Journal of
Plant Environmental Physiology
Print ISSN: 2423-7671
Online ISSN: 2783-4689
Phycological Society of Iran

Effects of different irrigation regimes and biological and nitrogen fertilizers on grain yield and some physiological traits of two rice culticars (*Oryza sativa* L.)

Ardalan Balabandian[1], Majid Ashuri[2*], Hamidreza Drodian[3], Seyed Mostafa Sadeghi[4], Mojtabi Rezaei[5]

[1] Department of Agriculture, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
Email: balabandian159@gmail.com
[2] Department of Agriculture and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
Email: mashouri48@yahoo.com
[3] Department of Agriculture and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
Email: darya717@yahoo.com
[4] Department of Agriculture and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
Email: sadeghisafa777@yahoo.com
[5] Country Rice Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht. Iran.
Email: mrezaeii@yahoo.com

Article type:
Research article

Article history
Received: 19.07.2021
Revised: 27.09.2021
Accepted: 02.10.2021
Published:20.03.2024

Keywords
Biofertilizer
Irrigation Management
Nitrogen
Proline
Rice

Abstract

In order to evaluate the effects of irrigation regimes and nitrogen biological and chemical fertilizers on grain yield (paddy) and some physiological traits, an experiment was conducted in the form of split split plots in a randomized complete block design with three replications in two years (2017 and 2018). It was carried out in the research farm of the National Rice Research Institute of I. R. Iran in Rasht. Experimental factors included irrigation regime at three levels without stress (permanent flooding) and irrigation intervals of 10 days and 15 days as the main factor, fertilizer at three levels including inoculation of seedlings with biofertilizer, inoculation of seedlings with biofertilizer + 50% chemical nitrogen fertilizer required by the plant, and 100% chemical nitrogen fertilizer required by the plant) as a secondary agent and rice cultivar at two levels including Hashemi and Gilaneh as a secondary agent. The highest grain yields were recorded in the first (4.14 t/ha) and the second (3.99 t/ha) year in the treatment of 100% of the chemical fertilizer supplying the plant with nitrogen requirements, flooding conditions and Gilaneh cultivar which was treated with the inoculation of transplant roots with biofertilizer + 50% of chemical fertilizer supplying the nitrogen required by the plant (combined treatment) in the first year (3.93 t/ha) and the second (3.85 t/ha) and both were in one statistical group. Consumption of biofertilizer along with chemical nitrogen fertilizers, in addition to producing sufficient yield and improving the efficiency of nitrogen uptake, reduced the use of nitrogen chemical fertilizers by 50%.

Cite this article as: Balabandian, A., Ashuri, M., Drodian, H.R., Sadeghi, S.M., Rezaei, M. (2023). Changes in the phytochemical content and antioxidant activity of the medicinal plant *Clematis ispahanica* Boiss. in three natural habitats of Semnan province. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 19(1): 17-34.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

فیزیولوژی محیطی گیاهی
شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۷۶۷۱
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۸۹
PSI
انجمن جلبک شناسی ایران
Phycological Society of Iran
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

اثرات رژیم‌های آبیاری، کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.)

اردلان بالابندیان[۱]، مجید عاشوری[۲*]، حمیدرضا درودیان[۳]، سیدمصطفی صادقی[٤]، مجتبی رضایی[٥]

[۱] گروه زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران. رایانامه: balabandian159@gmail.com
[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران. رایانامه: mashouri48@yahoo.com
[۳] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران. رایانامه:darya717@yahoo.com
[٤] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران. رایانامه: sadeghisafa777@yahoo.com
[٥] موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت. ایران. رایانامه: mrezaeii@yahoo.com

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰٤/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۰/۰۷/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۷/۱۰
تاریخ چاپ: ۱٤۰۳/۰۱/۰۱

واژه‌های کلیدی:
برنج
پرولین
مدیریت آبیاری
نیتروژن
کود زیستی

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات رژیم‌های آبیاری و کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد دانه (شلتوک) و برخی صفات فیزیولوژیک، آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل رژیم آبیاری در سه سطح بدون تنش (غرقاب دائم) و فواصل آبیاری ۱۰ روز و ۱۵ روز یکبار به‌عنوان عامل اصلی، کود در سه سطح تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی، تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه (تیمار ترکیبی) و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه به‌عنوان عامل فرعی و رقم برنج در دو سطح هاشمی و گیلانه به‌عنوان عامل فرعی فرعی بودند. بیش‌ترین عملکرد دانه در سال اول (٤/۱٤ تن در هکتار) و دوم (۳/۹۹ تن در هکتار) در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه، شرایط غرقاب و رقم گیلانه ثبت شد که با تیمار تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه (تیمار ترکیبی) در سال اول (۳/۹۳ تن در هکتار) و دوم (۳/۸۵ تن در هکتار) در یک گروه آماری قرار داشتند. طبق نتایج بدست آمده مصرف کود زیستی در کنار کودهای شیمیایی نیتروژن، توانست علاوه بر تولید محصول کافی و بهبود کارایی جذب نیتروژن، مصرف کود شیمیایی نیتروژن را به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد.

استناد: بالابندیان، اردلان؛ عاشوری، مجید؛ درودیان، حمیدرضا؛ صادقی، سیدمصطفی؛ رضایی، مجتبی. (۱٤۰۳). اثرات رژیم‌های آبیاری، کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.). *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ۱۹(۱)، ۳٤-۱۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

برنج، غذای اساسی و عمده بیش از ٦٠ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد که نقش مهمی در ثبات اقتصادی و اجتماعی دارد (Jabran and Chauhan, 2015; Nithya and Ramamoorthy, 2015). آب مهمترین عامل برای تولید پایدار در مناطق برنج‌خیز است. تقریباً سه‌چهارم برنج جهان از شالیزارهای فاریاب تولید می‌شود که نزدیک به نیمی از کل شالیزارهای دنیا را تشکیل می‌دهد (Cramelita et al., 2011). مدیریت مناسب آب در شالیزارها نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان سودمندی سایر نهاده‌های تولید از جمله کودهای شیمیایی و آلیدر کشت برنج دارد (Darzi et al., 2013). کاهش آب مصرفی و در نتیجه افزایش زمانی فواصل آبیاری با ایجاد تنش خشکی کلیه جنبه‌های رشد و نمو و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jaleel et al., 2009; Rezaei et al., 2017).

کود نیز یکی دیگر از نهاده‌هایی است که در رشد و نمو گیاه برنج موثر است (Cramelita et al., 2011). نیتروژن یکی از مهمترین عناصرکلیدی، پرمصرف و تعیین‌کننده رشد و عملکرد در گیاه می‌باشد. محدودیت عناصر غذایی در مرحله رشد رویشی سبب کاهش ذخیره‌سازی مواد غذایی و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد. هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین راه برای تأمین حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود، ولی هزینه‌های زیاد مصرف کود همراه با آلودگی و تخریب محیط زیست و منابع آب و خاک و حتی کاهش عملکرد نگران کننده است (Pampolino et al., 2007؛ Divsalar et al., 2011؛ Hassegawa et al., 2008).

کودهای زیستی متشکل از ریزجانداران مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (Mustafavi and Jalilian, 2019). کودهای زیستی، حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع میکرو ارگانیسم مفید خاکزی هستند و یا به‌صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشند که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز در یک سیستم کشاورزی پایدار به‌کار می‌روند (Amani et al., 2017). کاربرد صحیح کودهای زیستی می‌تواند وابستگی به کودهای شیمیایی را برای بهبود تولید پایدار و ارگانیک از طریق کاهش اتلاف عناصر غذایی در محیط کاهش و کارآیی استفاده از مواد غذایی را افزایش دهد (Zhao et al., 2010; Ye et al., 2011).اکنون مسلم شده است که این میکروارگانیسم‌ها بیش از یک نقش دارند، یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی می‌شوند (Asadi et al., 2017 ؛ Nagananda et al., 2010). تاکنون مطالعات مختلفی در این زمینه روی برنج انجام شده است. در تحقیقی مشخص شد که تلقیح باکتری آزوسپیریلوم و افزایش مقدار کود نیتروژن مصرفی سبب افرایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید (Moslehi et al., 2016). در مطالعه‌ای دیگر عملکرد دانه برنج تحت تأثیر اثرات نیتروژن و کود زیستی قرار گرفت و بیش‌ترین عملکرد دانه برنج در مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد توآم میکوریز با باکتری محرک رشد به‌دست آمد (Zad behtoui et al., 2019). مصرف باکتری‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، باعث افزایش تعداد دانه در غلات گردید (Zafarian et al., 2011). یکی از راه‌های بهبود کارآیی مصرف کودهای نیتروژنه و کاهش تلفات

آن، مصرف همزمان کودهای آلی و زیستی با کودهای شیمیایی است.

