بررسی عکس‌العمل برنج به انواع کودهای فسفاتی در سه منطقه شالیزاری استان مازندران

محمودرضا رمضان‌پور و مسعود غلامی[1]

چکیده

برای اثبات صحت و سقم حد بحرانی فسفر (۱۲-۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم با روش اولسون) برای عملکردهای بالای برنج (*Oriza sativa* L.) و نیز بررسی اثر منابع مختلف کودهای فسفاتی در سه منطقه جویبار، بهشهر و ساری در استان مازندران با میزان فسفر قابل استفاده به ترتیب ۸، ۱۲ و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در سال ۱۳۸۲ اجرا گردید. آزمایش بصورت مطالعاتی با ٦ تیمار به شرح تیمار اول= شاهد؛ تیمار دوم= بیوفسفات طلایی؛ تیمار سوم= سوپرفسفات تریپل؛ تیمار چهارم= کودکامل ماکرو؛ تیمار پنجم= فسفات آمونیوم و تیمار ششم = سوپرفسفات ساده اجرا گردید. تجزیه آماری توسط نرم افزار Mstatc و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون F براساس بین گروهی انجام شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که غلظت فسفر در برگهای برنج در تیمارهای کودی متفاوت بوده و در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود. بیشترین غلظت فسفر مربوط به تیمار سوپر فسفات ساده (۰/۲۸ درصد) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۲۳ درصد) بود. عملکرد برنج در هر سه مزرعه به احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی داری بود. منطقه جویبار نسبت به ساری دارای افزایش عملکرد حدود ۳۲ درصد را نشان داد، میانگین عملکرد در تیمار شاهد ٦۳۰۳، تیمار دوم ٦۲۳۳، در تیمار سوم ۷٤۲۲، در تیمار چهارم ۷۰٤۰ و در تیمار پنجم ۷٤۳۵ کیلوگرم در هکتار بود. تفاوت بین میانگین عملکرد در تیمارهای سوم، چهارم و ششم معنی‌دار نگردید. بیشترین عملکرد در تیمار سوپر فسفات ساده مشاهده شد که نسبت به شاهد حدود ۱۸ درصد افزایش عملکرد داشت. میزان فسفر باقیمانده در خاک در تیمار مصرف بیوفسفات طلایی نسبت به دیگر تیمارها کمترین ولی در تیمارهای مصرف سوپرفسفات ساده و فسفات دی‌آمونیوم بیشترین بود.

کلمات کلیدی: برنج، منابع مختلف کودهای فسفاتی، حد بحرانی فسفر، غلظت فسفر و عملکرد شلتوک.

مقدمه

برنج (*Oriza sativa* L.) یکی از محصولات راهبردی کشور است. طبق آخرین آمار سطح زیر کشت شلتوک ٦۱۵ هزار هکتار، تولید کل شلتوک ۲/۷۷ میلیون تن با عملکرد ٤۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است که این عملکرد باتوجه به تولید ارقام جدید پرمحصول و تأمین بهینه نیاز غذایی حتی به بیش از ارقام افزایش عملکرد هکتاری که در برنامه سوم و چهارم توسعه دیده شده، قابل افزایش خواهد بود (بی نام، ۱۳۷۹). براساس بررسی‌های بعمل آمده استمرار در مصرف کودهای فسفاتی وارداتی، در خاکهای شالیزاری در شمال کشور موجب تجمع عنصر کادمیم (Cd) در خاکها شده و همبستگی مثبت بین مقدار فسفر، میزان کادمیم خاک و برنج را بهمراه داشته است (خانی و ملکوتی، ۱۳۷۹). طبق بررسیهای مذکور مقدار متوسط کادمیم خاکهای شالیزاری شمالی کشور به ۲/۱۹ میلی گرم در کیلوگرم و مقدار متوسط کادمیم دانه برنج ۰/۳٤ میلی گرم در کیلوگرم معادل ۳ برابر استاندارد جهانی اندازه گیری و اعلام شده چرائی و ملکوتی (۱۳۸۲) در حالی که حد سمیت کادمیم را در خاکهای شالیزاری بین ۳ الی ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام نمودند و اظهار داشتند که اکثر خاکهای تحت بررسی شالیزاری دارای کادمیم کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و دامنه تغییرات کادمیم اکثر خاکهای شالیزاری بین ۰/۱۳ الی ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود ولی با افزایش کودهای فسفاتی کادمیم‌دار این عدد افزایش می‌یافت. میانگین مقدار کادمیم باقیمانده در خاکهای تحت بررسی ۰/۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مصرف بی رویه کودهای شیمیایی فسفاتی کادمیم دارای اثر سوء در افزایش عملکرد و سلامت جامعه و زیادی فسفر برخی شالیزارها موجب کوتولگی قد بوته‌های برنج شده است (Amer و همکاران، ۱۹۹۱، کریمیان، ۱۳۷۷؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). غلظت کادمیم در کودهای فسفاتی وارداتی بین ۳۰ الی ٤۰ میلی گرم در کیلوگرم است که به دلیل حلالیت بالای کادمیم در شرایط غرقاب شالیزارهای شمال کشور، مصرف کودهای فسفاتی وارداتی را در درازمدت مسأله‌ساز خواهد نمود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). بدین‌منظور برای بررسی عکس‌العمل برنج به انواع کودهای فسفاتی در خاکهای شالیزاری با فسفر متفاوت آزمایشی در سه مزرعه در استان مازندران در سال ۱۳۸۲ انجام گرفت.

