

## ارزیابی تأثیر کودهای بیولوژیکی بر عملکرد دانه و کارایی استفاده از نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.)

سیما قلمباز<sup>1\*</sup>، امیر آینه‌بند<sup>2</sup> و عبدالامیر معزی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 91/8/15 تاریخ پذیرش: 92/3/4

1- کارشناس ارشد اکولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

2- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

3- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

\* مسئول مکاتبه: [Email:sima\\_gh24@yahoo.com](mailto:sima_gh24@yahoo.com)

### چکیده

به منظور مطالعه‌ی تأثیر روش‌های مختلف مدیریت کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در تراکم‌های مختلف علف‌های هرز در گندم آزمایشی در سال زراعی 91-1390 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل پنج روش مدیریت تلفیقی کود و عامل فرعی شامل سه تراکم علف‌هرز خردل وحشی بود. عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در اندام‌های هوایی گندم اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد که کلیه‌ی اجزای کمی و کیفی عملکرد دانه به جز وزن هزار دانه در روش 100 درصد استفاده از کودهای بیولوژیکی به طور معنی‌داری کمتر از تیمار 100% کود شیمیایی بودند. در مقابل روش‌های تلفیقی هم به لحاظ کمی و هم به لحاظ کیفی عملکرد بالاتری نسبت به روش شیمیایی داشتند. هر چند که با افزایش شدت رقابت، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه کاهش یافت. روش‌های تلفیقی در تراکم کم علف‌هرز در هر دو مرحله‌ی گرده‌افشانی و رسیدگی با بهبود وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاه باعث بهبود کارایی مصرف نیتروژن در مقایسه با روش‌های 100% کود شیمیایی و کاملاً کودهای بیولوژیکی شدند. در مقابل با افزایش سهم نیتروژن شیمیایی، شاخص اتکا به نیتروژن در اکوسیستم گندم افزایش یافت. در مجموع بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد که حذف کامل کود شیمیایی نیتروژن هم به لحاظ کمی و هم به لحاظ کیفی مطلوب نبوده بلکه روش‌های تلفیقی ضمن کاهش کمیّت کود نیتروژن مصرفی، هم از دیدگاه زراعی و هم از دیدگاه اکولوژیکی شرایط مطلوبی را در اکوسیستم گندم فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: خردل وحشی، کارایی، رقابت، مدیریت تلفیقی کود

## Evaluation the Influence of Biological Fertilizers on Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency in Wheat (*Triticum aestivum* L.)

S Ghalambaz<sup>1\*</sup>, A Aynehband<sup>2</sup> and A Moezzi<sup>3</sup>

Received: November 5, 2012 Accepted: May 25, 2013

<sup>1</sup>Msc in Ec Agronomy Ecology at Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup> Associate Prof, Agronomy & Plant Breeding Department, Agriculture Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup>Associate Prof, Soil Science Department, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

\*Corresponding Author: E-mail: [Sima\\_gh24@yahoo.com](mailto:Sima_gh24@yahoo.com)

### Abstract

In order to study the Influence of different nutrient management methods and weed densities in wheat a field experiment was conducted of Shahid Chamran University at 2010-2011. The experimental design was split-plot based on RCB with 3 replications. Main plot includes 5 nutrient management methods and sub-plot includes 3 weed densities. Our results showed that all grain yield components except 1000 grain weight were lower in 100% biological fertilizer than 100% chemical that meant. Grain yield and protein were reduced by increasing in weed density. Both anthesis and maturity stage, integrated methods had a better nitrogen efficiency. Than both 100% chemical or biological methods, but, nitrogen reliance index (NRI) was reduced by increasing. In nitrogen, in conclusions, we founded that absolute elimination of chemical nitrogen fertilizer will not suitable due to negative effect on both yield quietly a quality. Therefore in both agronomical and ecological point of view integrated methods induced better situation in wheat agro ecosystems due to reducing chemical nitrogen fertilizer.

**Key words:** competition, efficiency, integrated nutrient management, wild mustard.

### مقدمه

استفاده از منابع کودی آلی و زیستی به عنوان مکمل بوجود آمده که هدف آن بهبود شرایط اکولوژیکی محیط و کاهش مؤثر هزینه‌های تولید است. استفاده از کودهای بیولوژیکی که شامل مجموعه‌ی مکملی از جوامع میکروبی همراه و هم زیست می‌باشند علاوه بر کمک به کاهش استفاده از کود شیمیایی، با بهبود رشد گیاه از یک سو و کاهش هزینه‌های تولید از سوی دیگر از آلاینده‌گی محیط می‌کاهد (بارا و همکاران 2005). کیزلکایا (2008) اظهار داشت که کودهای زیستی

تفکر کشاورزی پایدار افق گسترده‌ای از روش‌های تولید محصولات کشاورزی را فراهم نموده که هدف آن بهبود ساختار بیولوژیکی اکوسیستم‌های کشاورزی از طریق کاربرد نهاده‌های شیمیایی است. کودهای شیمیایی در حال حاضر نقش مؤثری در افزایش آلاینده‌گی آب، هوا و خاک اکوسیستم‌های زراعی ایفا می‌کنند. بر این اساس در طی سال‌های اخیر تمایل زیادی به کاهش مصرف کودهای شیمیایی به صورت

گلدان در میانگین سطوح کود نیتروژن بهبود دادند. در مطالعه‌ی دیگری با بررسی تأثیر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر بر رشد و عملکرد گندم مشاهده گردید که *Bacillus megaterium* و *P. fluorescens* موجب افزایش فسفر محلول در خاک و در نتیجه بهبود رشد و عملکرد گندم تا 6/5 درصد شد (ال کومی 2005). (ازتورک و همکاران 2003) گزارش کردند که تلقیح بذرهای گندم با آزوسپیریوم به طور معنی‌داری منجر به افزایش تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و محتوای پروتئین شد. همچنین دی‌فریتاس (2000) گزارش کرد که تلقیح بذرهای گندم با آزوسپیریوم منجر به افزایش میزان نیتروژن در بافت‌های ساقه گندم شد. (نارولا و همکاران 2000) گزارش کردند که در شرایط گلخانه‌ای، نژادهایی از ازتوباکتر منجر به افزایش تولید زیست توده ریشه و نیز افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گندم شدند. از سوی دیگر کاربرد سطوح بالای کودها در صورتی که رشد علف‌های هرز را بیش از گیاه زراعی تحریک نماید، سبب تشدید اثرات تداخلی علف‌های هرز با گیاه زراعی خواهد شد (قنواتی و همکاران 1388). این ارتباط گزارش شده که افزایش کود نیتروژن با تحریک رشد علف‌هرز یولاف وحشی در رقابت با گندم بهاره اثرات رقابتی یولاف وحشی را تشدید کرد. این مزیت در یولاف وحشی منجر به بهبود کارایی استفاده از نیتروژن گردید (پترسون 1995). در غیاب علف‌هرز، ماده خشک گندم با افزایش حاصل خیزی خاک بهبود یافت، در حالی که در حضور علف‌هرز، افزایش حاصل خیزی خاک سبب افزایش باروری گندم نشد. همچنین بیان شده که علف‌های هرز از توانایی بهتری در استفاده از نیتروژن مازاد مصرفی برخوردار بوده و در این شرایط بهبود توان رقابتی آنها در مقایسه با گیاه زراعی باعث جذب بهتر منابع رشد از قبیل آب، سایر عناصر خاک و نور خواهد شد (ورایت و همکاران 1999). بر این اساس هدف این پژوهش بررسی تأثیر