با توجه به کمبود آب در سالیان اخیر برای اکثر مناطق برنج‌کاری استان گیلان و اهمیت مدیریت آب و کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده ترکیبی از کودهای آلی در این محصول، هدف از اجرای تحقیق بررسی تأثیر کود زیستی به همراه کود شیمیایی نیتروژن در شرایط غرقاب و دورهای آبیاری متفاوت روی عملکرد و برخی دیگر از صفات فیزیولوژیک وابسته به عملکرد دو رقم برنج در شالیزارهای استان گیلان بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در حومه شهرستان رشت به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد.

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

سال	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	مواد آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	پتاس قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	بافت خاک
۱۳۹۶	۱/۲	۷/٤	۱/٤	۰/۱۸٤	۱۷/۸	۲۸۰	رسی لومی
۱۳۹۷	۱/۱۲	۷/٤	۱/۳	۰/۱۵۵	۱۷	۲۹۰	

تیمارهای آزمایشی شامل فواصل آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح غرقاب دائم آب با ارتفاع آب ۵ سانتی‌متر، آبیاری هر ۱۰ روز و آبیاری هر ۱۵ روز یکبار، کود زیستی و شیمیایی نیتروژن به‌عنوان عامل فرعی در سه سطح تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی، تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه طبق آزمایش خاک و رقم به‌عنوان عامل فرعی فرعی د دو سطح ارقام هاشمی و گیلانه برنج بود.

شرایط اقلیمی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی: ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۳٦ متر و با مختصات جغرافیایی عرض ۳۷ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی و طول ٤۹ درجه و ۳٦ دقیقه شرقی بود. آب و هوای منطقه معتدل و مرطوب و میزان بارندگی سالانه بر حسب میانگین ۱۰ ساله برابر با ۱۳۳۰ میلی‌متر است (Guilan Meteorological Quarterly, 2019). برخی خصوصیات خاک محل تحقیق و خصوصیات آب و هواشناسی در فصل زراعی به ترتیب در جداول (۱) و (۲) آمده است.

نحوه کشت و اعمال تیمارهای آزمایشی: مزرعه محل انجام آزمایش در هر دوسال تحقیق در سه بازه زمانی اسفند، اواسط اردیبهشت همزمان با احداث خزانه و همزمان با نشاءکاری برنج انجام شد. بذور در خزانه و زیر پوشش پلاستیکی پرورش داده شده و هنگامی که سن نشاء ۲۵ روز (ارتفاع نشاءها ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر) رسید بعد از تلقیح ریشه نشاءها با کود زیستی (نیتروکسین) به صورت شستشو ریشه نشاء با آب و سپس مه‌پاشی محلول زیستی به ریشه‌ها در تیمارهای مورد نیاز، به زمین اصلی منتقل شدند.

جدول ۲: داده‌های اقلیمی ماهیانه در طول فصل رشد منطقه آزمایشی در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

سال	مشخصات هواشناسی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱۳۹۶	دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۳/۶	۱۹/۳	۲۳/۶	۲۶	۲۸/۲	۲۶/۹
	بارندگی (میلی‌متر)	۸۶/۲	۲۷/۸	۱۸/۶	۱۳/۸	۰	۶۱
	رطوبت (درصد)	۷۸	۷۸	۷۵	۷۴	۷۱	۷۵
	ساعات آفتابی	۱۴۰	۱۶۹/۲	۲۲۹/۱	۲۳۲/۵	۲۹۳/۷	۲۴۵/۸
۱۳۹۷	دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۳/۷	۱۹/۴	۲۳/۱	۲۸/۱	۲۷	۲۵/۱
	بارندگی (میلی‌متر)	۲۰/۴	۳۷/۲	۴۸/۷	۳۰/۸	۶۸/۴	۱۳/۸
	رطوبت (درصد)	۷۶	۷۴	۷۵	۷۳	۷۷	۷۴
	ساعات آفتابی	۱۴۵/۹	۱۷۰/۴	۲۳۰/۳	۲۹۵/۴	۱۶۴/۹	۲۰۹/۷

کود زیستی مورد استفاده تلفیقی از دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*) و آزوسپیریلوم برازیلنس (*Azospirillum brasilense*) با غلظت‌های 10^8 سلول زنده در هر میلی‌لیتر بود که از شرکت تجاری فناوری زیستی مهرآسیا تهیه و در آزمایشگاه بیولوژی موسسه از نظر کیفی و زنده بودن باکتری‌ها بررسی شد. باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین افزون بر تثبیت هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریز مغذی مورد نیاز با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌گردد (Tale and Mojadam, 2017). تلقیح با کودهای زیستی به علت حساس بودن باکتری‌ها به نور و گرما در سایه انجام شد (Talaei and Amini, 2015). میزان دقیق کود شیمیایی و نوع آن بر اساس آزمون خاک و توصیه کلی کارشناسان موسسه برنج برآورد و سپس به صورت ۵۰ درصدکود نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در زمان نشاکاری به همراه ۲۵ درصد آن در زمان پنجه‌دهی و ۲۵ درصد نیز در زمان ظهور خوشه به خاک افزوده شد. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۴۵ کیلوگرم در هکتار (Esfahani et al., 2005) و پتاسه از منبع کلرور پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (Faraji et al., 2017) در زمان شخم اول و آخرین مرحله آماده‌سازی زمین قبل از نشاءکاری به خاک اضافه گردید. آرایش کشت برنج ۲۰×۲۰ سانتی‌متر، ابعاد هر کرت آزمایشی ۶×۳ متر بود و مرز بین کرت‌ها با پلاستیک شفاف برای جلوگیری از نفوذ کود از کرت مجاور پوشانده شده بود. جهت سهولت در نمونه‌گیری و رفت و آمد در داخل کرت‌ها، ۵۰ سانتی‌متر فاصله بین تیمارها در نظر گرفته شد. جهت به‌منظور کاشت یکنواخت برنج به کمک مارکر به فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر اقدام به علامت‌گذاری محل آزمایش گردید. برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج از گرانول دیازینون ۵ درصد در زمان‌های وجین و گلدهی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید و برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی در دو نوبت ۲۵ و ۵۰ روز پس از نشاءکاری انجام شد. برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک استفاده شد و تأمین کامل نیاز آبی گیاه (غرقاب) به عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری و تیمارهای دور آبیاری ۱۰ روز و ۱۵ روز یکبار به عنوان درصدی از این مقدار در نظر گرفته شد. مدت زمان و میزان آبیاری در هر مرحله با تعیین عمق ریشه و اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی و لایه مربوطه محاسبه شد.

ارزیابی تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC): برای بررسی محتوای نسبی آب برگ نمونه‌گیری

برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته در دو نوبت در صبح زود و در مراحل اواخر پنجه‌دهی و ابتدای گلدهی انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از قیچی از آخرین برگ توسعه یافته در تمامی تیمارهای آزمایشی انجام و نمونه‌ها بلافاصله درون یخ قرار گرفته و در آزمایشگاه وزن تر آنها با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری و سپس تمامی نمونه‌ها در آب مقطر قرار داده شد و به مدت ۲٤ ساعت در سردخانه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از ۲٤ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و برگ‌ها به مدت ۲٤ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری شد. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین در فرمول زیر محتوای نسبی آب برگ محاسبه شد (Almeselmani et al., 2015).

$$RWC= Fw-Dw/ Sw- Dw\times100$$

Fw، وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

Dw، وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw، وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

ارزیابی کلروفیل برگ: در دو مرحله اواخر پنجه‌دهی و ابتدای گلدهی تعداد چهار کپه در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و مقدار نسبی کلروفیل برگ توسعه یافته به‌صورت غیر مستقیم و بدون ایجاد تخریب در برگ‌ها، با استفاده از دستگاه SPAD یا کلروفیل‌متر (مدل Minolta SPAD- 502) تعیین شد. به این منظور، از هر کرت ۳۰ برگ در موقعیت مشابه (برگ‌های بالای کانوپی) در روی بوته‌های مختلف انتخاب و میزان کلروفیل آن‌ها با استفاده از دستگاه فوق تعیین و نهایتاً میانگین این اعداد به‌عنوان عدد کلروفیل‌متر ثبت گردید (Nahvi and Sabori, 2009).

ارزیابی میزان پروتئین دانه و پرولین برگ: میزان پروتئین دانه برنج از روی درصد نیتروژن نمونه با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. با اندازه‌گیری میزان نیتروژن، میزان پروتئین از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در عدد ٦/۲۵ به‌دست آمد (Raie et al., 2015). اسید آمینه پرولین با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Bates, 1973).

