



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۲
صفحه‌های ۱۱۷-۱۲۸

کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت تحت پرایم بذر و زمان کاربرد نیتروژن

علی سرخوش^{*}، محمدعلی ابوطالبیان^۲

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۱۰/۱۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ مزرعه‌ای بذر و تقسیم کود نیتروژنی بر کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ این پژوهش در سال ۱۳۹۰ به روش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی اسدآباد اجرا شد. تیمارها شامل پرایم مزرعه‌ای بذر در سه سطح (پرایم با آب، پرایم با محلول روی و بدون پرایم) و زمان مصرف کود نیتروژن با پنج سطح (شامل بدون کاربرد، کاربرد یک، دو، سه و چهار مرحله‌ای) بود. نتایج نشان داد میزان نیتروژن دانه در پرایم با محلول روی و کاربرد چهار مرحله‌ای کود نیتروژن به بالاترین میزان، ۱/۶ درصد، رسید. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ترکیبی کاربرد سه مرحله‌ای کود نیتروژن و پرایم با محلول روی (۱۰۷۶۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که نسبت به تیمار بدون پرایم و مصرف نکردن کود نیتروژن، ۷۷ درصد افزایش داشت. در این تحقیق پرایم کردن و کاربرد تقسیمی کود نیتروژن سبب کاهش شاخص برداشت شد. پرایم کردن بذر باعث افزایش ۳۲/۷، ۱۹/۶ و ۳۰ درصدی شاخص‌های کارایی زراعی نیتروژن، عامل جزئی سودمندی نیتروژن و کارایی بازیافت نیتروژن دانه نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن نیز سبب افزایش ۱۱۷/۶، ۲۳/۶ و ۴۵۰ درصدی شاخص‌های مذکور نسبت به کاربرد یک مرحله‌ای کود نیتروژن شد.

کلیدواژه‌ها: پرایمینگ مزرعه بذر، ذرت سینگل کراس ۷۰۴، عامل جزئی سودمندی نیتروژن، کارایی بازیافت نیتروژن. کارایی زراعی نیتروژن.

۱. مقدمه

ذرت از محصولات استراتژیک کشور است و با دوره رشد کوتاه و عملکرد بالا از گیاهان مهم خانواده غلات محسوب می‌شود. سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ برابر ۲۴۰ هزار هکتار با تولید حدود ۲/۱۴۵ میلیون تن با میانگین عملکرد ۸۹۳۹ کیلوگرم در هکتار بوده است که در مقایسه با سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷ از نظر سطح زیر کشت ۵/۸۴ درصد و از نظر میزان تولید ۲۳/۵۴ درصد و از نظر عملکرد ۱۸/۴۵ درصد افزایش نشان می‌دهد [۱۲]. این افزایش در سطح زیر کشت و میزان تولید بیانگر اهمیت ذرت در تولیدات کشاورزی کشور است. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است [۳۸]. یکی از تیمارهای مهم افزایش‌دهنده قدرت جوانه‌زنی بذرها، تیمار پرایمینگ است. این تیمارها به یکنواختی در سبزشدن و استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد منجر می‌شوند [۱۶]. پرایمینگ مزرعه‌ای یکی از انواع آن‌ها است که به دلیل کم هزینه‌بودن به‌طور وسیعی استفاده می‌شود. در پرایمینگ مزرعه‌ای، بذرها برای مدتی از قبل مشخص می‌شوند در آب معمولی یا نوعی محلول غذایی قرار می‌گیرند و قبل از کاشت، به منظور تسهیل در استفاده و جابه‌جایی به‌صورت سطحی خشک می‌شوند. این روش را کشاورزان برای تعدادی از محصولات کشاورزی مانند گندم، نخود و ذرت انجام داده‌اند [۲۴]. از آنجا که بیوماس و ذخایر غذایی موجود در پیکره گیاه، با تخصیص و قدرت زایشی ارتباط دارند، در گیاهان حاصل از بذور پرایم، به شرط نبودن محدودیت مخزن، محصول دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش خواهد یافت [۲۰]. پرایمینگ بذری توانایی افزایش عملکرد برداشت‌شده از گندم، ذرت و پنبه را در مناطق نیمه‌گرمسیری دارد. این افزایش تابعی از نوع گیاه، رقم، شرایط محیطی و نوع تیمار به‌کاررفته است [۲۸]. عنصر روی برای بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، اکسین‌ها، ساخت پروتئین و تولید

بذری قوی مورد نیاز است. کمبود عنصر روی عمدتاً در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، مانند ایران شایع است. بنابراین، از این عنصر در پرایمینگ مزرعه‌ای در گیاهان زراعی مختلفی نظیر نخود، گندم، ذرت و برنج استفاده شده است [۲۳]. پرایم بذور گندم و لوبیا با محلول روی باعث افزایش رشد ریشه‌ها و افزایش کارایی جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت، وزن خشک کل شد [۲۱].

