

اثر مدیریت کودهای شیمیایی بر عملکرد گیاهان زراعی در منطقه پاکدشت

بهزاد آزادگان^{۱*} و رضا امیری^۲

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۱۳ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۸

E-mail: bazad@ut.ac.ir

چکیده

در این پژوهش اثر مدیریت کودها بر افزایش عملکرد گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای، از طریق مقایسه مقادیر سه تیمار کودی (توزیع شده، مصرف شده و توصیه شده) در چهار تکرار، بررسی شد. ازت، فسفر و پتاسیم خاک ۲۰ مزرعه تعیین شد و سایر اطلاعات از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری گردید. داده‌ها با طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای کودهای توزیع شده، مصرف شده و توصیه شده، اختلاف معنی‌دار وجود داشت. ($P \leq 0/05$). متوسط مقدار کودهای اضافی استفاده شده و اضافی توزیع شده به ترتیب ۳۸۲/۹ و ۱۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار، بیشتر از مقدار کودهای توصیه شده بود که در افزایش عملکرد تأثیر معنی‌دار نداشته است. همچنین ۱۲ و ۲۸ درصد کشاورزان به ترتیب کودها را براساس مقدار توصیه شده و توزیع شده و ۶۰ درصد آنها بیش از مقادیر توصیه شده، استفاده کرده بودند. مصرف اضافی کودها در اثر مدیریت نامطلوب، باعث کاهش کیفیت خاک و آب می‌گردد.

کلمات کلیدی: توصیه کودی، خاک، عملکرد، کودهای شیمیایی، مدیریت کود

۱- استادیار، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران (مستول مکاتبه)

۲- استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

مقدمه

حفظ حاصل‌خیزی خاک، از طریق تأمین مقدار کافی عناصر غذایی قابل تبادل و ایجاد تعادل شیمیایی بین آنها، با مصرف بهینه کودها، میسر می‌باشد (۱۰). استفاده از کودهای آلی به علت کم بودن درصد عناصر غذایی موجود آنها، علی‌رغم تأثیر مثبتی که در بهبود خصوصیات خاک دارند، کاهش یافته است (۱۱). افزایش وسعت زمین‌های زراعی و نیاز زیاد ارقام پرمحصول به مواد غذایی، باعث افزایش مصرف کودهای شیمیایی شده است (۱۲). برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، بایستی نوع کود و مقدار آن، زمان و روش پخش کود براساس خصوصیات خاک، نوع گیاه، شرایط اقلیمی و اهداف کشاورزی پایدار منطبق گردد تا از اثرات منفی مصرف اضافی کودها، جلوگیری شود (۱۶). مصرف زیاد کودهای ازت در هر سال به علت پویایی ازت در خاک و گیاه، اولاً با افزایش هدر رفتن آن به شکل‌های تصعید،

آب‌شویی، تجمع در خاک و گیاه، باعث کاهش بازده آن می‌شود، همچنین پرداخت هزینه برای مصرف کود اضافی، هزینه تولید محصول را افزایش می‌دهد (۱۵). ثانیاً موجب آلودگی زیست محیطی به‌ویژه آلودگی آب‌های زیرزمینی در درازمدت می‌شود. ثالثاً زیادی نیترات در گیاه نه تنها عملکرد را بیش از حد مطلوب افزایش نمی‌دهد بلکه با ایجاد اختلالاتی در رشد و نمو گیاه، باعث افت کیفیت محصول می‌شود (۲). کارایی مصرف کود ازت به میزان دفعات مصرف (تقسیم)، نوع، زمان و روش مصرف کود، نوع گیاه و خصوصیات خاک، بستگی دارد (۵). تجمع نیترات در سبزیجات جنوب تهران، در اثر استفاده زیاد از کود ازت و آبیاری با فاضلاب‌ها گزارش شده است (۳).