ارزیابی کارایی زراعی مصرف نیتروژن: کارایی زراعی مصرف نیتروژن عبارت است از اختلاف میزان دانه تولید شده (عملکرد شلتوک) در کرت تیمار شده با شاهد به کل نیتروژن مصرف شده و از رابطه زیر محاسبه شد (Vennila and Jayanthi, 2006):

$$\text{کارآیی زراعی نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد شلتوک در کرت شاهد} - \text{عملکرد شلتوک در کرت تیمار شده}}{\text{کل نیتروژن مصرفی}}$$

ارزیابی عملکرد شلتوک: جهت تعیین عملکرد شلتوک نیز با رعایت اثر حاشیه ای، دو مترمربع از هر کرت در مرحله رسیدگی کامل برداشت گردید و پس از محاسبه، بر حسب تن در هکتار بیان شد. قبل از انجام تجزیه داده‌ها، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد.

تجزیه واریانس و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹ (SAS, 2002) انجام و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های مربوط به برنامه SAS و با روش PROC STEP استفاده گردید.

نتایج

عدد کلروفیل‌متر: تجزیه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عدد کلروفیل‌متر تحت تأثیر عوامل آبیاری، کود و رقم قرار گرفت. اثر سه گانه آبیاری، کود و رقم در مرحله اول و اثر دوگانه آبیاری و کود در مرحله دوم بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش دور آبیاری میزان کلروفیل کاهش یافت که این کاهش در دور آبیاری ۱۵ روز نسبت به شاهد معنی‌دار و در دور

آبیاری ۱۰ روز نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ٤). بین ارقام نیز رقم هاشمی وضعیت بهتری از نظر عدد کلروفیل‌متر نسبت به رقم گیلانه در هر دو مرحله نشان داد. در مطالعه حاضرکوددهی سبب بهبود عدد کلروفیل‌متر شد. مصرف ۱۰۰ درصد کود نیتروژنه و مصرف کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز به‌ترتیب ۳۹/۹ و ۳۷/۲ را در مرحله اول و ۳۲/۸ و ۳۲/۵ عدد کلروفیل‌متر را در مرحله دوم نشان دادند (جدول ٤). بین دو تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه و مصرف تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر عدد کلروفیل‌متر مشاهده نشد.

محتوای نسبی آب برگ: نتایج طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر آبیاری، کود و رقم روی محتوای نسبی آب برگ در دو مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار است (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ در مرحله اول (پنجه‌دهی) نشان داد که اثر سه‌گانه آبیاری، کود و رقم معنی‌دار شد. تیمار تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه، شرایط غرقاب و رقم هاشمی دارای بالاترین محتوی نسبی آب برگ (۸۸/۱) بود. همچنین این رقم در دور آبیاری ۱۵ روز و قرار دادن نشاءها در کود زیستی کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ را داشت. بین آبیاری غرقاب دائم و دور آبیاری ۱۰ روز نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در تمامی تیمارها میزان محتوای نسبی آب برگ در مرحله اول بالاتر از مرحله دوم نمونه‌برداری بود. در مرحله دوم (گلدهی) اثر دوگانه کود و رقم بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌ها در این مرحله نشان داد که رقم هاشمی محتوای نسبی آب بالاتری داشت. نتایج در مرحله گلدهی نیز حاکی از آن بود که افزایش فاصله آبیاری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ گردید. کوددهی نیز نسبت به تیمار قراردادن نشاءها در کود زیستی سبب بهبود محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش و غرقابی شد.

درصد پروتئین دانه: در بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس، برهمکنش سه عامل مورد مطالعه آبیاری، کود و رقم بر صفت درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال اول و دوم درصد پروتئین دانه تحت تأثیر اثر سه گانه آبیاری در کوددهی در رقم معنی‌دار بود (جدول ٤). درصد پروتئین دانه در دو سال مشابه هم بوده، به‌طوری با افزایش دور آبیاری از درصد پروتئین دانه کاسته شده و همچنین با مصرف کود زیستی و شیمیایی در خاک درصد پروتئین دانه نسبت به قرار دادن نشاءها در کود زیستی شرایط بهتری را نشان دادند. در سال اول بالاترین درصد پروتئین دانه در رقم هاشمی، فاصله آبیاری ۱۵ روز و مصرف ۱۰۰ درصد کود نیتروژنه (۱۱/۲۹) مشاهده شد. کم‌ترین درصد پروتئین دانه در رقم گیلانه، آبیاری غرقاب و قرار دادن نشاءها در کود زیستی (٦/۳) مشاهده گردید (جدول ٤). در سال دوم نیز روند مشابهی مشاهده شد و رقم هاشمی در همه سطوح آبیاری و کوددهی نسبت به رقم گیلانه درصد پروتیئن دانه بهتری را نشان داد. درصد پروتئین دانه در سال اول آزمایش بیش‌تر از سال دوم بود. در سال دوم مطالعه در حین رسیدگی و پرشدن دانه‌ها میانگین بارندگی بالاتر از سال قبل بود (جدول ۲) و به نظر می‌رسد بدلیل بارش بیشتر در دوره پر شدن دانه (تیر ماه) و کاهش ساعات آفتابی بدلیل ابری بودن هوا درصد پروتئین کاهش یافته است.

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عدد کلروفیل متر مرحله اول	عدد کلروفیل متر مرحله دوم	محتوای نسبی آب (درصد) مرحله اول	محتوای نسبی آب (درصد) مرحله دوم	محتوای پرولین برگ ۱۳۹۶	محتوای پرولین برگ ۱۳۹۷	درصد پروتین دانه ۱۳۹۶	درصد پروتین دانه ۱۳۹۷	کارآیی زراعی نیتروژن ۱۳۹۶	کارآیی زراعی نیتروژن ۱۳۹۷	عملکرد ۱۳۹۶	عملکرد ۱۳۹۷
بلوک	۲	۱۲/۹	۹۲/۵	۲/۶۱	۵/۵۲	۰/۱۰۲	۰/۰۳۸	۰/۰۱	۰/۰۹۱	۰/۰۶۵	۰/۰۷۳	۰/۰۱۵	۰/۰۲
آبیاری	۲	۱۴۶/۵۵۵	۲۹/۵۵۵	۳۴۱/۲۵۵	۸۳۲/۲۸۵۵	۲۹۷/۲۵۵	۳۱۳/۹۵۵	۳/۷۵**	۳/۰۱۴۵۵	۵۱/۴۵۵	۸۳/۰۳۵۵	۸/۸۸۵۵	۹/۴۷۵۵
اشتباه فاکتور آبیاری	۴	۹۸/۴	۰/۶۸	۶/۰۹	۶/۳۹	۰/۰۸۲	۰/۰۸۶	۰/۰۲۴	۰/۰۳۷	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۰۷
کود	۲	۱۲۲/۶۵۵	۱۹/۰۷۵۵	۸۷۹/۵۵۵	۷۳/۶۷۵۵	۴/۵۰۱۵۵	۴/۲۶۵۵	۶۴۷**	۱۵/۲۳۵۵	۹۶۷/۵۵۵	۹۷۱/۵۵۵	۳/۱۸۵۵	۳/۴۱۵۵
آبیاری ×کود	۴	۳۴/۹۷۵	۲۱/۵۶۵۵	۵۷۵/۶۵۵	۱۸۴/۲	۵/۸۵۵۵	۱۵/۲۷۵۵	۳/۵۵**	۶/۷۶۵۵	۱۹/۱۲۵۵	۳۳/۵۳۵۵	۰/۳۶۵۵	۰/۴۷۵۵
اشتباه فاکتور کود	۱۲	۴۵/۶۵۵۵	۳/۸۱	۲/۲۵	۶/۲۲	۰/۰۷۴	۰/۱۱۲	۰/۰۶۴	۰/۱۱	۰/۲۸۱	۰/۱۴۶	۰/۰۰۳	۰/۰۱
رقم	۱	۹۰/۲۲۵۵	۱۴۵/۳۵۵	۸۸/۸۵۵	۲۶۱/۴۵۵	۱/۵۳۵۵	۱۰/۲۲۵۵	۵/۷۳**	۵/۲۱۵۵	۹۷/۳۹۵۵	۸۲/۸۳۵۵	۲/۸۱۵۵	۳/۶۵۵
رقم ×آبیاری	۲	۱۲/۲۳	۶/۲	۱۶۰/۴۵۵	۹/۱	۰/۱۸۹	۱/۰۲۵	۰/۳۰۵*	۰/۷۳۹۵۵	۱۳/۹۱۵۵	۱۳/۱۱۵۵	۰/۰۴۸۵	۰/۰۹
رقم×کود	۲	۴/۰۷	۷/۴۵	۸۱/۴۶۵۵	۴۴/۹۵۵	۱/۸۰۲۵۵	۱/۵۵۵۵	۰/۶۰۴**	۰/۷۳۵۵	۳۰/۰۳۵۵	۲۷/۰۸۵۵	۰/۰۱۰۸	۰/۱
آبیاری×کود×رقم	۴	۶۵/۹۱۵۵	۰/۷۵	۳۱/۳۳۵۵	۵/۳۱	۰/۸۱۴۵۵	۲/۵۱۵۵	۱/۳**	۰/۷۲۲۵۵	۶۰۸۵۵	۷۶۸۵۵	۰/۰۹۴۵۵	۰/۲۱۷۵۵
اشتباه فاکتور رقم	۱۸	۶۵/۹۸	۲/۷۶	۲/۱۶	۴/۳۸	۰/۱۴۱	۰/۱۹۹	۰/۰۵۶	۰/۰۶۴	۰/۲۶۱	۰/۰۹۶	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)		۲۱/۷	۵/۱۸	۲/۱	۱۰/۹	۵/۴۱	۶/۰۳	۲/۷۶	۲/۹۹	۶/۴	۲/۹۸	۳/۹۱	۷/۰۹