نیترژن عنصری است که تولید محصول ذرت را محدود می‌کند و از عناصر مهمی است که به مقدار زیاد، مورد نیاز گیاه است و باید از خاک و کود برای گیاه تأمین شود [۷]. در حال حاضر، از ۱۶۱ میلیون تن کود مصرفی در جهان ۶۸ درصد آن به‌صورت کود نیترژنی مصرف می‌شود [۲۵]. کمبود نیترژن عملکرد دانه ذرت را از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها کم می‌کند [۳۸]. کارایی مصرف نیترژن افزایش در عملکرد به ازای کاربرد هر واحد نیترژن است [۲۹]. بهبود در کارایی جذب نیترژن می‌تواند سبب افزایش در بازده خالص و نیز، کاهش میزان آب‌شویی و اثرات منفی زیست محیطی کودهای نیترژنی شود [۱۴]. کارایی بازیافت عناصر در مزارع کشاورزان حدود ۴۰-۳۰ درصد است و میزان مصرف صحیح، به‌موقع و جای‌گذاری مناسب کود، بهترین عملیات کشاورزی برای دستیابی به حد مطلوب کارایی استفاده از عناصر است [۳۱]. با توجه به قرارگرفتن ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک، مواد آلی پایین خاک و نیز روش‌های نامطلوب مصرف کودهای نیترژن، کارایی مصرف نیترژن پایین است و مصرف تقسیط آن‌ها برای کاهش هدر روی آن‌ها می‌تواند مفید باشد [۱۰]. شاخص‌های زراعی مورد استفاده در کارایی استفاده از عناصر به‌صورت: ۱. عامل جزئی سودمندی^۱ (کیلوگرم محصول تولیدی در کیلوگرم عنصر

1. PFP(Partial Factor Productivity)

تحقیق مقدماتی آزمایشگاهی با غلظت‌های مختلف و زمان‌های مختلف خیساندن بذر حاصل شد. عامل دوم، زمان مصرف کود نیتروژنه شامل بدون کاربرد کود نیتروژن، کاربرد یک‌مرحله‌ای کود در هنگام کاشت، کاربرد دو مرحله‌ای کود (یک‌دوم هنگام کاشت و یک‌دوم در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر)، کاربرد سه‌مرحله‌ای کود (یک‌سوم هنگام کاشت، یک‌سوم در مرحله ۶-۴ برگی و یک‌سوم در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر) و کاربرد چهار مرحله‌ای کود (هنگام کاشت، در مرحله ۶-۴ برگی، در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر و در زمان شیریشدن دانه). میزان مصرف کود نیتروژن براساس نتایج آزمون خاک برابر ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار ارزیابی شد که از منبع اوره تأمین شد. کشت به‌صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر، در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۵ متر با تراکم نهایی ۶۷۰۰۰ بوته در هکتار و به‌صورت دستی انجام شد. در این تحقیق برای ارزیابی کارایی مصرف نیتروژن از روابط زیر استفاده شد [۱۹]:

$$1: \text{کارایی زراعی نیتروژن (AE}_N) = \frac{Y_N - Y_0}{N_F}$$

$$2: \text{عامل جزئی سودمندی (PFP}_N) = \frac{Y}{N_F}$$

$$3: \text{کارایی بازیافت نیتروژن دانه (RE}_G) = \frac{N_G - N_{G0}}{N_F}$$

Y_N : عملکرد در کرتی که کود نیتروژنی دریافت کرده است.

Y_0 : عملکرد در کرتی که کود نیتروژنی دریافت نکرده است.

N_F : مقدار کود نیتروژن مصرف‌شده.

N_G : مقدار نیتروژن موجود در دانه در کرت دریافت‌کننده

کود نیتروژنی.

N_{G0} : مقدار نیتروژن موجود در کرت بدون دریافت کود

نیتروژنی.

غذایی به‌کاررفته)؛ ۲. کارایی زراعی^۱ (کیلوگرم محصول افزایش‌یافته در کیلوگرم عنصر غذایی کاربردی)؛ ۳. کارایی بازیافت^۲ (کیلوگرم عنصر غذایی جذب‌شده در کیلوگرم عنصر غذایی به‌کاررفته) بیان شده است [۲۷، ۱۹].

هدف از اجرای این آزمایش مقایسه کارایی زراعی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد ذرت و پرایم مزرعه‌ای بذور بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پرایمینگ مزرعه‌ای بذر و زمان کاربرد کود نیتروژنی بر کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۰، در شهرستان اسدآباد استان همدان با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک قطعه محل آزمایش از جنس رسی سیلتی با pH=۷/۷ و EC=۰/۱۲۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. این منطقه از نظر تقسیمات آب و هوایی جزء مناطق سرد و کوهستانی است.

آزمایش به‌روش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل پرایم مزرعه‌ای بذر با سه سطح شامل پرایم با آب معمولی به مدت ۱۸ ساعت، پرایم با محلول روی با غلظت ۰/۰۵ درصد روی (معادل ۱/۷۵ گرم سولفات روی در یک لیتر آب) به مدت ۱۴ ساعت و بدون پرایم بود (از یک

