اثر محلول‌پاشی کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسیمی بر عملکرد دانه و کارایی جذب و انتقال عناصر ماکرو در برنج هیبرید (*Oryza sativa*)

Effects of foliar supplements of nitrogen, phosphorus and potassium on grain yield and macro element transport and adsorption efficiency of hybrid rice (*Oryza sativa* L.)

محمد صدقی[۱]*، رئوف سید شریفی[۱]

۱-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

*نویسنده مسئول: mosedghi2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۰۱**

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر تغذیه برگی کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسیمی به‌عنوان مکمل غذایی بر عملکرد و کارایی جذب و انتقال عناصر ماکرو در برنج هیبرید رقم بهار، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ۱۳ تیمار در موسسه تحقیقات برنج کشور (گیلان) در سال ۱۳۸۷به اجرا درآمد. کود مورد نیاز جهت مصرف در خاک با توجه به نتایج و وضعیت خاک در اراضی موسسه به مقدار K_2O= 100 kg/ha، P_2O_5= 45 kg/ha، N= 120 kg/ha در نظر گرفته شد که به ترتیب از منابع کلرور پتاسیم، سوپر فسفات تریپل و اوره تامین شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر به‌همراه زمان‌های محلول‌پاشی شامل پنجه‌زنی، چکمه‌زنی و آبستنی بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تغذیه برگی عناصر غذایی به‌عنوان مکمل غذایی، اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه داشت و در تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی (T_1)، نسبت به تیمار شاهد ۵۰ درصد افزایش نشان داد. در همین تیمار، میزان فسفر جذب شده در دانه ۶۱ درصد و در کاه و کلش ۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. پتاسیم جذب شده نیز در دانه ۵۵ درصد و در کاه و کلش ۱۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی عناصر ماکرو می‌تواند غلظت این عناصر را در دانه برنج افزایش دهد و کیفیت دانه را ارتقا بخشد.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، عملکرد، *Oryza sativa*

مقدمه

برنج یکی از محصولات استراتژیک است که بعد از گندم بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است و حدود دوسوم کالری مورد نیاز جمعیت قاره آسیا را تامین می‌کند (Son *et al.*, 2012). به‌کارگیری روش‌های اصلاحی نظیر تولید ارقام پرمحصول به ویژه برنج هیبرید، به همراه اعمال روش مناسب به زراعی از جمله رعایت اصول مصرف کودی یکی از راه‌های دستیابی به افزایش عملکرد در واحد سطح است (Malakouti, 1998).

برنج از جمله گیاهانی است که به نیتروژن و پتاسیم زیادی نیاز دارد. نیتروژن مصرفی در خاک تحت شرایط غرقاب در معرض تغییرات عمده از جمله فرآیند نیتریت-زدایی[1]، آبشویی و تصعید قرار دارد که هر کدام از این پدیده‌ها می‌توانند بر کارایی مصرف کود نیتروژنه اثر منفی داشته باشند. میزان فسفر و پتاسیم به شکل محلول در خاک بسیار محدود است، به طوری که قسمت عمده آن‌ها به شکل تثبیت شده در بین خاک‌دانه‌ها قرار دارد (Malakouti, 1999). مطالعات مختلفی در زمینه تغذیه برگی گیاهان به ویژه غلات در نقاط مختلف دنیا و همچنین، داخل کشور انجام شده است و گزارش‌های زیادی در این زمینه وجود دارد (Shokri Vahed, 2009; Asadi *et al.*, 2011).

سان و همکاران (Son *et al.*, 2012) گزارش کردند که سه بار محلول‌پاشی برنج با نیترات پتاسیم از نظر عملکرد و هزینه بهتر از مصرف خاکی این نوع کود است. جایاراج و چاندراساخاران (Jayaraj & Chandrasekharan, 1989) نشان دادند که محلول پاشی برنج در مرحله آغازش خوشه، مرحله چکمه‌زنی و ۵۰ درصد گلدهی با کلرور پتاسیم به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه و بهبود کیفیت آن می‌شود. نارانگ و همکاران (Narang *et al.*, 1997) بیان کردند که تقسیط کلرور پتاسیم به صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی، عملکرد بیشتری را نسبت به زمانی که تمام کود در خاک مصرف می‌شود، تولید می‌کند. یکی از منابع مهم آلودگی خاک‌های زراعی با کادمیم، مصرف کودهای فسفاته است. غلظت کادمیم در کودهای فسفاته از ۱۰ تا ۱۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است که با محلول‌پاشی فسفر می‌توان از تجمع کادمیم در خاک و دانه برنج جلوگیری کرد (Khani, 2001; Malakouti, 1998).

ثابت شده است که نیتروژن و پتاسیم محلول‌پاشی شده به سرعت به قسمت‌های جوان گیاه منتقل می‌شود. با وجود این که برگ‌های تیمار شده دارای بیشترین مقدار از عنصر جذب شده هستند، ولی سطحی از برگ که در تماس مستقیم با قطرات محلول است، بیشترین غلظت عنصر را دارد (Yamado *et al.*, 1965).

