

Yield and Yield Components of rice in Rotation with Clover under Nitrogen and Potassium Fertilizers

Mehrdad Ghanbari¹, Ahmad Tobeh², Salim Farzaneh^{3*}, Akbar ghavidel⁴, Sodabeh Jahanbakhsh²

Received: 24 October 2022 Accepted: 31 January 2023

1-1.PhD Student in Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of MohagheghArdabili, Ardabil, Iran

2- Prof. of Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of Mohaghegh Ardabili. Ardabili, Iran,

3- Assoc. Prof., Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of Mohaghegh Ardabili. Ardabili, Iran,

4-Assoc. Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of MohagheghArdabili, Ardabil, Iran

*Corresponding Author Email: ahmadtobeh1340@gmail.com

Abstract

Background and Objective: In order to make optimal use of available soil resources, preserve paddy lands for rice cultivation, prevent them from changing their use, and on the other hand, improve the living conditions of farmers, it is necessary to turn to the second cultivation of plants such as clover after rice harvesting as one of the ways to increase The income, while creating employment, will increase the production and stability of the income of paddy lands.

Materials and Methods: This experiment was carried out in 2018 in the Lundville region of Astara for rice crop rotation, different amounts of nitrogen and potassium fertilizers, and varieties and dates of clover planting in the Guilan region. The experiment was evaluated in the form of s split-split plot with a completely randomized block design in three replications. The main factor includes nitrogen fertilizer with potassium at three levels (50, 100, and 150 kg per hectare) and the spreading of clovers in three different stages of rice growth, including after flowering, before harvest, and after harvest as split plot and secondary factors. the split split plot also included species of clovers (Barsim and Iranian). The rice variety used in this experiment was the Hashemi cultivar.

Results: The results of comparing the average effects of treatments showed that the highest plant height (154.5 cm) was obtained when 150 kg ha⁻¹ of nitrogen fertilizer with potassium was used in the stage of spreading clovers before rice harvest for the Iranian clover variety. The total number of claws per square meter (779.56) in the spreading stage of clovers before harvesting rice and Iranian clover variety was more than other treatments. The number of clusters per square meter (235.44) and the total number of seeds per cluster (116.21) in the spreading phase of clovers after flowering of rice and Barsim clover cultivars were significantly higher than other treatments. The highest weight of thousand seeds under 100 kg ha⁻¹ of fertilizer was obtained in the stage of spreading clovers after rice flowering (34.44 g) and also in the stage of spreading clovers after rice flowering and from the Barsim clover variety (35.78 g). The yield of paddy (550.67 g m²) was the highest under 100 kg ha⁻¹ of fertilizer in the stage of spreading clovers after rice harvesting and from the Iranian clover variety. The harvest index (51.94%) was significantly higher in the spreading phase of clovers after rice harvest and from the variety of Bersim clover compared to other treatments.

Conclusion: The use of nitrogen and potassium fertilizers along with crop rotation of rice and clover due to nitrogen stabilization and improvement of the soil substrate increased the height of the plant, increased the number of claws, spike length, the weight of 1000 seeds, and finally increased the yield of the rice plant.

Keywords: Clover, Nitrogen Fertilizer, Rice, Rotation, Yield,

عملکرد و اجزای عملکرد برنج در کشت تناوبی با شبدر تحت تاثیر کود نیتروژن و پتاسیم

مهرداد قنبری^۱، احمد توبه^{۲*}، سلیم فرزانه^۳، اکبر قویدل^۴، سدابه جهانبخش^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱

۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۲- استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۳- دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 ۴- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 *مسئول مکاتبه: Email: ahmadtobeh1340@gmail.com

چکیده

اهداف: برای استفاده بهینه از منابع موجود خاک، حفظ اراضی شالیزاری برای کشت برنج، جلوگیری از تغییر کاربری آنها و از طرف دیگر بهبود وضع معیشتی کشاورزان، باید به کشت دوم گیاهانی مانند شبدر بعد از برداشت برنج روی آورد تا به‌عنوان یکی از روش‌های افزایش درآمد، ضمن ایجاد اشتغال، موجب افزایش تولید و پایداری درآمد اراضی شالیزاری شود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب کرت‌های دوبارخرد شده با طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در منطقه لوندویل آستارا اجرا شد. عامل اصلی شامل کود نیتروژن با پتاسیم هر دو در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و عامل فرعی شامل پخش شبدرها در سه زمان مختلف مراحل رشد برنج که شامل بعد از گلدهی، قبل از برداشت، بعد از برداشت و عامل فرعی نیز شامل گونه‌های شبدر برسیم و ایرانی و یک تیمار بدون کشت شبدر بودند. رقم برنج مورد استفاده در این آزمایش رقم هاشمی بود.