1. AE (Agronomic Nitrogen Efficiency)
2. RE (Recovery Efficiency)

بذر در کارایی جذب نیتروژن است. بیشترین و کمترین میزان نیتروژن دانه در تیمارهای کاربرد چهارمرحله‌ای نیتروژن (۱/۵۸ درصد) و بدون کاربرد نیتروژن (۱/۲۵ درصد) به دست آمد (جدول ۳). این نتیجه احتمالاً به دلیل کاربرد یک چهارم کود مصرفی در زمان شیری شدن دانه‌ها و تأثیر مستقیم این تیمار بر میزان نیتروژن و پروتئین دانه [۳۰] حاصل شده است. در سطوح تیمار پریم نیز پریم با آب دارای بیشترین مقدار نیتروژن (۱/۴۵ درصد) و تیمار بدون پریم با (۱/۴ درصد) دارای کمترین میزان نیتروژن در دانه بودند (جدول ۲). این نتیجه می‌تواند به دلیل تأثیر پریم بذر در گسترش بهتر سیستم ریشه‌ای حاصل شده باشد [۱۸]. در گیاهان زراعی کمبود نیتروژن باعث کاهش پروتئین می‌شود [۸]. میزان پروتئین غلات تحت تأثیر مدیریت‌های زراعی نظیر زمان مصرف نیتروژن، ژنوتیپ و شرایط محیطی در مراحل قبل و بعد از گرده‌افشانی و همچنین، برهم‌کنش عوامل محیطی و نوع ژنوتیپ قرار دارد [۱۷].

۲.۳. عدد SPAD (شاخص کلروفیل)

کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین علت با برآورد غلظت کلروفیل برگ با کلروفیل سنج می‌توان وضعیت نیتروژن در گیاه را ارزیابی کرد [۱۵]. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص کلروفیل تحت تأثیر تیمار پریم در سطح ۵ درصد و زمان کاربرد کود نیتروژن در سطح ۱ درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که پریم با محلول روی و کاربرد سه‌مرحله‌ای کود نیتروژنی بیشترین عدد اسپاد و پریم‌نکردن و استفاده‌نکردن کود نیتروژنی کمترین عدد اسپاد را نشان داد. البته آنچه مهم است اینکه در هر سه سطح پریم از کاربرد دو مرحله‌ای به بالاتر شاخص

رابطه ۱ میزان افزایش دانة تولیدی را به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی، رابطه ۲ میزان تولید دانه را به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و رابطه ۳ میزان افزایش جذب نیتروژن را به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی بیان می‌کند. در این تحقیق درصد نیتروژن دانه با روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) با دستگاه اسپادمتر، مدل (Spad-502)، با متوسط ۳۰ برگ وسط بوته از هر کرت در زمان ظهور گل‌آذین نر (حدود ۸۰ روز پس از کاشت) اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه با برداشت ۲ مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه مشخص شد. برای تعیین وزن ۱۰۰ دانه از ۱۴ بلال در هر کرت استفاده شد. شاخص برداشت هم از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد به دست آمد. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه‌های آماری لازم با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. میزان نیتروژن دانه

میزان نیتروژن دانه تحت تأثیر پریم، زمان کاربرد کود نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها به ترتیب در سطح ۵، ۱ و ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۱). در بررسی اثرات متقابل ملاحظه می‌شود که پریم با آب و محلول روی در مصرف چهارمرحله‌ای بالاترین درصد نیتروژن را در دانه ایجاد کرده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد این نتیجه به دلیل تأثیر پریمینگ بذر بر گستردگی سیستم ریشه‌ای و افزایش جذب آب و عناصر غذایی [۳۵] و کاربرد یک‌چهارم کود نیتروژن مصرفی در زمان شیری شدن دانه‌ها حاصل شده باشد که در این زمان فقط کیفیت محصول (مقدار پروتئین) افزایش می‌یابد [۳۰]. البته پریم با آب در مصرف سه و چهارمرحله‌ای کود نیتروژن نیز تفاوت معنی‌داری با تیمارهای مذکور نداشت که تأییدی بر اثر مثبت پریمینگ

کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت تحت پرایم بذر و زمان کاربرد نیتروژن

کلروفیل افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. این نتیجه احتمالاً به دلیل کاهش هدر روی نیتروژن در افزایش دفعات استفاده از کود نیتروژن است [۳۱، ۱۰]. کاربرد کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد تأثیر معنی‌داری روی اعداد کلروفیل متر گذاشت و کمترین و بیشترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد گیاه ذرت در تیمار بدون مصرف کود نیتروژنی و بالاترین سطوح نیتروژن در مراحل ظهور گل نر عنوان شده است [۸].

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات کمی عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت پرایم مزرع‌های بذر و زمان کاربرد نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد نیتروژن	میانگین مربعات		
			شاخص کلروفیل	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۰۱۸*	۱۳/۴۳*	۷/۶۶*	۱۳۱۸*
پرایم	۲	۰/۰۰۲۱*	۲۳/۳۸*	۷/۴۴*	۷۹۷۱**
زمان کاربرد نیتروژن	۴	۰/۱۵۹**	۱۹۲/۷۴**	۷/۶۷*	۲۱۹۱۴۴**
پرایم×زمان کاربرد نیتروژن	۸	۰/۰۰۱*	۹/۴۲*	۰/۶۵ ^{ns}	۱۰۴۰*
اشتباه	۲۸	۰/۰۰۰۵	۴/۳	۲/۳۵	۳۳۸
ضریب تغییرات	-	۱/۴۸	۴/۵۲	۵/۱۹	۴/۳

به ترتیب بیانگر بدون معنی، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد است. ns, *, **

