بررسی اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم مصرف شده بر عملکـرد گندم درتناوب ذرت-گندم

کامران میرزاشاهی[1*]

چکیده

این بررسی به منظورتعیین اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم مصرف شده در زراعت ذرت دانه ای بر عملکرد گندم از سال 1378 تا 1381 در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و یک کرت مقایسه ای در هر تکرار برای مقایسه اثرات کوددهی تازه فسفر و پتاسیم بـا اثـرات باقیمانـده کودهای فسفر و پتاسیم اجرا گردید.تیمارها شامل چهار سـطح فسـفر (صـفر،60، 120 و 180 کیلـوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل) و چهار سطح پتاسیم (صفر، 100، 200 و 300 کیلوگرم K_2O در هکتار از منبـع سولفات پتاسیم) بودند که قبل از کشت ذرت مصرف شدند. نتایج نشان داد که اثرات باقیمانده فسفر بـر افـزایش عملکـرد دانه و وزن هزار دانه گندم از نظر آماری در سطح یـک درصـد معنـی دار گردیـد. در صـورتیکه اثـرات باقیمانده پتاسیم فقط بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار شد. هر چه میزان بیشتری از کودهای فسـفر و پتاسیم در کشت قبل (ذرت) مصرف گردید، اثرات مثبت باقیمانده آنها بر عملکـرد و وزن هـزار دانـه گنـدم نیـز بیشترشد. همچنین اثرات باقیمانده برای هر سطح کود مصرفی بر عملکرد دانه و وزن هزار دانـه نسـبت بـه کـرت شاهد (بدون مصرف فسفر و پتاسیم) بیشتر بود. عملکرد دانه گندم (4/6 تن در هکتار) ناشی از کوددهی تازه فسفر و پتاسیم در کرت های مقایسه ای تقریباً برابر با عملکرد حاصل (4/91 تن در هکتار) از اثرات باقیمانده بـالاترین سطح فسفر و پتاسیم (180 و 300 کیلوگرم در هکتار P_2O_5 وK_2O در هکتار) بود. از طرفی اختلاف بـین عملکـرد دانه گندم حاصل از کوددهی تازه فسفر و پتاسیم (100 و150 کیلوگرم در هکتار به ترتیب سوپرفسفات تریپـل و سولفات پتاسیم) در کرت های مقایسه‌ای و شاهد بیش از یک تن در هکتار بود (4/60 تن در هکتار در مقابل3/53 تن در هکتار) .بنابراین، بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش مصرف کودهای فسفر و پتاسیم در زراعت ذرت دانه‌ای می‌تواند بخشی از نیازهای تغذیه‌ای کشت بعد (گندم) را تأمین نموده که این امر لزوم توجه به آزمون خاک قبل از کشت گندم و پرهیز از توصیه‌های کودی عمومی را نشان می‌دهد.

واژه های کلیدی: اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم، تناوب ذرت – گندم

مقدمه

یکی از عوامل موثر در بالا بردن سطح تولیدات کشاورزی استفاده بهینه از کودهای شیمیایی است. فسفر و پتاسیم از جمله عناصر غذایی پر مصرفی هستند که باید به میزان مطلوب در اختیار گندم قرار گیرد. با توجه به اینکه در تناوب زراعی منطقه، گندم بعد از ذرت کشت می‌شود و با توجه به اینکه فقط مقداری از کودهای فسفره و پتاسه (بطور متوسط 15% فسفر و 25% پتاسیم، کسرایی، 1372 و Barber، 1984)که در زراعت ذرت دانه ای مصرف می‌شود توسط این گیـاه جذب می‌شود و بقیـه آنها به ذخایر فسفر و پتاسیم خاک اضافه می شوند، لذا در صورت کوددهی در چنین شرایطی، علاوه بر اتلاف سرمایه، موجبات بروز خساراتی از قبیل بهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک، کاهش عملکرد گیـاه در نتیجه ی افزایش نسبت فسفر به روی یا فسفر به آهن فراهم می‌گردد (کریمیان،1373). Warren و همکاران (1959) گزارش نموده‌اند که مقادیر باقیمانده سوپرفسفات مصرف شده در کشت اول یک تناوب پنج ساله بر محصول بعدی تأثیر داشته است اما عکس‌العمل گیاه به مقادیر باقیمانده کود به دلیل کاهش در قابلیت حل آن از مرحله سـوم تا پنـجم سیـر نـزولی داشته است.

1- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد

* - وصول: 82/10/24 و تصویب: 83/10/24

(به نقل ازSauchelli، 1965). این موضوع در مورد پتاسیم نیز در بررسی‌های Clark و Smith (1965) مبنی بر اینکه جذب پتاسیم باقیمانده در طی یک دوره تناوب پنج ساله احتمالاً به دلیل تثبیت آن مسیر کاهشی داشته است، گزارش شده است. دوره تناوب پنج ساله احتمالاً به دلیل تثبیت آن سیر کاهشی داشته است، گزارش شده است

Mattingly (1964) گزارش نموده است که پاسخ محصولات به اثرات باقیمانده به میزان نیاز گیاه و عکس العمل آنها نسبت به فسفر باقیمانده در خاک دارد. Sauchelli (1965) اشاره نموده است که نسبت عواملی مثل کوددهی در کشت اول و نیاز گیاه به فسفر بر قابلیت جذب فسفر باقیمانده موثرند. Cooke (1967)، Halvorson (1985)، Sander و همکاران(1990) اثرات باقیمانده کودهای فسفری را در بررسی های خود گزارش نموده اند. Tisdale و همکاران (1990) گزارش داده‌اند به دلیل اینکه انرژی نگهداری فسفر در سطوح کربنات کلسیم حدود یک پنجم اکسید های آهن و آلومینیم می‌باشد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که علیرغم جذب سریع کودهای فسفره در خاک های آهکی، فسفات جذب شده در دراز مدت با سهولت بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد.

کلارستاقی و همکاران (1372) نیز اثرات باقیمانده فسفر بر گندم در تناوب با چغندرقند را گزارش نموده‌اند. فرقانی و همکاران (1374) گزارش نموده‌اندکه مواد آلی یکی از عوامل موثر بر قابلیت جذب فسفر باقیمانده در دو کشت متوالی ذرت بوده است بطوریکه با افزایش مواد آلی، فسفر جذب شده توسط گیاه دوم افزایش یافته است. این تحقیق به منظور بررسی اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم مصرف شده در زراعت ذرت دانه‌ای بر عملکرد گندم در تناوب ذرت – گندم در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد - دزفول از سال 1378 به مدت سه سال اجرا گردید.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم مصرف شده در زراعت ذرت دانه‌ای بر عملکرد کشت بعدی (گندم) این تحقیق به مدت سه سال زراعی (از سال 1378) در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد – دزفول با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب 48/23 شرقی و 22/24 شمالی بر روی یک خاکClayey,mixed,hyperthermic اجرا گردید. پس از عملیات تهیه زمین (آبیاری اولیه، گاوآهن، دیسک و ماله)، نقشه طرح در مزرعه مورد نظر پیاده گردید و از هر تکرار یک نمونه مرکب از عمق صفر تا 30 سانتیمتری تهیه و آزمایشات لازم براساس استانداردهای مؤسسه تحقیقات خاک و آب (امامی،1375 و علی احیایی، 1373) صورت گرفت (جدول 1). این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی شامل دو عامل 1 - فسفر در سطوح صفر،۶۰،۱۲۰ و180 کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و پتاسیم در سطوح صفر،۱۰۰،200 و 300 کیلوگرم در هکتار K_2O در سه تکرار و در سه دوره تناوب (هر سال دو کشت ذرت - گندم، در سه مزرعه مختلف) اجرا گردید. هر تکرار شامل 16 کرت اصلی و 1 کرت مقایسه‌ای (برای مقایسه اثرات کوددهی تازه با اثرات باقیمانده کودهای فسفر و پتاسیم در کرتهای اصلی) بود. پس از اعمال تیمارهای کودی در ذرت، عملیات کاشت، داشت و برداشت این محصول انجام گردید.پس از برداشت ذرت و انجام عملیات تهیه زمین (که با خرد کردن و به زیر خاک کردن بقایای ذرت همراه بود) در کرتهای ثابت قبلی فقط میزان 100 کیلوگرم در هکتار ازت خالص قبل از کاشت توزیع و با خاک مخلوط شد، با این تفاوت که در کرتهای اصلی (16 کرت در هر تکرار) کوددهی فسفر و پتاسیم صورت نگرفت ولی در کرتهای مقایسه‌ای که در مجاورت هر تکرار بودند (سه کرت مقایسه‌ای) براساس آزمون خاک (فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب 7/5 و 138 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) مقادیر کودی 100 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار و 150 کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار تعیین و در سطح سه کرت توزیع و با خاک مخلوط شدند. کاشت گندم (رقم فلات) توسط بذرکار آزمایشی بر روی ردیف های 20 سانتیمتری انجام شد. قبل از ساقه رفتن گیاه نمونه هایی (به ابعاد 1*1 متر) بصورت کف بر از هر کرت تهیه و میزان جذب فسفر و پتاسیم آنها تعیین شدند (جدول 5)، برای این منظور پس از تهیه نمونه‌ها در آزمایشگاه، مقدار ماده خشک و درصد پتاسیم و فسفر آنها مشخص و سپس میزان جذب (Uptake) عناصر فسفر و پتاسیم در هکتار تعیین گردید. بقیه کود ازته (35 کیلوگرم ازت خالص در هکتار) در شروع ساقه رفتن به صورت سرک مصرف گردید. سایر یادداشت برداریهای لازم در طول دوره رشد انجام و عمل آبیاری با سیفون صورت گرفت. عمل برداشت محصول با حذف حواشی و 0/5 متر از بالا و پائین هر کرت (به مساحت 12/75 متر مربع) انجام گردید. همچنین به منظور بررسی تغییرات فسفر و پتاسیم قابل جذب در طی دوره تناوب ذرت - گندم از هر کرت یک نمونه مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری قبل از کاشت ذرت و قبل از کاشت گندم و بعد از برداشت آن تهیه شدند (جداول 6 و 7). صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم در تیمارهای مورد آزمایش با استفاده از نرم افزار