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد

جدول ۴: مقایسه میانگین مقادیر صفات درصد پروتئین دانه، محتوای پرولین برگ و کارآیی زراعی نیتروژن در دو رقم برنج

آبیاری	کود	رقم	درصد پروتئین دانه۱۳۹۶	درصدپروتئین دانه۱۳۹۷	محتوای پرولین برگ ۱۳۹۶ (میکروگرم بر گرم وزن تر)	محتوای پرولین برگ ۱۳۹۷ (میکروگرم بر گرم وزن تر)	کارآیی زراعی نیتروژن ۱۳۹۶	کارآیی زراعی نیتروژن ۱۳۹۷	عملکرد شلتوک (تن درهکتار) ۱۳۹۶	عملکرد شلتوک (تن درهکتار) ۱۳۹۷
غرقاب	تیمار یک	گیلانه	٦/٣e	٦/٨c	٢/٤٨i	٣/١٥k	-	-	٢/٨٥c	٢/٨c
	تیمار یک	هاشمی	٧/١e	٨/٩c	٣/٤ki	٣/٤k	-	-	٢/٥٣d	٢/٣٤
	تیمار دو	گیلانه	٧/٥e	٨/٩١c	٣/٤٤ki	٣/٨٣k	٢١/٥٣a	٢١/٩a	٣/٩٣a	٣/٨٥a
	تیمار دو	هاشمی	٦/٩٥de	٧/٣٥e	٣/٦٣k	٣/٨٢k	١٢/٣٢cd	١٢/٢١d	٣/١٢bc	٣/٤٣b
	تیمار سه	گیلانه	٩/١٨b	٩/٨١b	٣/١٥k	٣/٢١k	١٢/٨e	١١/٩١de	٤/١٤a	٣/٩٩a
	تیمار سه	هاشمی	٩/٢٩b	٩/٨٩b	٣/٩٦k	٤/٢k	٧/٩٦fg	٨/٣٢gh	٣/٢٦b	٣/٥٤b
۱۰ روز	تیمار یک	گیلانه	٧/٦٢cd	٨/١d	٦/٢٦gh	٥/٦Vi	-	-	١/٦٩f	٢/٠٧g
	تیمار یک	هاشمی	٧/٧٦c	٨/٧٣e	٧/٧٨f	٦/١٨h	-	-	١/٥gf	١/٩٩gh
	تیمار دو	گیلانه	٧/٨٦c	٧/٦٨e	٦/٧٤g	٧/٥٢fg	١٨/٠١b	١٨/٦b	٣/٢٦bc	٢/٩c
	تیمار دو	هاشمی	٨/٦٥b	٨/٦٢cd	٦/٥g	٨/٧f	١٤/٩c	١٥/٩c	٢/٣٢de	٢/٦de
	تیمار سه	گیلانه	٩/٠٤b	٩/١c	٦/٥٧g	٥/٣٨ik	١٠/٩de	١٠/٢٥f	٢/٧٩cd	٢/٧٣d
	تیمار سه	هاشمی	٩/٨٢b	٩/٩٨ab	٥/٧٨hi	٨/٩٥ef	١٠/٠٤e	٩/٤٣fg	٢/٤٤d	٢/٤٨ef
۱۵ روز	تیمار یک	گیلانه	٨/٣d	٨/١d	٦/٦٤cd	٩/٤٥e	-	-	٢/١e	٢/٠٩g
	تیمار یک	هاشمی	٨/٦٢cd	٩/٦١b	١٠/٧٥c	١١/٤٣cd	-	-	١/٣٦g	١/٤٦i
	تیمار دو	گیلانه	٧/٤d	٧/٥٩e	٩/٧٨cd	٩/٧٣e	١١/٤٣de	١٠/٣f	٢/٠٦e	٢/١g
	تیمار دو	هاشمی	٧/٦٥c	٧/٥e	١٠/٣٣c	١١/٤٩c	٩/٣e	٧/٨٦h	١/٧٥f	١/٨٩h
	تیمار سه	گیلانه	٨/٧١c	٨/٧١c	١٢/٦١ab	١٤/١ab	٩/١٦ef	٨/٥g	٢/٠٨e	٢/٥٤e
	تیمار سه	هاشمی	١١/٢٩a	١٠/٧٩a	١٢/٨١a	١٤/٧a	٦/٣١g	٥/٣٣k	١/٩٧ef	١/٨٣h

***تیمار یک:** تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی، **تیمار دو:** تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه، **تیمار سه:** ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن

محتـوای پـرولین بـرگ: تجزیـه واریـانس داده‌هـای مربوط به میزان پرولین نشان داد که اثر سال و متقابـل سه عامل سطوح آبیاری، سطوح کودی و رقـم در هـر دو سـال بـر محتـوای پـرولین بـرگ معنـی‌دار اسـت (جدول ۳). در سال اول مطالعه محتوای پرولین بـرگ تحت تأثیر اثر سه‌گانه آبیاری در کـوددهی در رقـم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ٤). در سال دوم مطالعه نیز اثر سه‌گانه سه عامل مـورد آزمـایش مشـابه با سال اول بر محتـوای پـرولین بـرگ در سـطح یـک درصد معنی‌دار شد. نتـایج مقایسـه میـانگین داده‌هـای مربوط به اثر توأم سطوح آبیاری، کودی و رقم گویای آن است که افزایش دور آبیاری موجب افزایش معنی-دار محتوای پرولین برگ به ترتیـب بـه میـزان ٦٩/٥٦ درصد در سال اول و ٦٩/٥٢ درصد در سال دوم شـد (جدول ٤).

در سال اول محتوای پرولین برگ در رقم هاشـمی در هر سه دور آبیاری و هر سه سطح کوددهی بالاتر بود. به نظر می‌رسد این رقم محلی توانـایی بـیش‌تـری در تولید اسمولیت سازگاری چون پرولین را در مقابله بـا شرایط خشکی داشته باشـد. هـر چـه میـزان افـزایش پرولین در بافـت‌هـای گیـاه بیشـتر باشـد، گیـاه دارای مقاومت بیشتری بـه خشـکی خواهـد بـود. دو تیمـار کوددهی شیمیایی و ترکیبـی کـود زیسـتی و شـیمیایی توانایی گیاه در تولید پرولین را نسـبت بـه قـرار دادن نشاءها در کود زیستی بهبود داد. در سـال دوم مطالعـه نیز افزایش محتوای پرولین برگ ناشی از تنش خشکی و بهبود وضـعیت آن در تیمارهـای کـودهی مشـاهده گردیـد. تیمارهـای آبیـاری ۱۵ روز، مصـرف کـود شیمیایی ۱۰۰ درصد محتوای پـرولین بـرگ را در هـر دو سال بهبود دادند و این تیمار تفاوت معنی‌دار بـا دو تیمار کودی دیگر داشت.

کارایی زراعی نیتـروژن: تجزیـه واریـانس در سـال زراعی ۱۳۹٦ نشان داد که اثر سه‌گانه آبیـاری در رقـم در کـود، بـر کـارایی زراعـی نیتـروژن معنـی‌دار شـد (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین در ایـن سـال نشـان داد که در هر دور آبیاری بـا افـزایش مصـرف کـود از سطح ۵۰ درصد به سطح ۱۰۰ درصد از کارایی زراعی نیتروژن کاسته شده است. علاوه بـر ایـن کـه افـزایش دور آبیاری سبب کاهش کارایی زراعی نیتـروژن شـد. رقم گیلانه در تیمار آبیاری غرقاب و مصـرف ترکیبـی کود شیمیایی و زیستی بالاترین کارایی زراعی نیتروژن معادل ۲۱/۵۳ کیلوگرم بر کیلـوگرم را نشـان داد. رقـم هاشمی در آبیاری با دور ۱۵ روز و تیمـار۱۰۰ درصـد کود نیتروژنه مورد نیاز گیاه کـم‌تـرین کـارایی زراعـی نیتروژن معادل ٦/۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم را نشـان داد (جدول ٤).