لاکیننی و همکاران (Lakkineni *et al.*, 1995) نشان دادند که محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اوره بر روی برگ پرچم گندم موجب افزایش فعالیت آنزیم اوره آز شد و همچنین، شدت فتوسنتز نیز افزایش یافت. پتاسیم در برنج نقش‌های متعددی به عهده دارد که از آن جمله می-توان به افزایش وزن و اندازه دانه، افزایش واکنش به سایر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر، ایجاد مقاومت در برابر شرایط نامساعد اقلیمی، بیماری‌ها، آفات و افزایش استحکام ساقه اشاره کرد (Malakouti, 1999).

متوالی و همکاران (Metwally *et al.*, 2002) با بررسی مقایسه مصرف خاکی و محلول‌پاشی پتاسیم در شرایط تنش شوری بر برنج مشاهده کردند که تعداد پنجه، عملکرد شلتوک، کاه و کلش و همچنین، نسبت دانه به کاه و کلش به طور معنی‌داری کاهش یافت و مصرف پتاسیم در همه تیمارهای پیش‌بینی شده موجب افزایش غلظت پتاسیم در اندام‌های گیاهی و مقاومت آن‌ها در شرایط تنش گردید.

محلول‌پاشی کودهای فسفره می‌تواند موجب کاهش سمیت کادمیوم در شالیزار شود. با توجه به حد مجاز کادمیم (در آب آشامیدنی برابر ۵ میکروگرم بر لیتر، در هوای مناطق شهری ۱۰ تا ۲۰ نانوگرم در متر مکعب و در برنج ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) به نظر می‌رسد که خاک-های منطقه شالیزار دارای میزان بالای کادمیم هستند، به طوری که به ازای هر واحد افزایش کادمیم در خاک، ۰/۱۲ واحد افزایش کادمیم در دانه و ۰/۱۱ واحد افزایش در کاه ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، در حدود ۲۰ درصد از کادمیم خاک، جذب دانه برنج می‌شود که در نهایت سلامت انسان را مورد تهدید قرار می‌دهد (Khani, 2001).

1- Denitrification

هدف از این بررسی، ارزیابی مصرف خاکی و محلول پاشی نیتروژن، پتاسیم و فسفر به عنوان مکمل بر عملکرد و کارایی جذب و انتقال عناصر ماکرو در برنج هیبرید بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی با هدف ارزیابی مصرف خاکی و محلولپاشی نیتروژن، پتاسیم و فسفر به عنوان مکمل در برنج هیبرید انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از ۱۳ تیمار در موسسه تحقیقات برنج کشور (گیلان) در سال ۱۳۸۷ انجام شد. کود مورد نیاز برای برنج هیبرید جهت مصرف در خاک با توجه به نتایج به دست آمده از سایر آزمایش‌ها و همچنین وضعیت خاک در اراضی موسسه به مقدار K_2O= 100 kg/ha، P_2O_5= 45 kg/ha و N= 120 kg/haدر نظر گرفته شد که به ترتیب از منابع کلرور پتاسیم، سوپر فسفات تریپل و اوره تامین و به عنوان تیمار T_0 در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش برای محلول‌پاشی به شرح زیر بود:

T_0 = ۱/۲ نیتروژن و پتاسیم به صورت پایه و ۱/۲ در مرحله پنجه‌زنی + تمام فسفر در انتهای آماده‌سازی زمین

