

## Crop Yield and Growth Trait Response to Varied Nitrogen Fertilization and Pre-Planting of Cover Crops in Rice (*Oryza sativa* L.)

Hannaneh Mehdipour<sup>1</sup>, Behnam Kamkar<sup>2\*</sup>, Rahmat Abbasi<sup>3</sup>,  
Asieh Siahmarguee<sup>4</sup>

Received: 26 January 2024 Accepted: 18 April 2024

1-PhD Student of Agronomy, Dept. of Agronomy, Plant Production Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2-Prof., Agrotechnology Dept. Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

4- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Plant Production faculty. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

\*Corresponding Author: E-mail: kamkar@um.ac.ir

### Abstract

**Background and Objective:** This study was performed to investigate the effect of nitrogen fertilizer levels and pre-planting of cover crops on some vegetative traits and yield of rice plants.

**Material and Methods:** This experiment was conducted over 2017-2018 and 2018-2019, at the research farm of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The experimental design employed a three-replicated split-plot arrangement within a randomized complete block design. The main plots involved five nitrogen consumption levels (0, 120, 240, 320, and 400 kg ha<sup>-1</sup>). The sub-plots included four types of pre-planted cover crops (no cover crop, canola, bersim clover, and rye).

**Results:** Based on the findings, employing berseem clover as a cover crop in pre-sowing resulted in a significantly more favorable rice yield than others. Nitrogen fertilizer at rates of 320- 400 kg ha<sup>-1</sup> led to enhanced vegetative traits, yield, and various yield components, including leaf area index and tiller number, ultimately resulting in increased overall yield. Results revealed that planting bersim clover cover crop before planting rice, along with 320 kg ha<sup>-1</sup> of urea fertilizer, leads to 41.5% higher yield compared to no fertilizer.

**Conclusion:** Bersim clover stood out among the pre-planting cover crops, significantly enhancing many rice traits. Additionally, no significant difference was observed between urea fertilizer levels of 320 and 400 kg ha<sup>-1</sup> in several measured traits. Thus, the integrated treatment of bersim clover cover crop and 320 kg ha<sup>-1</sup> of urea fertilizer is recommended before planting rice.

**Keywords :** Bersim Clover, Cover Crops, Grain Yield, Leaf Area Index, Nitrogen Fertilizer

## بازتاب برخی از صفات رشدی و عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.) به کاربرد سطوح کود نیتروژن و پیش کاشت گیاهان پوششی

حنا مهدی پور<sup>۱</sup>، بهنام کامکار<sup>۲\*</sup>، رحمت عباسی<sup>۲</sup>، آسیه سیاهمرگویی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۳۰

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\* مسئول مکاتبه: E-mail: kamkar@um.ac.ir

### چکیده

**مقدمه و اهداف:** این تحقیق با هدف بررسی اثر کاربرد سطوح کود نیتروژن و پیش کاشت گیاهان پوششی بر برخی صفات رویشی و عملکرد گیاه برنج انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش در طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ و ۱۳۹۸-۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سطوح صفر، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در کرت‌های اصلی و انواع گیاهان پوششی در چهار سطح (بدون گیاه پوششی، کلزا، شبدر برسيم و چاودار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** طبق نتایج، عملکرد برنج در زمان استفاده از پیش کاشت گیاه پوششی شبدر برسيم به طور معنی داری بیشتر از دیگر پیش کاشت‌های گیاهان پوششی بود. استفاده از کود نیتروژن در سطوح ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد از جمله شاخص سطح برگ، تعداد پنجه و در نهایت افزایش عملکرد شد. نتایج نشان داد که کاربرد پیش کاشت گیاه پوششی شبدر برسيم در تلفیق با ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره جهت کسب مطلوب عملکرد دانه برنج (۴۱/۵ درصد افزایش نسبت به عدم کاربرد کود) قابل توصیه است.

**نتیجه‌گیری:** در بین گیاهان پیش کاشت پوششی بررسی شده در این تحقیق، شبدر برسيم توانست باعث افزایش معنی دار بیشتر صفات بررسی شده برنج گردد و با توجه به اینکه بین دو سطح ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده تفاوت زیادی وجود نداشت، بنابراین توصیه می‌شود از تیمار تلفیقی پیش کاشت گیاه پوششی شبدر برسيم و ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص سطح برگ، شبدر برسيم، کود نیتروژن، گیاهان پوششی، عملکرد دانه

### مقدمه

دنیاست و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داده است و غذای اصلی نیمی از مردم دنیا را تشکیل می‌دهد (امام ۲۰۰۷). با توجه به

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی و مهم‌ترین منبع تغذیه‌ای مردم

جهت ژنوتیپ‌های برنج هوازی امکان کشت و توسعه آن‌ها را در مناطق کم‌آب و با تنوع کشت مانند شرق مازندران، استان گلستان و یا شرایط مشابه فراهم خواهد ساخت (مومنی ۲۰۱۲).

در بین عناصر غذایی، نیتروژن مهمترین عنصر مورد نیاز برنج است و کمبود آن در تمامی نقاط دنیا مشاهده می‌شود و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد باعث کاهش عملکرد خواهد شد. همچنین استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار می‌تواند منجر به افزایش زیاد نیترات خاک بعد از برداشت محصول شود. این وضعیت می‌تواند منجر به افزایش آلودگی آب قابل شرب شود، زیرا نیتراتی که در نیم‌رخ خاک باقی می‌ماند به داخل آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. بنابراین بررسی تعیین مقدار دقیق کاربرد نیتروژن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بلدر و همکاران ۲۰۰۵).

یکی از چالش‌های اصلی در توسعه کشت برنج هوازی، کنترل به‌موقع علف‌های هرز می‌باشد. زیرا با توجه به کند بودن رشد اولیه گیاهچه برنج، کاهش عملکرد ناشی از حضور این گیاه در رقابت با برنج هوازی بسیار چشم‌گیر است. در کشت مستقیم شدت علف هرز بیشتر از کشت نشایی است زیرا در این سیستم علف‌های هرز هم‌زمان با برنج سبز می‌شوند و ارتفاع آب لازم برای سرکوبی علف هرز همانند روش نشایی وجود ندارد و خطر کاهش عملکرد برنج در اثر رقابت علف هرز بسیار جدی است (الا و همکاران ۲۰۰۴). از این‌رو معرفی روش‌های موثر در کاهش خسارت ناشی از علف‌های هرز در برنج بسیار ضروری است. در نگاه اول به‌نظر می‌رسد وجود علف‌کش‌ها راه حل بسیار مناسبی برای حل این مشکل است اما با نگاهی عمیق‌تر به مشکلاتی که در اثر مصرف علف‌کش‌های شیمیایی رخ می‌دهد از جمله آلودگی‌های زیست محیطی، بروز پدیده مقاومت و... می‌توان به این جمع بندی رسید که به‌کارگیری انحصاری از علف‌کش‌ها در زراعت کشت هوازی برنج، جایگاهی ندارد. یکی از روش‌های اکولوژیک و مؤثر در مهار علف‌های هرز استفاده از گیاهان پوششی و حفظ بقایای آنها در سطح خاک است. گیاهان پوششی علاوه بر اثرات دگرآسیبی می‌توانند از طریق سایه‌اندازی و یا اثر بر خصوصیات بستر کشت، جوانه‌زنی و رشد

روند تغییرات اقلیم و بروز بی‌آبی و کم‌آبی در آسیا، به ویژه زراعت ارقام برنج مبتنی بر غرقابی، لزوم استفاده بهینه از آب در تولید برنج اجتناب ناپذیر شده است. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که در کشت برنج مبتنی بر شیوه غرقابی، عموماً کارایی مصرف آب بسیار پایین بوده و گزارش شده است که ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ لیتر آب برای تولید یک کیلوگرم برنج مصرف می‌شود (شاشیده‌ها ۲۰۰۷)، در حالیکه براساس پژوهشی دیگر در شرایط کنترل شده، مقدار نیاز واقعی آب جهت تولید یک کیلوگرم برنج تنها ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر بوده است (پریدیا ۲۰۱۲). گزارش شده است که آبیاری غرقابی علاوه بر مصرف آب بالا باعث کاهش کارایی مصرف کود نیز می‌شود. سیستم مرسوم نشایی تولید برنج در خاک گل‌ورزی شده باعث تخریب ساختمان خاک و کاهش حجم خلل و فرج بزرگ در آن شده و همزمان با افزایش خلل و فرج‌های ریز و میکروسکوپی در خاک، باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی در تناوب با برنج که جهت افزایش بهره‌وری مدنظر می‌باشند می‌شود (شاشیده‌ها ۲۰۰۷).

در این رابطه راهکارهای مختلفی جهت کاهش میزان مصرف آب بکار گرفته شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به کشت در خاک اشباع (بورل و همکاران ۱۹۹۷)، آبیاری متناوب با تر و خشک نمودن دوره‌ای خاک (تابال و همکاران ۲۰۰۲)، پوشش خاک با مالچ پلاستیکی و گیاهان پوششی (هی و همکاران ۲۰۱۳)، سیستم تولید فشرده برنج (استوپ و همکاران ۲۰۰۲)، کشت در روی بسترهای بلند (سینگ و همکاران ۲۰۰۸)، کشت هوازی برنج (باومن و همکاران ۲۰۰۲) و اصلاح ارقام برنج متحمل به تنش خشکی و کم‌آبی (فیشتر و همکاران ۲۰۰۳) اشاره نمود.

در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۸۷ روی ۶۸ ژنوتیپ هوازی برنج ارسالی از ایری و تعدادی ارقام ایرانی در شرکت زراعی دشت ناز و در شرایط آبیاری بارانی و در بستر خشک کشت انجام شد، مشخص گردید که اغلب ارقام و ژنوتیپ‌هایی که مبتنی بر سیستم کشت هوازی توسعه داده شده‌اند، دارای واکنش مطلوبی در شرایط مورد آزمایش بودند، درحالی که اغلب ارقام ایرانی یا از بین رفته‌اند، یا تولید عملکرد اقتصادی نداشتند و یا حساس به بلاست بودند. از این

گیاهان بعدی را تحت تاثیر قرار دهند (شریفی زیوه و همکاران ۲۰۲۳).

بسته به شرایط اقلیمی، کاشت گیاه پوششی زمستانه در زمان مناسب و پیش از شروع سرما و همچنین استفاده از یک گیاه پوششی سریع‌الرشد می‌تواند به چیره‌شدن آن به علف‌های هرز کمک کند (ابدانی و همکاران ۲۰۱۵). این گیاهان سبب افزایش مواد آلی خاک، حفظ و یا افزایش قابلیت دسترسی سایر گیاهان به عناصر غذایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک می‌شوند. گیاهان پوششی زمستانه از طریق رشد و پوشش خاک در طول دوره‌ی زمستان مانع از تخریب ساختمان خاک می‌شوند. همچنین این گیاهان می‌توانند یک خاکورزی کننده زنده باشند، زیرا باعث نفوذپذیری بهتر خاک می‌گردند و لایه‌های متراکم خاک را می‌شکنند. به علاوه بقایای گیاهان پوششی سبب افزایش ماده آلی و محتوای نیتروژن خاک می‌شوند (صمدانی و منتظری ۲۰۰۹).

