

اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات بر کارایی مصرف عناصر و شاخص برداشت گاوزبان (*Borago officinalis* L.) تحت تنش کم آبی

افشین کرمی¹، علی سپهری^{2*}

تاریخ دریافت: 91/5/16 تاریخ پذیرش: 91/12/21

1- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

2- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

* مسئول مکاتبه E-mail: Sepehri2748@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات بر کارایی مصرف عناصر و شاخص برداشت گاوزبان تحت تنش کم آبی آزمایشی در بهار 1390 در کرمانشاه و به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. تنش کم آبی به عنوان عامل اصلی در چهار سطح کم آبی در مرحله رویشی، کم آبی در مرحله زایشی، کم آبی رویشی + زایشی و بدون کم آبی (شاهد) و تیمارهای کودی به عنوان عامل فرعی شامل سه سطح مصرف 100 درصد کود شیمیایی مورد نیاز مزرعه، مصرف 50 درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی (نیتروکسین و بیوفسفات) و مصرف 25 درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی بود. نتایج حاصل مشخص نمود که تنش کم آبی و تیمارهای کودی تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، تلاش بازآوری و کارایی مصرف نیتروژن و فسفر داشتند و تنش کم آبی موجب کاهش شاخص‌های مذکور گردید، به طوری که کم آبی در مرحله زایشی 45/1 درصد و در تنش رویشی 23/4 درصد شاخص برداشت سرشاخه گلدار را کاهش داد. در تیمارهای کودی نیز مصرف 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی عملکرد بالاتری در سطوح مختلف تنش کم آبی بخصوص تنش رویشی داشت و بیشترین سرشاخه گلدار (534/3 گرم در متر مربع) و دانه (19/9 گرم در متر مربع) در تیمار مذکور و در شرایط بدون تنش حاصل شد. مصرف 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی در مقایسه با مصرف 100 درصد کودهای شیمیایی از کارایی مصرف نیتروژن و فسفر بالاتری در شرایط تنش کم آبی و بدون تنش برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: تلاش بازآوری، تنش کمبود آب، شاخص برداشت، کارایی مصرف نیتروژن و فسفر، کودهای زیستی

Effects of Application of Nitroxin and Biophosphate on the Nutrient Use Efficiency and Harvest Index of (*Borago officinalis* L.) Under Water Deficit Stress.

A Karami¹, A Sepehri^{* 2}

Received: 6 August 2012 Accepted: 10 March 2013

¹MSc Student of Buali Sina University of Hamadan, Iran

²Assist Prof, Faculty of Agriculture, Buali Sina University, Hamadan, Iran

* Corresponding author: Sepehri2748@gmail.com

Abstract

In order to study the effects of application of Nitroxin and Biophosphate on the nutrient use efficiency and harvest index of (*Borago officinalis* L.) under water deficit stress, a split plot field experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in Kermanshah, Iran, in 2011. Water deficit stress was the main factor with four levels, in vegetative stage, reproductive stage, vegetative + reproductive stages and without water deficit (control), which was applied by interrupting irrigation in the specific stages. Fertilizers consisted of three levels, 100% chemical fertilizer, 50% of chemical fertilizer + biofertilizers (Nitroxin and Biophosphate), 25% chemical fertilizer + biofertilizers as sub factor. Results indicated that treatments had significant effects on Biological yield, economic yield, reproductive effort and use efficiency of Nitrogen and Phosphate. Water deficit stress decreased the mentioned criteria. It reduced 45.1% harvest index of florescence in reproductive stage and 23.4% in vegetative stage. In the fertilizer treatments the highest amount of yield in difference levels of water deficit were achieved in 50% of chemical fertilizer + biofertilizers and the highest florescence yield (534.3 g/m^2) and grain yield (19.9 g/m^2) were obtained in mentioned treatment in non-stress situation. The 50% chemical fertilizer + biofertilizers Treatment had higher use efficiency of nitrogen and phosphate in the water deficit stress and control in comparison with 100 % chemical fertilizers.

Key words: Water deficit stress, Reproductive effort, Harvest index, Use efficiency of Nitrogen and Phosphate, Biofertilizers.

مقدمه

ناشی از مواد شیمیایی، باعث ایجاد مسائل بخرنج در این زمینه شده است. بهم خوردن تعادل بیولوژیک در محیط خاک از دیگر اثرات منفی کودهای شیمیایی است که خسارت زیادی به اکوسیستم خاک وارد می‌سازد.

امروزه کاربرد کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است علاوه بر هزینه‌های اضافی، اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند و آلودگی خاک و آب

بیوماس و تنش در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی روی عملکرد دانه، اندازه دانه و شاخص برداشت آفتابگردان اثر معنی‌داری داشت. مظفری و همکاران (1375) در مطالعه خود روی آفتابگردان دلیل کاهش شاخص برداشت در تنش کم‌آبی را کاهش قطر طبق، تعداد دانه در طبق و افزایش درصد پوکی دانه اعلام کردند.