در سال زراعی ۱۳۹۷ نیز تجزیه واریانس نشان داد که اثر سه‌گانه آبیاری در رقم در کود بـر کـارایی زراعـی نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). کاهش کارایی زراعـی نیتـروژن ناشـی از افـزایش دور آبیاری در این سال نیز مشـاهده گردیـد. مصـرف بیش‌تر کود سبب کاهش کـارایی زراعـی نیتـروژن در همه سطوح آبیاری مورد آزمایش در پـژوهش حاضـر گردید. در سـال زراعـی ۱۳۹۷ رقـم هاشـمی در دور آبیاری غرقاب و تلقیح نشـاءها بـا کـود زیسـتی+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه مورد نیاز گیـاه بـالاترین کـارایی زراعـی نیتـروژن معـادل ۲۱/۹ کیلـوگرم بـر کیلوگرم را داشته که از لحاظ آماری با رقم هاشمی در این تیمار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین مقـدار این صفت نیز مشابه با سـال ۱۳۹٦در رقـم هاشـمی و دور آبیـاری ۱۵ روز و مصـرف ۱۰۰ درصـد کـود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن ه مورد نیاز گیـاه معـادل ۵/۳۳ کیلوگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید (جدول ٤).

عملکرد شلتوک: اثر سه گانه عوامل آبیـاری و کـود و رقم عملکرد شلتوک را تحت تـأثیرمعنی‌داری قـرار داد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین

دو رقم مورد مطالعه، رقم اصلاح‌شده گیلانه ۲۷٪ عملکرد بالاتری را نسبت به رقم محلی هاشمی نشان داد. افزایش دور آبیاری باعث کاهش عملکرد شلتوک شد. این کاهش در آبیاری غرقاب دائم نسبت به دور آبیاری ۱۰ روز حدود ۳۳ درصد و نسبت به دور آبیاری ۱۵ روز ٦٠ درصد بود (جدول ٤). افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد شلتوک در هر دو رقم مورد مطالعه در همه تیمارهای کودی شد. بالاترین عملکرد شلتوک در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه (٤/١٤ تن در هکتار) و تیمار ترکیبی کود زیستی و شیمیایی (۳/۹۳ تن در هکتار) مشاهده شد این دو تیمار کودی در یک کلاس طبقه‌بندی قرار گرفتند و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند که این امر اهمیت کودهای زیستی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه را بیشتر مشهود می‌کند (جدول ۵). بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که کود زیستی توانایی کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در تولید برنج در دو رقم هاشمی و گیلانه را تا ۵۰ درصد دارا بوده است.

بحث

کلروفیل‌متر ابزاری مناسب جهت تخمین میزان نیتروژن گیاه بوده و نقش مهمی در کاهش مصرف غیرضروری این کود در کشاورزی دارد و عدد کلروفیل‌متر می‌تواند به‌عنوان شاخصی غیرمستقیم نماینگر محتوای کلروفیل برگ و شادابی و سرسبزی آن باشد (Martines and Guiament, 2004; Rorie et al., 2011). طبق نتایج حاصل از این تحقیق، هر چه دور آبیاری بالاتر باشد میزان کلروفیل کاهش بیش‌تری را نشان می‌دهد. بین دو تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه و مصرف تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر عدد کلروفیل‌متر مشاهده نشد. ژانگ و همکاران (Zhong *et al.*, 2017) بیان کردند که رابطه بین عدد کلروفیل‌متر و محتوای نیتروژن در واحد برگ در برنج تحت تأثیر فاکتورهای محیطی و ویژگی‌های برگ رقم مورد کشت می‌باشد. رابطه نزدیک بین محتوای کلروفیل برگ و محتوای نیتروژن برگ ناشی از نقش عمده و مهم نیتروژن در ساختار کلروفیل می‌باشد با توجه به اهمیت وجود نیتروژن در ساختار مولکول کلروفیل و آنزیم روبیسکو، برگ‌های با غلظت نیتروژن بالاتر، از محتوای کلروفیل بیش‌تری نیز برخوردارند (Monje and Bugbee, 1992). در گیاه برنج بین نیتروژن برگ با عدد کلروفیل‌متر ارتباط مستقیم وجود داشت و در سیستم آبیاری غرقاب و دورهای آبیاری ۱۰ و ۱۵ روز مشاهد شد. از عدد کلروفیل‌متر می‌توان برای تعیین نیاز کود نیتروژن در هر دو سیستم آبیاری (غرقاب و آبیاری متناوب) استفاده کرد (Cabangon et al., 2011). در این تحقیق رقم محلی هاشمی دارای عدد کلروفیل‌متر بیش‌تری نسبت به رقم اصلاح‌شده گیلانه داشت. کلروفیل در برگ یکی از عواقب تنش آب بوده و در ارقام مختلف بسته به مقاوم و یا حساس بودن به خشکی پاسخ‌های متفاوتی به دنبال خواهد داشت (Swapna and Shylaraj 2017). مهدوی و همکاران (Mahdavi *et al.*, 2005) در بررسی بین ۱۰ رقم برنج گزارش کردند که ارقام اصلاح‌شده عدد کلروفیل‌متر بالاتری را نشان می‌دهند.

برای پی بردن به وضعیت آب در گیاه اندازه‌گیری محتوای نسبی آب در بافت برگ بکار می‌رود و از این شاخص به‌طور گسترده در کمی سازی کمبود آب در بافت برگ استفاده می‌شود (Guo et al., 2009). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش دور آبیاری در هر دو مرحله محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت. در بررسی برهمکنش تیمار آبیاری و کود زیستی مشخص گردید که در فواصل آبیاری ۱۰ و ۱۵ روز یک‌بار،

کاربرد کود نسبت به تیمار عدم مصرف کود برتری داشت. تغذیه خاک با کود زیستی باعث بهبود شرایط عمومی خاک از جمله افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می گردد که باعث می شود تا حدودی از اثرات تنش خشکی بکاهد (Nazari Nasi et al., 2012). با افزایش شدت تنش خشکی افزایش محتوای پرولین و کاهش محتوای نسبی آب در سلول‌های برگ مشاهده شد. در واریته‌های مختلف برنج شدت کاهش محتوای نسبی آب برگ بسته به مقاوم و حساس بودن رقم متفاوت خواهد بود (Dasgupta *et al.*, 2015). در پژوهش حاضر دور آبیاری ۱۵ روز یک‌بار، کم‌ترین و آبیاری غرقاب دائم بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ را نشان دادند. در تحقیق شان و همکاران (۲۰۱۸) ضمن بررسی اثر تنش ملایم (دور آبیاری ۵ روز یک‌بار) و متوسط (دور آبیاری ۱۰ روز یک‌بار) بر متابولیسم نیتروژن دو واریته برنج Jiayou 5 و Zhongzheyou 1 سرعت فتوسنتز و محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر تنش ملایم (۵ روز) و متوسط (۱۰ روز) قرار نگرفت. در تنش ملایم هدایت روزنه‌ای و محتوای دی‌اکسیدکربن درون سلولی تغییری نکرد، درحالی‌که در تنش متوسط هر دوی این عامل‌ها کاهش یافتند. این محققان اظهار کردند که روزنه نقش مهمی در تنظیم هدررفت آب برگ دارد به‌نحوی‌که کاهش هدایت روزنه‌ای و به تبع آن کاهش نزول سرعت تراوش آب از آوند چوب در تنش متوسط اتفاق افتاده است. در واقع با بسته‌شدن جزئی روزنه محتوای نسبی آب برگ در شرایط محدودیت جذب فعال آب از ریشه‌ها، حفظ می‌گردد (Zhong et al., 2018). در بادام زمینی ایجاد تنش شدید کم آبی ایجاد شده با کمک ماده پلی‌اتیلن گلیکول، کاهش محتوای نسبی آب برگ اتفاق افتاد. محتوای نسبی آب بالاتر در تنش‌های متوسط در مقایسه با تنش شدید نشان می‌دهد که گیاهان توانایی حفظ محتوای آب خود در تنش متوسط را داشته درحالی‌که در تنش شدید این توانایی را از دست می‌دهند (Meher et al., 2018). به نظر می‌رسد گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد آن‌ها شود که این امر موجب کاهش محتوای نسبی آب در شرایط تنش خشکی می‌گردد و در نتیجه، قابلیت دسترسی به آب برای فرآیندهای توسعه سلول را محدود می‌کند (Karimzadeh and Baghbani, 2019).