در مزارع برنج طی زمستان زمین خالی بوده و در این زمان استفاده از گیاهان پوششی موجب حاصلخیزی خاک، کنترل علف هرز، کاهش فرسایش، کاهش آبخشوی نیترات می‌شود. گزارش شده است که برخی از گیاهان زراعی مانند کلزا و کودهای سبز به عنوان گیاهان خاک‌ساز نقش به‌سزایی در افزایش ماده آلی خاک، ساختمان بهتر خاک و عمیق‌تر کردن خاک سطحی ایفا می‌کند (پینتر و همکاران ۱۹۹۵). گیاهان پوششی می‌توانند عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن را افزایش دهد. همچنین گیاهان پوششی موجب اصلاح بافت، ساختمان خاک، افزایش خاصیت نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک شده و در نتیجه به آب و کود کمتری در کشت محصول اصلی نیاز خواهد داشت (حسن زاده گورتپه و همکاران ۲۰۱۰).

چاودار، شبدر و کلزای زمستانه از جمله گیاهان پوششی هستند که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گیاهان به دلیل تولید بیوماس متراکم و داشتن ترکیبات آللوپاتیک، یکی از مناسب‌ترین گیاهان جهت کاشت به‌عنوان گیاه پوششی می‌باشند (غفاری و همکاران ۲۰۱۳). شناخت دگرآسیب بودن این گیاهان و توانایی آن در کاهش علف‌های هرز قدمت کهنی دارد (ابدانی و همکاران ۲۰۱۵). گیاهان پوششی زمستانه

همچنین می‌توانند نیتروژن باقیمانده در خاک که حاصل از کشت قبلی می‌باشد را جذب و نیتروژن اتمسفری را تثبیت کنند که هر دو نوع این نیتروژن، نیتروژن مورد نیاز محصول بعدی را مهیا می‌کنند (صمدانی و منتظری ۲۰۱۸). بنابراین این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد سطوح کود نیتروژن و کاشت گیاهان پوششی بر برخی از صفات رویشی و عملکرد گیاه برنج انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده فرح‌آباد با مختصات طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۶ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۱/۵ متری از سطح دریا انجام شد. جهت انجام این تحقیق ابتدا آنالیز خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک قبل از کاشت گیاهان پیش‌کاشت انجام شد و میزان عناصر غذایی خاک نیز به‌طور مجزا اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

یک قطعه زمین به مساحت ۵۰۰ مترمربع دیسک زده شد و سپس کرت بندی انجام شد. کرت‌ها در ابعاد ۳ متر طول و ۱/۸ متر عرض آماده شدند. برای هر تکرار ۲۰ عدد کرت با ابعاد ذکر شده آماده شدند و درون هر کدام از کرت‌ها نیز جوی و پشته‌هایی به فاصله‌ی ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر ایجاد شد. فاصله بین کرت‌های فرعی، اصلی و تکرارها از یکدیگر به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. مصرف نیتروژن خالص در پنج سطح (صفر، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های اصلی و انواع گیاهان پیش‌کاشت در چهار سطح (بدون گیاه پیش‌کاشت، کلزا، شبدر برسيم و چاودار) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. برخی خصوصیات بذر گیاهان پوششی مورد استفاده در این آزمایش در جدول (۱) آمده است. گیاهان پیش‌کاشت در دی ماه سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در سه برابر تراکم معمول کشت شدند. مقدار بذر مورد استفاده برای گیاهان چاودار، شبدر برسيم و کلزا به ترتیب ۳۸۰، ۹ و

جدول ۱- برخی خصوصیات گیاهان پوششی مورد استفاده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

| گیاه پوششی  | نام علمی                         | خانواده  | وزن هزار دانه (g) | بذر توصیه شده<br>در هکتار<br>(Kg.ha <sup>-1</sup> ) | قوة نامیه<br>(%) |
|-------------|----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| کلزا        | <i>Brassica napus</i> L.         | Poaceae  | ۳/۷               | ۲-۴                                                 | ۹۸               |
| شبدر برسيم  | <i>Trifolium alexandrinum</i> L. | Fabaceae | ۳/۱               | ۲۵                                                  | ۱۰۰              |
| چاودار      | <i>Secale cereale</i> L.         | Poaceae  | ۲۰-۵۵             | ۱۰۰-۱۵۰                                             | ۹۸               |
| خصوصیات خاک |                                  |          |                   |                                                     |                  |
| بافت خاک    | پتاسیم<br>(mg.kg <sup>-1</sup> ) | فسفر     | کربن آلی<br>(%)   | هدایت الکتریکی<br>(dS.cm <sup>-1</sup> )            | نیترژن<br>(%)    |
| رسی-لومی    | ۱۶۰/۰۷                           | ۳۸/۴۲    | ۱/۵               | ۰/۷۵                                                | ۱۵               |
| اسیدیته     | ۷/۶۷                             |          |                   |                                                     |                  |

دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک گردید و وزنهای خشک با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند. ارتفاع بوته گیاه برنج نیز ۹۰ روز پس از سبز شدن با انتخاب ۱۰ بوته از منطقه نمونه برداری و با استفاده از خطکش اندازه گیری شد. شاخص سطح برگ، براساس متوسط چهار بوته ی برنج و پس از جداسازی برگ ها و قرار گرفتن روی کاغذ، اسکن برگ ها توسط دستگاه اسکنر hp M1132 MFP انجام شد. سپس مساحت برگ ها با استفاده از نرم افزار دیجی مایزر<sup>۱</sup> محاسبه و به واحد مترمربع تبدیل گردید.

برای اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد برنج در پایان فصل رشد (۲۸ و ۳۰ شهریور ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اعمال)، پس از حذف اثر حاشیه ای، تعداد بوته های یک مترمربع از هر کرت کفبر شده درون پاکت های کاغذی قرار گرفتند و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد خشک، سپس توزین و عملکرد بیولوژیک برنج تعیین شد. همچنین ده بوته نیز انتخاب و تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه نیز ثبت گردید. دانه ها از بوته ها جدا شده و عملکرد دانه نیز تعیین گردید. وزن هزار دانه نیز با شمارش ۱۰۰۰ دانه از دانه های سالم و پر با استفاده از دستگاه شمارشگر و توزین بذر تعیین گردید. عملکرد کاه از اختلاف عملکرد بیولوژیکی با عملکرد دانه به دست آمد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به زیست توده برنج بر حسب درصد محاسبه شد. برای اندازه گیری تعداد پنجه

۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. کفبر کردن گیاهان پیش کاشت در تاریخ ۶ اردیبهشت ماه سال های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد و بوته های کفبر شده روی سطح خاک قرار گرفتند.

آمارهواشناسی از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی در نزدیکی محل آزمایش تهیه گردید (جدول ۲).

بر اساس نتایج آنالیز خاک قبل از کاشت مقدار دو کیلوگرم کود فسفر و ۲/۵ کیلوگرم کود پتاس در زمین پخش گردید. کشت برنج جوانه دار شده رقم ندا (تهیه شده از مرکز تحقیقات برنج آمل) در ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ (یک هفته بعد از کفبر کردن گیاهان پیش کاشت) بر روی فواصل بین و روی ردیف، به ترتیب ۱۵ و ۵ سانتیمتری انجام شد. تیمارهای مختلف کود نیترژن نیز به سه قسمت تقسیم شد که یک قسمت از آن در زمان کاشت و دو قسمت دیگر در طی دو مرحله به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. کود نیترژن مورد استفاده در این پژوهش از نوع اوره با ۴۶ درصد نیترژن بود. کود نیترژن که در ۵ سطح در دو تاریخ ۱۸ تیرماه ۱۳۹۸ و ۲۸ مردادماه ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اعمال شد. جهت آبیاری مزرعه برنج سیستم آبیاری قطره ای در بین خطوط کاشت در مزرعه پیاده شد.

۹۰ روز پس از کاشت تعداد چهار بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب، برداشت و وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک تجمعی و شاخص سطح برگ اندازه گیری شد. نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون با

<sup>1</sup>Digimzyer

سال کشت، انجام شد و پس از اطمینان از همگنی واریانس‌ها، تجزیه مرکب داده‌های به‌دست آمده از پژوهش انجام و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت پذیرفت. مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون LSD محافظت‌شده ( $P \leq 0.05$ ) انجام گردید.

بارور نیز ۹۰ روز پس از کاشت، با شمارش پنجه‌های پنج کپه در هر کرت به‌طور تصادفی، میانگین آن انتخاب گردید.

تجزیه‌های آماری این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver 9.2) انجام شده است. آزمون بارتلت (Bartlett) برای ارزیابی همگنی واریانس داده‌های دو