MSTATC و بر اساس آزمون دانکن با هم مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

الف-نتایج تجزیه خاک

در جدول1 نتایج تجزیه خاک های محل آزمایش طی سه سال متوالی نشان داده شده است. بررسی ارقام مندرج در جدول حاکی از این است که خاک مورد آزمایش فاقد شوری، درصد کربنات کلسیم معادل، بالا و میزان فسفر و پتاسیم قابل استفاده پایین می‌باشد.

ب- نتایج عملکرد

1- عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم رقم فلات

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم نشان داد که اثر اصلی سال، اثر اصلی سطوح فسفر (اثرات باقیمانده) بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم در سطح یک درصد معنی دار بوده است. از طرفی اثر اصلی سطوح پتاسیم (اثرات باقیمانده) فقط بر عملکرد دانه، معنی دار گردید (جداول2). اطلاعات جدول 2 حاکی است که با افزایش سطوح فسفر مصرفی در کشت قبل (ذرت) اثرات باقیمانده آنها در کشت بعد (گندم) بیشتر و مالا با عملکردهای بالاتری همراه بوده است. به طوری که بالاترین عملکرد، ناشی از مصرف 180 کیلوگرم P_2O_5 در هکتار در کشت قبل بود که ضمن بیشتر بودن اثرات باقیمانده آن، بالاترین عملکرد دانه (4/9 تن در هکتار) را سبب گردیده است. همچنین اختلاف عملکرد این تیمار با تیمار شاهد (که قبلا هیچگونه فسفر و پتاسیمی دریافت نکرده) حدود 800 کیلوگرم در هکتار بود. از سویی نتایج جدول 2 نشان داد که بین اثرات باقیمانده سطوح دوم و سوم کود مصرفی در کشت قبل با شاهد، هر چند تفاوت معنی‌داری وجود دارد ولی با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند. به عبارت دیگر مقادیر کود مصرفی در زراعت قبل در این دو سطح تفاوت واقعی را از نقطه نظر تأثیر بر عملکرد بروز نداد اما پس از مصرف کود به میزان سه برابر سطح دوم فسفر، اثرات باقیمانده بیشتر سبب افزایش عملکرد بالاتر و در نتیجه تفاوت آماری بین این سطح (180 کیلوگرم در هکتار) با سطوح قبلی ایجاد کرده است. چنین روندی در مورد سطوح پتاسیم نیز صادق بود، هرچند که فسفر اثرات باقیمانده بیشتری را نشان داد. این امر احتمالاً به واسطه تثبیت بیشتر کودهای پتاسیمی مصرفی در کشت قبل و در نتیجه تأمین ناکافی پتاسیم قابل جذب در مراحل رشد گندم و مالا عملکرد نسبتاً کمتر آن گردیده است. عرضه ناکافی پتاسیم به خصوص در مراحل اولیه رشد گندم منجر به کاهش تعداد خوشه‌ها و در مراحل بعدی وزن هزار دانه می‌شود Kemmler، 1983). بنابراین مصرف فزاینده کود در کشت قبل باعث افزایش درجه فراهمی فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک گردیده که این امر به نوبه خود شرایط را برای جذب آنها توسط محصول بعدی فراهم نموده است. از طرفی