یافته‌ها: نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۵۴/۵ سانتی‌متر) زمانی به دست آمد که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با پتاسیم در مرحله پخش شبدرها قبل از برداشت برنج برای گونه شبدر ایرانی استفاده شد. تعداد پنجه کل در مترمربع (۷۷۹/۵۶ عدد) در مرحله پخش شبدرها قبل از برداشت برنج و گونه شبدر ایرانی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. تعداد خوشه در مترمربع (۲۳۵/۴۴ عدد) و تعداد کل دانه در خوشه (۱۱۶/۲۱ عدد) در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. بیشترین وزن هزار دانه در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج (۳۴/۴۴ گرم) و همچنین در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و از گونه شبدر برسیم (۳۵/۷۸ گرم) حاصل شد. عملکرد شلتوک (۵۵۰/۶۷ گرم در مترمربع) در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود در مرحله پخش شبدرها بعد از برداشت برنج و از گونه شبدر ایرانی دارای بالاترین مقدار بود. شاخص برداشت (۵۱/۹۴ درصد) در مرحله پخش شبدرها بعد از برداشت برنج و از گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: استفاده از کود نیتروژن و پتاسیم در تناوب زراعی برنج با شبدر به دلیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن و استفاده بهینه از منابع موجود در خاک سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج شد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تناوب، شبدر، عملکرد، کود نیتروژن

مقدمه

برنج غذای اصلی حدود نیمی از مردم جهان به ویژه کشورهای در حال توسعه است. این محصول یک سوم کل سطح زیرکشت جهانی غلات را دارد و حدود ۳۵ تا ۶۵ درصد کالری مصرفی ۲/۷ میلیارد نفر در جهان را تأمین می‌کند که همانند سایر گیاهان زراعی تولید بهینه محصول برنج توسط برخی از عوامل محیطی و مدیریتی محدود می‌شود (فرجی و همکاران ۲۰۱۴). اراضی شالیزاری شمال کشور تنها یکبار در سال به زیر کشت برنج می‌روند و در نیمه دوم سال، بدون استفاده می‌مانند این عدم استفاده از اراضی شالیزاری در مدت طولانی از سال (حدود ۷ ماه)، باعث پایین آمدن سطح درآمد کشاورزان و سختی امرار معاش آنها شده، که دلسردی کشاورزان و تغییر کاربری اراضی را در پی دارد (ریبیعی و همکاران ۲۰۰۴).

کشت محصولات زمستانه در تناوب با برنج، به عنوان یکی از راهکارهای اصلی مشکلات مطرح شده است که نقش مهمی را در حفظ و ارتقای باروری خاک داشته و می‌تواند به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کمک نماید (احمدی و همکاران ۲۰۱۸). در این میان، بقولات مانند شبدر سبب بهبود سطح سلامت و تغذیه انسان‌ها، توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن اتمسفر و قرار گرفتن در سیستم‌های کشت با ورودی کم کودهای شیمیایی، شکستن چرخه آفات و بیماری‌ها و کمک به تعادل کمبود پروتئین‌های گیاهی کمک شایانی کند (پناهی و همکاران ۲۰۱۵). شبدر از جمله گیاهان علوفه‌ای است که قابلیت کشت دوم بعد از برداشت سایر گیاهان را دارد و می‌توان انتظار تولید حداقل یک چین علوفه را از آن داشت (نوربخشیان ۲۰۱۳).

نیتروژن یکی از عناصر اصلی و پرمصرف است که مقدار مناسب آن سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ، محتوای کلروفیل، میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد گیاه برنج می‌شود (جوادی و امین پناه ۲۰۱۶). منبع اصلی نیتروژن در شالیزارهای کشور، کود اوره است که قسمت عمده آن پس از مصرف از طریق دنیتریفیکاسیون، به صورت گاز آمونیاک و آبشویی، از دسترس گیاه خارج و ضمن کاهش کارایی مصرف نیتروژن در مزارع برنج سبب آلودگی اتمسفر از طریق

تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر N_2O و NH_3 و همچنین آلودگی آب‌های زیرزمینی به نترات می‌شود (رحیمی و کافی ۲۰۱۰). از سوی دیگر در آینده نه چندان دور، انسان ناچار است غذای بیشتری را در زمین‌های کمتر و با استفاده مؤثرتر از منابع طبیعی، با کمترین اثر سوء بر محیط زیست و سلامت انسان‌ها در تناسب با جمعیت در حال رشد کره زمین تولید کند (استاگناری و همکاران ۲۰۱۷). این عوامل سبب شده که محققین به دنبال راهکارهای جایگزین تأمین نیتروژن و کشاورزی پایدار باشند که مشکلات مذکور را به حداقل برساند (استاگناری و همکاران ۲۰۱۷).

رضایی نوپاشانی و امین پناه (۲۰۱۸) با بررسی تأثیر تناوب محصولات مختلف با برنج در شرایط کاربرد نیتروژن و تقسیم آن بر رشد و عملکرد محصول گزارش کردند که حداکثر عملکرد شلتوک با کشت برنج پس از شبدر برسیم حاصل شد. پناهی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که کاربرد کود زیستی حاوی ازتوباکتر کروکوکوم سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه پر در خوشه گردید. همچنین، در یک تحقیق دیگر مشخص شد که حداکثر شاخص برداشت در صورت مصرف ۶۰ درصد از مقدار نیتروژن توصیه شده همراه با کاربرد باکتری-های محرک رشد گیاه حاصل شده است (بانیک و همکاران ۲۰۱۹). تأثیر تناوب زراعی بر عملکرد نیشکر نیز نشان داد کشت گیاهان لگوم شبدر و ماش قبل از نیشکر تأثیر زیادی در افزایش عملکرد نیشکر دارد (بهادری بیرگانی و همکاران ۲۰۲۰).