در مطالعات مشایخی و همکاران (Mashayekhi et al., 2008) اثرگذاربودن کود نیتروژنه بدون توجه به منبع آن بر درصد پروتئین دانه برنج مشاهده گردید. مصرف کود نیتروژن در زمان مناسب و به مقدار مناسب سبب افزایش محتوای نیتروژن دانه و محتوای پروتئین دانه می‌شود. با افزایش مصرف کود نیتروژنه، درصد پروتئین دانه به علت جذب نیتروژن بیشتر از خاک، افزایش فتوسنتز و افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و در نتیجه انتقال نیتروژن بیشتر به دانه افزایش یافت. افزایش درصد پروتئین دانه با کاربرد کود نیتروژنه پیشتر توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Gholinejad, 2014). در این تحقیق نیز با افزایش میزان نیتروژن، درصد پروتئین دانه نیز افزایش یافت. در آزمایشی براتی و غدیری (Barati and Ghadiri, 2016) کاهش پروتئین دانه ناشی از تنش خشکی را در دو رقم جو گزارش کردند. در مطالعه‌ای در برنج و بررسی اثر دور آبیاری در چهار سطح غرقاب، ۵، ۸ و ۱۱ روز و کود نیتروژنه در چهار سطح ۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند که نیتروژن دانه با افزایش دور آبیاری و افزایش مقدار کود نیتروژنه، به‌ترتیب کاهش و افزایش نشان داد (Ashouri, 2014). در مطالعه حاضر رقم هاشمی تحت تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن ه بالاترین درصد پروتئین دانه را در هر

دو سال نسبت به رقم گیلانه نشان داد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار پروتئین دانه رقم هاشمی بین تیمار آبیاری غرقاب دائم و ۱۰ و تیمار کودی مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژنه بین دور آبیاری ۱۰ روز و ۱۵ روز می تواند مرتبط با تحمل به تنش خشکی بالاتر رقم مزبور نسبت به رقم گیلانه باشد. این نتایج اثر تعدیل‌کننده مصرف کود نیتروژنه بر اثرات سوء تنش خشکی را نشان می‌دهد. افزایش غلظت نیتروژن در برگ گیاه، شدت کربن‌گیری در گیاه را افزایش می‌دهد و موجب افزایش پروتئین و افزایش وزن دانه می‌گردد (Mengel and Kirkby, 2001).

طبق نتایج این تحقیق میزان محتوای پرولین برگ در دو سال تحت تأثیر اثرات رقم و آبیاری، رقم و کود و آبیاری و کود قرار گرفت و تحت شرایط افزایش دور آبیاری و مصرف کود نیتروژنه مقدار پرولین برگ در بیش‌ترین میزان بود. پرولین به‌عنوان یک اسمولیت (اسمولیت‌ها در اصطلاح به موادی گفته می شوند که حرکت آب را در سلول تحت تأثیر قرار می‌دهند) مهم، در تعدیل فشار اسمزی سلول تحت تنش کم آبی نقش اساسی داشته و به حفظ محتوای نسبی آب برگ در سطح بالا در ارقام مقاوم به خشکی کمک می‌کند می‌تواند به کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌ها بدون کاهش واقعی محتوای آب کمک کرده و به ریشه توانایی جذب آب بیش‌تر را می‌دهد (Yamchi *et al*., 2004; Blum, 2005). تجمع ماده پرولین در اندام های گیاهی اولین واکنش گیاه به‌منظور کاهش خسارت از تنش به سلول های گیاهی است (Anjum et al., 2011). تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاهان در طی افزایش دور آبیاری و خشکی بالا می‌رود. با این وجود میزان تجمع آن در برگ‌ها بیش از سایر اندام‌ها است. پرولین اسیدآمینه ذخیره شده در سیتوپلاسم است و احتمالاً در حفاظت از ساختمان ماکرومولکول‌های درون سلول در طی تنش خشکی نقش مؤثری دارد. (Patade et al., 2011; Thalooth et al., 2006). افزایش تولید پرولین طی تنش آبی ناشی از مصرف کود نیتروژنه در ارزن پروسو و دم روباهی گزارش شده است (Nematpour et al., 2019). اسمولیت‌هایی چون قند محلول و آمینواسیدها طی تنش خشکی افزایش پیدا می‌کنند (Zhong et al., 2018).

در تحقیق حاضر میزان پرولین در تیمار دور آبیاری ۱۵ روز، در سال دوم بیشتر از سال اول بوده است. افزایش کمتر تجمع پرولین در تیمار کاربرد توام کودهای زیستی و شیمیایی در نتیجه استفاده از این تیمار کودی از یک طرف و همچنین اثرات مفیدی که میکروارگانیسم‌های موجود در کود زیستی روی گیاه گذاشته‌اند، باعث گردیده است که اثر افزایش دور آبیاری روی گیاه کاهش یابد و به تبع آن، میزان تجمع پرولین نیز در گیاه کاهش یافته و در نهایت روی عملکرد گیاه زراعی برنج اثر گذاشته و باعث افزایش عملکرد در تیمارهای ترکیبی کود زیستی و شیمیایی شده است. بسیاری از گیاهان پرولین را به‌عنوان اسمولیت آلی اصلی در مواجهه با انواع تنش‌ها تولید می‌کنند. به نظر می‌رسد نقش پرولین حضور در تنظیم اسمزی و حفظ ساختار درون سلولی در تنش‌های گیاهی باشد (Ashraf and Foolad, 2007). تجمع پرولین به‌عنوان یک اسمولیت در برگ واریته‌ها متفاوت بوده و در برگ‌های جوان و پیر در شرایط غیرغرقابی بیش‌تر از شرایط غرقابی و در همه واریته‌ها مقدار آن در برگ‌های جوان بیش‌تر از برگ‌های پیر بوده است. با افزایش تنش خشکی مقدار پرولین مشابه با نتایج تحقیق حاضر افزایش نشان داد (Mostajeran and Rahim, 2009). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که استفاده ترکیبی از دو نوع کود شیمیایی نیتروژنی و زیستی نسبت به دو تیمار کودی دیگر تأثیر معنی‌داری روی افزایش کارآیی زراعی نیتروژن داشت و افزایش میزان کود نیتروژنی باعث کاهش این

صفت شد. کاهش کارایی زراعی نیتروژن با افزایش کود مصرفی توسط پیکول و همکاران (۲۰۰۵) و هالوارسون و همکاران (۲۰۰۵) نیز بیان شده است. برخی محققین معتقدند در شرایط دسترسی فراوان نیتروژن معدنی برای یک گیاه زراعی، کارآیی کمتری در زمنیه مصرف آن در گیاه بروز می نماید و نقش نیتروژن آلی در حصول به عملکرد دانه کمتر می گردد (Huggi et al., 1993).

در این تحقیق با افزایش دور آبیاری و استفاده ترکیبی از کود شیمیایی نیتروژنی و زیستی میزان عملکرد شلتوک بیش‌تر شد. خیری و همکاران (Kheiri et al., 2017) گزارش دادند که در گیاه برنج بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۲۹۵ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار کاربرد تلفیقی نیتروژن، کمپوست آزولا و کود زیستی بود. کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن با توجه به اثرات مثبت زیست محیطی آن، تیمار مناسب‌تری برای افزایش عملکرد دانه برنج بود اما کاربرد ترکیبی نیتروژن با هریک از کودهای زیستی یا آلی اثر معنی‌داری در بهبود عملکرد دانه داشت. در تحقیقی کاربرد کود زیستی توانست بالاترین شاخص برداشت و عملکرد شلتوک برنج را به دنبال داشته باشد. مصرف کودهای زیستی افزایش عملکرد دانه را به وسیله افزایش شاخص سطح برگ و افزایش توانایی گیاه در جذب نور باعث می‌گردند (Rahmani et al., 2014). با توجه به این که کودهای زیستی، عناصر غذایی را به تدریج آزاد کرده و دراختیار گیاه قرار می‌دهند و از طرفی، کود شیمیایی نیتروژن نیز در مراحل مختلف رشد گیاه استفاده می‌گردد، لذا گیاه می‌تواند در تمام طول دوره رشد خود از این عناصر استفاده نماید که در نهایت سبب بهبود عملکرد دانه می‌شود (Moslehi et al., 2016). در مطالعه حاتمی‌فر و همکاران (Hatamifar et al., 2013) مشاهده شد که کودهای شیمیایی نیتروژن و پتاسیم در رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و تعداد پنجه بارور در متر مربع و طول خوشه برنج معنی‌دار بود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر نیز می‌توان بیان کرد که کود زیستی توانایی کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در تولید برنج در دو رقم هاشمی و گیلانه را دارا می‌باشد و افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد شلتوک در هر دو رقم مورد مطالعه در همه تیمارهای کودی شد. لذا به نظر می رسد هر گونه محدودیت در منابع آبی، منجر به محدودیت در انتقال برخی منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم‌کردن رشد رویشی و اتمام زودهنگام آن مرحله و شروع رشد زایشی می‌کند در نتیجه موجبات کاهش مقدار عملکرد واجزای عملکرد می‌گردد (Tarighislami et al., 2012).