تنش کمبود آب منجر به هدر رفتن منابع تولید به ویژه نیتروژن می‌شود و بازده مصرف نیتروژن و دیگر عناصر غذایی کاهش می‌یابد. در صورت مواجه شدن گیاه با کمبود آب در خاک لازم است مدیریت زراعی به گونه‌ای تغییر کند تا ضمن تولید محصول قابل قبول، بازده مصرف منابع تولید هم بالا نگه داشته شود. لک و همکاران (1386) در تحقیقی روی ذرت اظهار نمودند که کم‌آبی باعث تنزل کارایی مصرف نیتروژن گردید و دلیل این وضعیت را کاهش جذب و هدر روی عنصر نیتروژن گزارش کردند. تحقیقات مختلف نشان داده است که استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های مفید علاوه بر بهبود شرایط تغذیه‌ای برای گیاه می‌تواند مقاومت گیاه به تنش‌های مختلف محیطی مانند کمبود آب را افزایش دهد (وو و همکاران 2005). قاسمی و همکاران (1390) در آزمایشی روی ذرت مشاهده نمودند که بیشترین عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری بهینه و مصرف نیمی از کودهای شیمیایی و کود زیستی بدست آمد. این در حالی بود که در شرایط کم‌آبی مصرف کودهای زیستی منجر به بهبود تحمل گیاه در مقایسه با کود شیمیایی در شرایط تنش کم‌آبی شد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر شاخص برداشت گاوژبان و تاثیر مصرف کودهای زیستی و شیمیایی در جبران این کاهش است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کرمانشاه (طول جغرافیایی $47^{\circ}40'$ و

در نتیجه برای رهایی از این مشکلات و مدیریت حاصلخیزی خاک، پیشرفت به سمت کشاورزی پایدار توصیه می‌شود و بدین ترتیب نیاز به روش‌های نوین تغذیه گیاهی افزایش پیدا می‌کند (احمدآبادی و همکاران 1390). کاربرد منابع و نهاده‌های تجدید پذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می‌شود که از این میان می‌توان به کودهای زیستی اشاره کرد (کیزیلکایا 2008).

در خصوص گیاهان دارویی یکی از نیازهای مهم به منظور حصول عملکرد بالا، ارزیابی سیستم‌های تغذیه‌ای گیاه است که با روش صحیح حاصلخیزی خاک می‌توان کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. یکی از گیاهان دارویی مهم، گیاه گاوژبان (*Borago officinalis* L.) می‌باشد. این گیاه از تیره گاوژبان، علفی، یکساله، به ارتفاع 70 تا 100 سانتی‌متر، رنگ گل‌های آن آبی و به ندرت سفید یا گلی است. گیاه گاوژبان امروزه در اکثر نقاط دنیا بیشتر به منظور استفاده‌های درمانی پرورش می‌یابد. به این صورت که از گل و برگ‌های این گیاه به عنوان معرق، آرام‌کننده و تصفیه‌کننده خون استفاده می‌شود. دانه‌های گاوژبان نیز به عنوان یکی از منابع اصلی اسید چرب گامالیونئیک اسید یاد می‌شود (نقدی بادی و همکاران 1386).

یکی از این عوامل محیطی که نقش بسزایی در رشد و نمو گیاهان مختلف ایفا می‌کند آب است. واکنش گیاه در برابر تنش آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد گیاه در ارتباط است (لباسچی و همکاران 1383). به اظهار ژانگ و همکاران (2000) ماده خشک تولیدی به توسعه سطح برگ و مصرف آب به شدت وابسته است. در آزمایشی روی بادرنجبویه بیشترین تجمع ماده خشک در شرایط بدون تنش حاصل گردید و با افزایش شدت تنش این صفت کاهش یافت (اردکانی و همکاران 1389). چیمنتی و همکاران (2002) در همین رابطه اظهار داشتند که وقوع تنش در پایان مرحله کرده افشانی تأثیر معنی‌داری روی

بذور گاوزبان با فاصله 30 سانتی‌متر از هم بر روی ردیف‌ها کشت گردیدند. عملیات کاشت در تاریخ 25 فروردین و به صورت جوی پشته‌ای با دست صورت گرفت. بعد از کشت بلافاصله آبیاری انجام شد و در طول فصل رشد آبیاری به روش سیفونی و با فاصله 7 تا 12 روز و تا رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی انجام گردید. قابل ذکر است که حجم آب مصرفی در تیمار شاهد 6452 مترمکعب در هکتار، تیمار تنش رویشی 5566 متر مکعب در هکتار، تیمار تنش زایشی 5502 متر مکعب در هکتار و در تیمار متشکل از تنش رویشی + زایشی حجم آب مصرفی در طول فصل رشد 4616 متر مکعب در هکتار بود. در پایان دوره رشد با رعایت اثر حاشیه ای (دو خط از طرفین حذف و ابتدا و انتهای هر کرت نیم متر) 10 بوته انتخاب گردید و صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه تلاش بازآوری (جباری و همکاران 1390) و شاخص برداشت (کلهری و همکاران 1381) و کارایی مصرف عناصر (دست برهان و همکاران 1390 و پروتس و استس 1976) از روابط زیر استفاده گردید.

$$\% \text{ برداشت} = \frac{\text{عملکرد سرشاخه گلدار یا عملکرد دانه}}{\text{عملکرد بیولوژیکی}} \times 100$$

$$\text{عملکرد زایشی (سرشاخه گلدار - عملکرد دانه)} = \frac{\text{تلاش بازآوری}}{\text{عملکرد بیولوژیکی}}$$

$$\text{کارایی مصرف نیتروژن با سفر} = \frac{\text{عملکرد سرشاخه گلدار یا عملکرد دانه (g/m}^2\text{)}}{\text{کود نیتروژنی یا فسفر مورد مصرف (g/m}^2\text{)}}$$

تجزیه‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C انجام گرفت و میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال 5% مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک که نشان دهنده ماده خشک کل تجمع یافته در اندام هوایی در زمان برداشت است تحت