جدول ۲- داده‌های هواشناسی ماه‌های مورد کشت

| دمای حداکثر هوا | دمای حداقل هوا | میانگین دمای هوا | میانگین دمای خاک | میانگین رطوبت نسبی (%) | مجموع تبخیر (mm) | مجموع ساعت آفتابی | مجموع بارش (mm) | تعداد روزهای بارانی |
|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| (سانتیگراد)     |                |                  |                  |                        |                  |                   |                 |                     |
| دی ۹۷           | ۱۶/۳           | ۴/۴              | ۹/۶              | ۰/۷۴                   | ۳۲/۳             | ۱۵۲               | ۱۱۶/۷           | ۸                   |
| بهمن ۹۷         | ۱۴             | ۴/۶              | ۹/۲              | ۱/۶۸                   | ۳۷/۹             | ۱۱۴               | ۵۳/۳            | ۱۱                  |
| اسفند ۹۷        | ۱۸             | ۷/۶              | ۱۱/۹             | ۳/۹۳                   | ۶۰/۴             | ۱۲۹               | ۱۸۴/۴           | ۱۴                  |
| فروردین ۹۸      | ۱۹/۷           | ۱۱/۳             | ۱۴/۹             | ۳/۲۷                   | ۷۶/۳             | ۱۴۹               | ۱۰۹/۸           | ۱۳                  |
| اردیبهشت ۹۸     | ۲۹/۲           | ۱۸/۴             | ۲۳/۲             | ۱۵/۲۶                  | ۱۴۷/۱            | ۲۰۱               | ۳/۲             | ۷                   |
| خرداد ۹۸        | ۳۳/۲           | ۲۳/۱             | ۲۷/۹             | ۲۰/۱۷                  | ۲۳۴              | ۲۹۰               | ۸               | ۲                   |
| تیر ۹۸          | ۳۱/۷           | ۲۴               | ۲۷/۲             | ۲۱/۹۳                  | ۱۳۷/۶            | ۱۵۷               | ۴۸/۲۴           | ۱۱                  |
| مرداد ۹۸        | ۳۳/۵           | ۲۲/۸             | ۲۶/۹             | ۲۰/۹۷                  | ۱۵۶/۶            | ۲۱۷               | ۹/۹             | ۶                   |
| شهریور ۹۸       | ۲۷/۶           | ۱۹/۷             | ۲۲/۸             | ۱۷                     | ۶۷/۶             | ۱۱۴               | ۶۲/۹            | ۱۴                  |
| مهر ۹۸          | ۲۵/۸           | ۱۵/۹             | ۲۰               | ۱۲                     | ۷۷/۷             | ۱۵۲               | ۷۵/۶            | ۱۱                  |
| آبان ۹۸         | ۱۷/۷           | ۸/۲              | ۱۲/۱             | ۴                      | ۵۸/۱             | ۱۵۶               | ۲۱۳/۹           | ۸                   |
| آذر ۹۸          | ۱۶/۹           | ۶/۶              | ۱۱               | ۲/۱۶                   | ۴۱/۸             | ۱۴۷               | ۲۶/۶            | ۱۰                  |
| دی ۹۸           | ۱۴             | ۴/۷              | ۸/۶              | ۰/۹۷                   | ۳۲/۹             | ۱۴۰               | ۶۵/۹            | ۱۳                  |
| بهمن ۹۸         | ۱۵/۴           | ۵/۲              | ۹/۵              | ۰/۶۲                   | ۴۰/۸             | ۱۱۸               | ۱۷۸/۹           | ۱۴                  |
| اسفند ۹۸        | ۱۶/۶           | ۸/۶              | ۱۲               | ۴/۰۶                   | ۵۳/۶             | ۱۱۰               | ۸۰/۲            | ۱۲                  |
| فروردین ۹۹      | ۱۹/۴           | ۱۱/۱             | ۱۴/۵             | ۷/۴۷                   | ۷۴/۱             | ۱۱۷               | ۵۲/۹            | ۱۷                  |
| اردیبهشت ۹۹     | ۲۸/۳           | ۱۶/۷             | ۲۲/۱             | ۱۲/۳۵                  | ۱۴۲/۵            | ۲۴۱               | ۱۷/۴            | ۱۰                  |
| خرداد ۹۹        | ۳۱/۸           | ۲۱/۷             | ۲۶/۴             | ۱۸/۴۷                  | ۱۸۴/۶            | ۲۸۴               | ۴/۲             | ۴                   |
| تیر ۹۹          | ۳۳/۴           | ۲۳/۸             | ۲۸               | ۱۹/۶۴                  | ۱۸۰/۹            | ۲۳۳               | ۲۶/۴            | ۹                   |
| مرداد ۹۹        | ۳۰/۱           | ۲۲               | ۲۵/۳             | ۱۹/۹                   | ۱۴۷/۴            | ۱۳۱               | ۵۹/۷            | ۱۳                  |
| شهریور ۹۹       | ۳۰/۹           | ۲۰/۸             | ۲۵               | ۱۷/۶                   | ۱۵۰/۸            | ۲۰۲               | ۱/۳             | ۳                   |

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی معنی‌داری اثر سال کاشت بر وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ ( $P \leq 0.05$ ) و وزن خشک ساقه ( $P \leq 0.01$ ) بود و بر صفات ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۳). مصرف کود نیتروژن و کاشت گیاهان پوششی در مزرعه اثری بسیار معنی‌دار بر تمام صفات

رویشی و رشدی اندازه‌گیری شده داشت. در بین اثرات متقابل، اثر دوگانه‌ی سال و کود نیتروژن به جز در شاخص سطح برگ در هیچ صفتی معنی‌دار نبود. اثر متقابل کود و گیاهان پوششی بر وزن خشک‌های برگ، ساقه و عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار گردید در حالیکه بر ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ

سال اول کاشت بود (جدول ۴). تفاوت ارتفاع بوته، وزن خشک‌های برگ و ساقه و شاخص سطح برگ و در سال دوم کاشت نسبت به سال اول به ترتیب ۱۴/۵۵، ۸/۶۴، ۴/۶۵، ۶/۲۹ و ۵/۱۹ درصد به‌صورت افزایشی

اثر معنی‌داری به جا نگذاشت. دیگر اثرات دوگانه و سه-گانه در هیچ کدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال بر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که در سال دوم کاشت، بوته‌های برنج دارای ارتفاع و وزن خشک برگ و ساقه‌ی بیشتر بودند که به دنبال آن شاخص سطح برگ نیز در سال دوم بیشتر از

جدول ۳- میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب بر صفات رویشی و فیزیولوژیک گیاه برنج تحت تأثیر عامل‌های مورد بررسی

| منابع تغییر      | درجه آزادی | ارتفاع بوته         | وزن خشک برگ         | وزن خشک ساقه        | عملکرد بیولوژیک     | شاخص سطح برگ       |
|------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| سال کاشت (A)     | ۱          | ۱/۵۹ <sup>ns</sup>  | ۳۱۲/۳۱*             | ۲۱۶/۶۸**            | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>  | ۳/۰۴*              |
| تکرار (سال)      | ۴          | ۱۶/۵۱ <sup>ns</sup> | ۱۲/۰۶ <sup>ns</sup> | ۱۳/۵۷ <sup>ns</sup> | ۱۳/۶۵ <sup>ns</sup> | ۰/۴۳ <sup>ns</sup> |
| کود نیتروژن (B)  | ۴          | ۲۷۳/۳**             | ۱۱۵۱/۹۱**           | ۲۹۲۵/۳۱**           | ۷۶۶۵/۱۲**           | ۹/۵۵**             |
| A×B              | ۴          | ۴/۱۶ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۳*              |
| خطای کود         | ۱۶         | ۲۰/۴۱               | ۴/۳۹                | ۵/۲                 | ۳/۲۱                | ۰/۰۱               |
| گیاهان پوششی (C) | ۳          | ۴۸۴**               | ۲۷۱/۹۴**            | ۵۱۸**               | ۱۴۹۷/۷۷**           | ۱۱/۲۵**            |
| A×C              | ۳          | ۱/۸۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۲ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> |
| B×C              | ۱۲         | ۱۹/۷۷ <sup>ns</sup> | ۵/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۳۷/۵۶**             | ۳۲/۴۴**             | ۰/۰۲ <sup>ns</sup> |
| A×B×C            | ۱۲         | ۳/۳۲ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۶ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱ <sup>ns</sup> |
| خطای کل          | ۱۱۹        | ۱۰/۵۵               | ۲/۶۹                | ۱۲۰/۳۷              | ۳۰۳/۳۵              | ۰/۷۱               |
| ضریب تغییرات (%) |            | ۳/۱۶                | ۴/۲۲                | ۳/۵۴                | ۲/۷۲                | ۶/۵۹               |

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد. ns عدم معنی‌داری است.

زیاد در دوره رشدی گیاه برنج سال دوم کمتر از سال اول بوده که منجر به رشد رویشی بهتر و استفاده بهتر از نور نیز شده است (جدول ۲).

بود (جدول ۴). با توجه به اینکه دمای هوا در سال دوم کمتر از سال اول بود و میزان رطوبت نسبی هوا نیز در سال دوم روند تغییرات منظم تری داشت می‌توان انتظار داشت که میزان آسیب ناشی از دما و رطوبت

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال کاشت بر صفات رویشی و فیزیولوژیک در گیاه برنج

| سال‌های کاشت        | وزن خشک برگ ( $\text{g.m}^{-2}$ ) | وزن خشک ساقه ( $\text{g.m}^{-2}$ ) |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| سال اول کاشت (۱۳۹۸) | ۳۷/۲۶ <sup>b</sup>                | ۵۷/۷۹ <sup>b</sup>                 |
| سال دوم کاشت (۱۳۹۹) | ۴۰/۴۸ <sup>a</sup>                | ۶۰/۴۸ <sup>a</sup>                 |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژن ارتفاع بوته گیاه و وزن خشک برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین ارتفاع بوته و

وزن خشک برگ به‌ترتیب با حدود ۹ و ۶۰ درصد افزایش نسبت به سطح صفر در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته و وزن خشک برگ گیاه برنج

| ارتفاع بوته<br>(cm)  | وزن خشک برگ<br>(g.m <sup>-2</sup> ) | سطوح کود نیتروژن<br>(Kg.ha <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| ۹۷/۶۸ <sup>d</sup>   | ۲۹/۸۷ <sup>e</sup>                  | صفر                                        |
| ۱۰۲/۲۱ <sup>c</sup>  | ۳۵/۹۹ <sup>d</sup>                  | ۱۲۰                                        |
| ۱۰۳/۱۱ <sup>bc</sup> | ۳۷/۲۷ <sup>c</sup>                  | ۲۴۰                                        |
| ۱۰۴/۹۳ <sup>ab</sup> | ۴۳/۴۳ <sup>b</sup>                  | ۳۲۰                                        |
| ۱۰۶/۶ <sup>a</sup>   | ۴۷/۷۸ <sup>a</sup>                  | ۴۰۰                                        |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

در مقدار مصرفی ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن نیز به ترتیب افزایش ۴/۶۴، ۵/۵۶ و ۷/۴۲ درصدی ارتفاع بوته و افزایش ۲۰/۴۹، ۲۴/۷۷ و ۴۵/۴۰ درصدی وزن خشک برگ نسبت به شاهد مشاهده گردید که نشان دهنده اثر مطلوب کاربرد نیتروژن بر صفات رویشی است. در گزارش پژوهشگران دیگر نیز قید شده است که افزایش مقدار کود مصرفی بر میانگین ارتفاع بوته اثر معنی‌دار و افزایش ارتفاع بوته را در پی داشت (فرجی و میرلوحی ۱۹۹۸). طی آزمایشی نیز روی برنج هیبرید، کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت و منجر به افزایش ارتفاع بوته گردید (چاتورودی ۲۰۰۵).

طبق نتیجه مقایسه میانگین اثر پیش کاشت گیاهان پوششی بر صفات اندازه‌گیری شده، بیشترین ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ زمانی مشاهده شد که از گیاه شبدر به عنوان گیاه پوششی استفاده گردید (جدول ۶). به طوریکه نسبت به شرایط بدون پیش کاشت به ترتیب ۹/۹۷، ۲۰/۶۲ و ۳۰/۸۴ درصد افزایش داشت (جدول ۶). کاشت گیاهان پوششی از خانواده لگوم‌ها به دلیل توانایی در تثبیت نیتروژن جوی برای تقویت خاک از نظر این عنصر نقش به سزایی دارند. با این حال، بر اساس نظر محققان، کاشت ترکیبی از گیاهان پوششی لگوم و غله می‌تواند از مزایای بیشتری در یک محدوده گسترده از آشیان‌های اکولوژیک برخوردار باشد (اسنپ و همکاران ۲۰۰۵).