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که کود زیستی توانایی کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در تولید برنج در دو رقم هاشمی و گیلانه را تا ۵۰ درصد دارا می‌باشد و کاربرد کودهای زیستی همراه با کود شیمیایی نیتروژنه تا حدی از بروز اثرات سوء کم‌آبی بر گیاه زراعی برنج کاسته و مانع از کاهش شدید عملکرد می‌شود. تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه ۵۸ درصد و مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مورد نیاز گیاه+ تلقیح ریشه نشاء با کود زیستی زیستی ۵۳ درصد عملکرد شلتوک را نسبت به قرار دادن نشاءها در کود زیستی افزایش می‌دهند. اگرچه تیمار کود شیمیایی نیتروژنه باعث افزایش قابل توجه برخی صفات مورد مطالعه شد اما به‌جای مصرف مداوم کود شیمیایی با توجه به مشکلات زیست‌محیطی و انرژی بالای تولید کودهای شیمیایی استفاده از کودهای زیستی می‌تواند در بلندمدت در راستای به حداقل رساندن آلودگی زیست محیطی و کشاورزی پایدار موثر واقع شود.

سپاسگزاری

از مساعدت پرسنل محترم موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) که در اجرای این تحقیق ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Almeselmani, M., Al-Rzak Saud, A., Al-Zubi, K., Al-Ghzali, S., Hareri, F., Al-Nassan, M., Ammar, M.A., OKanbar, Z., Al-Naseef, H., Al-Nator, A., Al-Gazawi, A. and Teixeira da, J.A. (2015). Evaluation of physiological traits, yield and yield components at two growth stages in 10 durum wheat lines grown under rain fed conditions in southern Syria. Cercetări Agronomice în Moldova, 2(162): 29-49.

Amani, N., Sohrabi, Y. and Heidari, Gh. (2017). Yield and some physiological characteristics in Maize by application of bio and chemical fertilizers under drought levels. Sustainable Agriculture and Production Science, 27(2): 65-83.

Anjum, Sh. A., Xie, X-y., Wang, L-ch., Saleem, M.F., Man, Ch. and Lei, W. (2011). A review. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.

Guilan Meteorological Quarterly. (2019). Statistics 24 pp.

Ariosa, Y., Quesada, A., Aburto, J., Carrasco, D., Carreres, R., Leganes, F. and Valiente, E.F. (2004). Epiphytic cyanobacteria on Chara vulgaris are the main contributors to N2 fixation in rice fields. Applied Environmental Microbial. 70: 5391-5397.

Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology. 24(1): 1-150.

Asadi Rahmani, H., Khavazi, K., Asgharzadeh, A. and Rajali, F. (2005). Biological fertilizers, complementary or alternative to chemical fertilizers, a collection of articles on the need for industrial production of biological fertilizers in the country. Second edition. 41-32.

Asadi, R., Alizadeh, A., Ansari, H., Kavousi, M. and Amiri, A. (2016). The effect of water and nitrogen consumption on yield, yield components and water productivity in rice cultivation. Water Research in Agriculture. 30 (2):157-145.

Ashouri, M. (2014). Water use efficiency, irrigation management and nitrogen utilization in rice production in the north of Iran, APCBEE Procedia. 8:70 – 74.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2007). Role of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany. 59(2): 206-216.

Bahaar, S.W.S. and Baht, G.A. (2012). Taxocenosis and distribution of weed flora in the rice field monoculture of Kashmir Valley India. International Journal of Botany. 8(2):73-78.

Barati, V. and Ghadiri. H. (2016). Effects of drought stress and nitrogen fertilizer on yield and yield components and grain protein content of two barley cultivars. Journal of Production and Processing of Crops and Horticulture. 6(20): 191-206.

Bates, L.S. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Australian Journal of Agricultural Research. 56. 1159–1168.

Cabangon, R. J., Castillo, E. G. and Tuong, T. P. (2011). Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternatewetting and drying irrigation, Field Crops Research. 121:136–146.

Carmelita, M., Alberto, R., Wassmann, R., Hirano, T., Miyata, A., Hatano, R., Kumar, A., Padre, A. and Amante, M. (2011). Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. Agricultural Water Management. 98: 1417-1430.

Darzi, A.A., Mirlotfi, S.M., Shahnazari, A., Ejlali, F. and Mahdian, M.H. (2013). Effect of surface and subsurface drainage in paddy fields on rice yield and its components, Iranian Journal of Water Research in Agriculture. 26: 61-70.

Dasgupta, P., Bhabani, S., Soumitra, K. and Sen, M. (2015). Soil water potential and recoverable water stress in drought tolerantand susceptible rice varieties. Agricultural Water Management, 152:110–118.

Divasalar, R., Sam Daliri, M., Nasiri, M., Amiri Larijani, B., Mousavi Amirkalaei, A.A. and Sadeghi, N. (2011). Investigation of the effect of combining organic fertilizer and nitrogen on

yield and grain yield components in a modern rice cultivation management system. Journal of Agricultural Research. 3 (2): 229-217.

Esfahani, M., Sadrzadeh, S.M.M., Kavoosi, M. and Dabbagh Mohammadinasab, A. (2005). Effects of different amounts of nitrogen and potassium fertilizers on the yield, yield components, and growth of Caspian rice cultivar. Iranian Journal of Crop Sciences, 7(3):226-240.

Faraji, F., Esfahani, M., Kavousi, M., Nahvi, M. and Rabiee, B. (2014). Effect of Nitrogen Fertilizer Quantities and Manner on Growth and Yield Indices of Caspian Rice, Iranian Journal of Crop Science. 43 (2): 333-323.

Firouzi, S. (2015). Grain, milling, and head rice yields as affected by nitrogen rate and biofertilizer application. Acta Agriculturae Slovenica. 105 (2): 241 - 248.

Gharali, A. and Nasrollahzadeh Asl, A. (2018). The effect of application using nitragin and nitroxin biofertilizers on reduce the use of nitrogen chemical fertilizer in sunflower cultivation (*Helianthus annuus* L.), Environment Conservation Journal. 19 (1&2): 39-46.

Ghasemi Gwaber, M., Shakoori, M.J., Daneshian, J. and Akhgari, H. (2012). Investigating the combined role of ecological bacteria on physiological and morphological characteristics of Hashemi rice, Journal of Crop Science. 2(2): 36-31.

Gholinejad, A. (2014). Effect of drought Sstress, Plant Density and Nitrogen Amounts on Morphophysiological Characteristics and Qualitative Traits of Sunflower Oil in Urmia Climate, Research in Agricultural Ecosystems. 1 (3): 58-41.

Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S., Bai, G., Li, R., Von Korff, M., Varshney, R.K., Graner, A. and Valkoun, J. (2009). Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage, Journal Exp Botany. 60: 3531–3544.

Habibi, P. (2007). Physiological study of the effect of cold stress on seedling stage of different rice genotypes. Ph.D dissertation of Shahid Chamran University of Ahvaz. 145Pp.

Halvarson, A.D., Schweissing, F.C., Bortolo, M.E., and Reule, C.A. (2005). Corn respoes to nitrogen fertilization in a soil with high residual nitrogen. Agronomy Journal. 97: 1222-1229.

Hassegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., Da Silva, V.N., Schammass, E.A., Reis, T. and Corre, B. (2008). Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains, Food Control. 19: 36-43.

Hatamifar, B., Ashoury, M., Shokri-Vahed, H. and Shahin-Rokhsar, P. (2013). Effects of irrigation and various rates of nitrogen and potassium on yield and yield components of rice plant (Oryza sativa L.), Persian Gulf Crop Protection. 2(2):19-25.

Huggi, D.R. and Pan, W.L. (1993). Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity, Journal Agronomy 85: 898-905

Jabran, K. and Chauhan, B.S. (2015). Weed management in aerobic rice systems, Crop Protection. 78: 151-163.

Jaleel, C,A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R. and Panneersel Vam, R. (2009). Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal Agriculture Biology. 11 (1): 100-105.

Karimzadeh Asl, Kh. and Baghbani Arani, A. (2019). The effect of different irrigation regimes and biofertilizers on grain yield, essential oil content, some physiological traits and uptake of mineral elements in cumin, Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 12 (3): 830-817.

Khazaei, H.R. and Arshadi, M.J. (2007). Investigation of the effect of nitrogen road fertilizer management using chlorophyll meter on yield and quality characteristics of Agria cultivar in Mashhad climatic conditions, Horticultural Sciences. 22 (2): 63-49.

Kheiri, N., Nikonejad, Y. and Abbas Alipour, M. (2017). The effect of application of organic and biological fertilizers by reducing nitrogen fertilizer on qualitative and quantitative yield of rice, Ecophysiology of Crops. 12 (4): 460-445.