فرآورده‌هایی حاوی انواع مختلفی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که می‌توانند از طریق فرآیندهای مختلف بیولوژیکی، عناصر غذایی را از فرم غیر قابل جذب برای گیاه به فرم قابل جذب تبدیل کنند. ازتوباکتر (*Azotobacter* sp.) و آزوسپیریوم (*Azospirillum* sp.) از جمله‌ی این میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که در ارتباط با ریزوسفر گیاه بوده و اثرات مفیدی بر رشد گیاه دارند. بریک و گوسوامی (2003) نیز بیان کردند که تلقیح بذرهای گندم با ازتوباکتر و آزوسپیریوم با تأثیر مثبتی که بر تعداد و عملکرد دانه دارد، می‌تواند در نهایت منجر به کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در تولید گندم شود. (باشان و همکاران 2004) نشان دادند کاربرد کودهای بیولوژیکی به ویژه آزوسپیریوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجهی در ماده‌ی خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول ریشه در غلات شود. همچنین کومار و اهلاوات (2006) اثرات مثبت ازتوباکتر در بهبود رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و نیز جذب نیتروژن در گندم را در مقایسه تیمار شاهد گزارش کردند. پانوار (1991) اظهار داشت که در گندم تلقیح شده با باکتری *Azospirillum brasilens* و قارچ میکوریزی *Glomus fasciculatum*، غلظت کلروفیل، میزان فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌های نیترات ریداکتاز و گلوتامین سینتتاز افزایش یافت و عملکرد دانه در حداکثر مقدار خود بود. در آزمایش (حاجی بلند و همکاران 1383) ازتوباکتر رشد و محتوای کلروفیل گندم را افزایش داد. آنها همچنین بیان کردند که ازتوباکتر، به طور اختصاصی بر جذب و به ویژه انتقال عناصر نیز تأثیر گذاشت. رای و گائور (1998) در یک آزمایش گلدانی با مطالعه اثرات توأم تلقیح ازتوباکتر و آزوسپیریوم در سطوح مختلف کود نیتروژن (از صفر تا 120 کیلوگرم در هکتار) بر رشد و عملکرد گندم نتیجه گرفتند که تیمارهای شاهد، تلقیح با آزوسپیریوم، تلقیح با ازتوباکتر و تلقیح توأم، وزن دانه گندم را به ترتیب 17/7، 18/8، 25/7، 25/8 گرم در هر

کود سوپرنیتروپلاس (برای نیتروژن)، بارور 2 (برای فسفر)، بیوسولفور (برای گوگرد)، کود آلی آلکان (کود دامی کمپوست شده همراه با باکتری تیوباسیلوس) بود. عامل فرعی شامل تراکم علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) یا به عبارتی رقابت علف‌هرز با گندم می باشد که در سه سطح به صورت: 1- تراکم کم (شدت رقابت کم)، 7 بوته علف‌هرز خردل وحشی در مترمربع (W1) 2- تراکم متوسط (شدت رقابت متوسط)، 14 بوته علف‌هرز خردل وحشی در متر مربع (W2) 3- تراکم زیاد (شدت رقابت زیاد)، 21 بوته علف‌هرز خردل وحشی در مترمربع (W3) اجرا شد.

در این آزمایش بذور علف‌های هرز بر اساس تراکم‌های تعیین شده در مجاورت خطوط گندم به طور همزمان کشت شدند. همچنین جهت حفظ تراکم‌های مورد نظر سایر علف‌های هرز حذف شدند. آماده سازی زمین در مهرماه، کشت گندم در تاریخ 29 آبان ماه و برداشت در هفته دوم اردیبهشت ماه بود. در این آزمایش از گندم رقم چمران استفاده شد. بذر گندم به میزان 180 کیلوگرم در هکتار، در کرت‌هایی به ابعاد 2 × 3 شامل 6 خط با فاصله روی ردیف 3 سانتی‌متر و فاصله بین ردیف 20 سانتی متر کاشته شد. همچنین بذر علف‌هرز خردل وحشی با حفظ تراکم‌های تعیین شده (7، 14 و 21 بوته در مترمربع) در بین خطوط گندم به صورت هم زمان با بذر گندم کشت شد. کلیه عملیات آماده-سازی زمین شامل کاشت، آبیاری، برداشت مطابق با عرف منطقه انجام گرفت و هیچ گونه مبارزه‌ای با علف‌های هرز صورت نگرفت. صفات مورد ارزیابی در این پژوهش شامل (عملکرد کمی و کیفی گندم، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه، وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی و شاخص‌های کارایی نیتروژن) بود. وضعیت نیتروژن اندام‌های هوایی شامل غلظت نیتروژن و محتوای نیتروژن (غلظت نیتروژن × وزن ماده خشک گیاه) است. نحوه‌ی محاسبه‌ی شاخص‌های کارایی نیتروژن در (جدول 1)

کاهش مقدار کود نیتروژن شیمیایی به کمک مدیریت تلفیقی کود شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی می باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 91-1390 در مزرعه تحقیقاتی آموزشی شماره یک گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی 31 درجه و 19 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 41 دقیقه شرقی و در حاشیه غربی رود کارون با ارتفاع 20 متر از سطح دریا واقع شده است. بر اساس تقسیم‌بندی‌های اقلیمی، استان خوزستان جزء نواحی خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. میانگین بارندگی سالانه 141/93 میلی‌متر و میانگین حداقل دما 4 درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه و میانگین حداکثر دما 44 درجه‌ی سانتی‌گراد در اردیبهشت ماه بود. خصوصیات خاک محل آزمایش شامل بافت خاک لوم‌شنی، هدایت الکتریکی 5/4 میلی‌موس بر سانتی‌متر، اسیدیته‌ی 7/9، درصد مواد آلی 0/53، درصد نیتروژن کل خاک 0/043، مقدار فسفر قابل تبادل 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار پتاسیم قابل تبادل 165 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل مدیریت تلفیقی کود بوده که در پنج سطح به صورت زیر اجرا شد. 1- 100 درصد کود نیتروژن شیمیایی (N1)، 2- 75 درصد کود نیتروژن شیمیایی و مجموع کودهای بیولوژیکی (N2)، 3- 50 درصد کود نیتروژن شیمیایی و مجموع کودهای بیولوژیکی (N3)، 4- 25 درصد کود نیتروژن شیمیایی و مجموع کودهای بیولوژیکی (N4)، 5- فقط مجموع کودهای بیولوژیکی (N5) بود. لازم به توضیح است که مجموع کودهای بیولوژیکی شامل استفاده از ترکیب

ارائه شده است. در نهایت نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و میانگین داده به وسیله آزمون دانکن در سطح 5 درصد با هم مقایسه شدند.

جدول 1- نحوه محاسبه شاخص های کارایی نیتروژن

عنوان	واحد	فرمول
1- کارایی مصرف نیتروژن	$\text{Kg.kg}^{-1}$	(عملکرد دانه) تقسیم بر (نیتروژن خاک + نیتروژن مصرف شده)
2- کارایی جذب نیتروژن	$\text{Kg.kg}^{-1}$	(نیتروژن جذب شده توسط گیاه) تقسیم بر (نیتروژن خاک + نیتروژن مصرف شده)
3- شاخص اتکا به نیتروژن	$\text{Kg.kg}^{-1}$	(مقدار کود مصرف شده) تقسیم بر (نیتروژن خاک + نیتروژن مصرف شده)
4- شاخص برداشت نیتروژن	$\text{kg.kg}^1$	(محتوای نیتروژن) تقسیم بر (محتوای نیتروژن کل) ضرب در 100

## نتایج و بحث

### عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که روش‌های مدیریت کود تفاوت آماری مشخصی بر صفات ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین نداشت (جدول 2 و 3). در صورتی که اثر سطوح مختلف تیمار تراکم علف‌هرز اختلاف آماری معنی‌داری را برای صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، و درصد پروتئین دانه نشان داد (جدول 2 و 3). در ادامه با بررسی مقایسات میانگین اثرات مجزای هر یک از تیمارها مشخص می‌شود که در بین روش‌های کوددهی، بیشترین (7/61 تن برهکتار) و کمترین (5/16 تن بر هکتار) عملکرد دانه به ترتیب در روش‌های N3 (75 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) بدست آمده است (جدول 5). به عبارت دیگر برخلاف آنچه که مورد انتظار بود بیشترین عملکرد دانه در روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (7/13 تن بر هکتار) بدست نیامده، هر چند که با روش‌های مدیریت تلفیقی به لحاظ آماری تفاوتی ندارد (جدول 5). به هر حال از دلایل بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمار N3 (50 درصد کودهای شیمیایی و مجموع کودهای بیولوژیکی) در مقایسه با روش 100 درصد شیمیایی (N1) بیشتر بودن تعداد سنبله در مترمربع (798/78) بوده و باعث شده که کمتر