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات کارایی استفاده از نیتروژن در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت پرایم مزرع‌های بذر و زمان کاربرد کود نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی زراعی نیتروژن	میانگین مربعات	
			عامل جزئی سودمندی	کارایی بازیافت نیتروژن دانه
تکرار	۲	۶۲/۶۹**	۱۶۳/۱۶**	۰/۰۱۲**
پرایم	۲	۸۳/۶۱**	۳۲۳/۳۹**	۰/۰۳۱**
زمان کاربرد نیتروژن	۳	۲۵۴**	۲۵۴/۰۹**	۰/۱۵۳**
پرایم×زمان کاربرد نیتروژن	۶	۹/۶۴ ^{ns}	۹/۶۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
اشتباه	۲۲	۸/۲۳	۷/۹۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۱۶/۸۸	۴/۹۴	۱۲/۷۳

به ترتیب بیانگر بدون معنی، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد است. ns, *, **

۳.۳. وزن ۱۰۰ دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر پرایمینگ و تقسیط کود نیتروژن در سطح ۵ درصد روی وزن ۱۰۰ دانه است (جدول ۱). در این صفت به غیر از تیمار بدون کاربرد کود، اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن مشاهده نشد. تقسیط کود نیتروژن وزن دانه را افزایش داد و دلیل آن، افزایش دوام سطح برگ بیان شده است [۳]. حصول چنین نتیجه‌ای شاید به این دلیل باشد که چون نیتروژن باعث تشکیل کلروفیل بیشتر و سطح برگ بیشتری می‌شود، اسیمیلات بیشتری ساخته شده است؛ بنابراین، دانه‌های تشکیل شده با مواد فتوسنتزی بیشتری پر می‌شوند [۸]. البته تحقیقاتی هم گزارش کرده‌اند که وزن ۱۰۰ دانه صفتی ژنتیکی است و کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد [۵، ۳۴]. در ذرت دانه‌ای وزن ۱۰۰ دانه در تنظیم عملکرد ثبات نسبی دارد [۳۲]. در سطوح پرایم نیز فقط پرایم با آب افزایش معنی‌داری را نسبت به تیمار بدون پرایم ایجاد کرد که شاید علت آن انجام بهتر عمل پرایمینگ بذر نسبت به تیمار محلول روی با توجه به مدت زمان عمل پرایمینگ (۱۸ ساعت در مقابل ۱۴ ساعت) بوده است. همچنین، گسترش سطح جذب ریشه‌ها و افزایش سطح برگ و دوام آن بر اثر پرایم بذر [۱۸، ۲۴] می‌تواند باعث حصول این نتیجه باشد.

۴.۳. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار پرایمینگ و زمان کاربرد نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب مربوط به تیمار پرایم با محلول روی و کاربرد سه‌مرحله‌ای نیتروژن (۱۰۷۹۶ کیلوگرم در هکتار) با ۷۳/۳ افزایش نسبت به تیمار (شاهد) بدون پرایم و بدون کاربرد کود نیتروژن (۶۱۰۳/۷ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت

(جدول ۴). دلیل بالا بودن عملکرد در کاربرد سه‌مرحله‌ای و پرایم با محلول روی احتمالاً بالا بودن تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال بوده است که توانسته سهم بیشتری از مواد ساخته شده و همچنین، ذخیره شده را به خود اختصاص دهد. البته، پرایم با آب هم نتیجه مشابهی را نشان داده است (جدول ۴) که بیانگر اهمیت بیشتر عمل پرایم کردن بذر است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به تیمار کاربرد سه‌مرحله‌ای نیتروژن (۱۰۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) با ۶۰/۶ درصد افزایش نسبت به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن (۶۴۹۴ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. کاربرد تقسیطی کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد ذرت دانه‌ای نشان داد که هرچه مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت کمتر باشد، عملکرد دانه افزایش می‌یابد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد [۶]. عملکرد دانه در تیمار کاربرد چهار مرحله‌ای کود نیتروژنی اغلب کمتر از کاربرد سه مرحله‌ای بود (جدول ۳). احتمالاً در کاربرد سه مرحله‌ای، مقدار نیتروژن مصرف شده در مراحل حساس تری از رشد گیاه به کاررفته است؛ ولی در کاربرد چهار مرحله‌ای ۲۵ درصد از کود نیتروژن مصرف شده در زمانی به کاررفته است که نیتروژن فقط به افزایش کیفیت محصول منجر می‌شود [۳۱]. میزان جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشد محدود بود و نیتروژن اضافی از دسترس گیاه خارج می‌شد [۲]. در هنگام کاشت، گیاه توانایی چندانی برای جذب نیتروژن ندارد و کاربرد کود نیتروژن کمتر در زمان کاشت و مصرف بقیه آن در طول دوره حداکثر رشد رویشی گیاه، عملکرد را افزایش می‌دهد. عملکرد بالا در تیمارهای تقسیط کود نیتروژنی به افزایش رشد و نمو، فتوسنتز و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه نسبت داده شده است [۲۶].

کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت تحت پرایم بذر و زمان کاربرد نیتروژن

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت پرایم مزرعه‌ای و زمان کاربرد کود نیتروژن

تیمار	سطح	میزان نیتروژن دانه (%)	شاخص کلروفیل	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)	کارایی زراعی نیتروژن (Kg افزایش دانه بر Kg نیتروژن مصرفی)	عامل جزئی سودمندی نیتروژن (Kg دانه بر Kg نیتروژن مصرفی)	کارایی بازیافت نیتروژن دانه (Kg نیتروژن دانه بر Kg نیتروژن مصرفی)
پرایم	پرایم با آب	۱/۴۵ ^a	۴۶/۳ ^a	۳۰/۳ ^a	۸۸۳۸ ^b	۴۳ ^b	۱۸/۷ ^a	۵۸/۴ ^b	۰/۴ ^a
	پرایم با محلول روی	۱/۴۴ ^a	۴۶/۹ ^a	۲۹/۳ ^a	۹۱۸۰ ^a	۴۳/۹ ^b	۱۸/۳۲ ^a	۶۱/۳ ^a	۰/۴ ^a
	بدون پرایم	۱/۴۰ ^b	۴۴/۵ ^b	۲۸/۷ ^b	۸۷۴۱ ^c	۴۷/۵ ^a	۱۳/۹۵ ^b	۵۱/۲ ^c	۰/۳ ^b
زمان کاربرد کود نیتروژن	بدون کاربرد	۱/۲۵ ^c	۳۸/۷ ^c	۳۷/۶ ^b	۶۴۹۳ ^c	۴۳ ^c	-	-	-
	کاربرد یک مرحله‌ای	۱/۳۷ ^d	۴۳/۹ ^b	۲۹/۸ ^a	۸۳۶۲ ^d	۴۶/۹ ^a	۱۰/۱ ^c	۵۰ ^c	۰/۱ ^c
	کاربرد دومرحله‌ای	۱/۴۶ ^c	۴۹/۲ ^a	۲۹/۶ ^a	۹۳۶۵ ^c	۴۵/۲ ^{ab}	۱۵/۸ ^b	۵۵/۸ ^b	۰/۳ ^b
	کاربرد سه مرحله‌ای	۱/۵۳ ^b	۴۹/۶ ^a	۳۰/۲ ^a	۱۰۴۳۴ ^a	۴۵/۵ ^{ab}	۲۱/۸ ^a	۶۱/۸ ^a	۰/۵ ^a
	کاربرد چهار مرحله‌ای	۱/۵۸ ^a	۴۸ ^a	۳۰ ^a	۹۹۴۵ ^b	۴۳/۴ ^{bc}	۲۰/۴ ^a	۶۰/۳ ^a	۰/۵ ^a

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

۵.۳. شاخص برداشت (HI)

دارند. در نتیجه، زوال این گیاهان در مقایسه با گیاهان حاصل از بذور پرایم نشده که گستردگی ریشه و سطح و دوام سطح برگ کمتری دارند، دیرتر اتفاق می‌افتد. تقسیط کود نیتروژن نیز روی شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار داشت و بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمار کاربرد یک مرحله‌ای (۴۶/۹۳ درصد) و بدون کاربرد کود نیتروژن (۴۲/۹۵ درصد) حاصل شد (جدول ۳). افزایش شاخص برداشت در کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن می‌تواند به بالاتر بودن سهم انتقال مجدد مواد به دانه نسبت داده شود، زیرا به نظر می‌رسد در کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن تجمع بیشتر مواد در اندام‌های رویشی بالاتر بوده است و مشارکت بیشتری در پر شده دانه‌ها داشته‌اند [۳].

شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی است [۱۳]. بالابودن شاخص برداشت نمایانگر انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از گیاه به دانه است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمار پرایمینگ و زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۱). در میان سطوح پرایم، تیمار بدون پرایم دارای بالاترین شاخص (۴۷/۴۷ درصد) و تیمار پرایم با آب دارای کمترین شاخص برداشت (۴۳ درصد) بودند. پرایم کردن بذر باعث تولید گیاهانی قوی با گستردگی ریشه بیشتر [۲۴] و سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتر [۱۸] می‌شود که قدرت زیادی در جذب آب و عناصر غذایی

جدول ۴. تأثیرات متقابل صفات مورد مطالعه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت سطوح پرایم و زمان‌های کاربرد نیتروژن

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص کلروفیل	میزان نیتروژن دانه(%)	سطوح نیتروژن	پرایم
۶۴۶۳ ^l	۳۹/۲ ^{gh}	۱/۲۵ ^g	بدون کاربرد نیتروژن	پرایم با آب
۸۴۵۱ ⁱ	۴۲/۳ ^{c-h}	۱/۳۶ ^f	کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن	
۹۳۷۰ ^g	۵۰/۸ ^{ab}	۱/۴۷ ^{de}	کاربرد دومرحله‌ای نیتروژن	
۱۰۲۸۴ ^b	۴۹/۵ ^{a-d}	۱/۵۷ ^{abc}	کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن	
۶۹۲۱ ^c	۴۹/۴ ^{a-d}	۱/۵۹ ^{ab}	کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن	پرایم با محلول روی
۶۹۱۴ ^k	۴۰ ^{fgh}	۱/۲۶ ^g	بدون کاربرد نیتروژن	
۸۴۳۷ ⁱ	۴۵/۳ ^{b-f}	۱/۳۸ ^f	کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن	
۹۵۲۵ ^f	۴۷/۵ ^{a-e}	۱/۴۵ ^e	کاربرد دومرحله‌ای نیتروژن	
۱۰۷۹۶ ^a	۵۱/۵ ^a	۱/۵۲ ^{cd}	کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن	بدون پرایم
۱۰۲۳۰ ^c	۵۰/۱ ^{abc}	۱/۶۳ ^a	کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن	
۶۱۰۴ ^m	۳۶/۷ ^h	۱/۲۵ ^g	بدون کاربرد نیتروژن	
۸۱۹۸ ^j	۴۴ ^{d-g}	۱/۳۵ ^f	کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن	
۹۲۰۱ ^h	۴۹/۲ ^{a-d}	۱/۴۶ ^{de}	کاربرد دومرحله‌ای نیتروژن	بدون پرایم
۱۰۲۲۱ ^c	۴۷/۹ ^{a-e}	۱/۵۱ ^{cde}	کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن	
۹۹۸۴ ^d	۴۴/۵ ^{c-g}	۱/۵۵ ^{bc}	کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن	