عرض جغرافیایی $34^{\circ}29'$ با 1394 متر ارتفاع از سطح دریا) در بهار 1390 اجرا گردید. میانگین دما و بارندگی سالانه منطقه به ترتیب 14 درجه سانتی‌گراد و 450 میلی‌متر می‌باشد. کرت‌های اصلی طرح شامل تنش کم آبی در 4 سطح: تنش در مرحله ساقه‌دهی (رویشی) D_1 ، تنش در مرحله گلدهی (زایشی) D_2 ، تنش در مرحله رویشی + زایشی D_3 و آبیاری کامل (شاهد) D_4 بود. تنش کم آبی به صورت یک مرحله قطع آبیاری در مرحله مورد نظر اعمال گردید. کرت‌های فرعی متشکل از عامل کودی در 3 سطح: مصرف 100 درصد کودهای شیمیایی (F_1)، 50 درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی (F_2) و مصرف 25 درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی (F_3) بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی در جدول 1 آمده است. مقدار مصرف کودهای شیمیایی اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب 100، 200 و 50 کیلوگرم در هکتار بر اساس آزمایش خاک تعیین گردید. نیمی از کود اوره در ابتدا و مابقی آن در مرحله ظهور برگ و بصورت سرک مصرف گردید. در این آزمایش از کود زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری‌های تثبیت کننده ازت شامل *Azospirillum* و *Azotobacter*) به میزان 2 لیتر در هکتار و بیوفسفات (حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات خاک شامل *Bacillus* و *Pseudomonas*) به میزان 100 گرم در هکتار و به روش اختلاط با بذر استفاده گردید. جمعیت باکتری‌های زنده کود نیتروکسین 10^8 cell/ml و کود بیوفسفات 10^5 cell/g بود. کودهای زیستی مذکور از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا (MABCO) تهیه شد. بذرهای تلقیح شده پس از خشک شدن در سایه، مورد کشت قرار گرفتند. بذر مورد استفاده گاوزبان آلمانی *Borago officinalis* L. بود که از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. در این تحقیق هر بلوک شامل 12 کرت با ابعاد $6 \times 2/5$ متر بود. هر کرت متشکل از 5 ردیف کاشت و با فاصله بین ردیف 50 سانتی‌متر بود.

جدول 1- نتایج آزمایش خاک مربوط به مزرعه، از عمق 0-30 سانتی متری

مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیتروژن %	مواد آلی %	هدایت الکتریکی (EC) (dS/m)	pH	بافت خاک
1/12	0/86	10/6	12/4	240	8/6	0/15	1/53	0/8	7/5	رسی سیلتی

همراه آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس حاصل شد (محفوظ و شریف الدین 2007). که تحقیق حاضر با آن مطابقت دارد.

عملکرد اقتصادی

عملکرد اقتصادی ثمره بسیاری از فرآیندهای رشدی است که در طول دوره رشد و نمو گیاه به وقوع می پیوندد. تنش کم آبی می تواند از طریق تاثیرگذاری بر فرآیندهای رشدی گیاه عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد اما میزان تاثیر بسته به زمان وقوع تنش و شدت آن متفاوت است (توماس و همکاران 2003). در این پژوهش سرشاخه گلدار و دانه گیاه دارویی گاوزبان به عنوان اجزای با ارزش اقتصادی گاوزبان مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 2) ملاحظه می گردد که علاوه بر اثرات اصلی تنش کم آبی و تیمارهای کودی، برهمکنش بین تیمارها هم بر عملکرد اقتصادی سرشاخه گلدار و دانه معنی دار گردید. در بین اثرات متقابل بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار در شرایط عدم تنش کم آبی و با مصرف 50 درصد از کودهای شیمیایی + زیستی و کمترین عملکرد با کاربرد 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول 4). در تنش زایشی و تنش کم آبی ریشی + زایشی بین تیمارهای مختلف کودی اختلاف معنی داری مشاهده نشد و این تیمارها در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اعمال کم آبی عملکرد سرشاخه گلدار را کاهش داد. علت کاهش عملکرد را می توان کاهش مواد فتوسنتزی به علت کاهش سطح برگ و انتقال مواد آسیمیلاتی به سمت اندامهای زایشی دانست. کاربرد 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی توانسته در شرایط تنش کم آبی ریشی عملکرد بهتری نسبت به

تاثیر تنش کم آبی و تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول 2). برهمکنش تنش کم آبی و تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیک گاوزبان معنی دار شد (جدول 2). در بین تیمارهای موجود بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم تنش کم آبی و با مصرف 50 درصد از کودهای شیمیایی + زیستی و کمترین عملکرد تیمار تنش ریشی + زایشی و با استفاده از 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی حاصل شد. در تنش کم آبی زایشی و در تیمار متشکل از تنش های ریشی + زایشی اختلاف معنی داری در بین تیمارهای کودی مشاهده نشد (جدول 4). شایان ذکر است که با تشدید تنش کم آبی از عملکرد بیولوژیک گاوزبان کاسته شد. استفاده تلفیقی 50 درصد از کودهای شیمیایی و زیستی علاوه بر بهبود عملکرد بیولوژیک توانست تا حدی از اثرات تنش کم آبی کاهش دهد. به طوری که این تیمار در تنش ریشی 14 درصد، عملکرد بیولوژیک را نسبت به مصرف کامل کودهای شیمیایی افزایش داد. دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، بخصوص نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلولها در افزایش زیست توده گیاه بسیار مؤثر می باشد. به نظر می رسد کودهای زیستی از طریق تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات خاک و ترشح هورمونهای رشدی مانند اکسین، جیبرلینها، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر موجب افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش کم آبی می گردد (قاسمی و همکاران 1390). در تحقیقی سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس روی گیاه رازیانه نشان داد بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار 50 درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر به