با توجه به ضریب نیاز کم گندم به فسفر و پتاسیم در مقایسه با ذرت و به دلیل اینکه این گیاه دارای ریشه متراکمی می‌باشد، لذا پاسخ آن به اثرا ت باقیمانده فسفر و پتاسیم محتمل می‌باشد، مضافاً اینکه با توجه به پایین بودن ضریب قابلیت جذب فسفر و پتاسیم اثرات باقیمانده آنها برای کشت بعدی وجود دارد. در مورد اثر بخشی اثرات باقیمانده کودهای شیمیایی به خصوص در مورد فسفر آزمایشات متعددی صورت گرفته است که در مجموع با نتایج حاصل از این طرح مطابقت دارد. Sauchelli(1965)، Clark و Smith (1965) عکس‌العمل گیاه به مقادیر باقیمانده کود را به ویژه در کشت دوم گزارش نمودند. Mattingly (1964) مقدار کوددهی در کشت اول و میزان نیاز گیاه به فسفر را بر قابلیت جذب فسفر باقیمانده موثر می‌داند. Alessi و Power (1986) اثرات مثبت باقیمانده مصرف فسفر را به دلیل کاربرد میزان بالای آن (160 کیلوگرم در هکتار فسفر) گزارش نمودند. کلارستاقی و همکاران (1372) گزارش کردند مصرف کودهای فسفره و پتاسه در زراعت چغندر قند علاوه بر حفظ حاصلخیزی خاک نیاز گندم به این عناصر را تأمین نموده است. Cooke (1967)، Camprath(1967)، Halvorson و Black (1985) و Sander و همکاران (1990) نتایج مشابهی را گزارش کرده اند.

بررسی تغییرات کربن آلی خاک قبل از کشت ذرت تا بعد از برداشت گندم نشان از افزایش این ویژگی داشته (میزان کربن آلی از 47/. درصد به 66/. درصد افزایش داشته) که احتمالاً باعث افزایش مقدار جذب فسفر باقیمانده شده است. شاید این امر به دلیل ارتباط بین حلالیت فسفر و مواد آلی باشد که باعث افزایش بیوماس میکروبی خاک گردیده است (He و همکاران، 1996). فرقانی و همکاران (1374) نتایج مشابهی گزارش نموده‌اند.

نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر متقابل مقادیر باقیمانده سطوح فسفر و پتاسیم از نظر آماری بر عملکرد دانه معنی‌دار نشده است، اما بیشترین عملکرد (حدود 5 تن در هکتار) ناشی از اثرات باقیمانده سطوح فسفر و پتاسیم مصرفی در کشت قبل بوده، که با شاهد (بدون مصرف فسفر و پتاسیم) بیش از یک تن در هکتار اختلاف عملکرد داشته است. همچنین مقایسه عملکرد حاصل از کوددهی تازه فسفر و پتاسیم (4/6 تن در هکتار) به میزان 100 و 150 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم (بر

مبنای آزمـون خـاک آنهـا یعنـی 7/5 و 138 میلـی‌گـرم در کیلوگرم خاک) در کرت‌های مقایسه‌ای نشان داده است که عملکرد حاصله در گروه عملکردهای بالاترین سطوح کـود مصرفی در کشت قبل قرار گرفت که تفاوتی از نظر آماری با یگدیگر نداشتند. از طرفـی تفـاوت عملکـرد حاصـل از کوددهی تازه با عملکرد شاهد که 3/53 تن در هکتـار بـود بیش از یک تن در هکتارگردیده است.