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

نیتروژن مصرف شده بیان می‌کند. این شاخص در سطح ۱ درصد تحت تأثیر تیمار پرایم و زمان کاربرد نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین کارایی زراعی نیتروژن به ترتیب در تیمار کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن (۲۱/۸۳) کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم نیتروژن به کاررفته) و کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن (۱۰/۰۳) کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم نیتروژن به کاررفته) به دست آمد (جدول ۳). این نتیجه احتمالاً به دلیل در دسترس قرارگرفتن به میزان مناسب و در زمان حداکثر نیاز گیاه به عنصر نیتروژن بوده است. این کارایی می‌تواند تحت تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن، نوع خاک و نوع

در تحقیقی گزارش شد تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت معنی‌دار نبوده است و علت آن تأثیر بیشتر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه اعلام شد [۱]. کمبود نیتروژن از طریق پایین آوردن شاخص سطح برگ و نیز بهم زدن ساخت و ساز و تخریب پروتئین‌ها، پیری زودرس برگ‌ها را باعث می‌شود و مخصوصاً با اثر بر ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز بر فرایند فتوسنتز گیاه تأثیر منفی می‌گذارد [۳۴].

۶.۳. کارایی زراعی نیتروژن

این شاخص میزان افزایش عملکرد را به ازای واحد

کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) حاصل شد. این نتیجه احتمالاً به دلیل کاربرد کود نیتروژن در زمان حداکثر نیاز گیاه به کود و تأثیر مستقیم آن بر شاخص‌های رشد [۳۴] و عملکرد [۴] به‌دست آمده است. در سطوح تیمار پرایم نیز بدون پرایم با کمترین (۵۱/۲) کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) و پرایم با محلول روی دارای بیشترین (۶۱/۲۷) کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) عامل جزئی سودمندی بودند (جدول ۳). حصول این نتیجه می‌تواند به دلیل تأثیر پرایمینگ بذر بر استقرار سریع‌تر، بنیه بالاتر، توسعه سریع‌تر و عملکرد بالاتر گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده [۲۲] به‌خصوص با محلول روی [۲۴] باشد. این شاخص به دلیل اینکه کارایی استفاده از نیتروژن کل خاک، شامل نیتروژن موجود در خاک و نیتروژن افزوده‌شده به‌صورت کود را در بر می‌گیرد، برای کشاورزان بیشترین اهمیت را دارد و محدوده این صفت در غلات بین ۷۰-۴۰ کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی بیان شد [۱۹] که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد.

۸.۳. کارایی بازیافت نیتروژن دانه

این شاخص نیز در سطح ۱ درصد تحت تأثیر عوامل پرایم و زمان کاربرد نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین کارایی بازیافت نیتروژن دانه در تیمار کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن (۰/۴۵۹) کیلوگرم افزایش نیتروژن دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) و کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن (۰/۰۸۱) کیلوگرم افزایش نیتروژن دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) به‌دست آمد (جدول ۳). البته کاربرد چهار مرحله‌ای با سه مرحله‌ای تفاوتی نشان نداد. این نتیجه احتمالاً به دلیل در دسترس قرارگرفتن به میزان مناسب و در زمان حداکثر نیاز گیاه به عنصر نیتروژن و تأثیر مستقیم آن بر عملکرد [۴] و کیفیت دانه [۳۰] بوده است. در

محصول قرار گیرد و محدوده این شاخص در غلات بین ۳۰-۱۰ کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی عنوان شد [۱۹] که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. بالاترین کارایی زراعی مصرف نیتروژن معمولاً با مصرف اولین واحد کود حاصل می‌شود، با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن، واحدهای اضافی بعدی افزایش کمتری را موجب می‌شوند [۹]. کارایی زراعی نیتروژن رابطه نزدیکی با عملکرد دانه دارد و مقادیر بالاتر کارایی در عملکرد بالاتر به‌دست می‌آید [۳۶] که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. در سطوح تیمار پرایم نیز پرایم با آب با، ۱۸/۷ کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم نیتروژن به‌کاررفته، (بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار پرایم با محلول روی) و تیمار بدون پرایم با، ۱۳/۹۵ کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم نیتروژن به‌کاررفته، دارای بیشترین و کمترین کارایی زراعی نیتروژن بودند (جدول ۱). این نتیجه احتمالاً به دلیل تأثیر پرایمینگ بذر بر گسترش ریشه و جذب آب و عناصر غذایی از محدوده وسیع‌تری از ریزوسفر حاصل شده است. همچنین، پرایمینگ بذر به دلیل تأثیر بر ظهور و رشد سریع‌تر گیاهچه و افزایش سطح فتوسنتزکننده می‌تواند در کارایی بهتر استفاده از عناصر و کاهش هدر روی عناصر غذایی مؤثر باشد [۲۴].