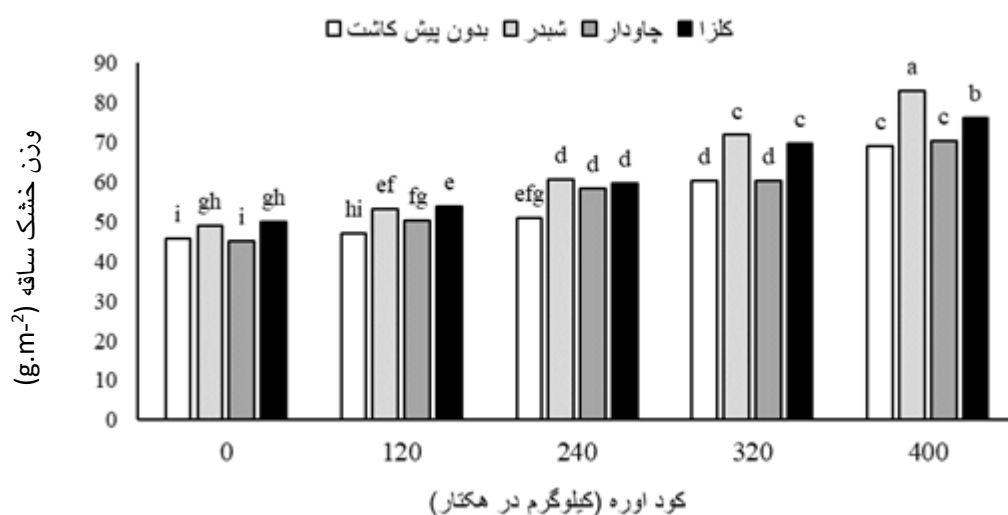
جدول ۶- مقایسه میانگین اثر گیاهان پوششی بر برخی صفات بررسی شده برنج

| گیاهان پوششی    | ارتفاع بوته<br>(cm) | وزن خشک برگ<br>(g.m <sup>-2</sup> ) | شاخص سطح<br>برگ   |
|-----------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|
| بدون گیاه پوششی | ۹۸/۰۹ <sup>c</sup>  | ۳۴/۹۷ <sup>d</sup>                  | ۴/۵۴ <sup>d</sup> |
| شبدر            | ۱۰۷/۸۷ <sup>a</sup> | ۴۲/۱۸ <sup>a</sup>                  | ۵/۹۴ <sup>a</sup> |
| چاودار          | ۱۰۳/۳۸ <sup>b</sup> | ۳۸/۵۲ <sup>c</sup>                  | ۴/۹۸ <sup>c</sup> |
| کلزا            | ۱۰۲/۲۹ <sup>b</sup> | ۳۹/۸۱ <sup>b</sup>                  | ۵/۵۳ <sup>b</sup> |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

پیش کاشت شده بود، مصرف مقادیر ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن به ترتیب موجب افزایش ۸/۱، ۲۳/۴۳، ۴۶/۲۳ و ۶۹/۲۴ درصدی در مقایسه با شرایط بدون مصرف کود شد. در کرت‌هایی که چاودار گیاهان پیش کاشت بود نیز مصرف کود نیتروژن به ترتیب ۱۱/۵۸، ۲۹/۲۲، ۳۴/۱۰ و ۵۶/۱۱ درصد نسبت به کرت‌هایی که چاودار پیش کاشت شده ولی کود نیتروژن در کشت برنج مصرف نشده بود، افزایش وزن خشک ساقه داشتند (شکل ۱). در نهایت مصرف سطوح کود نیتروژن همزمان با کشت برنج در کرت‌هایی که کلزا گیاه پوششی پیش کاشت شده بود، به ترتیب افزایش ۷/۸۵، ۵۹/۵۹، ۳۹/۹۳ و ۵۲/۷۸ درصدی وزن خشک ساقه مشاهده شد. به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده، پیش کاشت گیاه شبدر بیشترین اثر مثبت را افزایش وزن خشک ساقه به همراه داشت. گیاه شبدر تثبیت‌کننده نیتروژن است و مصرف کود نیتروژن نیز موجب افزایش رشد رویشی در گیاه برنج از جمله ارتفاع بوته گردید.

مصرف کود نیتروژن برای گیاه برنج پس از برداشت گیاهان پوششی، موجب افزایش وزن خشک ساقه در گیاه برنج نسبت به شرایط شاهد (بدون کود و بدون پیش کاشت گیاه پوششی) شد (شکل ۱). در کرت‌هایی که پیش کاشت گیاه شبدر صورت گرفته بود، همه سطوح مصرفی کود نیتروژن در زمان کاشت برنج، بیشترین اثر افزایشی را بر ارتفاع بوته داشت. بیشترین ارتفاع بوته ثبت شده در کرت‌های با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن که شبدر به عنوان گیاه پوششی پیش کاشت شده بود، تعلق داشت که نسبت به شرایط بدون کود و بدون پیش کاشت گیاه پوششی ۲۰/۲۶ درصد و نسبت به شرایط بدون کود و بدون پیش کاشت گیاه پوششی ۸۱/۹۱ درصد افزایش ارتفاع بوته داشت (شکل ۱). مصرف ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در کرت‌هایی که پیش کاشت گیاهان پوششی صورت نگرفته بود به ترتیب افزایش ۳، ۱۱/۶۰، ۳۲/۱۵ و ۵۱/۲۷ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به شرایط شاهد (بدون پیش کاشت گیاه پوششی و بدون کود) داشت. در کرت‌هایی که شبدر به عنوان گیاه پوششی،



شکل ۱- ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن در پیش کاشت گیاهان پوششی برای وزن خشک ساقه برنج

کود نیتروژن در کرت‌هایی که گیاهان پوششی پیش کاشت شده بودند، بر میزان عملکرد بیولوژیک افزوده شد (شکل ۲)، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک در مصرف ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست

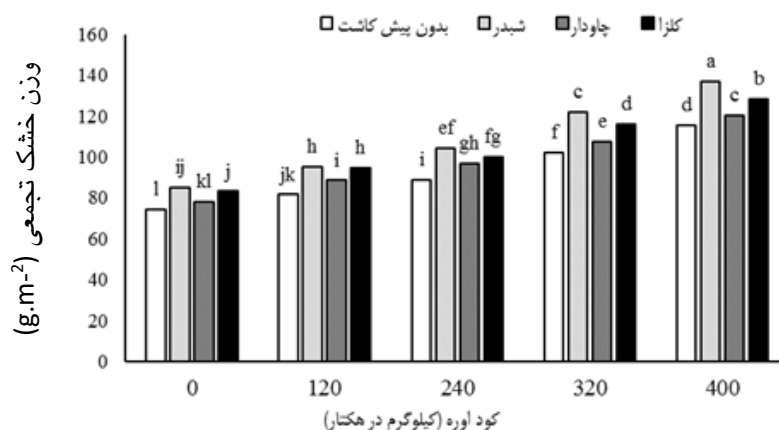
در بررسی اثر متقابل کود نیتروژن و پیش کاشت گیاهان پوششی بر عملکرد بیولوژیک برنج مشخص شد که کمترین میزان در شرایط شاهد (بدون کود و بدون پیش کاشت گیاه پوششی) بود و همراه با افزایش مقدار

کیلوگرم در هکتار چاودار و کلزا اثر مثبت بیشتری بر افزایش عملکرد بیولوژیک داشتند در حالی در مصرف مقادیر ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های دارای پیش کاشت شبدر بیشترین افزایش عملکرد بیولوژیک ثبت شد (شکل ۱).

بیشتر نیتروژن تثبیت شده در بقولات دانه‌ای مانند باقلا به دانه انتقال و با برداشت دانه از نظام‌های کشاورزی خارج می‌شود و در نتیجه افزودن کود شیمیایی نیتروژن جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در غلات در صورت کشت آن‌ها پس از بقولات دانه‌ای ضروری به نظر می‌رسد (دانگا و همکاران ۲۰۰۹). در همین راستا، محققان گزارش کردند که بقولات علوفه‌ای در مقایسه با بقولات دانه‌ای تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد غلات در نظام‌های کشت بقولات- غلات دارند (مان و همکاران ۲۰۰۰). در این آزمایش نیز عملکرد برنج در صورت کاشت پس از شبدر برسمیم بیش از ۵۰ درصد بیشتر از عملکرد آن در صورت کاشت پس از دیگر گیاهان پوششی مورد نظر بوده است.

آمد. افزایش عملکرد بیولوژیک شرایط بدون پیش کاشت، پیش کاشت شبدر، چاودار و کلزا نسبت به شرایط شاهد به ترتیب ۵۵/۰۲، ۶۰/۹۵، ۵۴/۱۷ و ۵۴/۵۸ درصد بود که در این بین گیاه شبدر به عنوان گیاه پوششی بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

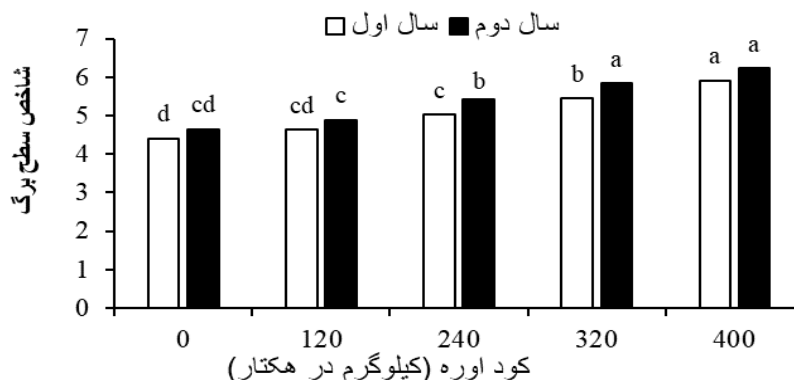
کابرد مقادیر ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن در کرت‌های بدون پیش‌کاشت گیاهان پوششی به ترتیب موجب افزایش ۹/۶۱، ۱۹/۵۶، ۳۷/۴۸ و ۵۵/۰۲ درصدی عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد در پی داشت. افزایش عملکرد بیولوژیک در مقادیر ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در کرت‌هایی که قبل از کاشت برنج گیاهان دارای شبدر (به ترتیب ۱۱/۶۳، ۲۲/۴۹، ۴۳/۳۲ و ۶۰/۹۶ درصد)، چاودار (به ترتیب ۱۳/۲۸، ۲۳/۹۲، ۳۷/۳۳ و ۵۴/۱۷ درصد) و کلزا (به ترتیب ۱۳/۸۳، ۲۰/۴۰، ۳۹/۵۸ و ۵۴/۵۷ درصد) به عنوان گیاه پوششی بودند نیز مشهود بود که در این بین در مقادیر ۱۲۰ و ۲۴۰