T_1 = T_0 + نیتروژن در پنجه‌زنی –بدون پتاسیم - بدون فسفر

T_2 = T_0 + نیتروژن در پنجه‌زنی – پتاسیم در پنجه‌زنی - بدون فسفر

T_3 = T_0 + نیتروژن در پنجه‌زنی –بدون پتاسیم - با فسفر در آبستنی

T_4 = T_0 + نیتروژن در پنجه‌زنی – پتاسیم در پنجه‌زنی- فسفر در آبستنی

T_5 = T_0 + نیتروژن در آبستنی – بدون پتاسیم - بدون فسفر

T_6 = T_0 + نیتروژن در آبستنی– پتاسیم در آبستنی - بدون فسفر

T_7 = T_0 + نیتروژن در آبستنی – بدون پتاسیم - فسفر در آبستنی

T_8 = T_0 + نیتروژن در آبستنی – پتاسیم در چکمه‌زنی - فسفر در آبستنی

T_9 = T_0 + نیتروژن در مراحل پنجه‌زنی و آبستنی– بدون پتاسیم و فسفر

T_{10} = T_0 + نیتروژن و پتاسیم در پنجه‌زنی و آبستنی– بدون فسفر

T_{11} = T_0 + نیتروژن در پنجه‌زنی و آبستنی – بدون پتاسیم - فسفر در آبستنی

T_{12} = T_0 + نیتروژن و پتاسیم در پنجه‌زنی و آبستنی – فسفر در مرحله آبستنی

ابتدا بذرپاشی در بسترهای آماده خزانه انجام گرفت و مراقبت‌های دوره رشد شامل آبیاری، هوادهی و.... صورت گرفت. پس از آماده‌سازی زمین اصلی و همزمان با ۴-۳ برگی شدن نشاها، عملیات نشاکاری بر اساس نقشه آزمایش با آرایش بوته ۲۵×۲۵ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۴ متر انجام گرفت. نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و کلرور پتاسیم تامین شد. غلظت مورد استفاده براساس نتایج ارائه شده در منابع جهت محلول‌پاشی اوره ۵٪، سوپر فسفات تریپل ۲/۵٪ و کلرورپتاسیم ۳٪ در نظر گرفته شد. این کار توسط سم‌پاش پشتی و هنگام عصر انجام شد. در این پژوهش، ۳۹ کرت آزمایشی وجود داشت که هر تکرار شامل ۱۳ کرت کشت بود. در زمان برداشت محصول به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای احتمالی، ردیف‌های کناری حذف و بقیه به صورت دستی برداشت و عملکرد زیستی و دانه در تمام تیمارهای آزمایشی تعیین شد. غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در کاه و دانه به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های کجلدال، فلیم فتومتر و جذب اتمی تعیین شد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم-افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این بررسی در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس این نتایج، اثر تیمارهای آزمایش بر روی عملکرد دانه، شاخص برداشت، جذب فسفر و پتاسیم دانه و جذب پتاسیم کاه در سطح احتمال آماری ۵ درصد و عملکرد زیستی، جذب نیتروژن و فسفر کاه در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار بود.

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در برنج هیبرید تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ماکرو

Table 1- Analysis of variance for the studied traits in hybrid rice under foliar application of macroelements

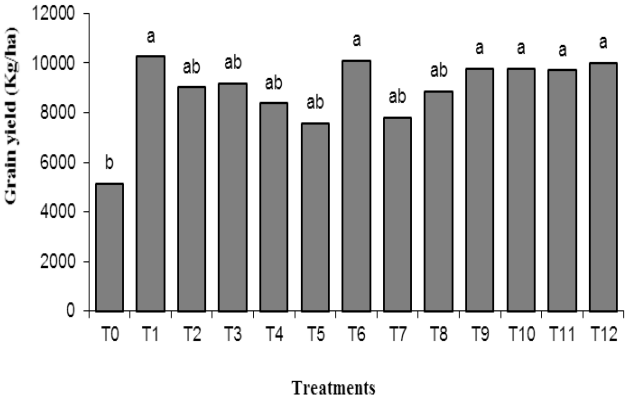
منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	جذب فسفر دانه P uptake seed	جذب پتاسیم دانه K uptake seed	جذب نیتروژن کاه N uptake Straw	جذب فسفر کاه P uptake Straw	جذب پتاسیم کاه K uptake Straw
		میانگین مربعات (Mean of square)							
تکرار (Repetition)	2	2598081.9	0.006	0.006	561.59	136.71	2.727	14.264	1391.028
تیمار(Treatment)	12	6063066.7*	0.016**	0.006*	280.6*	226.56*	4.664**	25.486**	1509.458*
خطا (Error)	24	2493585.7	0.004	0.002	116.81	88.075	0.993	7.678	524.805
ضریب تغییر (درصد) CV (%)		17.76	1.56	8.32	22.59	20.5	10.89	26.33	17.90

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و۱٪

* and ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

عملکرد دانه

در این بررسی، محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با عدم محلول‌پاشی در عملکرد دانه نشان داد (جدول ۱). محلول پاشی اوره در مرحله حداکثر پنجه‌زنی با تحت تاثیر قرار دادن اجزای عملکرد موجب شد که بیشترین عملکرد دانه حاصل شود، ولی با تیمارهایی مانند T_6 و تیمارهای T_9 تا T_{12} تفاوت معنی داری نشان نداد (شکل ۱). بنابراین، با یک مرحله محلول‌پاشی در پنجه‌زنی و بدون مصرف سایر عناصر می‌توان به حداکثر عملکرد دست یافت. به نظر می‌رسد که اوره در مرحله پنجه‌زنی برای رشد سنبله و افزایش گلچه بارور مصرف شده است. در زمان تشکیل شاخه‌های کلاله بر روی مادگی، تعداد گلچه بارور در سنبلچه تعیین می‌شود. رشد ساقه و برگ در این زمان به شدت با سنبله رقابت می‌کند. محلول‌پاشی اوره در این مرحله از طریق برگ موجب می‌شود که اکثر آن به سنبله منتقل شود که نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیقات اسدی و همکاران (Asadi *et al.*, 2011) و اسپیرتز و وان دهار (Spiertz & Van de, 1978) مطابقت دارد. ساراندون و جیانیبلی (Sarandon & Gianibelli, 1990) در آزمایش خود گزارش کردند که محلول‌پاشی اوره به میزان ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در انتهای مرحله پنجه‌زنی موجب افزایش درصد نیتروژن دانه شد.



شکل ۱- اثر محلول پاشی عناصر ماکرو بر عملکرد دانه برنج هیبرید

Fig 1- Effect of foliar application of macroelements on the grain yield of hybrid rice