زایشی است (کلهری و همکاران 1381 و کاروترز و همکاران 2000). بر اساس نتایج حاصل از طرح اثر اصلی تیمارهای تنش کم‌آبی و تیمارهای کودی بر شاخص برداشت سرشاخه‌گلدار و دانه گاووزبان معنی دار بود ولی برهمکنش تیمارهای آزمایش معنی‌دار نشد (جدول 2). در بین تیمارهای تنش کم‌آبی بالاترین شاخص برداشت برای سرشاخه‌گلدار (45/7 درصد) و برای دانه (3/7 درصد) در تیمار بدون تنش و کمترین شاخص برداشت سرشاخه‌گلدار (14/88 درصد) و دانه (1/6 درصد) در تیمار متشکل از تنش رویشی + زایشی مشاهده گردید (جدول 3). برای تیمارهای کودی نیز نتایج از این قرار بود که بالاترین شاخص برداشت سرشاخه‌گلدار (33/5 درصد) و دانه (3 درصد) در تیمار 50 درصد از کودهای شیمیایی + زیستی و کمترین شاخص برداشت در سرشاخه‌گلدار (26 درصد) و دانه (2/5 درصد) در تیمار 25 درصد از کودهای شیمیایی + زیستی مشاهده شد (جدول 3). بر اساس نتایج بدست آمده تنش کم‌آبی باعث کاهش شاخص برداشت در گیاه دارویی گاووزبان گردید. در آزمایشی روی آفتابگردان که توسط رشدی و همکاران (1385) انجام گرفت مشاهده شد که با افزایش تنش کم‌آبی شاخص برداشت کاهش یافت. نامبردگان دلیل این مسئله را کاهش عملکرد دانه در اثر تنش اعلام کردند. سیدهارا و پراساد (2002) نیز یک رابطه بسیار خوب و خطی بین شاخص برداشت و عملکرد اقتصادی پیدا کردند. در حالت کلی تنش کم‌آبی موجب کاهش طول دوره رویش گیاهان می‌گردد. از دلایل کاهش عملکرد اقتصادی در اثر تنش کم‌آبی کوتاه شدن دوره رشد و تسریع پیری برگ‌هاست. البته کاهش سطح فتوسنتز کننده، تولید اسیمیلات فتوسنتزی و نهایتاً رشد کمتر گیاه در شرایط تنش‌زا می‌تواند به کاهش عملکرد اقتصادی و متعاقب آن در کاهش شاخص برداشت موثر باشند. با توجه به جدول 3 ملاحظه می‌گردد که تنش در مرحله زایشی نسبت به تنش در مرحله رویشی شاخص برداشت را بیشتر تحت

کاربرد کامل 100 درصد کودهای شیمیایی داشته باشند بطوریکه تیمار مذکور توانست عملکرد سرشاخه‌گلدار را 23/17 درصد در تنش رویشی بهبود بخشد (جدول 4). در آزمایشی روی ذرت نیز بیشترین عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط کمترین میزان تنش کم‌آبی و با مصرف کودهای زیستی به همراه کودهای شیمیایی حاصل گردید (ماهرخ و همکاران 1390). عملکرد اقتصادی دانه گاووزبان نیز روندی شبیه به سرشاخه‌گلدار را نسبت به تیمارهای کم‌آبی و کودی داشت و کمترین عملکرد اقتصادی دانه در تیمار تنش رویشی + زایشی و بیشترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش مشاهده گردید. از بارزترین مشکلات زراعت گاووزبان می‌توان به ریزش بذر آن اشاره نمود (نقدی‌بادی و همکاران 1386). برهمکنش کم‌آبی در تیمارهای کودی معنی‌دار بود. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و با استفاده از تیمار 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی به حداکثر مقدار (19/9 گدم در متر مربع) رسید ولی در تنش رویشی + زایشی و به همراه 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی مقدار تولید دانه در پایین‌ترین سطح (5/5 گرم در متر مربع) بود. این در شرایطی بود که در تیمارهای داری تنش کم‌آبی بین تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 4). نتایج حاصل از پژوهش حاکی از آن است که عملکرد اقتصادی گاووزبان به شدت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. ملاحظه گردید که استفاده از کودهای زیستی به همراه کودهای شیمیایی علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی توانست با فراهمی عناصر غذایی برای گیاه و تولید ترکیبات محرک رشد به بهبود تحمل گیاه در شرایط تنش کمک نماید (ساراواناکومار و همکاران 2011 و وو و همکاران 2005).

شاخص برداشت

شاخص برداشت عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی، که شاخصی از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختارهای رویشی و

شیمیایی به همراه کودهای زیستی حاصل گردید. عیدی زاده و همکاران (1390) در آزمایشی روی ذرت گزارش کردند اگرچه بالاترین شاخص برداشت در تیمار 100 کود شیمیایی حاصل گردید اما تیمار مذکور با تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی + بیولوژیکی و تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی + بیولوژیکی هر سه تیمار در یک جامعه آماری قرار گرفتند.

تأثیر قرار داده است بطوری که تنش رویشی 23 درصد، تنش زایشی 49 درصد شاخص برداشت را کاهش داد. چیمنتی و همکاران (2002) نیز اذعان داشتند که تنش رطوبتی در مرحله رشد زایشی مانند گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی تأثیر معنی داری روی شاخص برداشت آفتابگردان گذاشت. در تیمارهای کودی بیشترین شاخص برداشت با مصرف نیمی از کودهای

جدول 2 - نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبی و تیمارهای کودی در گیاه دارویی گاوزبان