برای استفاده بهینه از منابع موجود خاک، حفظ اراضی شالیزاری برای کشت برنج، جلوگیری از تغییر کاربری آنها و از طرف دیگر بهبود وضع معیشتی کشاورزان، باید به کشت دوم گیاهانی مانند شبدر بعد از برداشت برنج روی آورد تا به عنوان یکی از روش‌های افزایش درآمد، ضمن ایجاد اشتغال، موجب افزایش تولید و پایداری درآمد اراضی شالیزاری شود. این تحقیق به منظور ارزیابی صفات مهم عملکردی کشت تناوبی برنج در سه سطح مختلف مقادیر کودی نیتروژن و پتاسیم و گونه‌های شبدر و تاریخ‌های مختلف کاشت شبدر در منطقه گیلان، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۸ در منطقه لوندویل واقع در ۱۳ کیلومتری شهرستان آستارا و در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان آستارا با مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و عرض

جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی اجرا شد. برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی محل آزمایش از طریق نمونه‌برداری در عمق بین صفر تا ۳۰ سانتی‌متر به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

بافت	شن	سیلت	رس	کربن آلی	نیترژن	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی
						(ppm)			(dS.m ⁻¹)
لومی	۳۴/۸	۳۲	۳۳/۲	۱/۲۱	۰/۱۲	۲۷/۸	۸۱	۷/۵۹	۰/۴۳

آزمایش بصورت کرت‌های دوبارخرد شده با طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. عامل اصلی شامل کود نیترژن با پتاسیم هر دو در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و عامل فرعی شامل پخش شبدرها در سه زمان مراحل رشد مختلف برنج که شامل بعد از گلدهی، قبل از برداشت، بعد از برداشت و عامل فرعی نیز شامل گونه‌های شبدر برسيم (*Trifolium alexandrinum*) و ایرانی (*Trifolium resupinatum*) و کشت شبدر بودند. رقم برنج مورد استفاده در این پژوهش رقم هاشمی بود.

برای تهیه زمین اصلی، ابتدا زمین تا عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم خورد و سپس عملیات پادلینگ انجام یافت. ابعاد کرت ۹×۱/۵ متر بود و نشاها با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به تعداد مشخص در هر کپه در ۲۰ اردیبهشت ماه کاشته شدند. برای جلوگیری از نفوذ نیترژن به داخل کرت‌های مجاور، فاصله بین دو کرت با استفاده از پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری جدا شد. مقدار ۲۰ درصد کود اوره قبل از کشت و دو مقدار ۴۰ درصدی به ترتیب در مراحل پنجه‌زنی و خوشه‌دهی استفاده شد. برای کاشت برنج، ابتدا بذرها به مدت ۴۸ ساعت در آب حاوی ۱/۵ درصد قارچ‌کش کاربوکسی تیرام ضد عفونی و خیس‌اندازه شد. به منظور تسهیل جوانه‌زنی، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سیلیسیوس و رطوبت نسبی ۷۵ درصد نگهداری و سپس در سینی نشاء کشت شد. خزانه‌گیری به روش سینی نشاء و با استفاده از خاک

مزرعه و استفاده از ۱۰۰ گرم بذر خشک به ازای هر سینی (جعبه نشاء) انجام شد. نشاء در مرحله ۳-۴ برگی و پس از ۱۸-۲۰ روز به زمین اصلی منتقل شد. در این پژوهش از هیچ علف‌کشی استفاده نشده و وجین بصورت دستی انجام شده‌است.

جهت اندازه‌گیری صفات مورد بررسی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در ۲۴ مردادماه تعداد ده بوته به صورت تصادفی از قسمت میانی هر پلات به مساحت یک مترمربع انتخاب شدند. میانگین ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر با استفاده از خط کش مدرج از محل طوقه تا انتهای خوشه اندازه‌گیری شد. همچنین تعداد پنجه کل در مترمربع، تعداد خوشه در مترمربع و تعداد کل دانه در خوشه با شمارش میانگین تعداد آنها از این ده بوته محاسبه گردید. جهت محاسبه وزن هزاردانه تعداد ۴ نمونه ۱۰۰ تایی در مرحله رطوبت ۱۴ درصد انتخاب و میانگین وزنی به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب و بر حسب گرم برای هر تیمار گزارش گردید. عملکرد شلتوک از خوشه‌های تولید شده در مرحله رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری و میانگین آنها بر حسب گرم در مترمربع برای هر تیمار محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد شلتوک به عملکرد بیولوژیک، ضرب در ۱۰۰ محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم-افزار آماری SAS v.9.4 و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات برنج تحت تاثیر سطوح نیتروژن و پتاسیم، پخش شبدرها در مراحل رشد برنج و گونه‌های شبدر