شکل ۲- ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن در پیش کاشت گیاهان پوششی برای عملکرد بیولوژیک برنج

همراه با افزایش مقدار نیتروژن تا سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بر میزان این صفت افزوده شد (شکل ۳). در بررسی اثر نیتروژن بر گیاهان مشخص شد که بزرگی سطح برگ علاوه بر اینکه به طور ژنتیکی کنترل می شود به مقدار نیتروژن برگ نیز بستگی دارد (مصدق و اسمیت ۱۹۹۴). بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در

شاخص سطح برگ برنج تحت تأثیر اثر متقابل کود نیتروژن در سال کاشت قرار گرفت. اگرچه تفاوت شاخص سطح برگ در سال اول و دوم کاشت در سطوح صفر، ۱۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از نظر آماری معنی‌دار نبود، با این حال در سال دوم کاشت شاخص سطح برگ بیشتر از سال اول کاشت بود و



شکل ۳- ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن در سال کاشت برای شاخص سطح برگ برنج

#### عملکرد برنج

بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه‌ی برنج در سطح یک درصد معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) بود. همچنین گیاهان پوششی در تمام صفات به جز شاخص برداشت اثر بسیار معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) گذاشت (جدول ۷).

عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد پنجه‌بارور در بوته تحت‌تأثیر معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) سال کاشت و کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۷). اثر متقابل سال کاشت و کود نیتروژن

جدول ۷- میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب بر عملکرد برنج و شاخص‌های مرتبط با آن تحت‌تأثیر عامل‌های مورد بررسی

| منابع تغییر      | درجه آزادی | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | شاخص برداشت | وزن هزار دانه | تعداد پنجه بارور در بوته |
|------------------|------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|--------------------------|
| سال کاشت (A)     | ۱          | ۲۵۸۷۵۳۸۱۲**     | ۳۱۶۴۱۸۷۰**  | ۱۶۳/۹۳**    | ۱۳۶/۷۵**      | ۳/۶۷*                    |
| تکرار (سال)      | ۴          | ۸۴۶۳۷۰ ns       | ۳۳۰۲۱۱ ns   | ۱۲/۱۵ ns    | ۱۹/۵۶ ns      | ۰/۳۴ ns                  |
| کود نیتروژن (B)  | ۴          | ۱۷۱۲۷۰۹۷**      | ۱۲۳۳۱۱۷۷**  | ۱۳۶/۷۶**    | ۱۰۴/۵۸**      | ۱۹/۶۸**                  |
| A×B              | ۴          | ۲۱۹۹۰۷۷۵**      | ۵۹۵۹۳۱۳**   | ۹/۶۷ ns     | ۷/۹۴ ns       | ۰/۲۸ ns                  |
| خطای کود         | ۱۶         | ۱۸۷۵۹۲۱         | ۳۵۷۴۹۳      | ۲۷/۰۹       | ۳/۸۷          | ۰/۵۶                     |
| گیاهان پوششی (C) | ۳          | ۱۶۰۷۸۹۲۳**      | ۶۸۵۳۰۷**    | ۲۷/۷۹ ns    | ۳۳/۹**        | ۷/۷**                    |
| A×C              | ۳          | ۱۸۴۹۹۶۰ ns      | ۷۹۳۸۵۲**    | ۲/۶۱ ns     | ۰/۶۸ ns       | ۰/۱ ns                   |
| B×C              | ۱۲         | ۲۱۹۵۸۵۰ ns      | ۴۲۹۰۷۱**    | ۲/۷۶ ns     | ۷/۱۴**        | ۰/۵۲ ns                  |
| A×B×C            | ۱۲         | ۲۰۵۲۱۳۲ ns      | ۴۷۲۸۷۹**    | ۵/۴۹ ns     | ۰/۹۲ ns       | ۰/۰۹ ns                  |
| خطای کل          | ۱۱۹        | ۵۸۸۵۵۴۸         | ۱۳۰۹۷۳۹     | ۲۲/۸        | ۹/۰۶          | ۱/۳۶                     |
| ضریب تغییرات (%) | ۱۰/۲۹      | ۵/۴۸            | ۹/۹۳        | ۶/۵۱        | ۵/۲           |                          |

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد. ns عدم معنی‌داری است.

دانه تحت‌تأثیر معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) اثر متقابل کود و گیاهان پوششی قرار گرفت (جدول ۷). برهمکنش سه گانه‌ی سال، کود و گیاهان پوششی تنها بر عملکرد دانه

اثر دوگانه‌ی سال و گیاهان پوششی بر عملکرد دانه تأثیر بسیار معنی‌دار در سطح یک درصد ( $P \leq 0.01$ ) را نشان داد. همچنین صفت‌های عملکرد دانه و وزن هزار

معنی‌دار بود و در سایر صفات‌ها اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد پنجه‌ی بارور در سال دوم کاشت به ترتیب ۵/۱۴، ۹/۱۹ و ۲/۳۴ درصد بیشتر از سال اول کاشت بود (جدول ۸). از آنجاییکه در سال دوم کاشت، میانگین دمای هوا در ابتدای مراحل رشد

گیاه تا زمان گلدهی کمتر بوده، همچنین دمای خاک پایین‌تر داشته و مجموع تبخیر نیز در سال دوم کمتر بوده است و می‌توان نتیجه گرفت که مجموع شرایط مطلوب‌تر آب و هوایی منجر به بهبود رشد و نمو گیاه برنج و به دنبال آن افزایش صفاتی چون شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور در بوته را به دنبال داشته است (جدول ۲ و ۸).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر سال کاشت بر برخی از صفات بررسی شده برنج

| سال‌های کاشت        | شاخص برداشت (%)    | وزن هزار دانه (g)  | تعداد پنجه بارور در بوته |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| سال اول کاشت (۱۳۹۸) | ۴۵/۵۴ <sup>b</sup> | ۲۳/۲۸ <sup>b</sup> | ۱۴/۹۳ <sup>b</sup>       |
| سال دوم کاشت (۱۳۹۹) | ۴۷/۸۸ <sup>a</sup> | ۲۵/۴۲ <sup>a</sup> | ۱۵/۲۸ <sup>a</sup>       |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

بیشترین شاخص برداشت متعلق به تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود که نسبت به سطح صفر کود نیتروژن ۱۳/۵۹ درصد بیشتر بود (جدول ۹). با این حال بین مقادیر ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن از لحاظ آماری تفاوت معنادار وجود نداشت که از این نتیجه می‌توان برای توصیه‌ی سطح کمتری از نیتروژن برای مصرف در مزرعه استفاده کرد. همراه با افزایش شاخص برداشت می‌توان

انتظار افزایش پتانسیل عملکرد ارقام جدید برنج را داشت (کومار و پاراساد ۲۰۰۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن موجب تغییر در مقدار شاخص برداشت گیاه برنج گردید به‌طوری‌که کمترین شاخص برداشت به دست آمده از تیمار شاهد کودی (سطح صفر کود نیتروژن) بود که همراه با افزایش مقادیر کود نیتروژن مصرفی، بر میزان این صفت افزوده شد (جدول ۹).

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر برخی از صفات بررسی شده برنج

| سطوح کود نیتروژن (Kg.ha <sup>-1</sup> ) | شاخص برداشت (%)     | تعداد پنجه بارور در بوته |
|-----------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| صفر                                     | ۴۳/۴۱ <sup>c</sup>  | ۱۳/۷۱ <sup>c</sup>       |
| ۱۲۰                                     | ۴۵/۲۵ <sup>bc</sup> | ۱۴/۸۷ <sup>b</sup>       |
| ۲۴۰                                     | ۴۷/۲۴ <sup>ab</sup> | ۱۵/۱۷ <sup>b</sup>       |
| ۳۲۰                                     | ۴۸/۳۵ <sup>ab</sup> | ۱۵/۷۹ <sup>a</sup>       |
| ۴۰۰                                     | ۴۹/۳۱ <sup>a</sup>  | ۱۶ <sup>a</sup>          |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

در نتایج پژوهشی دیگر آمده است که ارقام محلی با ارتفاع بوته بیشتر دارای شاخص برداشت پایین‌تری هستند (گیلانی و همکاران ۲۰۰۳). ارقام پر محصول به علت پاکوتاه بودن بوته، ماده خشک کمتر ولی عملکرد اقتصادی بیشتری دارند که این امر به شاخص برداشت بالاتر در این ارقام منجر می‌شود (کاظمی پشت ماساری

۲۰۱۶). نتایج آزمایش ناس و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار و مثبتی با تعداد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در هر گلچه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت داشت. در پژوهش حاضر نیز همبستگی مثبت بین عملکرد و شاخص برداشت مشاهده شد (جدول ۱۰).

عملکرد دانه در غلات تا حد زیادی به پنجه‌های بارور در هر گیاه بستگی دارد و بین تعداد پنجه و عملکرد همبستگی مثبتی وجود دارد (فاجریا و بالیگار ۲۰۰۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین تعداد پنجه‌ی بارور در بوته در تیمار شاهد کودی مشاهده شد (جدول ۹). همراه با افزایش مقدار کود مصرفی تا سطح ۲۴۰ کیلوگرم اگرچه تفاوت آماری بین سطح ۱۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار وجود نداشت، افزایش تعداد پنجه‌ی بارور مشاهده شد و این افزایش تا سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار ادامه داشت (جدول ۹). اگرچه افزایش تعداد پنجه‌ی بارور از تیمار بدون کود تا سطح ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار ۱۶/۷۰ درصد بود، بین سطوح ۳۲۰ و

۴۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت آماری وجود نداشت که بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت به جای میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بهتر است از میزان ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن استفاده شود. این افزایش تعداد پنجه به دلیل قابل دسترس بودن نیتروژن بوده است که با افزایش میزان کود نیتروژن، قدرت رشد رویشی گیاه نیز افزایش می‌یابد. کمبود نیتروژن باعث کاهش تعداد پنجه در بوته می‌شود که از طریق ظرفیت کمتر مواد فتوسنتزی ایجاد می‌شود (هونگ و همکاران ۲۰۱۱). نتایج به دست آمده با نتایج فاجریا و بالیگار (۲۰۰۱) مطابقت داشت.

