomari Y, 1992. Fertilization of cereals: Soil-nitrogen test calibration in Morocco, s Gharb Area. pp. 212-224. In: J. Ryan, and A. Matar (eds.). Fertilizer Use Efficiency Under Rain-Fed Agriculture in West Asia and North Africa. ICARDA, Aleppo, Syria.

- Feiziasl V, Jafarzadeh J, Pala M and Mosavi SB, 2009. Determination of micronutrient critical Levels by plant response column order procedure for dryland wheat (*T. aestivum*. L.) in Northwest of Iran. International Journal of Soil Science 4: 14-19.
- Fowler DB, 2002. Nitrogen Fertilization. Winter Cereal Production. Chapter 17. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada. http://www.usask.ca/agriculture/cropsci/winter_cereals.
- Fowler DB and Brydon J, 1989. No-till winter wheat production on the Canadian prairies: Placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. Agronomy Journal 81: 518-524.
- Fowler DB, Brydon J and Buker RJ, 1989. Nitrogen fertilization of no-till winter wheat and rye. II. Influence on grain protein. Agronomy Journal 81: 72-77.
- Gorashi AM, 1990. Response of wheat to nitrogen and phosphorus in Eastern Sudan rachis, barley and wheat. News Letter 9: 40-41.
- Guy SO and Gareau RM, 1998. Crop rotation, residue durability, and nitrogen fertilizer effects on winter wheat production. Journal of Production Agriculture 11: 457-461.
- Jones M, Mathys G, Rijks D, 1993. The agro meteorology of rainfed barley – based farming systems. Pp: 288-272. International Symposium. Tunis, 6-10 March, Tunisia.
- Koenig RT, Cogger CG and Bary AI, 2011. Dryland winter wheat yield, grain protein, and soil nitrogen responses to fertilizer and biosolids applications. Applied and Environmental Soil Science 2011:1- 9.
- Limon-Ortega A, Villaseñor-Mir E and Espitia-Rangel E, 2008. Nitrogen management and wheat genotype performance in a planting system on narrow raised beds. Cereal Research Communications 36: 343-352.
- Ryan J, Nsarellah N and Mergoum M, 1997. N fertilization of durum wheat in the rainfed area of Morocco: biomass, yield. Cereal Research Communications 25: 85-90.
- Saradon SJ and Gianibelli MC, 1992. Effect of foliar spraying of urea during or after anthesis on dry matter and nitrogen accumulation in the grain of two wheat cultivars of *T. aestivum* L. Fertilizer Research 31: 79-84.
- Van Harwaarden AF, Farquhar GD, Angus JF and Richards RA, 2006. Physiological responses of six spring wheat varieties to nitrogen fertilizer (project report). Proceeding of the Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy.
- Yan W, 2011. GGE biplot vs. AMMI graphs for genotype- by-environment data analysis. Journal of the Indian Society Agricultural Statistics 65:181-193.
- Yan W and Holland JB, 2010. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. Euphytica 171:355-369.
- Yan W, Kang MS, Ma B, Woods S and Cornelius PL, 2007. GGE Biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Science 47:641-653.
- Yan W and Tinker NA, 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. Canadian Journal of Plant Science 86: 623-645.
- Zadoks JC, Chang TT and Konzak CF, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.