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه کل در متر مربع	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد کل دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت	میانگین مربعات	
									خطای آزمایشی	ضریب تغییرات (%)
تکرار (R)	۲	۳۲۱/۷ *	۲۹۸۷/۷۰ ns	۲۱۹۰/۷/۲**	۷۰۵۰/۲۹ **	۴۴/۶۰**	۷۷۳۵/۸ ns	۶۳/۸۷ ns	۲۹۲۲۳/۹۸ **	۲۶۲/۵۳ *
کود (A)	۲	۴۱۰/۲ *	۱۸۹۱۶/۰ *	۱۰۹۶/۷۵ ns	۵۷/۲۹ ns	۴۳/۱۲**	۲۱۷۶۴/۹**	۳۰/۴۱ ns	۴۲۹۲۳/۱ **	۲۲۹/۱۶ ns
R×A	۴	۳۷/۱۷	۲۷۰۱۷/۴	۴۷۲/۶۰	۱۰/۳۰۳	۰/۷۹۰	۲۶۷۶/۵	۱۶/۸۹	۱۴۹۴۵/۶ ns	۱۹۸/۹۴ ns
پخش شبدرها (B)	۲	۲۳۸/۸ ns	۴۲۹۲۳/۱ **	۳۵۲۱۳/۹۸ **	۲۶۲/۵۳ *	۹۱۲/۹۳**	۱۴۸۱/۵ ns	۱۵۳۵/۶۷ **	۱۴۹۴۵/۶ ns	۱۷۷/۳ ns
A×B	۴	۱۷۷/۳ ns	۱۴۹۴۵/۶ ns	۲۲۹/۱۶ ns	۱۹۸/۹۴ ns	۱۶/۹۰**	۷۶۲/۴ ns	۹/۵۶ ns	۱۴۹۴۵/۶ ns	۱۷۷/۳ ns
R×A×B	۱۲	۱۸۳/۳	۶۱۸۰/۴۵	۱۹۶۳/۸۶	۵۵/۱۳	۱/۷۸۴	۸۱۹۷/۶	۱۷۴/۱۸	۱۴۹۴۵/۶ ns	۱۷۷/۳ ns
گونه شبدر (C)	۲	۲/۰۶۴ ns	۱۷۱۵۲/۳ ns	۱۹۱۳۹/۷۲ **	۶۳۳/۴۸**	۸۸/۱۶**	۲۴۰۴۹/۶**	۴/۰۰ ns	۱۷۱۵۲/۳ ns	۲/۰۶۴ ns
A×C	۴	۸۹/۹۱ ns	۱۶۸۹/۱۵ ns	۹۹۶/۲۳ ns	۱۷۲/۸۵ ns	۳/۲۳۵ ns	۱۱۰۷۴/۱ *	۱۰۳/۸۰ ns	۱۶۸۹/۱۵ ns	۸۹/۹۱ ns
B×C	۴	۲۲۲/۹ ns	۳۵۴۵۱/۱ **	۸۴۱۳/۷۳ **	۳۳۲/۴۴**	۸۴/۷۷**	۹۲۵۰/۷ *	۱۹۸/۱۸ **	۳۵۴۵۱/۱ **	۲۲۲/۹ ns
A×B×C	۸	۳۷۰/۰**	۹۰۰۴/۵۷ ns	۱۷۱۶/۸۱ ns	۱۲۹/۸۹ ns	۲/۹۲۹ ns	۶۲۲۷/۸ *	۶۸/۲۴ ns	۹۰۰۴/۵۷ ns	۳۷۰/۰**
خطای آزمایشی	۳۶	۹۰/۲۸	۵۷۱۹/۷۷	۹۱۴/۵۴	۶۲/۴۴	۱/۴۶۹	۲۹۱۳/۹	۴۱/۹۸	۵۷۱۹/۷۷	۹۰/۲۸
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۳۶	۱۰/۵۲	۱۹/۲۳	۷/۵۰	۴/۵۸	۱۱/۸۶	۱۵/۲۱	۱۰/۵۲	۷/۳۶

ns: غیر معنی‌دار؛ * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد است.

نتایج و بحث ارتفاع بوته

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها اثرات متقابل سه گانه بر ارتفاع بوته با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاهی (۱۵۴/۵ سانتی‌متر) زمانی به دست آمد که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با پتاسیم در مرحله پخش شبدرها قبل از برداشت برنج برای گونه شبدر ایرانی استفاده شد، به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۱۸/۹۱ درصد بیشتر بود. کمترین ارتفاع بوته (۱۱۶/۷ سانتی‌متر) در شرایط استفاده ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با پتاسیم در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و از تیمار شبدر ایرانی مشاهده شد (جدول ۳). پخش شبدرها