بودن دو صفت تعداد دانه در سنبله (24 دانه) و تا حدی وزن هزار دانه (41/45 گرم) را در مقایسه با شرایط تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) بهبود دهد (هرچند که برخی از این تفاوت‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند). از سوی دیگر، عملکرد کمتر دانه در روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) (5/16 تن برهکتار) در مقایسه با تیمارهای N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (7/13 تن برهکتار) با بررسی اجزای عملکرد به کمتر بودن صفاتی همچون تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بستگی داشته است (هرچند که برخی از این تفاوت‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند) (جدول 4). از سوی دیگر ارتفاع کمتر بوته‌های گندم (75/62 سانتی متر) در روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) موجب شده که عملکرد کاه نیز در این روش مدیریت کود، کمتر از شرایط روش تیمارهای N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) باشد. در ادامه نیز کمتر بودن هر دو صفت عملکرد کاه و عملکرد دانه در 100 درصد کودهای شیمیایی باعث شده که عملکرد بیولوژیکی آن نیز (11/15) کمتر از روش تیمارهای N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (14/68) شود. هر چند که به لحاظ کمیّت، شاخص برداشت در هر دو تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) تفاوت اندکی با یکدیگر دارند (تفاوت معنی‌داری ندارند) (جدول 5). به لحاظ خصوصیات کیفی دانه (پروتئین دانه) نیز مشخص می‌شود که هر دو روش

تیمار رقابت (تراکم علف‌هرز) نشان می‌دهد که اگرچه با افزایش تراکم (افزایش شدت رقابت علف‌هرز خردل وحشی) از 7 بوته به 21 بوته در مترمربع عملکرد دانه به لحاظ زراعی کاهش یافته (از 7/41 به 6/36 تن بر هکتار) ولی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. از جمله دلایل کاهش عملکرد دانه با تشدید رقابت علف‌های هرز (هر چند معنی‌دار نیست) می‌توان به مواردی همچون کاهش ارتفاع بوته از (81/6) به 78/7 سانتی‌متر)

مدیریت N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) در مقایسه با سایر روش‌های تلفیقی درصد پروتئین دانه کمتری داشته که به دنبال آن نیز با توجه به شرایط عملکرد دانه، عملکرد پروتئین کمتری در مقایسه با روش‌های تلفیقی تولید کرده‌اند. بنابراین نتایج حاکی از این است که روش‌های تلفیقی کاربرد 75 درصد یا 50 درصد کودهای شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی هم به لحاظ کمی و هم لحاظ کیفی نسبت به دو حالت N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) برتری خواهند داشت. نتایج

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های رویشی و خصوصیات سنبله گندم تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و تراکم.

تیمار	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه
تکرار	2	49/48 <sup>ns</sup>	37736/26 <sup>ns</sup>	22/8 <sup>ns</sup>	2/66 <sup>ns</sup>	11/05 <sup>ns</sup>
مدیریت کود	4	49/48 <sup>ns</sup>	618850/57 <sup>*</sup>	70/2 <sup>*</sup>	14/25 <sup>ns</sup>	17/24 <sup>*</sup>
خطای اصلی	8	80/18	342424/35	26/3	9/30	6/04
تراکم علف هرز	2	32/12 <sup>ns</sup>	141579/20 <sup>*</sup>	22/7 <sup>ns</sup>	3/51 <sup>ns</sup>	3/11 <sup>ns</sup>
تراکم * مدیریت کود	8	17/17 <sup>ns</sup>	81533/68 <sup>ns</sup>	19/41 <sup>ns</sup>	12/18 <sup>ns</sup>	12/87 <sup>*</sup>
خطای فرعی	20	42/62	35117/95 <sup>ns</sup>	14	8/16	7/20

\* و \*\* به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس برخی عملکرد کمی و کیفی گندم تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و تراکم علف‌هرز.

تیمار	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه
تکرار	2	13/11 <sup>ns</sup>	42/75 <sup>ns</sup>	101/37 <sup>ns</sup>	9/99 <sup>ns</sup>	238/49 <sup>ns</sup>
مدیریت کود	4	8/76 <sup>ns</sup>	31/2 <sup>ns</sup>	6/70 <sup>ns</sup>	27/81 <sup>**</sup>	3452/99 <sup>ns</sup>
خطای اصلی	8	3/60	18/38	14/56	2/76	647/93
تراکم علف هرز	2	84/19 <sup>*</sup>	14/20 <sup>ns</sup>	39/36 <sup>ns</sup>	27/17 <sup>*</sup>	675/03 <sup>ns</sup>
تراکم * مدیریت کود	8	41/84 <sup>*</sup>	7/61 <sup>ns</sup>	38/38 <sup>ns</sup>	11 <sup>ns</sup>	5132/72 <sup>*</sup>
خطای فرعی	20	4/18	19/49	52/35	6	1403/59

\* و \*\* به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

جدول 4- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کودی و تراکم های مختلف علف هرز بر عملکرد کمی و کیفی گندم

عملکردگاه (t.ha <sup>1</sup> )	وزن هزاردانه (gr)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله (m <sup>2</sup> )	ارتفاع بوته (cm)	تیمارها
نوع کود					
7/54 a	43/57 a	31/19 a	748/89 a	82/80 a	N1
8/04 a	41/51 a	29/80 ab	780/89 a	82/37 a	N2
8/27 a	41/45 a	24/02 b	797/78 a	80/09 a	N3
7/20 a	40/58 a	27/21 ab	765/78 a	82/08 a	N4
5/99 b	40/40 a	26/75 ab	679/33 b	75/62 b	N5
تراکم علف هرز					
7/92 a	41/25 a	27/16 a	781/20 a	81/66 a	W1
7/26 b	41/20 a	29/21 a	770/40 a	81/33 a	W2
7/04 b	42/06 a	27/01 a	712 b	78/79 a	W3
برهم کنش کود *تراکم علف هرز					
6/90 a	41/31a-c	30/50 a-c	740 a	85/04 a	N1W1
7/46 a	45/68 a	31/91 a	706/7 a	83/33 a	N1W2
8/26 a	43/73 ab	31/16 ab	800 a	80/04 a	N1W3
8/98 a	42/77 a-c	32/16a	847/3 a	84/25 a	N2W1
7/86 a	39/67 bc	31/25 ab	712/7 a	82/33 a	N2W2
7/29 a	42/11 a-c	26 ab	782/7 a	80/54 a	N2W3
10/13 a	43/55 a-c	32/41 a	813/3 a	83/46 a	N3W1
7/35 a	39/24 bc	23/58 bc	727/3a	78/67 a	N3W2
7/32 a	41/56 a-c	26/08 a-c	727/7 a	78/16 a	N3W3
7/51 a	40/77 a-c	24/08 a-c	810/7 a	81/12 a	N4W1
6/75 a	39/86bc	29/25 a-c	743/3 a	82/25 a	N4W2
7/35 a	41/13 a-c	28/31 a-c	743/3 a	82/87 a	N4W3
6/08 a	37/85 a-c	26/66 a-c	614/7 a	74/46 a	N5W1
6/90 a	41/57 a-c	30/08 a-c	670 a	80/08 a	N5W2
4/99 a	41/79 c	23/50 bc	753/3 a	72/33 a	N5W3

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری 5 درصد معنی دار نمی باشند. N1: 100 درصد کود شیمیایی، N2: 75 درصد کود شیمیایی کودهای بیولوژیکی، N3: 50 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N4: 25 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N5: 100 درصد کود بیولوژیکی. W1: شدت کم علف هرز، W2: شدت متوسط علف هرز، W3: شدت زیاد علف هرز.

یولوژیکی بوده است (15/34 به 13/40 تن بر هکتار) (جدول 5) که نشان می‌دهد کاهش عملکرد بیولوژیکی عمدتاً ناشی از کاهش عملکرد کاه بوده تا عملکرد دانه و این وضعیت بر کاهش صفت شاخص برداشت (هر چند معنی‌دار نیست) نیز تأثیر گذار بوده است (جدول 5).