Mahdavi, F., Esmaeili, M.A., Fallah, A. and Pirdashti, H. (2005). Study of morphological characteristcs, physiological indices, grain yield and its components in rice (Oryza sativa L.) landraces and improved cultivars, Iranian Journal of Crop Sciences. 7(4):280-297.

Martines, D.E. and Guiament, J.J. (2004). Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status, Agronomy. 24:41-46.

Mashayekhi, S., Fallah, A., Madani, H. and Sajedi, N.A. (2008). Evaluation of the amount and installment of nitro / female fertilizer on the percentage of protein and rice grain amylose, New Agricultural Findings. 3(2):188-180.

Meher Shivakrishna, P., Ashok Reddy, K. and Manohar Rao, D. (2018). Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots, Saudi Journal of Biological Sciences. 25:285–289.

Mengel, K. and Kirkby, E.A. (2001). Principles of plant nutritions. Kluwer Academic Pub. Paper back, 849p.

Monje, D.A. and Bugbee, B. (1992). Inherentlimitation of nondestructive chlorophyll meters: compression two types of chlorophyll meters, Horticultural Science. 27: 69-71.

Moslehi, N., Nikonjad, Y., Fallah Ameli, H. and Kheiri, N. (2016). The effect of combined application of chemical, organic and biological fertilizers on some morphophysiological traits of Tarom Hashemi rice, Journal of Crop Physiology. 8 (30):103-87.

Mostajeran, A. and Rahimi-Eichi, V. (2009). Effects of Drought Stress on Growth and Yield of Rice (Oryza sativa L.) Cultivars and Accumulation of Proline and Soluble Sugars in Sheath and Blades of Their Different Ages Leaves, American-Eurasian Journal Agriculrall and Environmental Science. 5(2):264-272.

Mustafavi, R., and Jalilian, J. (2019). Evaluation of yield, physiological characteristics and forage quality of Dragon's head (*Lallemantia iberica*) affected by chemical, bio-organic fertilizers and irrigation frequencies. Iranian Journal of Rainfed Agriculture, 8(1):1-20.

Nagananda, G.S., Das, A., Bhattacharya, S. and Kalpana, T. (2010). In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of Trigonella foenum-graecum L. using a novel glass marble containing liquid medium, International Journal of Botany. 6: 394-403.

Nahvi, M. and Sabori, H. (2009). Determination of best method of partitioning N fertilizer by using Leaf Color Chart (LCC) and chlorophyll meter (SPAD) in rice, Electronic Journal of Crop Production. 2(3): 55- 67.

Nazari Nasi, H., Jabari, F., Azimi, M.R. and Norouzian, M. (2012). Effect of drought stress on cell membrane stability, photosynthesis rate, relative water content and grain yield of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, Iranian Journal of Field Crop Science. 41(3): 491-499.

Nematpour, A., Eshghizadeh, H.R. and Morteza, Z. (2019). Drought-tolerance mechanisms in foxtail millet (Setaria italica) and proso millet (Panicum miliaceum) under different nitrogen supply and sowing dates, Crop and Pasture Science. 70(5) 442-452.

Nithya, J. and Ramamoorthy, D. (2015). Floristic composition and weed diversity in rice fields. Indian Journal of Weed Science. 47(4): 417-421.

Pampolino, M.F., Manguiat, I.J., Ramanathan, S., Gines, H.C., Tan, H., Chi, P.S., Rajendran, T.T.N. and Buresh, R.J. (2007). Environmental impact and economic benefits of site specific nutrient management in irrigated rice systems. Agricultural Systems, 93:1-24.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. (2011). Salt and drought tolerance of sugarcane under iso-osmotic salt and water stress: growth, osmolytes accumulation, and antioxidant defense, Journal of Plant Interactions. 6: 275-282.

Pikol, J.K., Hammack, L. and Riedell, W.E. (2005). Corn yield, nitrogen use, and corn rootworm infestation of rotatio in the Northern Corn Belt, Agronomy Journal. 97: 854-863.

Pirasteh Anousheh, H., Emam, Y. and Jamali, R. (2010). Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels, Journal of Agroecology. 2(3): 492-501.

Rahmani, A., Maleki, A., Mirzaeiheydari, M. and Naseri, R. (2014). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Planting Pattern on Yield and Its Components of Rice (Oryza sativa L.) in Ilam Province, Iran. International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering .8(8). 844-850.

Raie, Y., Shareati, J. and Wisany, W. (2015). Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation. Journal Agriculture Science, Sustainable Production. 25(1): 65-84.

Rezaei Chianeh, A., Rahimi, A., Sheikh, F. and Mahiji, M. (2017). Reaction of some agronomic characteristics of beans to biofertilizers under water stress, Production of Crops. 10 (4): 120-107.

Ritchie, S.W. and Nguyen, H.T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance, Crop Science. 30: 105-111.

Rorie Robert, L., Purcell, C., Larry, M., Mozaffari, M., Douglas, E., King, C., Andy, C., Marsh, M. and David, E. (2011). Association of "Greenness" in Corn with Yield and Leaf Nitrogen Concentration, Agronomy Journal. 103(2). 529-535.

Sarkhosh, A. and Aboutalebian, M. (2013). Nitrogen use efficiency, yield and some agronomic characteristics of maize under on-farm seed priming and times of nitrogen application, Journal of Crops Improvement. 15(3): 117-128.

Swapna, S. and Shylaraj, S.K. (2017). Screening or Osmotic Stress Responses in Rice Varietiesunder Drought Condition, Rice Science. 24(5): 253-263.

Tale, S. and Mojaddam, M. (2017). Evlauation of application methods of nitroxin and nitrogen on yield and some physiological traits of maize (Zea mays L. cv SC 704). Journal of Plant Environmental Physiology, 12(45): 95-106.

Talaei, Gh.H. and Amini Dehaghi, M. (2015). Effects of bio and chemical fertilizers on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 30(6), 931-942.

Tarighislami, M., Zarghami, R., Mashhadi Akbarbojar, M. and Oveisi, M. (2012). Effect of Drought Stress and Nitrogen Fertilizer Amounts on Physiological Health of Corn Maize, Journal of Agriculture and Plant Breeding. 8(1):161-174.

Van Herwaarden, A.F., Farquhar, G.D. and Howe, G.N. (1998). Haying-off'the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertilizer. I Biomass grain yield and water use, Australia Journal of Agricultural Research. 49:1067-1081.

Vennila, C. and Jayanthi, C. (2006). Effect of integrated nitrogen management on nitrogen use efficiency in wet seeded rice + daincha dual cropping system, Madras Agricultural Journal. 93 (7-12): 274-277.

Wang, Zh., Li, G., Sun, H., Ma, L., Guo, Y., Zhao, Zh., Gao, H. and Mei, L. (2018). Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves, Biology Open. 7: 1-9.

Xiong, D., Chen, J., Yu, T., Gao, W., Ling, X., Li, N., Yong, P. and Jianliang, H. (2017). SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics, Scientific Reports. 5:13389 1-12.

Yamchi, A., Rastegar Jazi, F., Ghobadi, S., Mousavi, A. and Karkhanei, A.A. (2004). High expression of proline-5-carboxylate synthase gene, with the aim of increasing resistance to osmotic stresses in transgenic tobacco plants, Agricultural Science and Technology and Natural Resources. 8 (4): 39-31.

Ye, J., Yu, Q. G., Yang, S. N., Jiang, L. N., Ma, J. W., Wang, Q., Wang, J. M., Sun, W. C. and Fu, J. R. (2011). Effect of combined application of organic manure and chemical fertilizer on N use efficiency in paddy fields and the environmental effects in hang jiahu area. Journal of Soil and Water Coervation, 25: 87-91.

Zad Behtoui, M., Sharifi, S.R. and Khalilzadeh, R. (2019). Effect of nitrogen and biofertilizers on yield, nitrogen use efficiency and some morpho-physiological traits of rice (Oryza sativa L.), Cereal Research. 8(4): 409-421.

Zafarian, L., Eyvazi, A. R. and Jalili, F. (2011). Effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on yield and yield components in two safflower (*Carthamus tinctrius* L.). Journal of Research in Crop Sciences, 3(12): 29-40.

Zhao, B. Q., Li, X. Y., Li, X. P., Shi, X. J., Huang, S. M., Wang, B. R., Zhu, P., Yang, X. Y., Liu, H., Chen, Y., Poulton, P., Powlson, D., Todd, A. and Payne, R. (2010). Long-term fertilizer experiment network in China: Crop yield and soil nutrient trends. Agronomy Journal, 102: 216-230.

Zhong, C., Cao, X., Bai, Zh., Zhang, J., Zhu, L. and Qianyu, J. (2018). Nitrogen metabolism correlates with the acclimation of photosynthesis toshort-term water stress in rice (Oryza sativa L.), Plant Physiology and Biochemistry. 125: 52-62.