قبل از برداشت برنج سبب افزایش این صفت گردید که نشان می‌دهد شبدر ایرانی توانسته نیتروژن خاک را توسط باکتری‌های همزیست خود تثبیت کند در نهایت سبب افزایش ارتفاع گیاه شود. نیتروژن به دلیل افزایش رشد رویشی و تقسیم سلولی، افزایش ارتفاع بوته را به دنبال خواهد داشت. در نتیجه، برای دستیابی به حداکثر عملکرد، مصرف کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن ضروری است (احمدی و همکاران ۲۰۱۸). در این زمینه عرفانی و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعات خود روی برنج گزارش کردند که کاربرد نیتروژن به مقدار مناسب سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ، میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد شلتوک گردید، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات برنج تحت تاثیر سطوح نیتروژن با پتاسیم، پخش شبدرها در مراحل رشد برنج و گونه‌های شبدر

عملکرد شلتوک (g.m ⁻²)	ارتفاع بوته (cm)	تیمارهای آزمایشی
۴۰۶/۶۷ ^{def}	۱۲۵/۲۷ ^c	۱۱۱
۴۶۵/۰۰ ^{a-e}	۱۲۴/۸۷ ^c	۱۱۲
۴۵۶/۶۷ ^{a-e}	۱۱۶/۷۰ ^c	۱۱۳
۴۷۴/۰۰ ^{a-e}	۱۲۹/۷۷ ^{bc}	۱۲۱
۳۱۶/۶۷ ^f	۱۳۵/۵۰ ^{abc}	۱۲۲
۴۸۰/۰۰ ^{a-e}	۱۱۷/۰۷ ^c	۱۲۳
۳۵۱/۶۷ ^{ef}	۱۲۶/۳۰ ^{bc}	۱۳۱
۴۵۶/۶۷ ^{a-e}	۱۱۷/۴۷ ^c	۱۳۲
۴۱۷/۰۰ ^{b-f}	۱۲۹/۴۰ ^{bc}	۱۳۳
۴۴۰/۰۰ ^{a-f}	۱۳۳/۰۷ ^{bc}	۲۱۱
۵۰۸/۶۷ ^{a-d}	۱۳۲/۱ ^{bc}	۲۱۲
۴۲۵/۰۰ ^{a-f}	۱۳۳/۳۰ ^{bc}	۲۱۳
۴۳۸/۰۰ ^{a-f}	۱۲۸/۲۰ ^{bc}	۲۲۱
۵۰۶/۰۰ ^{a-d}	۱۲۴/۳۷ ^c	۲۲۲
۴۴۷/۶۷ ^{a-e}	۱۳۸/۱۰ ^{abc}	۲۲۳
۳۹۷/۰۰ ^{def}	۱۲۷/۲۰ ^{bc}	۲۳۱
۵۵۰/۶۷ ^a	۱۳۶/۷۰ ^{abc}	۲۳۲
۴۱۳/۶۷ ^{c-f}	۱۲۲/۴۷ ^c	۲۳۳
۴۸۶/۰۰ ^{a-d}	۱۳۸/۱۷ ^{abc}	۳۱۱
۴۸۹/۶۷ ^{a-d}	۱۴۶/۸۷ ^{ab}	۳۱۲
۴۷۰/۰۰ ^{a-e}	۱۳۰/۶۷ ^{bc}	۳۱۳
۴۲۹/۰۰ ^{a-f}	۱۲۹/۴۰ ^{bc}	۳۲۱
۵۴۵/۰۰ ^{ab}	۱۱۷/۰۰ ^c	۳۲۲
۴۷۹/۶۷ ^{a-e}	۱۵۴/۵۰ ^a	۳۲۳
۴۱۸/۶۷ ^{b-f}	۱۲۱/۹۰ ^c	۳۳۱
۵۳۷/۶۷ ^{abc}	۱۲۸/۸۷ ^{bc}	۳۳۲
۴۷۶/۶۷ ^{a-e}	۱۲۱/۲۰ ^c	۳۳۳

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکندر سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*شماره‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی: عدد سمت چپ مربوط به غلظت‌های کود نیتروژن با پتاسیم (۱: ۵۰، ۲: ۱۰۰ و ۳: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، عدد وسط مربوط به تیمار پخش شبدر (۱: در مرحله بعد از گلدهی، ۲: قبل از برداشت، ۳: بعد از برداشت) و عدد سمت راست مربوط به گونه‌های شبدر (۱: بدون کشت شبدر، ۲: شبدر برسیم، ۳: شبدر ایرانی) می‌باشند.

تعداد پنجه کل در مترمربع

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد پنجه کل در مترمربع تحت اثرات متقابل دوگانه پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج و گونه‌های شبدر با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که تعداد پنجه کل در مترمربع (۷۷۹/۵۶ عدد) در

مرحله پخش شبدرها قبل از برداشت برنج و گونه شبدر ایرانی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، به طوری که نسبت به تیمار شاهد ۲/۸۵ درصد افزایش نشان داد. کمترین تعداد پنجه کل در مترمربع (۶۱۵/۸۹ عدد) در مرحله بعد از برداشت برنج و تیمار بدون شبدر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴). اگرچه 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 (نوربخشیان ۲۰۱۳). نتایج مطالعه حلال‌خور و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که بیشترین عملکرد برنج مربوط به تیمار مصرف نیتروژن بعد از گلدهی بود که نسبت به تیمار شاهد ۳۱ درصد افزایش نشان داد.