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$

عملکرد زیستی

عملکرد زیستی بر اثر محلول‌پاشی اوره تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد (شکل ۲). عملکرد بیولوژیکی بر اثر محلول‌پاشی اوره در مرحله آبستنی و پنجه‌زنی افزایش یافت. به احتمال زیاد، افزایش عملکرد زیستی می‌تواند با افزایش شاخص سطح برگ ارتباط داشته باشد، زیرا محلول‌پاشی قبل از گرده‌افشانی شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد و موجب دوام سطح برگ می‌گردد (Sabahi, 1994). ارتباط عملکرد زیستی با شاخص سطح برگ می‌تواند در تولید ماده خشک نقش داشته باشد. طبق گزارش لاکیننی و همکاران (Lakkineni *et al.*, 1995) محلول‌پاشی اوره بر روی برگ موجب آزاد شدن مقداری دی‌اکسید کربن از اوره می‌شود و توسط برگ-های گیاه دریافت و تثبیت می‌گردد و به همین دلیل شدت فتوسنتز افزایش می‌یابد. بسیاری از متخصصان علم فیزیولوژی اظهار کرده‌اند که عملکرد زیستی در ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم تفاوت زیادی نکرده است و با حفظ عملکرد زیستی از طریق روش‌های به-زراعی نظیر محلول‌پاشی اوره، می‌توان شاخص برداشت را بهبود بخشید (Narang *et al.*, 1997). ساراندون و جیبانیبلی (Sarandon & Gianibelli, 1990) در آزمایش‌های خود گزارش کردند که مصرف نیتروژن در مراحل اولیه رشد موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی به میزان ۶۵٪ و تولید پنجه بیشتر شد، در نتیجه گیاه در اواخر دوره رشد با کاهش وزن خوشه و کارایی تخصیص ماده خشک به دانه مواجه شد.

شاخص برداشت

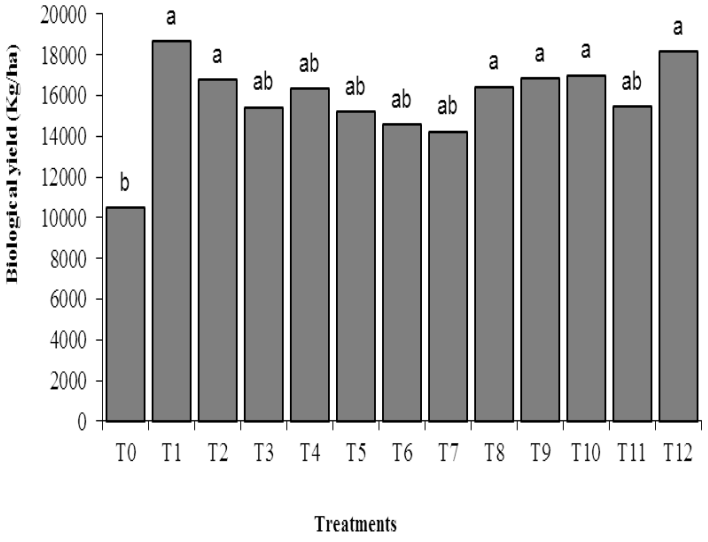
بیشترین شاخص برداشت در تیمار محلول‌پاشی نیتروژن و فسفر در مرحله آبستنی مشاهده شد که در حدود ۱۱ درصد با شاهد تفاوت داشت (شکل ۳). برنج هیبرید به دلیل نیمه پاکوتاه بودن، کودپذیر بودن، افزایش نسبت وزن خوشه به ساقه و حفظ عملکرد زیستی در سطحی ثابت، با افزایش تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه، شاخص برداشت مناسبی را حاصل می‌کند. اسدی و همکاران (Asadi *et al.*, 2011) گزارش کردند که بیشترین شاخص برداشت نیتروژن از طریق محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در مرحله آبستنی حاصل می‌گردد.

اوستین و همکاران (Austin *et al.*, 1980) اظهار کردند که افزایش شاخص برداشت با حفظ عملکرد زیستی از طریق محلول‌پاشی در مرحله چکمه‌زنی موجب افزایش جذب نیتروژن و افزایش بیوماس کل و در نتیجه، افزایش قدرت منبع می‌شود و مواد فتوسنتزی بیشتری پس از گرده‌افشانی به خوشه انتقال می‌یابد.

بر اساس نتایج سیدیک و همکاران (Siddique *et al.*, 1989) علت وزن بیشتر سنبله گندم در زمان گرده‌افشانی، اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به سنبله نسبت به ساقه است. هم‌چنین، اکثر اختلاف ارقام از نظر وزن خشک سنبله در زمان گرده‌افشانی، ناشی از اختلاف در تعداد گلچه بارور در ۲۰ تا۳۰ روز قبل از گرده‌افشانی و افزایش تعداد گلچه بارور در سنبله است، پس با افزایش تعداد دانه، وزن سنبله هم افزایش می‌یابد. این نتایج با محلول پاشی پتاسیم که موجب افزایش درصد دانه‌های پر و وزن دانه می‌شود، مطابقت دارد، زیرا پتاسیم کمک می‌کند تا برگ پرچم از نظر فیزیولوژیکی مدت طولانی‌تری فعال بماند و پرشدن دانه بهتر انجام گیرد (Marschner, 1985).

کارآیی جذب و انتقال عناصر غذایی در دانه و کاه

کارآیی انتقال عناصر غذایی به دانه یعنی درصد از کل عناصر غذایی که از اندام گیاهی تا زمان رسیدن به دانه منتقل می‌شود. اثر محلول‌پاشی بر غلظت فسفر و پتاسیم دانه معنی‌دار بود (جدول ۱)، ولی غلظت نیتروژن در دانه رقم هیبرید معنی‌دار نشد. این امر ممکن است که به پایین بودن کیفیت دانه نسبت داده شود و یک ویژگی ژنتیکی به شمار می‌آید. وضعیت فیزیکی کود و زمان مصرف آن از جمله عواملی هستند که بر بازیافت نیتروژن موثرند.