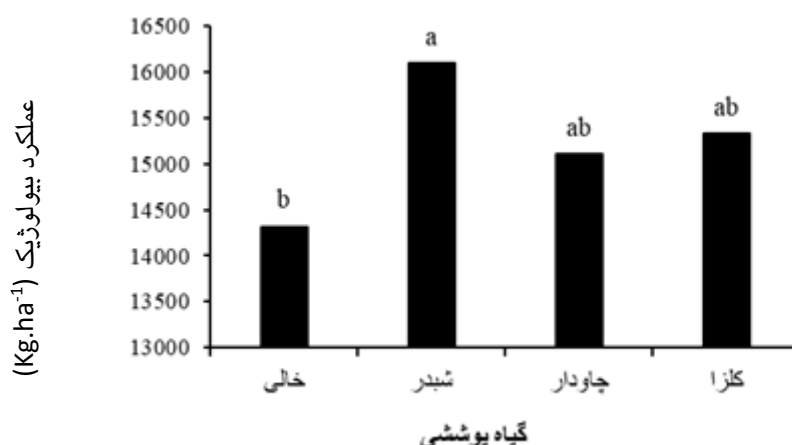
جدول ۱۰- همبستگی پیرسون بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه برنج

| ۱                         | ۲       | ۳       | ۴       | ۵       | ۶       | ۷       | ۸      | ۹       |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| ۱                         |         |         |         |         |         |         |        |         |
| ارتفاع بوته (۱)           | ۰/۶۹۷** |         |         |         |         |         |        |         |
| وزن خشک برگ (۲)           | ۰/۶۰۱** | ۰/۸۹۸** |         |         |         |         |        |         |
| وزن خشک ساقه (۳)          | ۰/۶۶۱** | ۰/۹۳۷** | ۰/۹۷۷** |         |         |         |        |         |
| وزن خشک تجمعی (۴)         | ۰/۶۹۲** | ۰/۸۴۱** | ۰/۸۵۶** | ۰/۸۵۲** |         |         |        |         |
| (۵) شاخص سطح برگ          | ۰/۵۵۹** | ۰/۸۱۶** | ۰/۸۳۲** | ۰/۸۱۶** | ۰/۷۲۲** |         |        |         |
| کارایی استفاده از نور (۶) | ۰/۳۲۹** | ۰/۴۸۱** | ۰/۳۷۱** | ۰/۳۲۷** | ۰/۴۸۰** | ۰/۴۳۶** |        |         |
| عملکرد بیولوژیک (۷)       | ۰/۴۸۷** | ۰/۴۹۷** | ۰/۵۲۱** | ۰/۶۰۹** | ۰/۴۸۱** | ۰/۳۸۸** | ۰/۱۶۶- |         |
| عملکرد دانه (۸)           | ۰/۳۴۹** | ۰/۴۸۲** | ۰/۴۸۰** | ۰/۴۵۸** | ۰/۳۹۹** | ۰/۴۳۹** | ۰/۲۲۹  | ۰/۳۵۴** |
| شاخص برداشت (۹)           |         |         |         |         |         |         |        |         |

\*\* و \* به ترتیب معنی‌داری همبستگی در سطح یک و پنج درصد

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر پیش کشت گیاهان پوششی بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که بیشترین مقدار این صفت به کرت‌هایی که شبدر به صورت گیاه پوششی کشت شده بود، تعلق داشت. در کرت‌هایی که شبدر، چاودار و کلزا به صورت پیش کاشت کشت شده بودند به ترتیب افزایش حدود ۱۲، ۶ و ۷ درصدی در عملکرد بیولوژیک نسبت به کرت‌های بدون پیش کشت گیاهان پوششی مشاهده شد (شکل ۴). کاشت زمستانه گیاهان پوششی به دلیل تأثیر مکانیکی بر ریشه‌ها و ترشح مواد چسبنده از آن‌ها به تجمع خاکدانه‌ها و بهبود ساختار خاک منجر می‌شود (روسا و همکاران ۲۰۱۲).

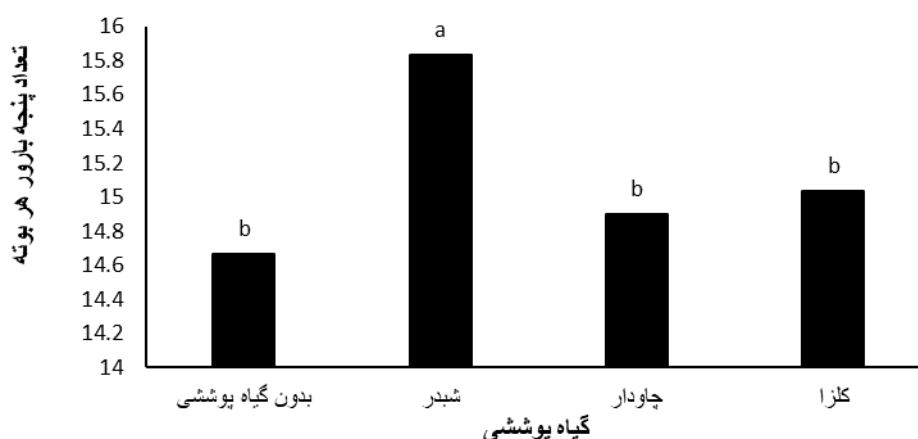
نتایج سایر پژوهشگران نیز نشان داد که کاشت گیاهان پوششی موجب جلوگیری از تخریب ساختار خاک و فرسایش آن می‌شود و تردد پذیری خاک نسبت به ماشین آلات را بهبود می‌بخشد (راموس و همکاران ۲۰۱۰ و ویرتو و همکاران ۲۰۱۲). از طرفی گیاه شبدر با تثبیت نیتروژن نیز باعث افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه می‌شود که مجموعه این اثرات گیاهان پوششی باعث افزایش رویشی در گیاه می‌شود و به دنبال آن نیز عملکرد بیولوژیکی افزایش می‌یابد.



شکل ۴- اثر پیش کاشت گیاهان پوششی بر عملکرد بیولوژیک برنج

نابارور می‌گردد. مطابق با نتایج این آزمایش، فرجی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن تعداد خوشه در متر مربع به‌طور معنی‌دار افزایش یافت در مقابل، برخی از محققان نیز گزارش کردند که مقدار نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد خوشه در مترمربع نداشت (تیموریان و همکاران ۲۰۱۵).

بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک و تعداد پنجه بارور در بوته در کرت‌هایی که شبدر به عنوان گیاه پوششی کشت شده بود مشاهده شد (شکل ۵). گرچه شروع پنجه‌زنی به میزان نیتروژن وابسته نیست، اما رشد بعدی پنجه‌ها به فراهمی نیتروژن بستگی دارد. در نتیجه، فراهمی نیتروژن منجر به افزایش تعداد پنجه در گیاه می‌گردد. ضمن اینکه کمبود نیتروژن سبب افزایش تعداد پنجه‌های



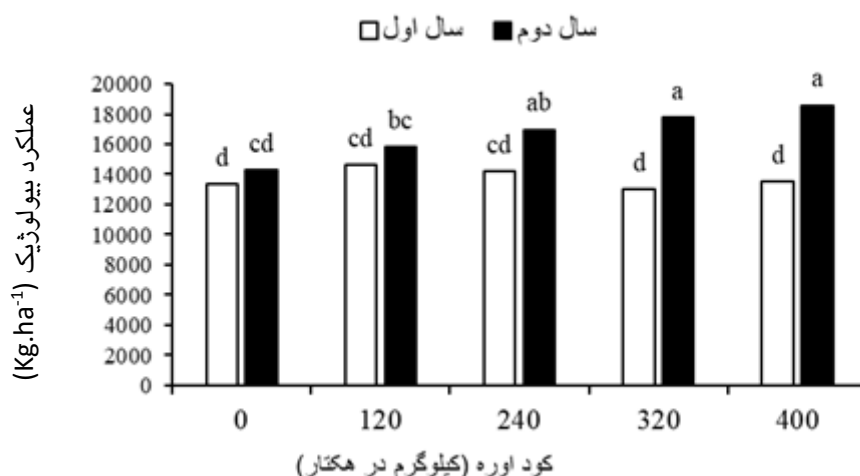
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر پیش کاشت گیاهان پوششی بر تعداد پنجه بارور برنج

آماري بين سطوح کود نیتروژن در سال اول تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما در سال دوم همراه با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک به دست آمده، افزوده شد (شکل ۶) و از

در بررسی اثر متقابل دوگانه کود نیتروژن و سال‌های کاشت بر عملکرد بیولوژیک گیاه برنج تفاوت آشکار بین دو سال کاشت مشهور است به طوریکه سال دوم کاشت دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بود. از لحاظ

شاهد بودیم. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (کاظمی پشت ماساری ۲۰۰۷).

تیمار شاهد کودی تا سطوح ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب افزایش ۲۴/۲۱ و ۳۰/۰۸ درصدی را



شکل ۶- اثر متقابل سطوح کود نیتروژن در سال کاشت بر عملکرد بیولوژیک برنج

استفاده گردید در سال دوم در مجموع میزان عملکرد دانه کمتر از سال اول بود. در سال دوم نیز با افزایش سطح نیتروژن میزان عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد گیاه شبدر به‌عنوان گیاه پوششی مشاهده شد (جدول ۱۱).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه تیمارها بر میزان عملکرد دانه گیاه برنج، در سال اول کاشت با افزایش سطح نیتروژن میزان عملکرد دانه نیز افزایش یافت و در بین گیاهان پوششی بیشترین عملکرد دانه زمانی حاصل شد که از شبدر به‌عنوان گیاه پوششی