تعداد خوشه در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل دوگانه پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج

و گونه‌های شبدر بر تعداد خوشه در مترمربع با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها، مشاهده شد که تعداد خوشه در مترمربع (۲۳۵/۴۴ عدد) در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و از گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۵۶/۵۳ درصد بیشتر بود. کمترین تعداد خوشه (۱۰۲/۳۳ عدد) در مرحله بعد از برداشت برنج و از تیمار بدون شبدر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات برنج تحت تاثیر پخش شبدرها در مراحل رشد برنج و شبدر

تیمارهای آزمایشی	تعداد پنجه کل در متر مربع	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد کل دانه در خوشه	وزن هزار دانه (g)	شاخص برداشت (%)
۱۱	۷۵۷/۳۳ ^a	۱۶۵/۵۶ ^{bc}	۱۰۶/۳۹ ^{ab}	۲۸/۶۷ ^b	۳۷/۱۹ ^{cd}
۱۲	۷۱۸/۵۶ ^a	۲۳۵/۴۴ ^a	۱۱۱/۰۲ ^a	۳۵/۷۸ ^a	۳۳/۲۹ ^d
۱۳	۷۶۳/۴۴ ^a	۱۶۷/۸۹ ^{bc}	۱۰۸/۹۲ ^{ab}	۳۴/۸۹ ^a	۳۱/۲۷ ^d
۲۱	۷۰۱/۵۶ ^{ab}	۱۱۲/۸۹ ^d	۹۲/۷۰ ^b	۲۳/۶۷ ^c	۴۷/۶۴ ^{ab}
۲۲	۷۳۱/۰۰ ^a	۱۸۵/۳۳ ^b	۱۱۶/۲۱ ^a	۲۵/۱۱ ^c	۴۳/۲۷ ^{bc}
۲۳	۷۷۹/۵۶ ^a	۱۹۳/۱۱ ^b	۱۰۴/۸۳ ^{ab}	۲۳/۲۲ ^c	۴۷/۸۷ ^{ab}
۳۱	۶۱۵/۸۹ ^b	۱۰۲/۳۳ ^d	۱۰۲/۶۱ ^{ab}	۲۳/۸۹ ^c	۴۱/۶۱ ^{bc}
۳۲	۷۷۳/۸۹ ^a	۱۰۹/۷۸ ^d	۱۰۳/۵۲ ^{ab}	۲۴/۷۸ ^c	۵۱/۹۴ ^a
۳۳	۶۳۰/۱۱ ^b	۱۴۲/۷۸ ^{cd}	۱۰۱/۹۲ ^{ab}	۱۸/۲۲ ^d	۲۴/۴۹ ^{ab}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکندر سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. * شماره‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی: عدد سمت چپ مربوط به تیمار پخش شبدر (۱: در مرحله بعد از گلدهی، ۲: قبل از برداشت، ۳: بعد از برداشت) و عدد سمت راست مربوط به گونه‌های شبدر (۱: بدون کشت شبدر، ۲: شبدر برسیم، ۳: شبدر ایرانی) می‌باشند.

تعداد کل دانه در خوشه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد کل دانه در خوشه تحت اثرات متقابل دوگانه پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج و گونه‌های شبدر با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که تعداد کل دانه در خوشه (۱۱۶/۲۱ عدد) در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۸/۴۵ درصد بیشتر

به نظر می‌رسد افزایش تعداد خوشه در صورت کشت برنج پس از شبدر برسیم احتمالاً به دلیل قابل دسترس بودن نیتروژن بوده است که سبب افزایش میزان قدرت رشد رویشی گیاه شده است. عباسیان و امین پناه (۲۰۱۸) در بررسی اثر محصول قبلی و مقدار کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج گزارش دادند کشت شبدر برسیم قبل از برنج سبب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

بود. کمترین تعداد کل دانه درخوشه (۹۲/۷ عدد) در مرحله بعد از برداشت برنج و از تیمار بدون شبدر (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴). دلیل افزایش تعداد دانه در خوشه در تیمارهای تلفیقی با گونه‌های شبدر احتمالاً به خاطر فراهم بودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طی دوره رشد بوده که سبب بهبود انتقال مواد پرورده به سمت دانه و پر شدن تعداد بیشتری از دانه‌ها گردیده است. نقش باکتری‌های غیرهمزیست در افزایش تعداد کل دانه درخوشه را می‌توان به فعالیت باکتری‌های آزادزی نظیر *Pseudomonas* و *Azotobacter* با قابلیت تثبیت نیتروژن و فراهمی بیشتر این عناصر در خاک نسبت داد (عباسیان و امین پناه ۲۰۱۸). همچنین پناهی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی حاوی ازتوباکتر کروکوکوم سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه پر در خوشه گردید.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل دوگانه سطوح مختلف کود و پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج و همچنین اثرات متقابل دوگانه سطوح پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج و گونه‌های شبدر بر وزن هزاردانه با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها، مشاهده شد که وزن هزار دانه (۳۴/۴۴ گرم) در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۹/۶۷ درصد بیشتر بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه برنج تحت تاثیر سطوح نیتروژن با پتاسیم و پخش شبدرها در مراحل رشد برنج