تعداد سنبله در مترمربع (از 781 به 712) و کاهش تعداد دانه در سنبله (از 29 به 27 دانه) را ذکر نمود (جدول 4). به علاوه، با کاهش ارتفاع بوته‌های گندم، عملکرد کاه نیز کاهش یافته (از 7/92 به 7/04 تن بر هکتار) (جدول 4)، که نتیجه آن در نهایت کاهش معنی‌دار عملکرد

یافته اما با بررسی برهم کنش تیمار ها این نکته مشخص می‌شود که حتی در شرایط حضور تعداد کم علف‌هرز (7 بوته در مترمربع) یا به عبارتی رقابت ضعیف به شرط اجرای مدیریت مناسب کود، میانگین عملکرد دانه نسبت به شرایط کاربرد N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) کاهش معنی‌داری نخواهد داشت به عبارت دیگر با کاهش کمیّت نیتروژن معدنی، فراهمی عناصر کودی برای علف‌های هرز در محیط کاهش خواهد یافت. این مسئله تأثیر رقابتی علف‌های هرز بر گیاه گندم را کاهش خواهد داد. حال کاربرد کودهای بیولوژیکی که با بذر گندم آغشته‌اند باعث خواهند شد که مزیت این کودها بیشتر برای گیاه گندم باشد تا علف هرز، به عبارت دیگر، تأثیر کودهای بیولوژیکی صرفاً در گندم بوده و کاهش کود نیتروژن معدنی نیز اثر منفی بیشتری بر علف‌های هرز داشته تا گیاه گندم. این استنباط را می‌توان با توجه به نتایج اثرات متقابل روش کود و رقابت با علف‌های هرز در رابطه با عملکرد دانه و اجزای عملکرد نیز مشاهده نمود بنابراین با توجه به نتایج جدول 5 مشخص می‌شود که تأثیر منفی حضور 7 بوته علف‌هرز در مدیریت تلفیقی کود کمتر از تأثیر منفی 7 بوته‌ی علف‌هرز در شرایط کاربرد N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) بر عملکرد دانه گندم است. نتایج این آزمایش مشابه نتایج پژوهشگرانی همچون بریک و گواسومی (2003)، کومار و اهلاوات (2006) و ازتورک و همکاران (2003) می باشد، که همگی به نقش مثبت کودهای بیولوژیکی بر عملکرد گندم اشاره داشته‌اند. به طور مشابه نیز امال و همکاران (2011) اظهار داشتند تلفیق بذر گندم با کودهای بیولوژیکی باعث بهبود رشد گیاه و اجزای عملکرد دانه شد. امان الله و همکاران (2012) نیز بیان کردند که تلفیق کودهای بیولوژیکی با 50 درصد کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گندم بین 11 تا 59 درصد و افزایش عملکرد دانه گندم بین 20 تا 46 درصد

بررسی درصد پروتئین نیز نشان می‌دهد که با تشدید رقابت علف‌های هرز مقدار این شاخص کاهش یافته است (از 12/74 به 10/24 درصد). نتایج برهم کنش مدیریت کود و شدت رقابت علف‌های هرز نیز نشان می‌دهد که روش‌های تلفیقی در مقایسه با روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) البته در شرایط کمترین تراکم علف‌های هرز، عملکرد بیشتری تولید کردند. بنابراین بیشترین عملکرد دانه (9/05 تن برهکتار) در تیمار تلفیقی N3W1 (50 درصد کودهای شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی و در تراکم کم علف‌هرز) بدست آمد. کمترین عملکرد دانه نیز (4/36 تن بر هکتار) در روش N5W3 (فقط کودهای بیولوژیکی و در تراکم علف‌هرز زیاد) تولید شده است. با توجه به نتایج این آزمایش مشخص می‌شود که کودهای بیولوژیکی توانایی جبران بخشی از نیاز کودی به ویژه نیتروژن گیاه گندم را دارا می‌باشند. بر این اساس می‌توان بین 25 درصد و در شرایط خاص تا 50 درصد کود نیتروژن مصرفی را کاهش داده و با کاربرد کودهای بیولوژیکی این کاهش را جبران نمود. به هر حال همان طور که انتظار می‌رفت کودهای بیولوژیکی به تنهایی قادر به تولید کمیّت بالایی از عملکرد دانه گندم که قابل رقابت با شرایط کاربرد کود نیتروژن باشند را نداشتند. همچنین در روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) درصد پروتئین دانه نیز کمتر از شرایط تلفیقی خواهد بود. بنابراین از دیدگاه اکولوژی زراعی می‌توان چنین استنباط نمود که با توجه به شرایط فعلی اکوسیستم‌های زراعی گندم در کشور، حذف کامل کودهای نیتروژن معدنی در کوتاه مدت مناسب نبوده بلکه راهکار بهینه، حذف درصدی از کمیّت کود نیتروژن معدنی و جایگزینی آن با کودهای بیولوژیکی یا به عبارتی روش‌های مدیریت تلفیقی کود است. از سوی دیگر همان‌طور که انتظار می‌رفت با تشدید رقابت (افزایش تراکم) عملکرد دانه نیز کاهش



جدول 5- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کودی و تراکم های مختلف علف هرز بر عملکرد کمی و کیفی گندم

تیمارها	عملکرد دانه (t.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بیولوژیکی (t.ha <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد پروتئین دانه (kg.ha <sup>-1</sup> )
نوع کود					
N1	7/13 a	14/68 a	47/61 a	11/51 b	820/06 b
N2	7/41 a	15/46 a	48/16 a	11/79 ab	873/64 b
N3	7/61 a	15/88 a	48/53 a	10/19 bc	775/46 b
N4	7/15 a	14/36 a	49/81 a	13/58 a	970/97 a
N5	5/16 b	11/15 b	47/86 a	8/91 c	459/76c
تراکم علف هرز					
W1	7/41 a	15/34 a	49/79 a	12/74 a	994/03 a
W2	6/91 a	14/18 b	48/68 a	10/61 b	733/15 b
W3	6/36 a	13/40 b	46/71 a	10/24 b	651/26 b
برهم کنش کود* تراکم علف هرز					
N1W1	6/96 ab	13/87 ab	50/35 a	11/09 bc	771/86b
N1W2	8/56 ab	15/40 ab	51/97 a	11/06 bc	946/74ab
N1W3	6/50 ab	14/76 ab	40/51 a	12/39 bc	805/35ab
N2W1	8/56 a	17/54 ab	48/93 a	10/96 bc	938/18 ab
N2W2	6/44 ab	14/30 ab	44/91 a	10/98 bc	707/11b
N2W3	7/24 ab	14/54 ab	50/63 a	13/43 b	927/33 ab
N3W1	9/05 a	19/18 a	49/65 a	9/53 bc	862/46ab
N3W2	6/98 ab	14/33 ab	48/54 a	10/14 bc	707/77b
N3W3	6/79 ab	14/12 ab	47/41 a	10/89 bc	739/43b
N4W1	7/11 ab	14/62 ab	48/71 a	11/76 bc	836/14 ab
N4W2	7/46 ab	14/21 ab	52/52 a	10/29 bc	767/63ab
N4W3	6/90 ab	14/25 ab	48/19 a	18/69 a	1289a
N5W1	5/39 ab	11/47 ab	51/32 a	9/74 bc	524/99b
N5W2	5/74 ab	12/64 ab	45/44 a	8/73 c	501/1b
N5W3	4/36 b	9/35 b	46/83 a	8/28 c	361/01b

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری 5% معنی دار نمی باشند. N1: 100 درصد کود شیمیایی، N2: 75 درصد کود شیمیایی کودهای بیولوژیکی، N3: 50 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N4: 25 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N5: 100 درصد کود بیولوژیکی. W1: شدت کم علف هرز، W2: شدت متوسط علف هرز، W3: شدت زیاد علف هرز.

همکاران (1383) به طور مشابه نیز اظهار داشتند که علف هرز خردل وحشی در رقابت با گندم توانایی بیشتری در استفاده از نیتروژن داشته که با افزایش جذب و محتوای نیتروژن در اندام های هوایی توان رقابتی آن نیز نسبت به گندم افزایش یافت.