مواد و روشها

حد بحرانی فسفر در خاکهای شالیزاری شمال را ۱۰ الی ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم برای برداشت حدود شش تن در هکتار شلتوک اعلام نموده‌اند (ملکوتی، ۱۳۷۸). برای اثبات صحت و سقم این رقم در عملکردهای بالاتر، نیاز به آزمایش بود. این مطالعه به

1- به ترتیب عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران،و کارشناس مسؤل دفتر برنج سازمان جهادکشاورزی مازندران.

منظور بررسی اثر منابع مختلف کود فسفاتی بر عملکرد برنج شامل ٦ تیمار در ۳ مکان با میزان فسفر خاک متفاوت در استان مازندران بر روی ارقام پرمحصول در بهار سال ۱۳۸۲ اجرا گردید. ابعاد هر کرت ۵۰ = ۱۰ × ۵ مترمربع مقدار کود ازتی و پتاسیمی براساس آزمون خاک مصرف شد. میزان فسفر برای تمام مزارع به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (P_2O_5) بود. قبل از نشاء از هر مکان به صورت مرکب نمونه خاک تهیه شد و کودهای ازتی و پتاسیمی براساس آزمون خاک مصرف شد. مقدار کود فسفاتی در هر ۳ مکان به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 برای هر تیمار محاسبه شد. تیمارها شامل تیمار اول= شاهد؛ تیمار دوم= بیوفسفات طلایی؛ تیمار سوم= سوپرفسفات تریپل؛ تیمار چهارم= کودکامل ماکرو؛ تیمار پنجم= فسفات آمونیوم و تیمار ششم = سوپرفسفات ساده اجرا گردید. کود سرک ازتی در ۲ مرحله مصرف شد. نمونه برگ در مرحله شروع به ساقه رفتن تهیه شد و هم چنین بعد از برداشت از نمونه خاک تهیه و برای تجزیه عناصر غذایی به آزمایشگاه منتقل شد. پس از رسیدن برنج برداشت انجام و عملکرد هر تیمار محاسبه شد. تجزیه آماری توسط نرم افزار Mstatc، مقایسه میانگین ها براساس آزمون F بین گروهها انجام شد.

نتایج و بحث

● بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد آزمایش

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکو شیمیائی خاک ها در مناطق مختلف اجرای آزمایش

نام محل	EC (dS/m)	pH	TNV (%)	OC (%)	فسفر (میلی‌گرم/کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	بافت خاک
جویبار	۱/۱	۷/۴۸	۲/۳	۱/۴۰	۸	۳۵۰	CL
بهشهر	۱/۸	۷/۵۲	۹/۸	۱/۶۵	۱۲	۴۰۰	SC
ساری	۱/۷	۷/۴۲	۱۰/۶	۱/۶۹	۲۰	۳۸۰	SC

چنانچه ملاحظه می گردد خاکها دارای فسفر متفاوت بوده و از نظر پتاسیم غنی عملکرد می‌باشند. شوری خاک متوسط است و pH آن تقریباً نزدیک به هم است. با بالا رفتن درصد افت، میزان فسفر خاک هم افزایش یافته است. عملکرد در تیمارهای مختلف سه منطقه محاسبه و نتایج در جدول دو گنجانده شده است.

● بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر غلظت عناصر غذایی دربرگ‌برنج: از طرف دیگر از ارقام نتایج تجزیه برگی، میزان جذب فسفر در اندامهای برنج بررسی و نتایج در جدول دو آورده شده است.