وزن هزار دانه (g)	تیمارهای آزمایشی
۳۱/۱۱ ^b	۱۱
۲۱/۸۹ ^d	۱۲
۲۲/۴۴ ^d	۱۳
۳۴/۴۴ ^a	۲۱
۲۳/۷۸ ^{cd}	۲۲
۲۱/۵۶ ^d	۲۳
۳۳/۷۸ ^{ab}	۳۱
۲۶/۳۳ ^c	۳۲
۲۲/۸۹ ^d	۳۳

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکندر سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* شماره‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی: عدد سمت چپ مربوط به غلظت‌های کود نیتروژن با پتاسیم (۱: ۵۰، ۲: ۱۰۰ و ۳: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و عدد سمت راست مربوط به تیمار پخش شبدر (۱: در مرحله بعد از گلدهی، ۲: قبل از برداشت، ۳: بعد از برداشت) می‌باشند.

طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۱۹/۸۷ درصد بیشتر بود (جدول ۴). علاوه بر تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه نیز بسیار مهم است. یکی از فاکتورهای تأمین شیره پرورده کافی برای گیاهان، نیتروژن است که این

همچنین نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که وزن هزاردانه (۳۵/۷۸ گرم) در مرحله پخش شبدرها بعد از گلدهی برنج و از گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود به

ماده آلی خاک و بهبود ساختمان خاکبه دلیل افزایش فعالیت باکتری‌های محرک رشد در نظام کشت بقولات- غلات نسبت داد.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده شد که اثرات متقابل دوگانه پخش شبدرها در مراحل مختلف رشد برنج و گونه‌های شبدر بر شاخص برداشت با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها، مشاهده شد که شاخص برداشت (۵۱/۹۴ درصد) در مرحله پخش شبدرها بعد از برداشت برنج و از گونه شبدر برسیم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۲۸/۳۹ درصد بیشتر بود. کمترین شاخص برداشت (۳۱/۲۷ درصد) در مرحله بعد از گلدهی برنج و از گونه شبدر ایرانی مشاهده شد (جدول ۴). مطابق با نتایج این آزمایش، پناهی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش شاخص برداشت در برنج گردید. همچنین، در یک تحقیق دیگر مشخص شد که حداکثر شاخص برداشت در صورت مصرف ۶۰ درصد از مقدار نیتروژن توصیه شده همراه با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه حاصل شده است (بانیک و همکاران ۲۰۱۹). تأثیر تناوب زراعی بر عملکرد نیشکر نیز نشان داد کشت گیاهان لگوم شبدر و ماش قبل از نیشکر تأثیر زیادی در افزایش عملکرد نیشکر دارد (بهادری بیرگانی و همکاران ۲۰۲۰).

نتیجه‌گیری کلی

یکی از چالش‌های زراعت در مناطق شالیزاری، بهینه-سازی مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گزارش شده است. کاربرد نیتروژن به همراه پتاسیم به مقدار مناسب سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، طول خوشه و در نهایت عملکرد شلتوک شد. یکی از راهکارهای مود استفاده برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن ایجاد تناوب زراعی برنج با شبدر بود که سبب افزایش باکتری‌های

عامل باعث پر شدن تمامی دانه‌ها در نتیجه تقسیم بیشتر شیره پرورده به دانه می‌شود (موسوی و همکاران ۲۰۱۵). نتایج میرزا شاهی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تأثیر تناوب زراعی و مدیریت مصرف نیتروژن و پسماند گیاهی بر عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه، پس از برداشت ذرت معنی‌دار گردید و با مصرف نیتروژن مقدار آنها افزایش یافت.

عملکرد شلتوک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثرات متقابل سه‌گانه بر عملکرد شلتوک با احتمال خطای پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها، مشاهده شد که عملکرد شلتوک (۵۵۰/۶۷ گرم در مترمربع) در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود در مرحله پخش شبدرها بعد از برداشت برنج و از گونه شبدر ایرانی به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود به طوری که نسبت به تیمار شاهد معادل ۲۶/۱۴ درصد بیشتر بود. کمترین عملکرد شلتوک در هکتار (۳۱۶/۶۷ گرم در مترمربع) در شرایط کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود در مرحله پخش شبدرها قبل از برداشت برنج و از تیمار شبدر برسیم مشاهده شد (جدول ۳). بهبود قابل توجه عملکرد برنج در تیمارهای مصرف نیتروژن شیمیایی همراه با تثبیت بیولوژیک توسط شبدر، علاوه بر تأمین نیتروژن بیشتر، به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل فراهمی سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه توسط شبدر باشد. رضایی‌نوپاشانی و امین‌پناه (۲۰۱۸) با بررسی تأثیر تناوب محصولات مختلف با برنج در شرایط کاربرد نیتروژن و تقسیم آن بر رشد و عملکرد محصول گزارش کردند که حداکثر عملکرد شلتوک با کشت برنج پس از شبدر برسیم حاصل شد. افزایش عملکرد برنج در این شرایط را می‌توان به افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن به دلیل توانایی بقولات در تثبیت نیتروژن هوا، افزایش فراهمی سایر عناصر غذایی مثل فسفر و پتاسیم، افزایش

سیاسگزاری

از مدیریت محترم و کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان آستارا همچنین از زحمات رجبعلی پورکرمی کشاورز منطقه که در اجرای این تحقیق یاری نمودند قدردانی می‌گردد.