جدول ۱۱- اثر متقابل سطوح کود نیتروژن و گیاهان پوششی بر عملکرد دانه برنج در سال‌های کاشت

| گیاهان پوششی        |                     |                     |                     | سطوح کود        | سال‌های کاشت           |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| کلزا                | چاودار              | شبدر                | بدون گیاه پوششی     | نیتروژن (kg/ha) |                        |
| ۶۴۵. h-m            | ۵۴۲۳ <sup>opq</sup> | ۶۸۳. f-k            | ۴۹۵. q              | صفر             | سال اول کاشت<br>(۱۳۹۸) |
| ۷۰۹۳ <sup>d-i</sup> | ۶۷۴۳ <sup>f-k</sup> | ۷۸۳۳ <sup>cd</sup>  | ۶۳۲۳ <sup>j-n</sup> | ۱۲۰             |                        |
| ۷۸۰. cde            | ۷۴۰۳ <sup>def</sup> | ۸۳۰۳ <sup>bc</sup>  | ۷۲۰۳ <sup>d-h</sup> | ۲۴۰             |                        |
| ۸۶۳۳ <sup>b</sup>   | ۸۲۷۳ <sup>bc</sup>  | ۹۶۶۶ <sup>ab</sup>  | ۷۸۰. cde            | ۳۲۰             |                        |
| ۸۹۲۶ <sup>ab</sup>  | ۸۴۰. bc             | ۹۶۷۳ <sup>a</sup>   | ۸۶۶۶ <sup>b</sup>   | ۴۰۰             |                        |
| ۶۱۲۳ <sup>k-o</sup> | ۵۶۷۳ <sup>n-q</sup> | ۶۶۲. g-l            | ۵۷۷۶ <sup>m-p</sup> | صفر             | سال دوم کاشت<br>(۱۳۹۹) |
| ۶۸۳. f-k            | ۶۳۱۶ <sup>j-n</sup> | ۷۰۵۶ <sup>e-j</sup> | ۶۳۵۶ <sup>i-n</sup> | ۱۲۰             |                        |
| ۶۸۷۳ <sup>f-k</sup> | ۷۳۷۶ <sup>def</sup> | ۷۰۲۶ <sup>h-j</sup> | ۶۲۴۳ <sup>k-n</sup> | ۲۴۰             |                        |
| ۵۲۲۳ <sup>pq</sup>  | ۷۰۶۶ <sup>e-j</sup> | ۷۳۳۰ <sup>d-g</sup> | ۵۹۰. l-p            | ۳۲۰             |                        |
| ۷۲۵. d-g            | ۶۶۷۳ <sup>f-k</sup> | ۷۲۵. d-g            | ۶۱۷۶ <sup>k-o</sup> | ۴۰۰             |                        |

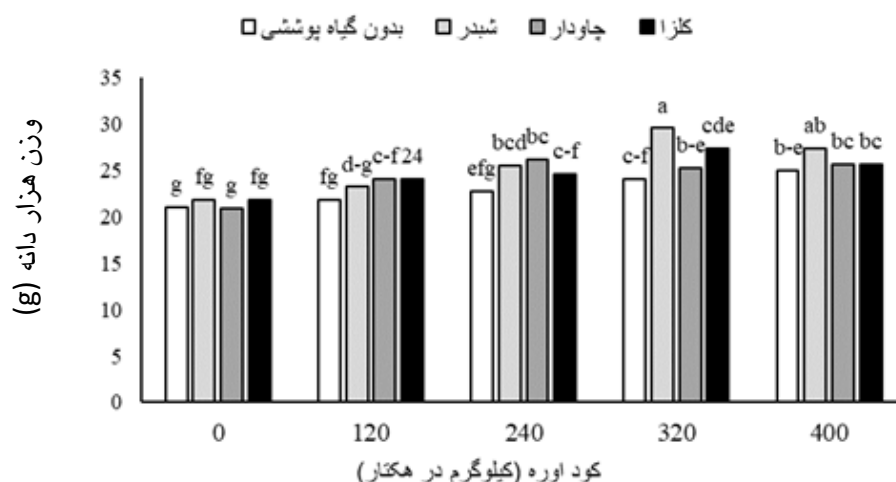
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

در گیاه برنج، عملکرد نهایی شلتوک تا حدودی با استفاده از اجزای تشکیل دهنده‌ی عملکرد مثل تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و صفات مرتبط دیگر قابل پیش بینی است (سیادت و همکاران، ۱۳۸۳). در نتایج سایر پژوهشگران نیز آمده است که عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه برنج با مقادیر به کار رفته از کود نیتروژن رابطه معنی‌دار دارد و متوسط حداکثر عملکرد دانه در مدت سه سال در سطح کودی ۱۷۱ کیلوگرم از نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (فاجریا و بالیگر ۲۰۰۱) که این مقدار در فیلیپین ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه شد (سینگ و همکاران ۱۹۹۶). درحالی‌که در نتایج دیگر، حداکثر عملکرد دانه را با توصیه ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تأیید کردند (اوشینی و همکاران ۱۹۹۹). همچنین حسینی ایمانی (۲۰۰۳) با کاربرد مقادیر و تقسیط‌هایی از کود نیتروژن در ارقام مختلف نیز این مطلب را تأیید کردند. در حقیقت فراهمی نیتروژن باعث افزایش رشد و پنجه‌زنی می‌شود و سرانجام تعداد خوشه‌ها و سنبله‌ها را در مرحله اولیه تشکیل خوشه تعیین می‌کند (هیرزل و همکاران ۲۰۱۱) و عدم جذب آن در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد (هیفل و همکاران ۲۰۰۶). کوچکی و الله قلی پور (۲۰۱۷) اظهار داشتند که مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه بیشتری تولید نموده و می‌تواند معیار توصیه کودی قرار گیرد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن در گیاهان پوششی بر وزن هزار دانه گیاه برنج نشان دهنده‌ی نقش مثبت گیاهان پوششی و کود نیتروژن بر افزایش وزن هزار دانه برنج می‌باشد به طوریکه همراه با کاشت گیاهان پوششی، کاربرد سطوح بیشتری از کود نیتروژن نیز بیشترین وزن هزار دانه را نیز به

همراه داشت. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین وزن هزار دانه اندازه‌گیری شده در تیمار گیاه پوششی شبدر و کاربرد ۳۲۰ کیلوگرم و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به دست آمد که به ترتیب ۴۰/۴۸ و ۳۰/۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۷). به طورکلی کاشت گیاهان پوششی در تمام سطوح کود نیتروژن اثر افزایشی بر وزن هزار دانه برنج داشت.

مصرف ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در کرت‌هایی که پیش‌کاشت گیاهان پوششی صورت نگرفته بود به ترتیب افزایش ۳/۹۷، ۸/۳۳، ۱۴/۲۸، ۹/۰۷ درصدی وزن هزار دانه را نسبت به شرایط شاهد (بدون پیش‌کاشت گیاه پوششی و بدون کود) داشت. در کرت‌هایی که شبدر به عنوان گیاه پوششی، پیش‌کاشت شده بود، مصرف مقادیر ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژن به ترتیب موجب افزایش ۶/۱۱، ۱۶/۷۹، ۳۵/۱۱ و ۲۵/۱۹ درصدی در مقایسه با شرایط بدون مصرف کود شد. در کرت‌هایی که چاودار گیاهان پیش‌کاشت بود نیز مصرف کود نیتروژن به ترتیب ۱۵/۲۰، ۲۵/۶۰، ۲۰/۸۰ و ۲۳/۲۰ درصد نسبت به کرت‌هایی که چاودار پیش‌کاشت شده ولی کود نیتروژن در کشت برنج مصرف نشده بود، افزایش وزن هزار دانه داشتند (شکل ۷). در نهایت مصرف سطوح کود نیتروژن همزمان با کشت برنج در کرت‌هایی که کلزا گیاه پوششی پیش‌کاشت شده بود، به ترتیب افزایش ۱۰/۴۳، ۱۲/۷۳، ۲۵/۷۷ و ۱۸/۱ درصدی وزن هزار دانه مشاهده شد. به طورکلی بر اساس نتایج به دست آمده، پیش‌کاشت گیاه شبدر بیشترین اثر مثبت را افزایش وزن هزار دانه به همراه داشت.



شکل ۷- اثر متقابل سطوح کود نیتروژن در پیش کاشت گیاهان پوششی بر وزن هزار دانه برنج

### نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج نشان داد که افزایش عملکرد برنج در شرایط کشت پوششی و استفاده از کود نیتروژن نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است؛ به این صورت که عملکرد برنج در زمان استفاده از پیش کاشت گیاه پوششی شبدر برسیم به‌طور معنی‌داری مطلوب‌تر از دیگر پیش‌کاشت‌های گیاهان پوششی مورد ارزیابی بود. استفاده از کود نیتروژن در سطوح ۳۲۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد از جمله شاخص سطح برگ و تعداد پنجه گردید که در نتیجه آن افزایش عملکرد مناسبی را

به دنبال داشت. با توجه به نتایج این آزمایش استفاده از گیاهان پوششی به‌ویژه بقولات علوفه‌ای مانند شبدر برسیم به صورت پیش‌کاشت و کاربرد ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره جهت کسب مطلوب‌تر عملکرد برنج توصیه می‌گردد.

### سپاسگزاری

بدین وسیله مراتب تشکر و سپاسگذاری از پرسنل آزمایشگاه فیزیولوژی علف‌های هرز و علفکش‌های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بعمل می‌آید.

### منابع مورد استفاده

- Abdani F, Farzaneh M and Masgarbashi M. 2015. Investigating the effect of rye and vetiver cover crops on field weed management and wheat yield and yield components. MSc thesis in Agriculture. Shahid Chamran University of Ahvaz. 213 pages.
- Ala A, Alikhani M, Amiri Larijani B and Soufizadeh S. 2014. Comparison Between Direct-seeding and Transplanting of Rice in Mazandaran Province: Weed Competition, Yield and Yield Components. Iranian Journal of Field Crops, 12: 3(35): 463-475. (In Persian). DOI: 10.22067/gsc.v12i3.22637
- Anil K, Yakadri M and Jayasree G. 2018. Influence of nitrogen levels and times of application on growth parameters of aerobic Rice. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7: 1525-1529. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.179
- Belder P, Spiertz JHJ, Bouman BAM and Toung TP. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water irrigation. Field Crops Research, 93: 169-185. DOI: 10.1016/j.fcr.2004.09.022