۷.۳. عامل جزئی سودمندی

این شاخص مقدار عملکرد را در کرت‌هایی که کود نیتروژن مصرف‌شده به مقدار کود نیتروژنی مصرف‌شده نشان می‌دهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح تیمار پرایم و زمان کاربرد نیتروژن روی این شاخص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان برای این شاخص در تیمار کاربرد سه‌مرحله‌ای نیتروژن (۶۱/۸۱) کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) و کاربرد یک‌مرحله‌ای نیتروژن (۵۰)

منابع

۱. اکبری، غ، ع؛ پیربلوطی، ع؛ (۱۳۸۲). «اثر کود ازته بر شاخص برداشت ازت و تولید محصول ذرت دانه‌ای». *مجله کشاورزی*، ۵، ۱، ص. ۱۹-۷.
 ۲. امام، ی؛ ثقه‌الاسلامی، م، ج؛ (۱۳۸۴). *عملکرد گیاهان زراعی: فیزیولوژی و فرایندها*. نشر دانشگاه شیراز، ۵۹۴ صفحه.
 ۳. بحرانی، ع؛ طهماسبی سروستانی، ز؛ (۱۳۸۵). «اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی انتقال مجدد ماده خشک در دو رقم گندم زمستانه». *مجله علوم کشاورزی*، ۱۲، ۲، ص. ۳۶۹-۳۷۷.
 ۴. حق‌نیا، خ؛ (۱۳۷۰). *خاک شناخت*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۶۳۰ صفحه.
 ۵. خدارحم‌پور، ز؛ چوگان، ر؛ حسین‌پور، ب؛ (۱۳۹۰). «تجزیه و تحلیل چند متغیره برخی صفات کمی در اینترد لاین‌های ذرت تحت شرایط تنش گرما». *مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی*، ۴، ۲، ص. ۳۱-۵۰.
 ۶. روضاتی، ن، س؛ غلامی، ا؛ اصغری، ح، ر؛ بانکه‌ساز، ا؛ (۱۳۹۰). «تأثیر مدیریت کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و صفات کمی سه هیبرید ذرت دانه‌ای در شاهرود». *مجله علوم گیاهان زراعی ایران*، ۴۲، ۲، ص. ۳۱۸-۳۰۵.
 ۷. سالاردینی، ع، ا؛ (۱۳۸۴). *حاصلخیزی خاک*. نشر دانشگاه تهران، ۴۳۴ صفحه.
 ۸. مجیدیان، م؛ قلاوند، ا؛ کامگار حقیقی، ع، ا؛ کریمیان، ن؛ (۱۳۸۷). «اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴». *مجله علوم زراعی ایران*، ۱۰، ۳، ص. ۳۳۰-۳۰۳.
- سطوح تیمار پرایمینگ نیز بیشترین و کمترین میزان این صفت در تیمار پرایم آب (۳۸۳/۰ کیلوگرم افزایش نیتروژن دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) و بدون پرایم (۲۹۱/۰ کیلوگرم افزایش نیتروژن دانه بر کیلوگرم نیتروژن مصرفی) حاصل شد. تیمار پرایم با محلول روی نیز تفاوت معنی‌داری در پرایم با آب نداشت. نبود تفاوت بین تیمار پرایم با آب و محلول روی می‌تواند به این دلیل باشد که عامل اصلی در بهبود کارایی بازیافت نیتروژن، نفس پرایم کردن بذر است و کاربرد عنصر روی در این میان می‌تواند نقش فرعی داشته باشد. این شاخص تحت تأثیر فاکتورهایی مثل اندازه مقصد نیتروژن گیاه و روش کاربرد کود نیتروژن، شامل مقدار، زمان، جای‌گذاری و شکل نیتروژن موجود در کود است [۱۹]. در این تحقیق نیز با تعیین زمان مناسب مصرف نیتروژن (کاربرد سه تا چهار مرحله‌ای نیتروژن)، متناسب با حداکثر نیاز گیاه افزایش معنی‌دار در این شاخص حاصل شد.

۹.۳. توصیه نهایی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، توصیه می‌شود در ذرت سینگل کراس ۷۰۴، کودهای نیتروژنی به‌صورت تقسیط در سه مرحله از رشد گیاه (کاشت، ۶-۴ برگگی و قبل از گل‌دهی) مصرف شوند. پرایم کردن بذر به‌ویژه با محلول روی نیز باعث بهبود شاخص‌هایی نظیر کارایی زراعی نیتروژن، عامل جزئی سودمندی، کارایی بازیافت نیتروژن دانه، وزن ۱۰۰ دانه، عدد اسپاد و در نهایت، عملکرد می‌شود. همچنین، با تلفیق تیمارهای مذکور (پرایم کردن بذر و تقسیط کاربرد کود نیتروژن تا سه مرحله) علاوه بر افزایش کارایی استفاده از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، آلودگی زیست‌محیطی ناشی از آب‌شویی و تصعید عنصر فراری مانند نیتروژن نیز کاهش می‌یابد.