میانگین مربعات											
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک		عملکرد اقتصادی		شاخص برداشت		تلاش بازآوری		کارایی مصرف	
		سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	فسفر
تکرار	2	10870/61 ^{ns}	4404/71 ^{ns}	3/21 ^{ns}	1/61 ^{ns}	0/21 ^{ns}	9/31 ^{ns}	176/00 ^{ns}	0/10 ^{ns}	92/12 ^{ns}	0/04 ^{ns}
تنش (D)	3	402323/60 ^{**}	387008 ^{**}	312/92 ^{**}	1648/12 ^{**}	7/10 ^{**}	2101/22 ^{**}	8162/30 ^{**}	7/71 ^{**}	3214/95 ^{**}	4/01 ^{**}
خطای اصلی	6	3960/62	3258/41	2/42	13/21	0/11	21/51	148/81	0/12	49/11	0/03
کود (F)	2	42814/21 ^{**}	33430/62 ^{**}	22/13 ^{**}	165/33 ^{**}	0/82 ^{**}	165/00 ^{**}	9298/51 ^{**}	15/81 ^{**}	2936/35 ^{**}	5/31 ^{**}
D × F	6	11191/00 ^{**}	12483/13 ^{**}	6/22 ^{**}	26/22 ^{ns}	0/17 ^{ns}	19/31 ^{ns}	427/60 ^{**}	0/52 ^{**}	214/12 ^{**}	0/42 ^{**}
خطای فرعی	16	1350/19	888/12	0/81	9/91	0/07	15/00	57/1	0/07	16/12	0/01
CV	-	7/36	10/15	8/72	10/61	9/66	9/32	14/00	12/31	13/41	11/12

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 1 درصد و 5 درصد و ns غیر معنی دار بودن را نشان می دهد.

جدول 3 - مقایسه میانگین های تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبی و تیمارهای کودی در گیاه دارویی گاوزبان

تیمارها	شاخص برداشت %		تلاش بازآوری %
	سرشاخه گلدار	دانه	
تنش رویشی D ₁	35 b	3/1 b	47/4 b
تنش زایشی D ₂	23/1 c	2/5 c	36/1 c
تنش رویشی + زایشی D ₃	14/88 d	1/6 d	23/5 d
بدون تنش (شاهد) D ₄	45/7 a	3/7 a	59/2 a
100 درصد کود شیمیایی F ₁	29/5 b	2/7 b	41/6 b
50 درصد کود شیمیایی + زیستی F ₂	33/5 a	3 a	45/2 a
25 درصد کود شیمیایی + زیستی F ₃	26 c	2/5 c	37/8 c

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد می باشند.

به پتانسیل ژنتیکی خود دانست. جباری و همکاران (2008) نتایج مشابهی را در این زمینه گزارش کرده اند. در آزمایشی روی آفتابگردان در شرایط تنش کم آبی گزارش گردید که با تشدید کم آبی تلاش بازآوری کاهش یافت (جباری و همکاران 1390). تنش کم آبی روی گیاه دارویی همیشه بهار نیز موجب تقلیل تلاش باز آوری گردید (رحمانی و همکاران 1388). همچنین در بررسی‌ها مشخص گردید که تیمارهای کودی مورد بررسی تاثیر معنی‌داری روی تلاش بازآوری گذاشتند. در این بین مصرف 50 درصد از کودهای شیمیایی + زیستی بالاترین درصد تلاش بازآوری را به خود اختصاص دادند و مصرف کامل 100 درصد کودهای شیمیایی در مرتبه بعدی قرار گرفت. نتایج پژوهش‌های دیگر محققین نیز از تاثیر گذاری مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی + زیستی حکایت دارند. به طوری که کوسی و همکاران (1998) به افزایش سطوح فسفر قابل دسترس خاک در اثر تلقیح با کودهای زیستی اشاره کردند که باعث افزایش عملکرد محصول شده است. ساندر و همکاران (2002) گزارش کردند تلفیق باکتری‌های حل کننده فسفات و کودهای شیمیایی در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی ضمن افزایش 12/6 درصدی عملکرد نیشکر توانست 50 درصد مصرف سوپر فسفات تریپل جبران کند و حتی با کاهش 75 درصد سوپر فسفات، کاهش معنی‌داری در عملکرد مشاهده نشد. بهبود تلاش باز آوری گاوزبان را در اثر مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی + زیستی را شاید بتوان به بهبود خصوصیات رشدی گیاه به واسطه حضور این باکتری‌ها در خاک نسبت داد، زیرا این باکتری‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلفی همچون فراهمی عناصر غذایی، بهبود مقاومت گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی می‌گردند (زهیر و همکاران 2004 و داردلی و همکاران 2008).

این در حالی بود که در آزمایشی روی گندم کود زیستی نیتراژین شاخص برداشت را 2/3 درصد بهبود بخشید (نجاری صادقی و همکاران 1387). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و افزایش فسفر محلول در خاک در متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی بیوتیک موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی شده که این مساله سبب تولید اسیمیلات بیشتر و انتقال آنها به سایر اندام‌ها و در نهایت بهبود خصوصیات رشدی گیاهان می‌شود (هان و لی 2006).

تلاش بازآوری¹

تلاش بازآوری شاخصی از نسبت وزن خشک اندام زایشی به وزن خشک کل گیاه بدست می‌آید. بنابر نتایج ارائه شده در جدول 2 ملاحظه می‌گردد که کم آبی و تیمارهای کودی بر روی این شاخص اثر معنی‌داری در سطح احتمال ($P \leq 0/05$) داشتند. بیشترین تلاش باز آوری در تیمار بدون تنش کم آبی و کمترین تلاش باز آوری در تیمار متشکل از کم آبی رویشی + زایشی مشاهده گردید (جدول 3). تنش رویشی و تنش زایشی به ترتیب 19/9 و 39 درصد تلاش باز آوری را کاهش داد. در تیمارهای کودی بیشترین تلاش بازآوری با مصرف نیمی از کودهای شیمیایی + زیستی و کمترین مقدار در تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی حاصل گردید (جدول 3). اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر تلاش بازآوری معنی دار نشد (جدول 2). از آنجا که تلاش بازآوری معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به کل اندام زایشی می‌باشد و احتمالاً کاهش معنی‌دار تلاش بازآوری در شرایط تنش کم آبی در این بررسی، را می‌توان ناشی از کمبود رطوبت خاک، کاهش تولید مواد فتوسنتزی، کاهش تخصیص مواد به بخش‌های مختلف گیاه و در نتیجه رسیدن گیاه