همچنین نتایج نشان داد کـه افـزایش وزن هـزار دانه از 38/41 به 40/03 گرم (4 درصد افـزایش) ناشـی از اثر باقیمانده فسفر در بـالاترین سـطوح فسـفر مصـرفی در کشت قبل بوده است (جدول3). از طرفی نتـایج نشـان داد که تفاوت معنی‌داری بین اثرات باقیمانده سطوح پتاسیم بر وزن هزار دانه نبوده است (جدول4). این امر شاید به دلیل اثر مثبت باقیمانده پتاسیم بر عملکرد دانه بوده کـه بـر وزن هزار دانه تأثیر سوء داشته است. تأثیر متقابل اثرات باقیمانده فسفر و پتاسیم بر وزن هزار دانه معنی دارنبوده است.

2- میزان جذب (Uptake) فسـفر و پتاسـیم توسـط گنـدم قبل از ساقه رفتن

بررسی نتایج جدول 5 نشان داد که متوسط میزان جذب فسفر و پتاسیم در گندم قبل از ساقه رفتن به واسطه اثرات باقیمانده تیمارهای آزمایش با توجه به سـطوح کـود مصرفی در کشت قبل افزایش داست که این امـر بـا رونـد تغییـرات عملکـرد و وزن هـزار دانـه تیمارهـای آزمـایش مطابقت دارد. به عبارت دیگـر تولیـد مـاده خشـک بیشـتر ناشی از اثرات باقیمانده سطوح کود مصرفی در کشت قبل، همزمان با افزایش ذخایر قابل جذب خاک بود. از طرفی با توجه به اینکه سرعت جـذب فسـفر و پتاسـیم در ابتـدای رشد بیشتر از مراحل بعـدی اسـت ممکـن اسـت فسـفر و پتاسیمی که در مراحل اولیه گیاه جذب می‌شود نیاز گیاه را تا آخرین مرحله رشد برآورده نمایـد(سـالاردینی، 1358 و ملکوتی،1373).

3- بررسی تغییرات میزان عناصر غذایی خاک در طی دوره تناوب

بطور کلی بررسی تغییرات میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک در طی دوره تناوب (81-1378) نشان داد که در سطوح صفر فسفر و پتاسیم توازن این دو عنصر بعد از برداشت ذرت و با توجه به میزان برداشت آنها منفی بوده است. به عبارت دیگر گیـاه، عناصر مورد نظر را از خاک جذب نموده است. همچنین در پایان دوره تناوب توازن دو عنصر یادشده منفی‌تر گردید. بعبارت دیگر گندم مجدداً از ذخایر فسفر و پتاسیم خاک استفاده نموده و باعث منفی‌تر شدن توازن عناصر مذکور شده است. سطوح دوم فسفر و پتاسیم مصرفی حاکی از این بود که در پایان کشت اول توازن مثبت، یعنی علاوه بر افزایش ناشی از مصرف کود مقداری نیز به ذخایر خاک اضافه شده (ایجاد توازن مثبت)، اما بعد از پایان تناوب به واسطه جذب فسفر و پتاسیم توازن در این سطوح منفی گردیده است. در سطوح سوم و چهارم کودهای مصرفی چه بعد از برداشت ذرت و چـــه در پایـان دوره تناوب (بعد از برداشت گندم) توازن مثبت بود (برای اختصار فقط نتایج بررسی یک دوره تناوب نشان داده شده است، جداول 6 و 7). نتایج مشابهی در ایران و بعضی از کشورها به دست آمده است که حاکی از افزایش عملکرد و ایجاد توازن مثبت به واسطه مصرف کودهای پتاسیمی و فسفری بوده است. در آزمایشی که در چین بر روی محصول گندم انجام شد مشخص گردید که چنانچه از کودهای پتاسیمی استفاده گردد افزایش عملکرد حدود 30 درصد نسبت به شرایط عدم استفاده از کود حاصل می‌شود که در چنین شرایطی اگر حدود 93 کیلوگرم پتاسیم در هکتار مصرف شده باشد و میزان جذب پتاسیم توسط گندم نیز حدود 79 کیلوگرم در هکتار بوده باشد توازن پتاسیم مثبت 14 خواهد بود (یعنی14=79-93) (صفاری و ملکوتی 1378). شاهرخ نیا (1377) در آزمایشات تناوبی خود نتیجه گرفت که در سطوح صفر فسفر از میزان ذخایر فسفر خاک کاسته می‌شود به عبارتی توازن منفی ایجاد می‌شود. حال آنکه با افزایش سطوح فسفر توازن مثبت صورت می‌گیرد.