جدول ۲ - مقایسه میانگین غلظت عناصر غذایی در برگ برنج (تجزیه مرکب در مکان)

عناصرغذایی / تیمارکودی	N	P	K	Ca	Mg
	(درصد)				
سوپرفسفات‌ساده	۳/۶۲ A	۰/۲۸ABC	۱/۵۸A	۲/۴۲AB	۰/۳۸AB
فسفات آمونیوم	۳/۵۲AB	۰/۲۴ABC	۱/۳۴AB	۱/۸۲B	۰/۴۵A
ماکروکامل	۳/۸۴ A	۰/۲۵ AB	۱/۵۲A	۲/۲۹AB	۰/۳۵B
سوپرفسفات تریپل	۳/۲۹AB	۰/۲۷ABC	۱/۴۱AB	۳/۱۶A	۰/۴۵A
بیوفسفات طلایی	۳/۴۵AB	۰/۲۳ BC	۱/۳۱	۲/۰۸AB	۰/۴۲AB
شاهد	۳/۱۲ B	۰/۲۳ C	۱/۲۳	۲/۶۲AB	۰/۴۲AB

عناصرغذایی / تیمارکودی	Fe	Mn	Zn	Cu
	(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
سوپرفسفات‌ساده	۲۱۱/۷A	۱۳۹/۷A	۴۹/۰۰A	۴۳/۳۳A
فسفات آمونیوم	۱۵۵/۳AB	۱۷۹/۰A	۳۲/۶۷A	۲۰/۶۷
ماکروکامل	۱۹۷/۳AB	۱۵۰/۰A	۴۹/۳۳A	۴۰/۶۷
سوپرفسفات تریپل	۱۴۵/۲ B	۱۷۵/۲A	۴۱/۳۳A	۱۰/۱/۰۰A
بیوفسفات طلایی	۱۸۱/۰AB	۱۵۸/۳A	۴۶/۶۷A	۱۰۰/۰۰A
شاهد	۱۵۶/۷AB	۱۴۸/۷A	۴۰/۰۰A	۳۳/۶۷

● بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر غلظت عناصر غذایی در شلتوک برنج

جدول ۳ - مقایسه میانگین میزان عناصر غذایی جذب شده در شلتوک برنج)

عناصرغذایی / تیمارکودی	N	P	K	Mg
	(درصد)			
سوپرفسفات‌ساده	۱/۴۹A	۰/۰۷ A	۰/۲۱ A	۰/۱۲ A
سوپرفسفات تریپل	۱/۶۶A	۰/۰۷ A	۰/۲۸ A	۰/۱۶ A
ماکروکامل	۱/۸۹A	۱/۰۷ A	۰/۲۰ A	۰/۱۵ A
فسفات آمونیوم	۱/۵۰A	۱/۰۷ A	۰/۲۵ A	۰/۱۷ A
بیوفسفات طلایی	۱/۳۱A	۱/۰۸ A	۰/۲۹ A	۰/۱۸ A
شاهد	۱/۳۹A	۱/۰۸ A	۰/۲۹ A	۰/۱۴ A

عناصرغذایی / تیمارکودی	Fe	Mn	Zn	Cu
	(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
سوپرفسفات‌ساده	۳۵/۱۷ A	۳۳/۴۷ B	۲۴/۵۷ A	۱۸/۳۳ A
سوپرفسفات تریپل	۵۲/۳۷ A	۵۰/۹۰ A	۲۷/۵۰ A	۲۸/۶۰ A
ماکروکامل	۴۳/۹۷ A	۳۷/۰۲ B	۲۴/۹۳ A	۲۳/۴۷ A
فسفات آمونیوم	۴۹/۸۰ A	۴۳/۲۷ AB	۲۷/۱۳ A	۲۶/۴۰ A
بیوفسفات طلایی	۵۰/۵۷ A	۳۸/۸۰ B	۲۸/۶۰ A	۲۳/۵۱ A
شاهد	۶۲/۲۳ A	۵۲/۳۷ A	۲۷/۸۷ A	۳۲/۲۷ A

● **بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر عملکرد برنج:** میانگین اثر تیمارهای کودی در افزایش عملکرد شلتوک در جدول چهار گنجانده شده است.