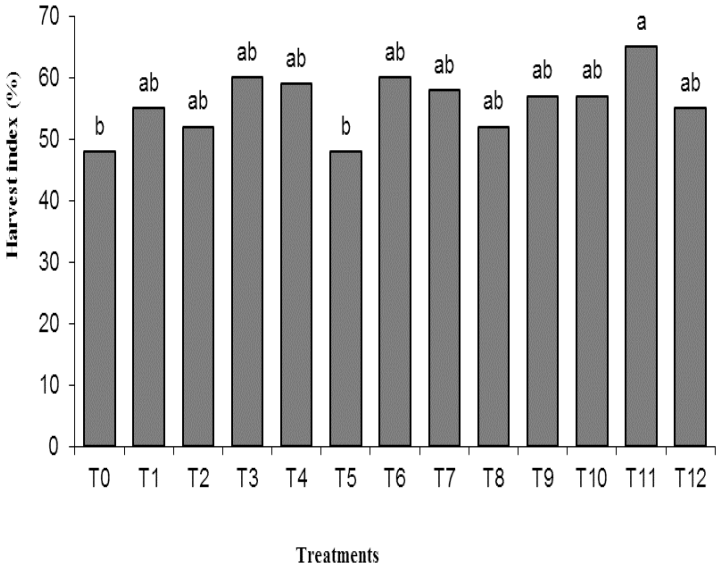


شکل ۲) اثر محلول پاشی عناصر ماکرو بر روی عملکرد زیستی برنج هیبرید.

Fig 2) Effect of foliar application of macroelements on the biological yield of hybrid rice.

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$



شکل ۳- اثر محلول پاشی عناصر ماکرو بر روی شاخص برداشت برنج هیبرید.

Fig 3- Effect of foliar application of macroelements on the harvest index of hybrid rice.

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$

حداکثر غلظت نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی و پر شدن دانه است (Nouri, 2000)، در صورتی که میزان نیتروژن و فسفر کافی تا قبل از خوشه‌دهی فراهم باشد، انتقال این مواد از برگ و ساقه به دانه موجب می‌شود که بعد از گرده‌افشانی میزان نیتروژن بسیار ناچیز شود. غلظت فسفر و پتاسیم دانه در تیمار T_9 (با محلول‌پاشی نیتروژن در دو مرحله حداکثر پنجه‌زنی و آبستنی) افزایش یافت (شکل ۴).

غلظت نیتروژن و پتاسیم کاه و کلش نیز با محلول پاشی نیتروژن در زمان آبستنی به حداکثر رسید و جذب فسفر در کاه و کلش با محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در دو مرحله پنجه‌زنی و آبستنی و محلول‌پاشی فسفر در زمان چکمه‌زنی در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (شکل ۵ و ۶).

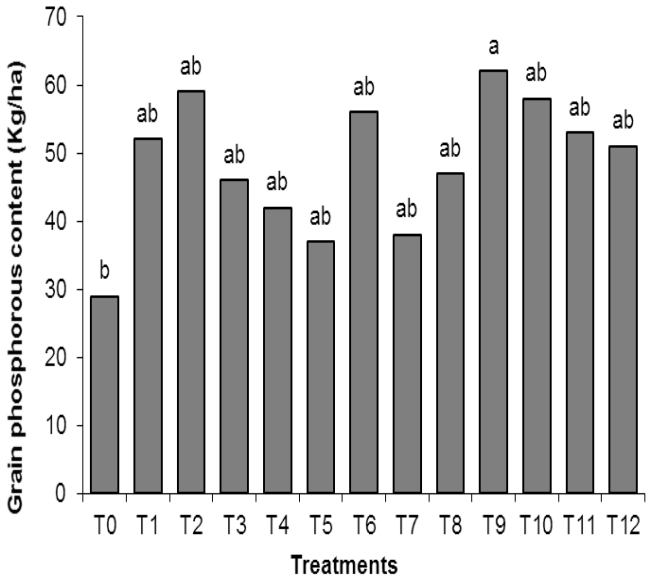
در تیمار T_1 (تیمار اقتصادی با کمترین مصرف نهاده و بیشترین عملکرد) میزان فسفر جذب شده در دانه ۶۱ درصد و در کاه و کلش ۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. جذب و غلظت فسفر با دیگر عناصر در ارتباط است، به طوری که کاربرد نیتروژن موجب کاهش غلظت فسفر در بافت‌های برنج می‌شود. زیرا، بر اثر افزایش مصرف نیتروژن به دلیل اثر رقت، مقدار فسفر در بافت گیاهی کاهش می‌یابد (Nafees *et al.*, 1993).

پتاسیم جذب شده در دانه ۵۵ درصد و در کاه و کلش ۱۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. پتاسیم جذب شده در دانه با تاثیرپذیری از محلول‌پاشی اوره در زمان پنجه‌زنی برای عملکرد بالای دانه برنج که می‌تواند تعداد دانه در خوشه، درصد دانه‌های پر و وزن دانه را افزایش دهد (جذب مداوم پتاسیم تا رسیدن دانه) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Gething, 1990).