- Borell A, Garside A and Shu FK. 1997. Improving efficiency of water for irrigated rice in a semi-arid tropical environment. *Field Crops Research*, 52: 231–248. DOI: 10.1016/S0378-4290(97)00033-6
- Bouman BAM, Xiaoguang Y, Huaqi W, Zhiming W, Junfang Z, Changgui W and Bin C. 2002. Aerobic Rice (Han Dao): A new way of growing rice in water short areas. *Proceedings of the 12th ISCO Conference*, May, Beijing 26-31.
- Chaturvedi I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *Journal of Central European Agriculture*, 6(4): 611-618. <https://jcea.agr.hr/en/issues/article/343>
- Danga BO, Ouma JP, Wakindiki IIC and Bar-Tal A. 2009. Legume– wheat rotation effects on residual soil moisture, nitrogen and wheat yield in tropical regions. *Advances in Agronomy*, 101: 315-349. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)00805-5
- Emam, Y. 2007. *Cereals Production*. Shiraz Univeresity Press. 199p.
- Fageria NK and Baligar VC. 1996. Response of low land rice and common bean growing rotation to soil fertility levels on varzea soil. *Fertility Research and Practice*, 45: 13-20. DOI: 10.1080/01904169709365335
- Fageria NK and Baligar VC. 2001. Low land rice response to nitrogen fertilization. *Soil Science and Plant Analysis*, 32(1&9):1405-1429. DOI: 10.1081/CSS-100104202
- Faraji A and Mirlohi A. 1998. Effect of Splitting and Rate of Nitrogen Application on Yield and Yield Components of Rice (*Oryza Sativa* L.) in Isfahan. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(3): 25-34. DOI: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1
- Faraji F, Esfahani M, Kavoosi M, Nahvi M and Rabiee M. 2011. Effect of nitrogen application on grain yield and milling quality of rice cultivar ‘Khazar’. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(1): 61-77. (In Persian). DOI: 20.1001.1.15625540.1390.13.1.5.9
- Faraji H, Siadat A, Fathi Q and Gilani A. 2000. Investigating the effect of nitrogen fertilizer distribution on the yield and yield components of modified rice varieties in the environmental conditions of Ahvaz. *Summary of articles of the 6th Congress of Agriculture and Plant Breeding of Iran*. Mazandaran University, Babolsar. 6-13 Shahrivar 344 P.
- Fischer KS, Lafitte R, Fukai S, Atlin G and Hardy B. 2003. *Breeding Rice for Drought-prone Environments*. Los Baños (Philippines), International Rice Research Institute 98 p.
- Ghafari M, Ahmadvand G, Ardakani MR, Mosadeghi MR, Yeganehpour F, Ghaffari M and Mirakhori M. 2013. The effect of cover plant residues on some physical and chemical characteristics of soil and the speed of potato germination. *Scientific Research Journal of Ecophysiology* 6 (21): 79-90. (In Persian).
- Gilani A, Siadat SN, Fathi GH. 2003. The effect of density and seedling age on yield and yield components of three rice cultivars in Khuzestan conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34: 2. (In Persian). <https://journals.ut.ac.ir/article-17918.html>
- Haefele S, KNaklang M, Harnpichitvitaya D, Jearakongman S, Skulkhu E, Romyen P, Phasopa S, Tabtim S, Suriya-arunroj D, Khunthasuvon S, Kraisarakul D, Youngsuk PT, Amarante S and Wade LJ. 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer response in rainfed lowlands of northeast Thailand. *Field Crops Research*, 98: 39-51. DOI: 10.1016/j.fcr.2005.12.003
- Hassanzadeh Qortapeh A, Ghaemi S and Haqi S. 2010. The effect of green manure allelopathy on the diversity and population of weeds, *National Conference on Biodiversity and its Impact on Agriculture and Environment*, 1077-1086.

- Hayat R, Ali S, Siddique MT and Chatha TH. 2008. Biological nitrogen fixation of summer legumes and their residual effects on subsequent rainfed wheat yield. *Pakistan Journal of Botany*, 40 (2): 711–722.
- He H, Ma F, Yang R, Chen L, Jia B, Cui J, Fan H, Wang X and Li L. 2013. Rice performance and water use efficiency under plastic mulching with drip irrigation. *PLoS ONE*, 8(12): e83103. DOI: 10.1371/journal.pone.0083103.
- Hirzel J, Pedreros A and Cordero K. 2011. Effect of nitrogen rates and split nitrogen fertilization on grain yield and its components in flooded rice. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71: 437-444. DOI: 10.4067/S0718-58392011000300015
- Hosseini Imani SP. 2003. Investigating the effect of planting date, plant spacing and nitrogen fertilizer on growth indicators, yield and yield components of the new 8008 rice line. master thesis. Faculty of Agriculture, Mazandaran University. 97 p. (In Persian).
- Huang M, Zou Y, Jiang P, Xia B, Feng Y, Cheng Z and Mo Y. 2011. Yield Component Differences between Direct-Seeded and Transplanted Super Hybrid Rice. *Plant Production Science*, 14(4): 331-338. DOI: 10.1626/pp.14.331
- Kavoosi M and Allah Gholipour M. 2017. Effect of rate and split application of nitrogen fertilizer on growth and grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) cvs. Gilaneh and Abjiboji. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19: 165-180. (In Persian). DOI: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.6.4
- Kazemi Poshtmasari H, Pirdashti H, Bahmanyar MA and Nasiri M. 2016. Studying the effect of amounts and distribution of nitrogen fertilizer on yield and yield components of different rice cultivars. *Agriculture and horticulture*, 45: 68-77. (In Persian). DOI: 20.1001.1.20084811.1389.41.1.2.1
- Kazemi Poshtmassari H, Pirdashti H, Bahmanyar MA and Nasiri M. 2007. Study the effects of nitrogen fertilizer rates and split application on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Agronomy Journal* (Pajouhesh and Sazandegi), 75: 68-77. (In Persian). [magiran.com/p460988](http://magiran.com/p460988)
- Kumar N and Prasad R. 2004. Effect of levels and source of nitrogen on concentration and uptake of nitrogen by a high yielding and a hybrid of rice. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 50: 447-454. DOI: 10.1080/03650340410001682999
- Liu GF, Yang J, Xu HM, Hayat Y and Zhu J. 2008. Genetic analysis of grain yield conditioned on its component traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 59: 189-195. DOI: 10.1071/AR07163
- Mann RA, Zia MS and Salim M. 2000. New dimensions in green manuring for sustaining the productivity of rice wheat system. *Proc. Symp. Integrated Plant Nutrition Management*. Ahmad N and Hamid A. (eds.). November 8-10, 1999, Pp: 166-185. NFDC, Islamabad, Pakistan.
- Momeni A. 2012. Studying the possibility of changing the rice cultivation pattern from flooded to aerobic conditions in Mazandaran. *Journal of Crop Production*, 6(4): 215-228. (In Persian). DOI: 20.1001.1.2008739.1392.6.4.12.4
- Mossedaq F and Smith D. 1994. Timing nitrogen application to enhance spring wheat yields in Mediterranean climate. *Agronomy Journal*, 86(2): 221-226. DOI: 10.2134/agronj1994.00021962008600030002xa
- Nath S, Vishwakarma DN and Chauhan MP. 2008. Association study in yield and yield component traits in hybrid rice (*Oryza sativa* L.) under normal and saline/sodic condition. *Agricultural Science Digest*, 28: 73–74. <https://arccjournals.com/journal/agricultural-science-digest/ARCC2544>
- Painter K, Young D and Mulla D. 1995. Combining alternative and conventional systems for environmental gains. *American Journal of Alternative Agriculture*, 10: 88-96. DOI: 10.1017/S0889189300006214

- Predeepa J. 2012. Aerobic rice- the next generation innovation in rice cultivation technology. International Journal of Farm Sciences, 2(2): 54–58. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.708.206
- Ramos ME, Benítez E, García PA and Robles AB. 2010. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: effects on soil quality. Applied Soil Ecology, 44: 6-14. DOI: 10.1016/j.apsoil.2009.08.005
- Rosa HA, Secco D, Veloso G, Santos RF, Souza SNM, Marins AC and Borosi A, 2012. Effects of the use of cover crops in the structure of an oxisol managed by a no-till farming system in the west of Paraná, Brazilian Journal of Food, Agriculture and Environment, 10: 1278- 1280. DOI: 10.22124/iprj.2022.6015
- Saha A, Sarkar RK and Yamagishi Y. 1998. Effect of time of nitrogen application on spikelet differentiation and degeneration of rice. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 39: 119-123. <https://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/1998/2/bot92-07.pdf>
- Samadani B and Montazeri M. 2009. The use of cover crop in sustainable agriculture. Iranian Research Institute of Plant Protection Press, 186 pp. (In Persian).
- Sharifi Zive P, Tobeh A, Gholipouri A, Alebrahim MT and Samedani B. 2023. The Effect of Cover Crops, Tillage and Herbicide on Weed Control, Soil Properties, Yield and Yield Components of corn (*Zea mays* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 33(1): 53-67. (In Persian). DOI: 10.22034/saps.2021.49302.2785
- Shashidhar HE. 2007. Aerobic rice-An efficient water management strategy for rice production. P 131–139. In: U. Aswathanarayana (Ed.) Food and Water Security in Developing Countries. CRC Press, Aban 22
- Sinclair TR and Horie T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Science, 29: 90–98. DOI: 10.2135/cropsci1989.0011183X002900010023x
- Singh S, Ladha JK, Gupta RK, Bhushan L and Rao A.N. 2008. Weed management in aerobic rice systems under varying establishment methods. Crop Protection, 27: 660–671. DOI: 10.1016/j.cropro.2007.09.012
- Singh U, Ladha JK, Castillo EG, Punzalan G, Triol-Pardre A, and Duqueza M. 1996. Genotypic. Field Crops Research, 58: 35-53. DOI: 10.1016/S0378-4290(98)00084-7
- Snapp SS, Swinton SM, Labarta R, Mutch D, Black JR, Leep R, Nyiraneza J and O’Neil K. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. Agronomy Journal, 97: 322-332. DOI: 10.2134/agronj2005.0322a
- Stoop W, Uphoff N and Kassam A. 2002. A review of agricultural research issues raised by th System of Rice Intensification (SRI) from Madagascar: Opportunities for improving farming systems resource-poor farmers. Agricultural Systems, 71: 249-274. DOI: 10.1016/S0308-521X(01)00070-1
- Tabbal DF, Bouman BAM, Bhuiyan SI, Sibayan EB and Sattar MA. 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. Agricultural Water Management, 56(2): 93-112. DOI: 10.1016/S0378-3774(02)00007-0
- Tabrizi AA, Nour Mohammadi G and Mobasser HR. 2015. Effects of different cropping systems on fertility of paddy soil. Journal of Crop Ecophysiology, 9(2): 191-202. (In Persian). <https://sanad.iau.ir/en/Article/956565>
- Teimoorian M, Galavi M, Pirdashti H and Nasiri M. 2009. Yield and yield components of three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in response to source-sink limitations and different nitrogen fertilizer. Journal of Plant Production 16(3): 49-66. (In Persian). DOI: 20.1001.1.23222050.1388.16.3.3.2

- Trouwborst G, Hogewoning SW, Harbinson J and Van Ieperen W. 2011. Photosynthetic acclimation in relation to nitrogen allocation in cucumber leaves in response to changes in irradiance. *Physiologia Plantarum*, 142: 157-169. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2011.01456.x
- Virto I, Imaz MJ, Fernández-Ugalde O, Urrutia I, Enrique A and Bescansa P. 2012. Soil quality evaluation following the implementation of permanent cover crops in semi-arid vineyards. Organic matter, physical and biological soil properties. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10: 1121-1132. DOI: 10.5424/sjar/2012104-613-11
- Zhong X, Peng S, Sanico AL and Liu H. 2003. Quantifying the interactive effect of leaf nitrogen and leaf area on tillering of rice. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 1203-1222. DOI: 10.1081/PLN-120020365
- Zhou YB, Zhou SY and Tang QY. 2003. Status and prospect of high yielding cultivation researches on China super hybrid rice. *Journal of Hunan Agricultural University (Natural Science)*, 29: 78-84. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.07.008