در مقایسه با شرایط کنترل شد. در پژوهشی راستگو و همکاران (1383) مشاهده کردند که آستانه خسارت اقتصادی علف هرز خردل وحشی در مقادیر زیاد نیتروژن نسبت به سطوح فراهمی آن کمتر است و این امر حاکی از تشدید توان رقابتی علف هرز خردل وحشی در کاربرد مقدار زیاد نیتروژن است. موسوی و

## وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی

در این آزمایش علاوه بر بررسی پروتئین دانه، وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی گندم طی دو مرحله‌ی گرده افشانی و رسیدگی نیز نشان داد که هر دو تیمار مدیریت کود و شدت رقابت، پویایی نیتروژن را در اندام‌های هوایی گیاه تغییر خواهد داد (جدول 6). با مقایسه‌ی غلظت نیتروژن در مرحله‌ی گرده افشانی مشخص می‌شود که روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) غلظت نیتروژن بیشتری (14/70 گرم بر کیلوگرم) در مقایسه با روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (13/47 گرم بر کیلوگرم) ایجاد کرده است، این برتری را شاید بتوان در نتیجه دسترسی یکنواخت‌تر نیتروژن در طی دوره‌ی رشد با کاربرد کودهای بیولوژیکی در مقایسه با فراهمی موجی کود نیتروژن در کاربرد کودهای شیمیایی مرتبط دانست. در همین شرایط غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی گندم در هر سه روش مدیریت تلفیقی کود بیشتر از روش‌های کاربرد و عدم کاربرد کودهای شیمیایی می‌باشد. البته بیشترین (16/58 گرم بر کیلوگرم) کمیت آن مربوط به تیمار تلفیقی N2 (75 درصد کود شیمیایی) است (جدول 6). محاسبه‌ی محتوای نیتروژن اندام‌های هوایی (غلظت نیتروژن × وزن ماده خشک گیاه) در مرحله‌ی گرده افشانی نیز حاکی از بیشتر بودن کمیت این شاخص در روش‌های مدیریت تلفیقی نسبت به دو روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) است. از جمله دلایل برتری روش‌های مدیریت تلفیقی در این مرحله نسبت به دو روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) می‌توان به تأثیر کودهای بیولوژیکی در فراهمی بهتر عناصر غذایی برای بوته‌های گندم و کاهش رقابت درون گونه‌ای برای جذب نیتروژن از یک سو و احتمالاً کاهش میزان آبشویی نیتروژن در طی دوره‌ی رشد رویشی اشاره نمود. هر چند که کاربرد صرفاً کودهای بیولوژیکی نتوانسته به طور کامل نیازهای نیتروژن گیاهان گندم را تأمین نماید.

لذا غلظت و محتوای نیتروژن در روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) کمتر از سایر روش‌ها است که این حالت در مرحله‌ی رسیدگی نیز دیده می‌شود. به طوری که کمترین غلظت نیتروژن دانه (16/09 گرم بر کیلوگرم) و غلظت نیتروژن سایر اندام‌های رویشی (3/92 گرم بر کیلوگرم) در N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) مشاهده می‌شود (جدول 6). البته از آن جایی که عملکرد گاه و دانه (جدول 4 و 5) در روش‌های تلفیقی بیشتر از روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) می‌باشد، لذا کمتر بودن غلظت و محتوای نیتروژن برای این روش در مرحله‌ی رسیدگی توجیه پذیر خواهد بود. بیشترین غلظت نیتروژن دانه (21/83 گرم بر کیلوگرم) مربوط به N3 (تیمار تلفیقی 50 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی) است (جدول 6). در حالی که تفاوت معنی‌داری بین روش‌های مدیریت تلفیقی کود به لحاظ غلظت نیتروژن در اندام‌های رویشی وجود ندارد. اما به هر حال مقدار آن به لحاظ عددی کمتر از تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (5/45 گرم بر کیلوگرم) و بیشتر از تیمار N5 (فقط مجموع کودهای بیولوژیکی) (3/92 گرم بر کیلوگرم) می‌باشد. در مرحله‌ی رسیدگی نیز از یک سو با مقایسه‌ی روش N1 (100 درصد کودهای بیولوژیکی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) می‌توان دریافت کرد که غلظت نیتروژن دانه در روش فقط کودهای بیولوژیکی (17/51 گرم بر کیلوگرم) کمتر از N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (26/64 گرم بر کیلوگرم) می‌باشد (جدول 6). اما از سوی دیگر با بررسی سه روش مدیریت تلفیقی این نکته مشخص می‌شود که با کاهش درصد کود نیتروژن مصرفی از 75 درصد به 50 درصد و 25 درصد محتوای نیتروژن دانه نیز کاهش یافته است (به ترتیب 25/98، 24/77 و 16/91 میلی گرم بر بوته) از آن جایی که عملکرد دانه (جدول 5) بین سه روش مدیریت تلفیقی کود تفاوت معنی‌داری نداشت، بنابراین عامل این تفاوت‌ها تا حد زیادی ناشی از تفاوت در غلظت نیتروژن دانه بوده و کمتر تحت تأثیر عملکرد دانه می‌باشد. به هر حال

بیشترین و کمترین محتوای نیتروژن دانه در مرحله‌ی رسیدگی به ترتیب در روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) (26/64 میلی گرم بر بوته) و روش تلفیقی N4 (25 درصد کودهای شیمیایی) (16/91 میلی گرم بر بوته) بدست آمده است. چنین روندی در رابطه با محتوای نیتروژن اندام‌های رویشی در زمان رسیدگی نیز مشاهده شد. بنابراین زمانی که محتوای نیتروژن کل بوته در مرحله‌ی رسیدگی بین سه روش مدیریت تلفیقی کود را مقایسه کنیم مشخص می‌شود که محتوای نیتروژن دانه بیشتر از محتوای نیتروژن اندام‌های رویشی تحت تأثیر بوده است. اما به هر حال بیشترین (33/65 میلی گرم بر بوته) محتوای نیتروژن کل بوته در روش تلفیقی N2 (75 درصد کود شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی) بدست آمده است. در این ارتباط با بررسی وضعیت عملکرد کاه (جدول 4) و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی (جدول 5) و مقایسه آن با وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی (جدول 6) بدیهی است کاهش درصد نیتروژن کودی بر صفت غلظت نیتروژن بیشتر از صفت ماده خشک تولید شده است. در ادامه برخلاف خصوصیات دانه که فقط در مرحله‌ی رسیدگی قابل مطالعه می‌باشد، با بررسی وضعیت نیتروژن اندام‌های هوایی در دو مرحله‌ی گرده افشانی و رسیدگی می‌توان مشاهده نمود که هم غلظت نیتروژن و هم محتوای نیتروژن اندام‌های رویشی گیاه در مرحله‌ی رسیدگی کمتر از مرحله‌ی گرده افشانی می‌باشند. در ادامه با بررسی تأثیر شدت رقابت بر وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی مشخص می‌شود که در مرحله‌ی گرده‌افشانی همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش شدت رقابت هم غلظت نیتروژن و هم محتوای نیتروژن کاهش یافته است. در این ارتباط کاهش غلظت نیتروژن با افزایش تراکم علف‌های هرز به این مفهوم خواهد بود که بخشی از کود نیتروژن مصرفی به جای جذب توسط گیاه گندم، توسط علف‌هرز خردل وحشی جذب شده است. در ادامه نیز با تشدید رقابت و کاهش زیست توده گیاه زراعی در طی دوره‌ی رشد رویشی محتوای

نیتروژن نیز کاهش یافته است. به علاوه روند تأثیر منفی تشدید رقابت بر وضعیت نیتروژن در مرحله‌ی رسیدگی نیز مشاهده می‌شود به گونه‌ای که هم غلظت نیتروژن و هم محتوای نیتروژن دانه و اندام‌های هوایی در مرحله رسیدگی دانه در شرایط رقابت کم (7 بوته علف‌هرز خردل وحشی در مترمربع) بیشتر از رقابت شدید (21 بوته علف‌هرز خردل وحشی در مترمربع) می‌باشد. نتایج برهم کنش این دو تیمار برای وضعیت نیتروژن نیز نشان می‌دهد که بیشترین غلظت (18/51 گرم بر کیلوگرم) و محتوای نیتروژن (51/91 میلی گرم بر بوته) در مرحله‌ی گرده افشانی مربوط به تیمار تلفیقی N2 (75 درصد کود شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی) در رقابت متوسط با علف‌هرز می‌باشد. در حالیکه در مرحله‌ی رسیدگی بیشترین غلظت نیتروژن دانه (22/32 گرم بر کیلوگرم) و بیشترین محتوای نیتروژن دانه (28/28 میلی گرم بر بوته) در تیمار تلفیقی N2W1 (75 درصد کود شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی در رقابت کم علف‌هرز) بدست آمده (جدول 6) که نشان می‌دهد در هر دو مرحله‌ی گرده افشانی و رسیدگی مدیریت تلفیقی کود (البته در شرایطی که کاهش مقدار نیتروژن کودی زیاد نباشد یا به عبارتی 25% کاهش کود نیتروژن) و رقابت کم علف‌های هرز اثر منفی زیادی بر درصد نیتروژن دانه نداشته است. دورداس و سیولاس (2009) گزارش دادند که تجمع و توزیع ماده خشک در بخش‌های مختلف گیاهی به علت وجود رقابت و کاربرد کود نیتروژن متفاوت بود. البته بیوماس اندام‌هوایی در مرحله پس از گرده افشانی در تیمارهایی که کود نیتروژن مصرف شده بود، افزایش یافت. تاهر و ناکاتا (2005) نیز گزارش کردند که زمانی که ماده خشک اندام‌های رویشی گیاه در قبل از گرده افشانی ذخیره شود، ممکن است به عنوان بافری برای عملکرد نهایی دانه در شرایطی که به دلایلی میزان فتوسنتز و جذب عناصر معدنی در طی پرشدن دانه کاهش یابد، عمل نمایند.