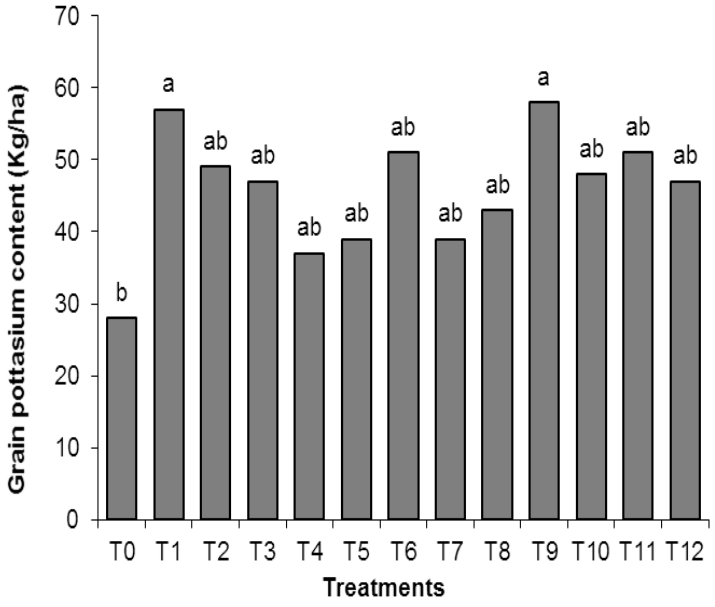
وجود پتاسیم در اندام‌های گیاهی به ویژه در برگ موجب افزایش راندمان انرژی می‌شود، به طوری که اگر برگ‌های گیاه دارای ۵-۴ درصد پتاسیم باشد، این راندمان در حدود ۵۰-۷۰ درصد خواهد شد. پتاسیم لیگنینی شدن سلول‌های اسکلرانشیمی را افزایش می‌دهد و موجب ضخیم شدن دیواره‌های ساقه به ویژه در قسمت‌های نزدیک به یقه می‌شود و می‌تواند مقاومت گیاه به ورس را افزایش دهد (De Datta & Mikkelson, 1985).

جذب عناصر با توجه به رقم، زمان مصرف، روش مصرف و مدیریت کودی می‌تواند متفاوت باشد. برنج هیبرید دارای پتانسیل بالاتر جذب و استفاده از عناصر خاک به دلیل سیستم ریشه‌ای قویتر است و قدرت بالاتر ریشه به دلیل تولید بیوماس کل بیشتر از نظر پنجه‌زنی و سطح برگ بیشتر راندمان بالاتری جهت انتقال مواد از منبع به مخزن را دارد (Malakout, 2000).

جذب فسفر کاه با محلول‌پاشی تمام عناصر ماکرو در دو مرحله پنجه‌زنی و آبستنی نسبت به شاهد بیش از ۵۰٪ افزایش نشان داد (شکل ۶). ولز و شوکلی (Wells & Shockley, 1978) گزارش کردند که دانه نسبت به ساقه و برگ‌ها دارای غلظت بالاتری از فسفر است. در مرحله رسیدگی، دانه‌ها دارای بالاترین غلظت فسفر هستند.



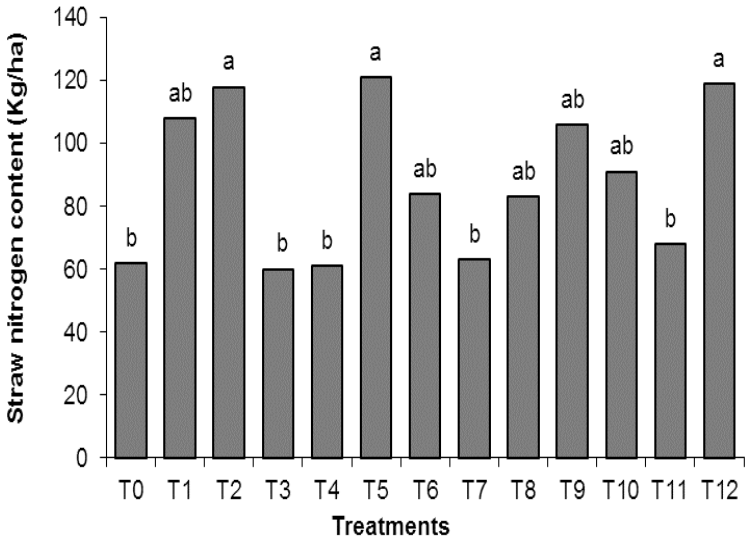
حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$