جدول ۴- اثر منابع مختلف کودهای فسفاتی بر عملکرد شلتوک

تیمارها / نام منطقه	شاهد	بیوفسفات طلایی	سوپرفسفات تریپل	ماکرو کامل	فسفات آمونیوم	سوپرفسفات ساده
جویبار	۷۱۰۰	۷۱۴۰	۷۳۱۴	۷۲۷۰	۷۱۹۰	۷۳۱۴
بهشهر	۵۰۶۰	۵۲۴۰	۶۵۰۰	۶۴۰۰	۶۱۴۰	۶۴۸۰
ساری	۶۷۵۰	۷۵۲۰	۷۷۹۰	۸۲۳۰	۷۷۹۰	۸۵۱۰

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد تیمارها در هر سه مکان براساس آزمون F بین گروهی

تیمار	شاهد	بیوفسفات طلائی	سوپر فسفات تریپل	ماکرو کامل	فسفات آمونیم	سوپر فسفات ساده
عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	۶۳۰۳ B	۶۶۳۳AB	۷۳۰۰A	۷۴۲۲ A	۷۰۴۰AB	۷۴۳۵A

از ارقام جدول ٤ چنین استنباط گردید که عکس‌العمل برنج در خاکهای شالیزاری با فسفر بیش از ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نیز مثبت می‌باشد و در شالیزاری با فسفر بیش از ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نیز مثبت می‌باشد. بیشترین عملکرد (۷٤۳۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار سوپر فسفات ساده و سپس به ترتیب کود ماکرو کامل، سوپرفسفات تیمارها در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری بود. نتایج آزمایش نشان داد در تمام مکانها مصرف سوپر فسفات تریپل بر دیگر کودها ارجحیت داشت. کود کامل ماکرو به علت همراه داشتن عناصر غذایی مناسب، اثرات تجمع فسفر را کاهش داده و برهمکنش منفی بین عناصر غذایی را کاهش داد (جدول ۵).

● بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر میزان برداشت عناصر غذایی توسط برنج از خاک

جدول ۶ - مقایسه میانگین میزان برداشت عناصر غذایی توسط گیاه برنج (کیلوگرم در هکتار)

عناصر غذایی / تیمارکودی	N	P	K	Mg
سوپرفسفات‌ساده	۱۱۰/۲۰ AB	۵/۱۹۰ A	۱۵/۹۰ A	۸/۶۴ A
سوپرفسفات تریپل	۱۱۷/۳۰ AB	۵/۱۱ A	۱۹/۷۲ A	۱۱/۳۷ A
ماکروکامل	۱۳۷/۴۰ A	۴/۷۲ A	۱۴/۷۶ A	۱۰/۸۰ A
فسفات آمونیوم	۱۰۷/۸۰ AB	۴/۷۵ A	۱۸/۰۹ A	۱۱/۱۹ A
بیوفسفات طلایی	۹۴/۳۶ B	۵/۵۹ A	۱۹/۹۲ A	۱۱/۶۲ A
شاهد	۹۳/۴۹ B	۵/۲۷ A	۱۸/۱۵ A	۹/۰۱ A

عناصر غذایی / تیمارکودی	Fe	Mn	Zn	Cu
سوپرفسفات‌ساده	۰/۲۵ A	۰/۲۵ B	۰/۱۸ A	۰/۱۳ A
سوپرفسفات تریپل	۰/۳۶ A	۰/۳۶ A	۰/۱۹ A	۰/۲۰ A
ماکروکامل	۰/۳۱ A	۰/۲۷ B	۰/۱۸ A	۰/۱۷ A
فسفات آمونیوم	۰/۳۶ A	۰/۳۱ AB	۰/۱۹ A	/۱۹ A
بیوفسفات طلایی	۰/۳۵ A	۰/۲۶ B	۰/۱۹ A	۰/۲۲ A
شاهد	۰/۳۹ A	۰/۳۳ A	۰/۱۸ A	۰/۱۲ A

چنانچه ملاحظه می‌گردد بیشترین میزان عناصر برداشت شده از خاک توسط برنج، ازت، پتاسیم و منیزیم و سپس فسفر است. در تیمار شاهد به علت عدم مصرف کودهای فسفاتی، عناصر ریزمغذی به راحتی جذب گیاه شده و از اینرو میزان برداشت از خاک بیشتر بوده است. انجام تحقیق بیشتر در این خصوص مورد انتظار است.

در شالیزارساری علی‌رغم فسفر قابل استفاده بالا، عملکرد شلتوک تا ۸۵۱۰ کیلوگرم در هکتار نیز رسید. بدیهی است با افزایش غلظت فسفر در خاکها می‌بایستی غلظت سایر عناصر غذایی به ویژه ازت، پتاسیم و روی نیز به تناسب افزایش داده شود تا عملکرد هکتاری شلتوک باز هم افزایش یابد. درصد فسفر در برگهای برنج در تیمار سوپر فسفات ساده بیشترین (۰/۲۸ درصد) و در تیمار شاهد کمترین (۰/۲۳ درصد) بود. بین تیمارها در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. فسفر جذب شده بین تیمار سوپر فسفات ساده و بیوفسفات طلائی؛ شاهد دارای اختلاف معنی دار بود. بین سوپر فسفات ساده، تریپل، فسفات آمونیم و ماکرو کامل در میزان فسفر برنج تفاوت بسیار اندک بود. اما باتوجه به همراه داشتن روی در کود کامل ماکرو توصیه می شود در صورتی که آزمون خاک در دسترس نباشد، از کودهای کامل ماکرو محتوی روی و یا سوپرفسفات محتوی روی استفاده شود (جدول ۷).

● بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر میزان فسفر باقیمانده در خاک پس از برداشت محصول

: مقدار فسفر قابل استفاده باقیمانده در خاکهای تحت بررسی در اثر مصرف تیمارهای کودی در هر سه منطقه افزایش یافت و این اختلاف در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار گردید (جدولهای ۷ و ۸). میزان افزایش در تیمار سوپرفسفات ساده بیشترین بود.

جدول ۷- میزان فسفر قابل استفاده خاک پس از برداشت محصول در هر سه منطقه (بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)

تیمارها / نام منطقه	شاهد	بیوفسفات طلایی	سوپرفسفات تریپل	ماکرو کامل	فسفات آمونیوم	سوپرفسفات ساده
جویبار	۱۳	۱۴	۱۶	۱۵	۱۵	۱۸
بهشهر	۱۲	۱۴	۱۸	۱۵	۱۶	۲۱
ساری	۲۲	۲۳	۲۶	۲۵	۲۴	۲۶

جدول ۸ - مقایسه میانگین میزان فسفر باقیمانده در خاک پس از برداشت محصول

ردیف	تیمار	فسفر (P) (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۱	سوپرفسفات‌ساده	۲۱/۶ A
۲	سوپرفسفات تریپل	۱۸/۳ BC
۳	ماکروکامل	۱۸/۳ BC
۴	فسفات آمونیوم	۱۹/۹ A
۵	بیوفسفات طلایی	۱۷/۰ CD
۶	شاهد	۱۵/۵ D

تیمار مصرف سوپرفسفات ساده بیشترین مقدار فسفر باقیمانده در خاک را داشت ولی میزان عناصر ریزمغذی جذب شده نسبت به دیگر تیمارها کمترین بود. همچنین در تیمار شاهد بیشترین مقدار عناصر ریزمغذی جذب شده در شلتوک به دست آمد.

چنانچه ملاحظه می‌گردد با مصرف کودهای فسفاتی مقدار زیادی از آن در خاک باقی ماند و در سالهای آتی می‌توانند تحت اختیار برنج قرار بگیرد. از این رو در صورتی که کودهای فسفاتی در سالهای قبل در شالیزارهای مازندران مصرف شده باشد، دیگر ضرورتی برای مصرف آنها نمی‌باشد مگر آزمون خاک ارقام پائین‌تر از حد بحرانی را نشان دهد.

منابع

۱- بی نام. ۱۳۷۹. آمارنامه کشاورزی سال ۷۸ ـ ۱۳۷۷. شماره ۷۹/۰۱. معاون برنامه‌ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، تهران ، ایران

۲- خانی، ر. و ،.ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی رابطه بین کادمیم و فسفر قابل جذب در شالیزارهای شمال کشور، مجله علمی پژوهشی خاک و آب ، مؤسسه تحقیقات خاک و آب جلد ۱۲ ، شماره ۹ تهران ، ایران.

۳- چراتی، ع. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. کاهش سم و کود بررسی وضعیت کادمیم در خاکهای تحت کشت برنج مازندران و ارتباط آن با فسفر خاک ناشی از مصرف کودهای فسفره. سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

۳- کریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده روی مصرف کودهای شیمیائی فسفاتی، مجله علمی و پژوهشی خاک و آب مؤسسه تحقیقات خاک و آب ، جلد ۱۲ شماره ٤ تهران، ایران.

٤- ملکوتی، م. ج، م. ر. رمضانپور، و.م. ولی نژاد. ۱۳۸۲. ضرورت اصلاح نسبت مولی اسید فنیک بر روی (PA/Zn) در برنج. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت، گیلان، ایران.

۵- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد ارقام پرمحصول (قسمت دوم). نشریه فنی شماره ۷۱، شورایعالی سیاستگزاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، کرج، ایران.

5- Amer, F.M., E. Saleh and H.F. Mostafa. 1991. Phosphate behavior. In submerged calcareous soils. Soil Sci., 151:306-311.