¹ Reproductive Effort

کارایی مصرف نیتروژن و فسفر

کارایی مصرف عناصر غذایی را می‌توان به صورت مقدار محصول تولید شده به ازای هر واحد عناصر غذایی مصرف شده تعریف نمود (الجانرو و همکاران، 2006 و لرزاده و قلی‌زاده، 1388). در واقع کارایی مصرف عناصر شاخصی جهت ارزیابی میزان موثر بودن مصرف عناصر غذایی است (کاسمن و همکاران، 1998). براساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 2) کارایی مصرف نیتروژن و فسفر تحت تاثیر تنش کم‌آبی و تیمارهای کودی قرار گرفت و برهمکنش تنش کم‌آبی و تیمارهای کودی بر کارایی مصرف نیتروژن و فسفر معنی‌دار بود. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن و فسفر برای سرشاخه گلدار یا دانه در شرایط بدون تنش و با تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی و کمترین کارایی مصرف نیتروژن و فسفر در تنش رویشی + زایشی و با تیمار 100 درصد کود شیمیایی حاصل گردید (جدول 4). در تنش‌های رویشی، زایشی و رویشی + زایشی نیز تیمارهای کودی در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند. در تنش رویشی و تنش زایشی بالاترین کارایی مصرف نیتروژن و فسفر برای دانه و سرشاخه گلدار در تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی مشاهده شد. از طرف دیگر تیمار مصرف 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی در تنش کم‌آبی رویشی و تیمار زایشی از کارایی مصرف نیتروژن و فسفر دانه و سرشاخه گلدار بالاتری نسبت به مصرف کامل 100 درصد کودهای شیمیایی برخوردار بود. تیمار 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی نسبت به مصرف کامل 100 درصد کودهای شیمیایی کارایی مصرف نیتروژن دانه و سرشاخه گلدار را در تنش رویشی به ترتیب 46/1 و 62 درصد و کارایی مصرف فسفر دانه و سرشاخه گلدار را 46 و 60 درصد بهبود بخشید.

نتایج حاکی از این است که تنش کم‌آبی موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن و فسفر گردید. این کاهش در تنش زایشی و تنش رویشی + زایشی بیشتر از

تنش رویشی بود. در آزمایشی هم که توسط رحمانی و همکاران (1388) بر روی گیاه دارویی همیشه بهار انجام گرفت گزارش شد که تنش کم‌آبی موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن گردید. ملاحظه می‌گردد با مصرف کودهای شیمیایی از کارایی مصرف نیتروژن و فسفر کاسته شد. به طوری که تیمار 100 درصد کودهای شیمیایی در اکثر سطوح تنش کم‌آبی کمترین کارایی مصرف عناصر را بخود اختصاص داد. چنین نتیجه‌ای در پژوهش‌های دیگر محققین نیز گزارش شده است. دست‌برهان و همکاران (1390) در تحقیقی روی گیاه دارویی بابونه اذعان داشتند که با افزایش مصرف کود نیتروژن از کارایی مصرف نیتروژن کاسته شد. معمولاً بالاترین مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن بدست می‌آید و به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود (کریگرون و رولف، 1997) و با مصرف کود بیشتر، کارایی آن کاهش می‌یابد. سپهر و همکاران (1388) در آزمایشی که به منظور بررسی کارایی ارقام مختلف غلات از لحاظ جذب فسفر انجام گرفت گزارش نمودند در تمامی ارقام با مصرف فسفر شاخص کارایی مصرف به طور چشمگیری کاهش یافت و به طور میانگین گیاه در حالت محدودیت، مسیر سازگاری¹ را بر می‌گزیند که این یافته با نتیجه جیانگ و حال (1998) مطابقت می‌نماید. جیانگ و حال (1998) بیان کردند که کاربرد زیاد کود نیتروژنه از طریق تحریک افزایش جذب نیترات و اشباع فرآیندهای متابولیسم نیتروژن که منجر به کاهش نسبت C/N می‌شود، روی کارایی مصرف نیتروژن اثر منفی می‌گذارد. با توجه به جدول 3 ملاحظه می‌گردد اگر چه کارایی مصرف عناصر در تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی + زیستی حاصل شد اما تیمار مذکور در مقایسه با تیمارهای دیگر از عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و شاخص برداشت کمتری برخوردار بود. نکته شایان ذکر این است که تیمار 50 درصد از کودهای شیمیایی +

¹ Adaptation

در اثر استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات نسبت داد. در همین رابطه در تحقیقی روی بابونه نیز گزارش گردید که تلقیح بذر بابونه با باکتری های محرک رشد موجب بهبود کارایی مصرف نیتروژن گردید (دست برهان و همکاران 1390).