نتیجه‌گیری و توصیه ها

از نتایج این تحقیق چنین بر می آید که:

1- هرچه میزان کود مصرفی بیشتر باشد، اثرات باقیمانده کود نیز بیشتر خواهد بود.

2- مصرف کود علاوه بر احتمال افزایش عملکرد، ممکن است باعث ایجاد توازن مثبت در خاک شود.

3- با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اذعان نمود چنانچه کوددهی از روش پخش در سطح و مخلوط با خاک سطحی به روش نواری به ویژه در خاک‌هایی با درصد رس بالا تغییر یابد اثرات باقیمانده کود بیشتر خواهد بود زیرا عناصر غذایی به میزان کمتری تثبیت می‌شوند (Eghball، 1987).

4- بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعه در زمینه بررسی اثرات باقیمانده به دلیل تأثیرگذاری آنها بر کشت بعد، بیشتر معطوف به کودهای فسفری بوده است لذا به نظر می‌رسد جهت رسیدن به یقین بیشتر آزمایشاتی با جزئیات بیشتر بر روی اثرات باقیمانده پتاسیم به خصوص بر کرت‌های ثابت آزمایشهای دراز مدت روی پتاسیم نیز انجام شده است.

5- با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین اثرات باقیمانده بالاترین سطوح کود مصرفی در کشت اول بر محصول کشت بعد با اثرات کوددهی تازه که براساس آزمون خاک صورت گرفت، می‌توان اذعان نمود که نتایج این آزمایش به نوعی تأیید مجدد روش آزمون خاک قبل از هر کوددهی به خصوص برای فسفر و پتاسیم می‌باشد.

6- با توجه به عملکرد گیاهان ذرت و گندم به ترتیب حدود 7 و 5 تن در هکتار و نیز به خاطر کم بودن ضریب نیاز گیاه به فسفر به نظر می‌رسد مقادیر کودی مصرف شده در کشت قبل یعنی 120 و 180 کیلوگرم در هکتار P_2O_5 علاوه بر ایجاد توازن مثبت در خاک در طی دوره تناوب نیاز فسفر گیاه را تأمین نموده است. اما به منظور کاهش در میزان هزینه‌های تولید میزان 120 کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. در مورد پتاسیم نیز چنین روندی بین سطوح سوم و چهارم کود مصرفی مشاهده می‌گردد بنابراین در این تناوب و در شرایط اجرای این طرح (میزان فسفر و پتاسیم به ترتیب بین 7 تا 10 و 100 تا 150 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) سطوح کودی به ترتیب 120 و 200 کیلوگرم P_2O_5 و K_2O قابل توصیه می‌باشد.

جدول ۱ – برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت

سال	EC	pH	O.C	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn	T.N.V	رس	بافت
	dS/m		%			mg/kg				%		
اول	0/84	7/9	0/48	6/7	101	3/17	0/43	1/31	2/56	53	33	Si.CL.L
دوم	0/84	7/4	0/42	8/6	111	5/50	0/80	0/60	4/40	42	34	Si.CL.L
سوم	0/89	7/2	0/50	7/5	136	4/00	0/70	1/10	4/50	48	36	Si.CL.L
میانگین	0/86	7/5	0/47	7/6	116	4/22	0/64	1/00	3/82	48	34	Si.CL.L

هر عددمیانگین سه تکرار است.