همزیست و در نهایت سبب افزایش نیتروژن خاک گردید. در این تحقیق شبدر ایرانی نسبت به شبدر برسیم تاثیر مثبت بیشتری داشت.

منابع مورد استفاده

- Abbasian A and Aminpanah H. 2018. Effects of previous crop and rate of phosphorous fertilizer application on yield and yield components of rice (*Oryza Sativa* L.) cv. Shiroudi. Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science), 11(4 (44)): 889-904. (In Persian).
- Ahmadi F, Moradi Telavat MR and Siadat S. 2018. The effect of manure on the yield, nutrient uptake and accumulation of hexose sugars in crops intercropping oat (*Avena sativa* L.) and clover (*Trifolium alexandrinum* L.). Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing, 8(1): 102-112. (In Persian).
- Banik A, Dash GK, Swain P, Kumar U, Mukhopadhyay SK and Dangar TK. 2019. Application of rice (*Oryza sativa*L.) root endophytic diazotrophic *Azotobacter* Sp. strain Avi₂ (MCC 3432) can increase rice yield under green house and field condition. Microbiological Research, 219: 56-65.
- Behadori Birgani F, Daneshian J, Valed Abadi A, Sifzade S and Hadidi Masole E. 2020. Study of the variations of soil organic carbon and nutrients and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) yield in crop rotations. Agroecology, 11(4): 1241-1259. (In Persian).
- Erfani R, Pirdashti H, Abbasi R and Noori M. 2019. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of rice (*Oryza sativa* L. cv. Tarom Hashemi) in conventional, low-input and organic farming systems in mazandaran province. Agroecology, 11(3): 1151-1168.
- Faraji F, Esfehani M, Kavooosi M, Nahvi M and Rabiyyi B. 2014. Effects of split application and levels of nitrogen fertilizer on growth indices and grain yield of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar). Iranian Journal of field crop science, 43(2): 322-340. (In Persian).
- Halalkhor S, Dastan S, Soltani A and Ajamnoruzi H. 2018. Documenting the process of rice production and yield gap associated with crop management in local cultivars of rice production (Case Study: Mazandaran province, Babol region). (In Persian).
- Javadi M and Aminpanah H. 2016. Effect of *Azospirillum lipoferum* inoculation, previous crop, and usage nitrogen on rice (*Oryza sativa*L.) growth and yield. Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science), 10(2 (38)): 311-326. (In Persian).
- Mirzashahi K, Paknejad A and Omidvari S. 2016. Effect of rotation, management of nitrogen application, and plant residue on corn (cv. Sc704) yield and some soil chemical properties. Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences), 30(2): 115-124.
- Mosavi R, Sepehr E, Samadi A., Rasouli Sadaghiani M and Sadeghzadeh B. 2015. Effect of microbial inoculation on phosphorus efficiency (pe) of different genotypes of barley. Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology), 29(6): 1481-1492. (In Persian).
- Noorbakhshian SJ. 2013. Effect of planting dates and different rates of seed on forage yield of berseem clover in double cropping system in Shahrekord region, Applide Filde Crops Research, Applied Field Crops Research, 28(107): 200-207. (In Persian).
- Panahi A, Aminpanah H and Sharifi P. 2015. Effect of nitrogen, bio-fertilizer, and silicon application on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). Philippine Journal of Crop Science, 40(1): 76-81. (In Persian).

- Rabiei M, Karimi M and Safa F. 2004. Investigating the effect of planting on seed yield and agronomic traits of rapeseed cultivars as a second crop after rice in Kochsefahan region. *Agricultural Sciences of Iran*, 35(1): 177-187. (In Persian).
- Rahimi Z and Kafi M. 2010. Effects of salinity and silicon application on biomass accumulation, sodium and potassium content of leaves and roots of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology)*, 24(2): 374-367. (In Persian).
- Rezaei Noupashani A and Aminpanah H. 2018. Effect of different crops rotation with rice, N rate and N split application on crop grain yield. *Plant Ecophysiology (Arsanjan Branch)*, 9(31): 0-0. (In Persian).
- Santos ABD, Fageria NK, Stone LF and Santos TPB. 2016. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the agronomic traits and yield of irrigated rice. *Revista Ceres*, 63: 724-731.
- Stagnari F, Maggio A, Galieni A and Pisante M. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1): 1-13.