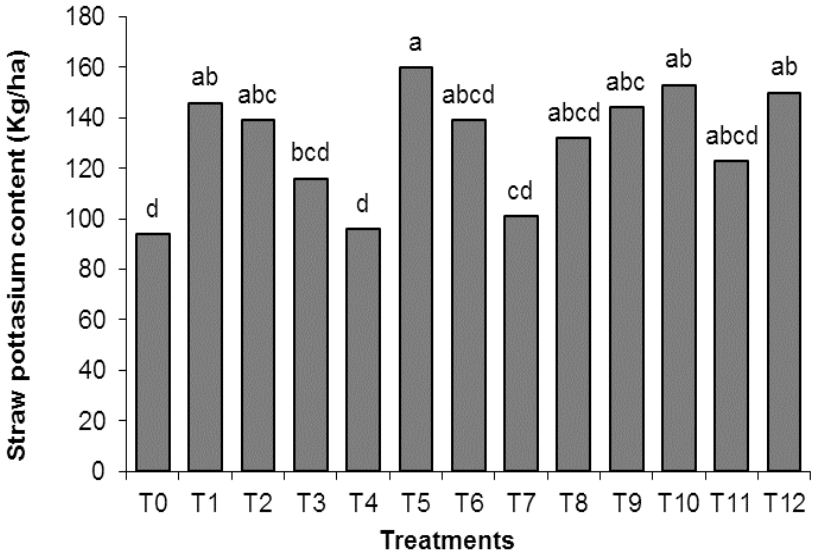
شکل۴- اثر محلول‌پاشی عناصر ماکرو بر روی غلظت فسفر (بالا) و پتاسیم (پایین) دانه برنج هیبرید

Fig 4- Effect of foliar application of macro elements on the grain phosphorous (top) and potassium (below) content in hybrid rice

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$



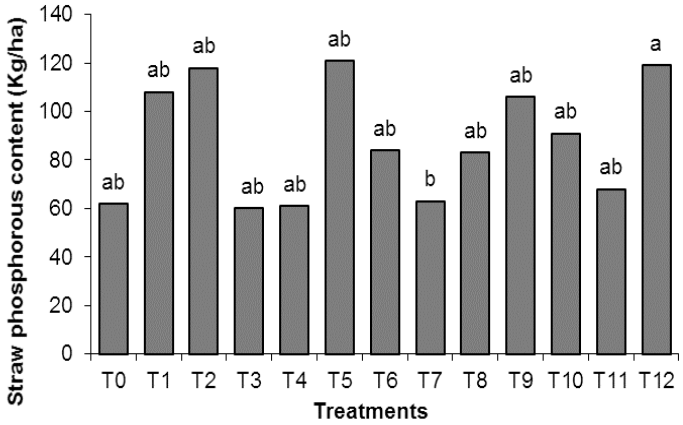
حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$



شکل ۵- اثر محلول‌پاشی عناصر ماکرو بر روی غلظت نیتروژن (بالا) و پتاسیم (پایین) در کاه و کلش برنج هیبرید

Fig 5- Effect of foliar application of macro elements on straw nitrogen (top) and potassium (below) content in hybrid rice

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد
The similar letters show non-significant difference at $P \leq 0.05$



شکل ۶- اثر محلول‌پاشی عناصر ماکرو بر روی جذب فسفر در کاه و کلش برنج هیبرید

Fig 6- Effect of foliar spraying of macro elements on straw phosphorous content in hybrid rice

نتیجه‌گیری

یکی از مدیریت‌های مناسب مصرف کود نیتروژنه در جهت افزایش عملکرد برنج هیبرید بدون اثر تحریک کنندگی بر ورس و کاهش شاخص برداشت، به کارگیری محلول‌پاشی اوره به عنوان مکمل همراه با مصرف تقسیطی کود نیتروژنه در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و آبستنی است. در این بررسی نیز بیشترین میزان عملکرد دانه از محلول-پاشی اوره در مرحله پنجه‌زنی به دست آمد. یکی دیگر از برنامه‌های مدیریت کودی برقراری تعادل عناصر غذایی در اندام‌های گیاهی است که با مصرف بهینه و به کارگیری کود شیمیایی در زمان مناسب می‌توان همراه با عملکرد زیستی مناسب به عملکرد اقتصادی بالا در برنج هیبرید دست یافت. در این پژوهش، محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی موجب افزایش غلظت فسفر و پتاسیم در دانه گردید. در کل، تیمار محلول‌پاشی اوره در مرحله پنجه‌زنی با توجه به صفات مورد مطالعه و هزینه مواد مصرفی و کارگری، به عنوان بهترین تیمار از نظر تولید عملکرد و کیفیت دانه برنج هیبرید شناخته شد. محلول-پاشی برنج هیبرید در زمان مناسب (محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل پنجه‌زنی و آبستنی به همراه مصرف کود پایه) می‌تواند موجب جذب و انتقال عناصر غذایی بیشتر در اندام‌های گیاه گردد. با ذخیره عناصری چون پتاسیم در گیاه، علاوه بر کاهش تنش‌ها تبدیل مواد به عملکرد اقتصادی میسر می‌گردد.

References

Asadi, S., Zavareh, M., Shokri Vahed, H. and Shahin Rokhsar, P. 2011. Effect of supplement foliar application of nitrogen and potassium on yield, grain quality and nitrogen utilization efficiency of hybrid rice c. v. Bahar-1. **E. J. Crop Prod.** 4(3): 175-190.

Austin, R. B., Bingham, R. D., Blackwell, L. T. and Iaylor, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yield since 1900 and associated physiological changes. **J. Agric. Sci.** 94:675-678.

De Datta, S. K. and Mikkelson, D. S. 1985. **Potassium Nutrition of Rice**. Pp: 665- 699. In: Potassium in agriculture. Ed. R. D. Munson. ASA, CSSA, SSSA Pub., L. Madison, WI.

Gething, P. A. 1990. **Potash Facts**. Int. Potash Inst. Bern, Switzerland.