زیستی در مقایسه با تیمار 100 درصد کودهای شیمیایی از عملکرد اقتصادی و بیولوژیک بالاتر و از کارایی مصرف نیتروژن و فسفر بالاتری هم در تنش کم آبی و هم در شرایط بدون تنش برخوردار است که می توان این مسئله را بهبود شرایط تغذیه ای و رشدی گیاه گاوزبان

جدول 4 - نتایج برهمکنش سطوح مختلف کم آبی و تیمارهای کودی در گیاه دارویی گاوزبان

کارایی مصرف فسفر		کارایی مصرف نیتروژن		عملکرد اقتصادی (g/m ²)		عملکرد بیولوژیک (g/m ²)		تیمارها
دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	دانه	سرشاخه گلدار	
0/66 g	12/7 gh	1/4 f	25 f	9/2 cd	254/6 e	502/9e	F ₁	
1/23 de	33/1 d	2/6 d	66 c	10/7 c	331/4 d	554/4 d	F ₂	D ₁
1/76 c	49/1 c	3/6 b	88 b	8/6 d	245/9 e	469/3 ef	F ₃	
0/37 h	9 hi	0/7 g	18 g	7/5 ed	174/2 f	407/3 fg	F ₁	
0/76 g	19/5 fg	1/5 ef	36 ef	8 d	194 f	447 efg	F ₂	D ₂
1/45 d	32/2 d	2/9 cd	61 c	7/2 ed	151/8 fg	358 gh	F ₃	
0/32 h	5/3 i	0/68 g	10/6 h	6/1 ef	106/3 g	303/2 h	F ₁	
0/65 g	10/2 hi	1/3 f	19/6 g	6/9 e	102/5 g	349/1 h	F ₂	D ₃
1/1 ef	20/3 ef	2 e	40 e	5/5 f	101/6 g	301/5 h	F ₃	
0/88 fg	26/7 ed	1/7 ef	53 d	14/6 b	435/3 b	620/3 b	F ₁	
2/2 b	62 b	3/3 bc	83/3 b	19/9 a	534/3 a	700/3 a	F ₂	D ₄
3/04 a	73/6 a	4/7 a	98/3 a	11/7 c	394/6 c	570/6 c	F ₃	

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد می باشند.

و بیوفسفات در بین تیمارهای کودی نسبت به مصرف کامل 100 درصد کودهای شیمیایی از عملکرد اقتصادی و بیولوژیک برخوردار بود. همچنین با مصرف تلفیقی تیمار 50% کودهای شیمیایی + زیستی بهبود تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش زا بخصوص تنش در مرحله رویشی مشاهده گردید که این مسئله را می توان به نقش مفید میکروارگانیزم های موجود در کودهای زیستی در شرایط تنش های محیطی نسبت داد که منجر به بهبود تحمل گیاه در شرایط تنش کم آبی شد. در بررسی کارایی مصرف عناصر که در واقع شاخصی جهت ارزیابی میزان موثر بودن مصرف عناصر غذایی است ملاحظه گردید اگر چه تیمار 25 درصد کودهای شیمیایی +

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که اعمال تنش کم آبی به طور چشمگیری می تواند روی عملکرد اقتصادی، بیولوژیک، شاخص برداشت، تلاش بازآوری و کارایی مصرف نیتروژن و فسفر گیاه دارویی گاوزبان تاثیر داشته باشد و این شاخص ها را کاهش دهد و کم آبی بخصوص در مرحله زایشی نسبت به مرحله رویشی عملکرد گاوزبان را بیشتر تحت تاثیر قرار داد. بطوریکه تلاش بازآوری و شاخص برداشت در تیمار متشکل از تنش رویشی + زایشی به حداقل مقدار خود رسید. از سوی دیگر مصرف تلفیقی نیمی از کودهای شیمیایی به همراه کودهای زیستی نیتروکسین

زیستی نسبت به دیگر تیمارها کارایی مصرف عناصر بیشتری داشت اما چون از عملکرد اقتصادی و بیولوژیک کمتری برخوردار بود قابل توصیه نیست اما تیمار 50 درصد کودهای شیمیایی + زیستی بیشترین عملکرد اقتصادی و بیولوژیک را حاصل نمود و نسبت به مصرف کامل کودهای شیمیایی از کارایی مصرف

عناصر فسفر و نیتروژن بالاتری در شرایط تنش کم آبی و عدم تنش کم آبی برخوردار بود و مهمتر آنکه، جایگزینی کودهای زیستی به جای بخشی از کودهای شیمیایی، نوید بخش کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی های زیست محیطی می باشد.

منابع مورد استفاده

احمدآبادی ز، قاجار سپانلو م و بهمنیار، م ع، 1390. تأثیر کاربرد ورمیکمپوست بر میزان عناصر غذایی کم مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*). مجله به زراعی کشاورزی، دوره 13، شماره 2، صفحه های 1-12.

اردکانی م ر، عباس زاده ب، شریفی عاشورآبادی ا، لباسچی م ح، معاونی پ و محبتی ف، 1389. اثر تنش خشکی بر شاخص های رشد بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. جلد 6، شماره 27، صفحه های 47-57.

جباری ح، دانشیان ج و علی آبادی فراهانی ح، 1390. استفاده از تلاش بازآوری، عملکرد کمی و کیفی برای شناسایی هیبریدهای آفتابگردان متحمل به تنش خشکی. فصلنامه علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. شماره 1، صفحه های 9-23.

دست برهان س، زهتاب سلماسی س، نصراللهزاده ص و توسلی ع، 1390. تأثیر ریزوباکتری های محرک رشد گیاه و مقادیر مختلف نیتروژن شیمیایی بر عملکرد گل و اسانس و کارایی مصرف نیتروژن بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 27، شماره 2، صفحه های 290-305.

رشدی م، حیدری شریف آباد ح، کریمی م، نورمحمدی ق و درویش ف، 1385. بررسی اثرات تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. ویژهنامه علمی - پژوهشی، علوم کشاورزی، سال 12، شماره 1، صفحه های 109-122.

سپهر ا، ملکوتی م ج، خلدبرین ب، کریمیان ن و صمدی، ع. 1388. بررسی کارایی ارقام مختلف غلات از لحاظ جذب فسفر. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). جلد 23، شماره 2، صفحه های 125-134.