جدول ۲ - اثرات باقیمانده تیمارهای آزمایش بر میزان عملکرد گندم طی سه سال آزمایش

عملکرد دانه t/ha	سطوح فسفر (P_2O_5) kg/ha	عملکرد دانه t/ha	سطوح پتاس (K_2O) kg/ha
4/10 C	0	4/40 B	0
4/50 B	60	4/50 AB	100
4/60B	120	4/50AB	200
4/90A	180	4/70A	300

جدول3– میانگین سه ساله اثرات باقیمانده سطوح فسفر بر وزن هزار دانه گندم

سطوح فسفر (P_2O_5) kg/ha	وزن هزار دانه (gr)			
	میانگین سه سال	1380-81	1379-80	1378-79
0	38/49 B	41/21	40/36	33/90
60	39/06 AB	41/08	40/56	35/54
120	39/36 AB	41/56	42/01	34/52
180	40/03 A	41/80	42/00	35/68

جدول4– میانگین سه ساله اثرات باقیمانده سطوح پتاسیم بر وزن هزار دانه گندم

سطوح پتاس (K_2O) kg/ha	وزن هزار دانه (gr)			
	میانگین سه سال	1380-81	1379-80	1378-79
۰	38/78 AB	41/24	40/31	34/80
۱۰۰	38/60 B	41/05	40/38	34/38
۲۰۰	39/36 AB	41/65	41/42	35/00
۳۰۰	40/01 A	41/70	42/88	35/45

اعداد دارای حروف مشترک در ستون از نظر آماری با توجه به آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول 5- میانگین سه ساله میزان جذب (Uptake) فسفر و پتاسیم در گندم قبل از ساقه رفتن

میزان جذب فسفر kg/ha	سطوح فسفر (P_2O_5) kg/ha	میزان جذب پتاس kg/ha	سطوح پتاس (K_2O) kg/ha
1/30	0	22/14	0
1/38	60	23/76	100
1/42	120	23/68	200
1/45	180	24/37	300

هر عدد میانگین سه تکرار می باشد.

فهرست منابع:

1. امامی, عاکفه. 1375روشهای تجزیه گیاه (جلد اول)،نشریه فنی شماره 982, موسسه تحقیقات خاک و آب, تهران, ایران.
2. دهقانی، فرهاد. 1374 تعیین حد بحرانی فسفر برای گندم در خاک‌های شور یزد و ارزیابی روش EUF. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه حاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
3. سالاردینی، علی اکبر. 1358. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران. ایران
4. شاهرخ نیا، عزیز. 1377. بررسی چگونگی افزایش و تخلیه فسفر و ضرورت صرفه جویی در مصرف کودهای فسفاته در خاکهای زراعی استان فارس. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد 12 شماره 1. تهران، ایران.
5. صفاری، حسین و محمد جعفر ملکوتی. 1378. حاکمیت توازن منفی پتاسیم در مزارع و باغها. نشریه فنی شماره 95 نشر آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
6. علی احیایی, مریم.1373.شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره893, موسسه تحقیقات خاک و آب, تهران, ایران.
7. فرقانی، اکبر و محمود کلباسی. 1373. عوامل موثر بر قابلیت جذب فسفر و فسفر باقیمانده در برخی از خاک های عمده استان اصفهان چهارمین کنگره علوم خاک ایران، اصفهان، ایران.
8. کریمیان، نجفعلی. 1373. پیامدهای زیادهروی در مصرف کودهای شیمیایی فسفری. چهارمین کنگره علوم خاک ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
9. کسرایی, رحیم.1372. جکیده ای در باره علم تغذیه گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز, تبریز, ایران.
10. لارستاقی، کیومرث، غلامرضا علیزاده و فرزانه کاویان. 1372. بررسی تعیین نیاز غذایی عناصر پر مصرف در تناوب چغندرقند و گندم.اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
11. ملکوتی، محمد جعفر و محمد نبی غیبی 1376. تعیین حد بحرانی غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. شورای عالی سیاستگذاری کاهش مصرف سموم و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، نشر آموزش کشاورزی، وابسته به معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
12. ملکوتی، محمد جعفر و مهدی نفیسی.1373 .مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم (ترجمه).انتشارات دانشگاه تربیت مدرس, تهران, ایران.
13. Alessi , J., and J.F.Power.1980. Effects of banded and residual fertilizer. phosphorus on dryland spring wheat yield in the north plain . Soil Sci. Soc. Am.J. 44:792-796.
14. Barber, S. A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. John wiley, Pub, New York.
15. Clark,R.T.,and W.R.Smith.1965.The residual effect of potassium fertilizers on yield of areble crops. Preliminary results of five rotation experiments.EXPI Husb.No 12,pp 5-23.