جدول 6- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کودی و تراکم های مختلف علف هرز وضعیت نیتروژن در اندام های هوایی گندم.

نوع کود	مرحله رسیدگی		مرحله گرده افشانی			
	محتوای نیتروژن (mg.plant <sup>1</sup> )		غلظت نیتروژن (gr.kg <sup>1</sup> )		محتوای نیتروژن (mg.plant <sup>1</sup> )	
	(کل بوته)	(اندام هوایی)	(دانه)	(اندام هوایی)	(کل بوته)	(کل بوته)
N1	6/60 ab	26/64 a	5/45 a	19/74 a	33/25 c	13/47 e
N2	7/67 a	25/98 a	4/87 a	20/27 a	43/00 a	16/58 a
N3	5/58 b	24/77 a	4/84 a	21/81 a	42/32 ab	14/45 d
N4	5/87 ab	16/91 b	5/06 a	17/33 b	40/76 b	15/87 b
N5	5/23 b	17/51 b	3/92b	16/09 b	31/93 c	14/70 c
تراکم علف هرز						
W1	7/01 a	22/67 a	5/68 a	20/25 a	38/91 a	16/10a
W2	5/83 a	22/52 a	4/37 b	18/40 a	37/96 b	14/71 b
W3	5/72 a	20/90 a	4/43 b	18/49 a	37/88 b	14/71 b
برهم کنش کود* تراکم						
N1W1	9/13 ab	27/54 a	7/33 a	20/84 ab	37/44 e	15/93 c
N1W2	4/91 cd	27/78 a	3/53 c	19/22 ab	29/06 g	10/63 j
N1W3	5/77 cd	24/61 ab	5/49 a-c	19/15 ab	33/24 f	13/85 h
N2W1	7/47 a-c	28/28 a	5/67 a-c	22/32 a	32/53 f	15/37 e
N2W2	9/34 a	24/00 ab	5/52a-c	19/22 ab	51/91 a	18/51 a
N2W3	6/20 a-d	25/66 ab	3/43 c	19/27 ab	44/55 b	15/86 dc
N3W1	5/56 cd	20/60 ab	4/97 b-c	18/88 ab	46/41 b	14/57 fg
N3W2	4/68 cd	14/58 b	4/86 bc	16/73 ab	38/67 de	14/45 g
N3W3	6/50 a-d	15/55 b	4/69 bc	16/37 ab	41/89 c	14/35 g
N4W1	6/93 a-d	24/21 ab	6/19 ab	22/84 a	40/06 cd	17/21 b
N4W2	4/56 cd	27/76 a	4/06 bc	22/15 a	44/83 b	15/57 de
N4W3	6/12 a-d	22/34 ab	4/94 b-c	20/43 ab	37/39 e	14/85 f
N5W1	5/98 b-d	15/33 b	4/26 bc	16/38 ab	38/12 de	17/45 b
N5W2	5/68 cd	18/47 ab	3/91 c	14/67 ab	25/33 h	14/43 g
N5W3	4/04 d	18/73 ab	3/59 c	17/23 ab	23/33 f	12/23 i

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری 5% معنی دار نمی باشند. N1: 100 درصد کود شیمیایی، N2: 75 درصد کود شیمیایی کودهای بیولوژیکی، N3: 50 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N4: 25 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N5: فقط کود بیولوژیکی. W1: شدت کم علف هرز، W2: شدت متوسط علف هرز، W3: شدت زیاد علف هرز.

## شاخص های کارایی نیتروژن

درصد کودهای شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی) بیشترین (43/2 کیلوگرم بر کیلوگرم) و روش تلفیقی N2 (75 درصد کود شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی) کمترین (34/94 کیلوگرم بر کیلوگرم) کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص داده اند. از سوی دیگر مقایسه ی دو تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی)

## 1- کارایی مصرف نیتروژن: با بررسی روش های

مدیریت تلفیقی کود نیتروژن مشخص می شود که هر چه درصد کود نیتروژن کاهش یافته کارایی مصرف نیتروژن معدنی بهبود یافته است (جدول 7). بر این اساس در بین تیمارهای مدیریت تلفیقی روش N4 (25)

2009). به علاوه پترسون (1995) گزارش داد تغییر فراهمی نیتروژن در خاک با تأثیر بر سرعت رشد گیاه زراعی و علف‌هرز کارایی استفاده از نیتروژن را تغییر خواهد داد. با تشدید رقابت شرایط علف‌هرز در جذب نیتروژن از خاک بهتر از گیاه زراعی خواهد بود.

2- کارایی جذب نیتروژن: شاخص کارایی جذب نیتروژن توانایی گیاه در جذب نیتروژن از خاک را نشان داده و عبارت است از نسبت مجموع نیتروژن موجود در کل گیاه به میزان نیتروژن در دسترس گیاه (فاجریا 2009). کمیت این شاخص تحت تأثیر روش‌های مختلف مدیریت تلفیقی کود به گونه‌ای است که روش تلفیقی N4 (25 درصد کودهای شیمیایی همراه با کودهای بیولوژیکی) (0/708 کیلوگرم بر کیلوگرم) بیشترین کارایی جذب نیتروژن را به خود اختصاص داده است (جدول 7). همچنین بوته‌های گندم در روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) در مقایسه با روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) از کارایی جذب نیتروژن پایین‌تری برخوردار می‌باشد. به عبارت دیگر مشخص می‌شود که نتایج حاصله از شاخص کارایی جذب نیتروژن تا حد زیادی مشابه با نتایج حاصله از کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر روش‌های مختلف مدیریت کود است. به گونه‌ای که با بررسی هر سه روش مدیریت تلفیقی مشخص می‌شود که هر چه درصد کود نیتروژن در روش‌های تلفیقی کاهش یابد، در مقابل کارایی جذب نیتروژن افزایش پیدا می‌کند (از 0/708 به 0/541 کیلوگرم بر کیلوگرم). اما به هر حال همانند شاخص کارایی مصرف نیتروژن، کمترین کارایی جذب نیتروژن نیز در تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) دیده می‌شود. در ادامه نیز تأثیر تراکم علف‌های هرز، بر این شاخص نشان دهنده این است که کمترین تراکم علف‌هرز، بیشترین (0/620 کیلوگرم بر کیلوگرم) شاخص کارایی جذب را دارا است. این مسئله از یک سو رشد بهتر ریشه‌های گندم را نشان دهد و از سوی دیگر توجیهی برای کارکرد مطلوب‌تر ریشه‌های گندم در