عیدی زاده خ، مهدوی دامغانی ع، ابراهیم پور ف و صباحی ح، 1390. اثرات مقدار و روش کاربرد کودهای زیستی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد 4، شماره 3، صفحه های 35-21.

قاسمی ث، سیاوشی ک، چوکان ر، خاوازی ک و رحمانی ع، 1390. اثر کود زیستی فسفات بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت (*Zea mays L.*) سینگل کراس 704 در شرایط تنش کم آبی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد 2-27، شماره 2، صفحه های 233-219.

کلهری ج، مظاهری د و حسین زاده ع، 1381. بررسی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صفحه های 118.

لباسچی م و شریفی عاشورآبادی ا، 1383. شاخص های رشدی برخی گونه های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 20، شماره 3، صفحه های 249-261.

لرزاده ش و عنایت قلی زاده م ر، 1388. بررسی کارآیی مصرف نیتروژن تحت شیوه های مختلف اعمال کود نیتروژنه بر روی عملکرد، اجزای عملکرد برخی شاخص های زراعی ذرت S.C.704 در خوزستان. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال 1، شماره 2، صفحه های 67-46.

لک ش، نادری ا، سیادت س ع، آینه بند ا و نورمحمدی ق، 1386. اثر تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس 704 در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 14، شماره 2، صفحه های 14-1.

ماهرخ ع، عزیزی ف، صادقی ا و کریمی ا، 1390. اثر کاربرد باکتری استرپتومایسس بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس 260 در شرایط تنش خشکی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد 2-27، شماره 2، صفحه های 181-165.

مظفری ک، عرشی ی و زینالی خانقاه ح، 1375. بررسی اثر خشکی در برخی از صفات مرفوفیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد دانه آفتابگردان. مجله نهال و بذر. جلد 12، شماره 3، صفحه های 24-1.

نجاری صادقی م، میرشکاری ب، باصرکوپه باغ س و الهیاری ش، 1387. تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر کارآیی مصرف نیتروژن و شاخص برداشت دو رقم گندم پاییزه. یافته های نوین کشاورزی. سال سوم، شماره 2، صفحه های 203-190.

نقدی بادی ح، سروش زاده ع، رضازاده ش، شریفی م، قلاوند ا و امیدى ح، 1386. مروری بر گیاه گاوزبان (گیاه دارویی با ارزش و غنی از گامالینونیک اسید) فصلنامه گیاهان دارویی، سال 6، دوره 4، شماره 24، صفحه های 13 - 1.

Alejandro JP, Souki SE and Nazer C, 2006. Growth, Yield and Nitrogen Allocation of Two Rice Cultivars under Field Conditions in Venezuela. Association Interciencia Caracas, Venezuela. PP: 671-676.

Bruetsch TF and Estes GD, 1976. Genotype variation in nutrient uptake efficiency in cron. Agronomy Journal 68: 521-524.

Carruthers K, Prithiviraj B, Cloutier D, Martin RC and Smith DL, 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. European Journal of Agronomy 12(2): 103-115.

Cassman KG, Peng S, Olk DC, Ladha JK, Reichardt W, Dobermann A and Singh U, 1998. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. Field Crops Research 56(1-2): 7-39.

Chimenti CA, Pearson J and Hall J, 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crops Research 75: 235-246.

Creihghron G and Rolf C, 1997. Horticultural Fustigation, techniques, equipments and management. Available on www: URL: <http://www.Agric.Nsw.Gov.Au/Arm/Waterpub.1009.htm>.

Dardanelli MS, Cordoba FJF, Espuny MR, Carvajal MAR, Diaz MES, Serrano MG, Okon Y and Megias M, 2008. Effect of *Azospirillum brasilense* co-inoculated with Rhizobium on *Phaseolus vulgaris* flavonoids and nod factor production under salt stress. Soil Biology and Biochemistry 40: 2713- 2721.

Han HS and Lee KD, 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment 52: 130 – 136.

Jabbari H, Akbari GH A, Daneshian J, Alahdadi I and Shahbazian N, 2008. Effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. 5th International Crop Science Congress & Exhibition, Jejo, Korea, April 13-18: 190.

Jiang Z and Hull RJ, 1998. Interrelationships of nitrate uptake, nitrate reductase and nitrogen use efficiency in selected Kentucky bluegrass cultivars. Crop Science 38(6): 1623-1632.

Kizilkaya R, 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150-156.

Kucey RMN, Janzen HH and Leggett ME, 1998. Microbially mediated increases in plant available phosphorus. Advances in Agronomy 42: 199-228.

- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*. 21:361-366.
- Sandra B, Natarajan V and Hari K, 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane sugar yields. *Field Crop Research* 77: 43-49.
- Saravanakumar. D, Kavino. M, Raguchander T, Subbian P and Samiyappan R, 2011. Plant growth promoting bacteria enhance water stress resistance in green gram plants. *Acta Physiol Plant* 33: 203–209.
- Sidhara, S., and T.G. Prasad, 2002. A combination of mechanistic and empirical models to Predict growth and yield of sunflower as influenced by irrigation and moisture stress. *Helia* 37:39 -50.
- Thomas MJ, Fukai S and Peoples, MB, 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. *Field Crops Research* 86. 1: 67-80.
- Wu SC, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC and Wong MH, 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma* 125: 155-166.
- Zahir AZ, Arshad M and Frankenberger WF, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Application and perspectives in agriculture. *Advance in Agronomy* 81: 97-168.
- Zhang H, Pala M, Oweis T and Harris H, 2000. Water use and water use efficiency of Chickpea and lentil in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 295-304.