16. Eghball, B., and D.H.Sander. 1987. Phosphorous fertilizer solution distribution in the band as affected by application variables. Soil Sci. Soc. Am. J. 54 : 1161-1165.
17. Halvorson , A.D., and A.L.Black . 1985. Long term dryland crop responses to residual phosphorous fertilizer. Soil Sci. Soc. Am. J. 49:928-933.
18. He, Z. L., V. C. , Baligar , D.C.Martens , K.D.Ritchey. 1996. Factors affecting phosphate rock dissolution in acid soil amended with liming materials and cellulose . Soil Sci. Soc.Am.J. 60:1596-1601.
19. Kemler, G. 1983. Modern aspects of wheat manuring (2 nd rev. ed.). IPI- BULL. NO.1. Berne , Switzerland.
20. Mattingly , G.E.G. 1964. Residual effects of phosphate fertilizers, Rep . Rothamsted Exp. Stn for .pp. 62-63.
21. Sander , D.H., E.J.Peans and Eghball . 1990. Residual effects of various phosphorous application methods on winter wheat and grain sorghum. Soil Sci.Soc .Am. J. 54:1473-1478.
22. Sauchelli , V. 1965 . Phosphates in Agriculture.
23. Tisdale , S.L , W.L. Nelson , J.D. Beaton and J. L. Halvin . 1990 . Soil Fertility and Fertilizers . 5 th eds, Macmillan, Pub.Co. New york.P.634.

The Residual Effects of P and K-fertilizers on the Yield of Wheat in Rotation with Maize

K. Mirzashahi[1]

Abstract

This study was conducted to determine the residual effects of P and K fertilizers applied to maize on the yield of wheat in rotation with maize during 1999-2002 at Safi-abad Agicultural Research Center, Dezful. The experimental design was a randomized complete block with three replications and a comparative plot for comparing the effects of fresh P and K fertilization with the residual effects of P and K in each replication. The treatments were four P fertilizer levels(0, 60, 120 and 180 kg/ha P_2O_5 as TSP) and four K fertilizer levels(0, 100 , 200 and 300 kg/ha K_2O as SOP) , which were applied prior to maize planting. The results showed that the residual effect of P on the grain yield and the thousand kernel weight was significant at 1% level, while K residual effect on the grain yield was significant at 5% level. Also,whenever more fertilizer was applied in previous planting, the residual effects of P and K on the grain yield and the thousand kernel wieght increased. Also,the residual effect for each fertilizer level on the grain yield and the thousand kernel weight was greater than control plot which received no P and K before cultivation. The grain yield (4.60 tons/ha) resulting from the fresh P and K fertilizer in comparative plots was nearly equal to the grain yield (4.91 ton/ha) obtained with the residual effect of the highest P and K fertilizer levels (180 and 300 kg/ha P_2O_5 and K_2O). The differwnce between the grain yield of fresh fertilization (100 and 150 kg/ha TSP and SOP, respectively) and the control plots was more than 1 ton/ha (4.6 vs 3.53 ton/ha). Therefore, application of P and K fertilizers in maize can provide some of the nutritional requirments of the next crop(wheat). This finding emphasizes the importance of soil testing rather than the application of a general fertilizer recommendations in wheat-corn rotations

Keywords: Residual effects of P and K, Rotation of Maize-Wheat.

[1.] Member of Scientific Staff of Safiabad Agricultural Research Center.