Jayaraj, T. and Chandrasekharan, B. 1989. Foliar fertilization to enhance seed yield and quality in rice. **Seed Res**. 25: 50-52.

Khani, M. R. 2001. Bioenvironmental management for nitrate and cadmium control in north paddy lands trough qualitative and quantitative optimizing of chemical fertilizers. **Ph.D. Thesis**. Islamic Azad University. Tehran.

Lakkineni, K. C., Sivasasankar, P. A., Kumar, T. V., Nair, R. and Abrol, Y. P. 1995. Carbon dioxide assimilation in urea-treated wheat leaves. **J. Plant Nutr.** 18(10):2213-2217.

Malakouti, M. J. 1998. Achievements of the soil and water research institute on the fertilizer production in Iran. Soil and Water Res. Ins. Ministry of Agriculture.

Malakouti, M. J. 1999. Necessity of optimal fertilizer application for increasing yield of high-yielding rice cultivars. (2nd part). Ministry of Agriculture publication. **Technical Issue**. No: 71.

Malakouti, M. J. 2000. Requirement for inhibition of potassium depletion from the paddy land soils of North Country. Ministry of Agriculture publication. **Technical Issue**. No: 62.

Marschner, H. 1985. **Mineral Nutrition in Higher Plants**. Academic Press, Inc. NY. 674 p.

Metwally, M., Mazrou, M., Afify, M., Hend, E., Wahba, A., Makarem, M., Mohamed, A. and Mahfous, S. 2002. Effect of irrigation and vapor guard on growth, yield and chemical composition of Roselle. **Plant Bull.** 27: 533-548.

Nafees, A., Samiuilah, K. and Aziz, O. 1993. Response of mustard to seed Treatment with Pyridoxine and basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. **J. Plant Nutr**. 16: 1651-1659.

Narang, R. S., Mahal, S., Seema, S., Gosal, K. S. and Bedi, S. 1997. Response of rice and wheat to K-fertilization under maximum yield research strategies. **Environ. Eco.** 19(2): 474-477.

Nouri, L. 2000. Effect of nutrient foliar application on the yield of crops and herbs. **MSc. Thesis.** Tehran University.

Sabahi, H. 1994. Investigation of the effect of urea spraying before and after anthesis on the leaf area duration, yield and yield components and protein percent of two wheat cultivars. **MSc. Thesis.** Ferdowsi University. Mashhad.

Sarandon, S. J. and Gianibelli, M. C. 1990. Effect of foliar urea spraying and nitrogen application at sowing upon dry matter and nitrogen distribution in wheat. **Agronomie**. 10:183-189.

Shokri Vahed, H. 2009. The effects of foliar supplements of micro nutrients on the yield and yield components of Hashemi rice variety. Final report of project. Ministry of Jahad-e-Agriculture. Research and Education Organization. Rice Research Institute of Iran. Rasht.

Siddique, K. H. M., Kirby, E. J. and Perry, M. W. 1989. Ear- to stem ration in old and modern wheat varieties: relationship with improvement in number of grains per ear and yield. **Field Crop Res**. 21(1): 59-78.

Son, T. T., Anh, L.X., Ronen, Y. and Holwerda, H. T. 2012. Foliar potassium nitrate application for paddy rice. **Better Crops**. 96:29-31.

Spiertz, J. H. J. and Van de Haar, H. 1978. Differences in grain growth, crop photosynthesis and distribution of assimilates between a semi dwarf and a standard cultivar of winter wheat. **Neth. J. Agric. Sci.** 26: 233-249.

Wells, B. R. and Shockley, P. A. 1978. Late season fertilization studies on rice. **Ark. Farm. Res**. July-Aug. Fayetteville. (Abst.).

Yamado, Y., Wittwer, S. H. and Bukdvac, M. J. 1965. Penetration of organic compounds through isolated cuticular membranes with special reference to C^{14} urea. **Plant Physiol**. 40: 170-175.

Effects of foliar supplements of nitrogen, phosphorus and potassium on grain yield and macro element transport and adsorption efficiency of hybrid rice (*Oryza sativa* L.)

Mohammad Sedghi[1]*, Raouf Seyed Sharifi[1]

1- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili

*Corresponding author: mosedghi2003@yahoo.com

Received: 2013.05.05 **Accepted: 2013.08.20**

Abstract

In order to study the effects of complementary Nitrogen, Potassium and Phosphorus foliar spraying on hybrid rice (*Oryza sativa* L.) yield and element uptake efficiency, an experiment was conducted using randomized complete block design with 13 treatments and 3 replications at Gilan rice research Station. Rice essential fertilizer considering soil analysis results was N=120, P2O5=45 and K2O=100 kg/ha from urea, triple super phosphate and potassium chloride sources, respectively. Treatments were the combination of Nitrogen, Potassium and Phosphorous with the spraying timing at tillering, boot stage and heading. Results showed that foliar spraying of macro nutrients as complementary source of elements had significant effect on grain yield and urea foliar spraying (T_1) increased grain yield about 50% over control. At this treatment, total phosphorous uptake was 61 and 16% higher than control in seed and straw, respectively. Potassium concentration at T_1 were 55 and 18% higher than control, respectively. It seems that macro element spraying can increase their concentration in seeds and improve the seed quality.

Key words: Rice, Potassium, Phosphorus, Nitrogen, Foliar spraying.