و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) بیانگر این است که روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) نه تنها کارایی مصرف نیتروژن کمتری (29/22 کیلوگرم بر کیلوگرم) نسبت به روش N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) دارد بلکه در مقایسه با سایر روش‌های تلفیقی نیز از کارایی پایین‌تری برخوردار می‌باشد. به عبارت دیگر هر چه از مقدار کاربرد نهاده‌ی کودهای شیمیایی کاسته شود، تأثیر مثبت کودهای بیولوژیکی افزایش می‌یابد. این افزایش نه تنها در فراهمی بهتر نیتروژن تأثیر گذار بوده بلکه نقش مؤثری نیز در کاهش تلفات نیتروژن (مانند آبشویی) دارد. از سوی دیگر با افزایش تراکم علف‌های هرز از 7 بوته به 21 بوته در مترمربع کارایی مصرف نیتروژن نیز کاهش یافته به گونه‌ای که بیشترین (43/73 کیلوگرم بر کیلوگرم) کارایی مصرف نیتروژن در کمترین تراکم علف‌هرز بدست آمد. بر اساس این نتایج می‌توان چنین استنباط نمود که با افزایش تعداد بوته‌های علف‌هرز در محیط، بخشی از کود نیتروژن مصرفی که بایستی توسط گیاه زراعی جذب و مورد استفاده قرار می‌گرفته توسط علف‌های هرز در محیط جذب شده است. لذا این شرایط باعث شده که کارایی مصرف نیتروژن برای گندم در تراکم‌های بالا کاهش یابد. البته کاهش میزان جذب نیتروژن در تراکم بالای علف‌های هرز توسط گندم به تعبیری نیز در نتیجه تشدید شرایط رقابتی روی داده است. به هر حال با بررسی برهمکنش بین تیمارهای آزمایش مشخص می‌شود که تیمار تلفیقی N3W1 (50 درصد کودهای شیمیایی به همراه کودهای بیولوژیکی در تراکم کم علف‌هرز) بیشترین (53/96 کیلوگرم بر کیلوگرم) کارایی مصرف نیتروژن را دارا می‌باشد. همچنین در سایر روش‌های تلفیقی نیز بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در شرایطی حاصل شده که کمترین تراکم علف‌هرز یا به عبارتی کمترین رقابت بین علف‌های هرز و گیاه زراعی وجود داشته است (جدول 7). این شاخص بیانگر نسبت عملکرد دانه به میزان نیتروژن در دسترس گیاه تعریف شده است (فاجریا

0/152 کیلوگرم بر کیلوگرم) (جدول 5). به عبارت دیگر بیشترین میزان وابستگی به نیتروژن در شرایطی است که کاملاً کوددهی بر مبنای کاربرد نیتروژن شیمیایی است. با بررسی شرایط تراکم علف‌های هرز نیز مشخص می‌شود که هر چه شدت رقابت افزایش یافته، مقدار این شاخص نیز کاهش یافته است. به عبارت دیگر بوته‌های گندم در کمترین شدت رقابت (7 بوته در مترمربع) به علت دسترسی بیشتر به نیتروژن فراهم در خاک و همچنین به دلیل عدم وجود شرایط رقابتی شدید به نظر می‌رسد نیتروژن بهتری جذب کرده؛ لذا وابستگی آنها به نیتروژن نیز افزایش یافته است. که این وضعیت با بیشتر بودن شاخص اتکا به نیتروژن نیز قابل توصیف می‌باشد. هر چند که بیشتر بودن میزان پروتئین دانه (جدول 5) دلیل دیگری برای این وضعیت خواهد بود. به هر حال برهمکنش مدیریت کود و تراکم علف‌هرز حاکی از این است که تیمار N1W1 (100 درصد کودهای شیمیایی در تراکم کم علف‌هرز) بیشترین (0/446) کیلوگرم به کیلوگرم) و تیمار تلفیقی N4W3 (25 درصد کودهای نیتروژن همراه با کودهای بیولوژیکی در تراکم زیاد علف‌هرز) کمترین (0/136 کیلوگرم به کیلوگرم) شاخص اتکا به نیتروژن را در اکوسیستم گندم دارا می‌باشد. اختر و همکاران (2000) گزارش کردن تأثیر منفی افزایش مصرف نیتروژن که باعث افزایش شاخص اتکا به نیتروژن در گندم می‌شود. به طور مشابه پژوهشگران نشان دادند که شاخص اتکا به نیتروژن با افزایش کود نیتروژن مصرفی افزایش یافته و به طور میانگین در بالاترین سطح نیتروژن کاربردی 69 درصد بود (هاگینز و همکاران، 1993). همچنین اظهار شده که در بسیاری از اکوسیستم‌های زراعی، شاخص اتکا به نیتروژن در طول زمان با کاهش ماده آلی خاک افزایش یافته است (داسون و همکاران، 2008).

خصوص جذب نیتروژن از خاک می‌باشد. به عبارت دیگر رقابت کمتر بین بوته‌های گندم و علف‌های هرز با توسعه‌ی بهتر ریشه‌های گندم در خاک و کارکرد مناسب‌تر آنها از یک سو و همچنین جذب کمتر نیتروژن توسط علف‌های هرز یا به عبارتی دسترسی بیشتر بوته‌های گندم به نیتروژن خاک می‌تواند در جذب بهتر نیتروژن توسط گندم تأثیرگذار باشد. این توجیه با توجه به برهمکنش متقابل بین تیمارها نیز مورد تأیید قرار می‌گیرد. به گونه‌ای که بیشترین میزان شاخص کارایی جذب نیتروژن (0/733 کیلوگرم بر کیلوگرم) در تیمار N4W1 (25 درصد کودهای نیتروژن همراه با کودهای بیولوژیکی و در تراکم کم علف‌هرز) بدست آمده است. البته در تیمار تلفیقی N4 (25 درصد کودهای نیتروژن همراه با کودهای بیولوژیکی) برای هر سه حالت شرایط رقابتی (کم، متوسط، زیاد) نیز کمیت شاخص کارایی جذب نیتروژن بیشتر از سایر حالات است (به ترتیب 0/733، 0/680 و 0/713 کیلوگرم بر کیلوگرم). این وضعیت بیانگر این نکته است که مدیریت تلفیقی مناسبی از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی با کاهش تأثیر منفی رقابت علف‌های هرز، توانایی گیاه زراعی را در جذب نیتروژن هم چنان در سطح مطلوبی حفظ خواهد کرد (جدول 7).

3- شاخص اتکا به نیتروژن: این شاخص بیانگر نسبت کود نیتروژن مصرف شده به میزان نیتروژن در دسترس گیاه می‌باشد. در واقع کمیت این شاخص نشان دهنده وابستگی بالاتر گیاه به منابع خارجی نیتروژن (برای مثال کود شیمیایی) برای جبران کمبود این عنصر است (فاجریا 2009). بررسی روش‌های مدیریت کود نشان می‌دهد که مقدار این شاخص با کاهش سهم نیتروژن از تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) به تیمار N4 (25 درصد کودهای نیتروژن همراه با کودهای بیولوژیکی) کاهش یافته است (از 0/415 به

جدول 7- مقایسه میانگین برخی شاخص های کارایی نیتروژن درگندم تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و تراکم علف هرز.

تیمارها	کارایی مصرف نیتروژن (Kg.kg <sup>-1</sup> )	کارایی جذب نیتروژن (Kg.kg <sup>-1</sup> )	شاخص اتکا به نیتروژن (Kg.kg <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت نیتروژن درصد
نوع کود				
N1	29/22 c	0/476 b	0/415 a	79/45 a
N2	34/94 b	0/541 ab	0/346 b	75/31 a
N3	41/11 ab	0/607 ab	0/263 c	74/55 a
N4	43/02 a	0/708 a	0/152 d	79/38 a
N5	36/26 b	0/621 ab	-	75/20 a
تراکم علف هرز				
W1	43/73 a	0/620 a	0/256 a	78/02 a
W2	33/81 b	0/538 b	0/234 ab	77/09 a
W3	33/19 b	0/615 ab	0/216 b	75/23 a
برهم کنش کود* تراکم علف هرز				
N1W1	31/89 bc	0/530 ab	0/446 a	80/30 a-c
N1W2	30/1 bc	0/496 ab	0/413 ab	84/38 ab
N1W3	25/66 c	0/596 ab	0/386 bc	73/68 a-c
N2W1	43/34 a-c	0/663 a	0/373 b-d	78/98 a-c
N2W2	28/32 bc	0/553 ab	0/346 c-e	70/47 bc
N2W3	33/14 bc	0/606 ab	0/320 de	76/50 a-c
N3W1	53/96 a	0/503 ab	0/290 ef	69/38 c
N3W2	33/55 bc	0/370 b	0/260 f	76/12 a-c
N3W3	35/82 a-c	0/556 ab	0/240 f	78/16 a-c
N4W1	47/54 ab	0/733 a	0/170 g	75/95 a-c
N4W2	40/71 a-c	0/680 a	0/150 g	84/54 a
N4W3	40/82 a-c	0/713 a	0/136 g	77/65 a-c
N5W1	41/91 a-c	0/690 a	-	80/83 a-c
N5W2	36/38 bc	0/590 ab	-	74/59 a-c
N5W3	30/50 bc	0/583 ab	-	70/18 c

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح آماری 5% معنی دار نمی باشند.