- Ahmad R (2004) Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cotton seed. *Seed Science and Technology*. 32:765-774.
17. Cox MC and Rains DW (1985) Genetic variation for Nitrogen Assimilation and Translocation in Wheat. I. Dry matter and Nitrogen Accumulation. *Crop Science*. 25:430-435.
18. Dianati-tilaki G Shakarami B Tabari M Behtari B (2010) Increasing salt tolerance in Tall fescue (*Festuca Arundinacea schreb*) by seed priming techniques during germination and early growth. *Indian Journal of Agricultural Research*. 44(3): 177-182.
19. Dobermann AR (2005) Nitrogen Use Efficiency - State of the Art. University of Nebraska - Lincoln DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.
20. Doebley J Stec A and Hubbard L. (1997) The evolution of apical dominance in maize. *Nature* 386: 485-488.
21. Farooq M Basra SMA Tabassum R and Afzal I (2006) Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Product Science*. 9: 446-456.
22. Farooq M Basra SMA Rehman H Saleem BA (2008) Seed Priming Enhances the Performance of Late Sown Wheat (*Triticum aestivum* L.) by Improving Chilling Tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 194(1): 55-60.
23. Harris D (2006) Development and testing of 'on-farm' seed priming. *Advances in Agronomy*. 90:129-178.
۹. مدحج، ع؛ فتحی، ق، ا؛ (۱۳۸۷). فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، ۳۱۷ صفحه.
۱۰. ملکوتی، م، ج؛ کشاورز، پ؛ کریمیان، ن؛ (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم با بازنگری کامل، مرکز نشر دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۱۰۲، ۷۵۵ صفحه، تهران.
۱۱. ملکوتی، م، ج؛ لطف‌الهی، م؛ (۱۳۷۸). نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. نشر آموزش کشاورزی. ۱۹۳ ص.
۱۲. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی دفتر آمار و فناوری اطلاعات. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی (سال زراعی ۸۹ و ۸۸-۱۳۸۷)، ص. ۳۵.
13. Aliston AM (1976) Effects of depth of fertilizer placement on wheat under three water regimes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27(1): 1- 10.
14. Anbessa Y and Juskiw P (2012) Nitrogen Fertilizer Rate and Cultivar Interaction Effects on Nitrogen Recovery, Utilization Efficiency, and Agronomic Performance of Spring Barley. *International Scholarly Research Network ISRN Agronomy*, Article ID 531647, 8 pages
15. Barraclough PB and Kyle J (2001) Effect of water stress on chlorophyll meter reading in winter wheat. Horst, W. J. (Ed.). *In: Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems*. P. 722-723.
16. Basra SMA Ashraf M Iqbal N Khaliq A and

24. Harris D Rashid DA Miraj GARif M Shah H (2007) On-farm seed priming with Zinc sulphat solution-A cast-effective way to increase the maize yields of re source-poor farmers. Field Crop Research. 102: 119-127.
25. Heffer P (2008) Assesment of fertilizer use by crop at the global level. International Fertilizer Industry Association. Rue Marbeuf, Paris, France. Available in: WWW. Fertilizer.org. 5p.
26. Moghadam M Ehdaie B and Waines JDG (1997) Genetic Variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. Euphytica 95: 361-369.
27. Mosier AR Syers JK and Freney JR (2004) Agriculture and the Nitrogen Cycle. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment. Scope-65. Island Press, London.
28. Murungu FS Chiduza C Nyamugafata P Clark LJ and Whalley WR (2004) Effect of on-farm seed priming on emergence, growth and yield of cotton and maize in a semiarid area of Zimbabwe. Exp. Agronomy. 40: 23-36.
29. Nova R and Loomis RS (1981) Nitrogen and production. Plant Soil 58: 177-204.
30. Ottman MJ Doerge TA Martin EC (2000) Durum grain quality as affected by nitrogen fertilization near anthesis and irrigation during grain fill. Agronomy Journal. 92(5):1035-1041.
31. Roberts TL (2008) Improving Nutrient Use Efficiency. Turk Journal Agriculture Forage 32:177-182.
32. Sadeghi H Bahrani MJ (2001) Effect of plant density and nitrogen rates on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) Journal of Agricultural Science (2): 1-11.
33. Saha A Sarkar RK and Yamagishi Y (1998) Effect of time of nitrogen application on spiklet differentiation and degeneration of rice. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 39:119-123.
34. Simpson E Cooke RJ and Davies DD (1989) Measurement of protein in leaves of *Zea mays* using (H3) acetic anhydride and tritiated water. Plant Physiology. 67: 1214 – 1219.
35. Srinivasan K Saxena S and Singh B (1999) Osmo and hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. Seed Science Technology. 27: 785-793.
36. Svecnjak Z & Rengel Z (2006) Nitrogen utilization efficiency in canola cultivars at grain harvest. Plant and Soil. 283: 229-307.
37. Uhart SA and Andrade FH (1995b). Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Science. 35: 1384-1359.
38. Windauer L Altuna A and Benech-Arnold R (2007) Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Industrial Crops and Products. 25: 70-74.