N1: 100 درصد کود شیمیایی، N2: 75 درصد کود شیمیایی کودهای بیولوژیکی، N3: 50 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N4:

25 درصد کود شیمیایی و کودهای بیولوژیکی، N5: 100 درصد کود بیولوژیکی. W1: شدت کم علف هرز، W2: شدت متوسط علف هرز،

W3: شدت زیاد علف هرز.

هوایی است که به دانه منتقل می شود. همچنین به ارزیابی آن دسته از فرآیند های فیزیولوژیکی گیاه

4- شاخص برداشت نیتروژن: شاخص برداشت نیتروژن نسبتی از نیتروژن موجود در اندام های

کودهای شیمیایی) نشان می‌دهد. همچنین هر چه بر شدت رقابت علف‌های هرز (یا به عبارتی افزایش تراکم علف‌هرز در محیط) افزوده شده در مقابل مقدار این شاخص کاهش می‌یابد (به ترتیب 78/02 درصد، 77/09 درصد و 75/23 درصد). این وضعیت نشان می‌دهد که حضور علف‌هرز و تشدید رقابت کنندگی آنها باعث شده از یک سو نیتروژن کمتری جذب شده و از سوی دیگر نیز مقدار کمی انتقال نیتروژن به دانه‌ها کاهش یابد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از روش‌های مدیریت تلفیقی در مقایسه با اتکای صد در صد به کودهای شیمیایی یا بیولوژیکی تأثیر مطلوب‌تری بر وضعیت نیتروژن در اندام‌های هوایی در هر دو مرحله‌ی گرده‌افشانی و رسیدگی دارد و هم باعث بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دانه خواهد شد به علاوه بهبود شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن نیز در روش‌های تلفیقی از جمله دلایل برتری این روش‌ها می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که ارزیابی توان تولید اکوسیستم‌های زراعی صرفاً توجه به شاخص‌های زراعی مانند عملکرد دانه کافی نبوده بلکه توجه به شاخص‌های اکولوژیکی مانند شاخص‌های کارایی نیتروژن می‌تواند به عنوان معیارهای مناسب برای انتخاب عملکرد بهینه مد نظر قرار گیرد.

#### سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات پرسنل مزرعه گروه زراعت و اصلاح نباتات و آزمایشگاه شیمی تجزیه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

زراعی و خاک که منجر به بهبود کارایی تجمع نیتروژن در دانه می‌شود نیز می‌پردازد (فاجریا 2009). نتایج این آزمایش نشان داد که اگرچه مقدار شاخص برداشت نیتروژن بین مدیریت‌های مختلف کود به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ولی با مقایسه‌ی روش‌های N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) و N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) مشخص می‌شود که استفاده کامل از کودهای بیولوژیکی مقدار این شاخص را در مقایسه با استفاده کامل از کود شیمیایی کاهش می‌دهد (به ترتیب 75/20 درصد و 79/45 درصد) (جدول 7). نتیجه این تفاوت مشابه با شرایط پروتئین دانه (جدول 5) می‌باشد. به عبارت دیگر از دیدگاه زراعی چنین به نظر می‌رسد که نیتروژن بیشتری در دانه‌های گندم در تیمار N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) تجمع یافته که منجر به افزایش پروتئین دانه شده است. اما از آن جایی که محاسبه درصد پروتئین به صورت مقدار نیتروژن گیاه حاصل از دستگاه کجلال  $5/83 \times$  محاسبه می‌شود، لذا این تفاوت به این معنا نخواهد بود که صد در صد پروتئین در روش N1 (100 درصد کودهای شیمیایی) بیشتر از N5 (فقط کودهای بیولوژیکی) است. زیرا ممکن است بخشی از این برتری ناشی از تجمع نیتروژن اضافی در دانه باشد تا تجمع پروتئین بیشتر (یا به تعبیری مقداری از نیتروژن که به پروتئین تبدیل نشده است). در مقابل با مقایسه‌ی روش‌های مدیریت تلفیقی مشخص می‌شود که هر چه سهم درصد نیتروژن کاهش یافته، مقدار شاخص برداشت نیتروژن بهبود یافته است. این حالت مزیت روش‌های تلفیقی به خصوص روش تلفیقی N4 (25 درصد کودهای نیتروژن همراه با کودهای بیولوژیکی) را در مقایسه با روش N1 (100 درصد

#### منابع مورد استفاده

حاجی بلند ر، علی اصغرزاده ن و مهرفر، ز، 1383. بررسی اکولوژیکی ازوتوباکتر در دو منطقه مرتعی آذربایجان و اثر تلقیح آن روی رشد و تغذیه‌ی معدنی گیاه گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. 8 (2): 90-75.



قنواتی م، آینه بند ا و معزی ع، 1388. اثر مقدار نیتروژن و زمان وجین بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) و جوامع گیاهی. نشریه تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد 32، شماره 2.

راستگوم، قنبری ع، بنایان اول م و رحیمیان ح، 1383. اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن بر آستانه خسارت اقتصادی خردل وحشی در گندم پاییزه. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 18، شماره 2، ص 11-20.

موسوی ک، نصیری محلاتی م، رحیمیان ح، قنبری ع، بنایان م و راشد محصل م، 1383. اثرات مقدار بذر و کود نیتروژن بر رقابت خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) با گندم پاییزه (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهشهای زراعی ایران. 2 (1): 107-120.

Akhtar M, Mehmood A, Ahmad and Ighbal K, 2000. Nitrogen uptake efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by nitrogen level and weed-crop competition duration. Pakistan Journal of Biological Science, 3(6): 1002-1003.

Amal G, Ahmed M.A, Ahmed Magda H, Mohamed and M.M. Tawfik, 2011. Integrated Effect of organic and biofertilizers on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture biological sciences, 7(1): 105-114.

Amanullah, Ahmed Aziz Kurd, Saifullah Khan, Munir Ahmed and Jahangir Khan, 2012. Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zaardan in balochiistan substitute in balochistan. Pakistan Journal of Agricultural Research, Vol. 25 No. 1.

Barik AK and Goswami A, 2003. Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agronomy, 48(2): 100-102.

Bashan Y, Holguin G and De-Bashan L.E, 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology, 50: 521-577.

Barea JM, Pozo M.J, Azcon R and Azcon-Aguilar C, 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.

De Freitas JR, 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculated with rhizobacteria. Pedobiologia, 44: 97-104.

Dawson JC., Huggins DR and Jones SS, 2008. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agriculture systems. Field Crops Research. 107: 89-101.

Dordas CA, 2011. Nitrogen nutrition index and its relationship to N use efficiency in linseed. European Journal of Agronomy, 34: 124-132.

Fageria NK, 2009. The use of nutrients in crop plants, CRC Press, New York.

- El-Komy HM A, 2005. Co-immobilization of *Azospirillum lipoferum* and *Bacillus megaterium* for successful phosphorus and nitrogen nutrition of wheat plants. *Food Technol. Biotechnol*, 43(1): 19–27.
- Huggins DR and Pan WL, 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal*, 85: 898-905.
- Kumar V and Ahlawat IPS, 2006. Effect of biofertilizer and nitrogen on wheat (*Triticum aestivum*) and their after effects on succeeding maize (*Zea mays*) in wheat-maize cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76(8): 465-468.
- Kizilkaya R, 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*, 33: 150-156.
- Narula N, Kumar V, Behl RK, Deubel A, Gransee A and Merbach, W, 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163: 393-398.
- Ozturk A, Caglar O and Sahin F, 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 262-266.
- Panwar JDS, 1991. Effect of VAM and *Azospirillum brasilense* on photosynthesis, nitrogen metabolism and grain yield in wheat. *Indian Journal of Plant Physiology*, 34: 357-361.
- Patterson D, 1995. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. *Weed Sciences*, 43:483-490.
- Rai SN and Gaur AC, 1998. Characterization of *Azotobacter* spp. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculants on the yield and N-uptake of wheat crop. *Plant and Soil*, 109: 131-134.
- Ahir ISA and Nakata N, 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. *Journal Agronomy Crop Science*, 191: 106–115.
- Wright KJ, Seavers GP Peters NCB and Marshall MA, 1999. Influence of soil moisture on the competitive ability and seed dormancy of *Sinapis arvensis* in spring wheat. *Weed Research*, 39: 309-317.