باتوجه به آهکی بودن اکثر خاک‌های ایران و تحرک بسیار کم فسفر، مصرف اضافی کودهای فسفاته، به دلیل وجود کربنات کلسیم فراوان، باعث افزایش فسفر کل خاک و کاهش مقدار فسفر قابل جذب، به علت تبدیل فسفر به اشکال غیرقابل تبادل، نامحلول و تثبیت شده می‌گردد. تداوم مصرف

سالانه و اضافی فسفر در خاک، اولاً احتمال افزایش غلظت کادمیم و آلودگی خاک را سبب می‌گردد (۶). ثانیاً اثرات متقابل فسفر، تأثیر نامطلوب در جذب و قابلیت استفاده عناصری نظیر Zn ، Fe و Cu دارد که باعث کمبود آنها در خاک و کاهش رشد گیاه می‌شود (۴، ۹ و ۱۶). ثالثاً این نوع کودها غالباً وارداتی بوده و مصرف زیاد آنها، موجب خروج ارز از کشور خواهد شد (۲ و ۱۰). نتایج آزمایش ۲۵ نمونه خاک، در تهران، کرج و قزوین نشان داد که در ۱۷ نمونه غلظت فسفر قابل جذب بیش از ۱۸ و در یک نمونه ۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۹). در استان فارس، مقدار فسفر در ۵۰ درصد خاک‌های تحت کشت گندم، بیش از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است، تجمع فسفر در خاک، به علت مصرف زیاد کودهای فسفاته می‌باشد که بیش از نیاز گیاه بوده و باعث ایجاد مسمومیت فسفوری در گیاه می‌شود (۴).

کشت مداوم گندم، عدم رعایت تناوب زراعی، مصرف نکردن کودهای پتاسیمی، باعث تخلیه پتاسیم موجود خاک و بروز کمبود پتاسیم در گیاه می‌گردد. مصرف زیاد کودهای پتاسیم، باعث تثبیت در رس‌ها، تبدیل آن به شکل غیرقابل تبادل و شستشو از خاک شده، همچنین با جذب بیش از نیاز آن در گیاه، در افزایش عملکرد تأثیری ندارد، در نتیجه هزینه‌های تولید محصول، افزایش می‌یابد (۱۳). گیاه به مصرف زیاد پتاسیم پاسخ مثبت نداده و حتی باعث کاهش کیفیت محصول نیز می‌شود (۱۰). نتایج در یک آزمایش گلخانه‌ای که تأثیر پتاسیم بر رشد رویشی و زایشی گندم بررسی شده، نشان داد که مصرف زیاد پتاسیم در خاک‌ها، تأثیر معنی‌داری بر وزن ماده خشک نداشته، گرچه غلظت و جذب کل پتاسیم در گیاه افزایش یافته است (۸). هدف از این پژوهش، تعیین مقدار کودهای اضافی استفاده شده و اثر مدیریت کودها بر عملکرد گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای بوده تا بتوان مصرف بهینه آنها را تعیین و توصیه نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه پاکدشت، واقع در جنوب شرق تهران، در سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۸۶ انجام شد. تعداد ۸۰ نمونه خاک به طور تصادفی از مزارع زیرکشت گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای (برای هر گیاه تعداد ۲۰ مزرعه) گرفته شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها به روشهای معمول آزمایشگاهی تعیین شد. با توجه به مقدار مواد غذایی موجود خاک، نیاز غذایی هر گیاه و مقدار تولید آن، مقدار کودهای لازم تعیین و توصیه شد. برای هر مزرعه، اطلاعات مختلف نظیر نوع گیاه، سطح زیرکشت، مقدار مصرف کود آلی، نوع و مقدار کودهای شیمیایی استفاده شده توسط زارع و عملکرد هر محصول از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری شد. نوع و مقدار کودهای توزیع شده، از جهاد کشاورزی شهرستان پاکدشت دریافت شد. کودهای توزیع شده شامل اوره (۴۶ درصد ازت)، سوپرفسفات تریپل (۴۶ درصد پتتا اکسید فسفر) و سولفات پتاسیم (۵۰ درصد اکسید پتاسیم) بود. با توجه به درصد عنصر غذایی در ترکیب شیمیایی کودها، مقادیر به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. طرح با سه تیمار کودهای (توصیه شده، توزیع شده و مصرف شده) در چهار تکرار برای هر گیاه، اجرا شد. با استفاده از نرم‌افزار SAS آزمون نرمال بودن داده‌ها بررسی گردید و تجزیه واریانس بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد

انجام شد. با تعیین درصد عملکرد نسبی (بیشترین عملکرد در تیمار کود مصرف شده/متوسط عملکرد در تیمار کودی) تأثیر مقادیر کودهای اضافی مصرف شده و توزیع شده، در مقایسه با مقدار کود توصیه شده، بر افزایش عملکرد مشخص گردید. سپس کارایی مصرف کود (مقدار کل کود مصرف شده/عملکرد کود توصیه شده - عملکرد کود مصرف شده) محاسبه شد. براساس محاسبه مقدار کودهای اضافی استفاده شده و کارایی مصرف کود، فقط اثر مدیریت کودها بر عملکرد گیاه، بررسی و پس از نتیجه‌گیری، پیشنهادات لازم جهت کاهش مصرف کودها ارائه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک (عمق صفر تا ۳۵ سانتی‌متر) نشان داد که بافت خاک لومی تا لومی-رسی، اسیدیته ۷/۱۵ تا ۷/۹۰، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۱/۴۴ تا ۳/۴۹ دسی‌زیمنس بر متر، ازت ۰/۰۵ تا ۰/۱۵، کربن آلی ۰/۱۷ تا ۱/۵۴ و آهک ۱۴/۷۵ تا ۲۲/۳۷ درصد، فسفر ۶/۱۸ تا ۲۴/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم ۱۶۴ تا ۴۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. لذا وضعیت خاک از نظر حاصل‌خیزی و عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم در حد متوسط بوده و عوامل محدودکننده رشد گیاه در حداقل می‌باشد (۱). مقایسه میانگین تیمارهای کودی و عملکرد گندم، در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱ - مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد گندم

تیمار کودی	اوره	سوپر فسفات	سولفات پتاسیم	عملکرد
	(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)
توصیه شده	۱۷۸/۷ ^c ± ۱/۶۹	۸۵/۳ ^c ± ۰/۷۹	۵۰/۰ ^c ± ۰	۵۳۵۰ ^b ± ۲۵۶/۲
توزیع شده	۲۱۳/۷ ^b ± ۶/۸۶	۱۲۶/۸ ^b ± ۰/۴۱	۱۱۷/۳ ^b ± ۳/۱۷	۵۳۹۰ ^{ab} ± ۲۱۴/۶
مصرف شده	۴۰۵/۴ ^a ± ۶/۸۵	۲۰۳/۴ ^a ± ۵/۰۶	۱۱۹/۵ ^a ± ۳/۷۲	۵۴۶۰ ^a ± ۲۸۶/۹

* - در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، $P \leq 0/05$).

به‌ترتیب ۳۵، ۴۱/۷، ۶۷/۳ و در مجموع ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار بوده که ۴۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد (تفاوت عملکرد تیمارهای کود توزیع شده و توصیه شده) را نشان داد. با توجه به عملکرد نسبی ۹۸/۳ درصد محصول، استفاده از کودهای اضافی فوق در متوسط عملکرد ۲/۷۸ درصد افزایش داشته است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد جو در جدول (۲) ارائه شده است.

مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی استفاده شده، در مقایسه با مقدار توصیه شده به‌ترتیب ۲۲۶/۷، ۱۱۸/۱ و ۶۹/۵ و در مجموع ۴۱۴/۳ کیلوگرم در هکتار بوده که باعث ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد گندم (تفاوت عملکرد تیمارهای کود مصرف شده و توصیه شده) گردید. مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی توزیع شده در مقایسه با مقدار توصیه شده

جدول ۲ - مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد جو

تیمار کودی	اوره (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات (کیلوگرم در هکتار)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
توصیه شده	۱۵۱/۳ ^c ± ۰/۶۹	۷۰/۴ ^c ± ۰/۷۹	۲۵/۰ ^b ± ۰	۴۲۰۰ ^b ± ۱۸۶/۵
توزیع شده	۱۹۹/۳ ^b ± ۵/۵۸	۱۰۶/۰ ^b ± ۰/۵۳	۸۱/۳ ^a ± ۲/۸۳	۴۲۸۵ ^a ± ۲۳۸/۳
مصرف شده	۳۰۰/۰ ^a ± ۷/۲۴	۱۵۳/۱ ^a ± ۱/۵۴	۸۱/۳ ^a ± ۲/۸۳	۴۳۱۵ ^a ± ۳۱۴/۷

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، $P \leq 0/05$).

مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی استفاده شده در مقایسه با مقدار توصیه شده به‌ترتیب ۱۴۸/۷، ۸۲/۷، ۵۶/۳ و در مجموع ۲۸۷/۷ کیلوگرم در هکتار بوده که باعث ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد جو (تفاوت عملکرد تیمارهای کود مصرف شده و توصیه شده) گردید. مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی توزیع شده در مقایسه با مقدار توصیه شده به‌ترتیب ۴۸،

به‌ترتیب ۳۵/۶، ۵۶/۴ و در مجموع ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده که ۸۵ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد (تفاوت عملکرد تیمارهای کود توزیع شده و توصیه شده) را نشان داد. با توجه به عملکرد نسبی ۹۸/۳ درصد محصول، استفاده از کودهای اضافی فوق ۵/۱۶ درصد در متوسط عملکرد افزایش داشته است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد یونجه در جدول (۳) ارائه شده است.

مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی استفاده شده در مقایسه با مقدار توصیه شده به‌ترتیب ۱۹۴/۸^c ± ۱/۶۹، ۱۲۰/۲^c ± ۴/۴۴، ۱۰۰^b ± ۰، ۱۵۹۰۰^a ± ۳۸۶/۵، ۱۶۰۰۰^a ± ۳۳۸/۱، ۱۵۰^a ± ۰، ۲۳۵/۵^a ± ۲/۵۷، ۳۹۲/۶^a ± ۶/۵۵

جدول ۳ - مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد یونجه

تیمار کودی	اوره (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات (کیلوگرم در هکتار)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
توصیه شده	۱۹۴/۸ ^c ± ۱/۶۹	۱۲۰/۲ ^c ± ۴/۴۴	۱۰۰ ^b ± ۰	۱۵۹۰۰ ^a ± ۳۸۶/۵
توزیع شده	۲۴۴/۱ ^b ± ۲/۵۸	۱۹۹/۹ ^b ± ۱/۶۵	۱۰۰ ^b ± ۰	۱۶۰۰۰ ^a ± ۳۳۸/۱
مصرف شده	۳۹۲/۶ ^a ± ۶/۵۵	۲۳۵/۵ ^a ± ۲/۵۷	۱۵۰ ^a ± ۰	۱۶۱۰۰ ^a ± ۴۲۵/۴

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، $P \leq 0/05$).

در هکتار بوده که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد علوفه تر (تفاوت عملکرد تیمارهای کود توزیع شده و توصیه شده) را نشان داد. باتوجه به عملکرد نسبی ۹۹/۰۵ درصد محصول، استفاده از کودهای اضافی فوق ۲/۸۱ درصد در متوسط عملکرد افزایش داشته است (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای کود و عملکرد ذرت علوفه‌ای در جدول ۴ ارائه شده است.

متوسط مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی استفاده شده درمقایسه با مقدار توصیه شده به ترتیب ۱۹۷/۸، ۱۱۵/۳ و ۵۰ و درمجموع ۳۶۳/۱ کیلوگرم در هکتار بوده که باعث ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد در علوفه تر یونجه (تفاوت عملکرد تیمارهای کود مصرف شده و توصیه شده) گردید. مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی توزیع شده درمقایسه با مقدار توصیه شده به ترتیب ۴۹/۳، ۷۹/۷ و صفر و درمجموع ۱۲۹ کیلوگرم

جدول ۴ - مقایسه میانگین کودها و عملکرد در ذرت علوفه‌ای

تیمار کودی	اوره (کیلوگرم در هکتار)	سوپر فسفات (کیلوگرم در هکتار)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
توصیه شده	۲۰۶/۳ ^c ± ۱/۶۹	۹۰/۶ ^c ± ۱/۶۷	۱۰۰/۰ ^c ± ۰	۴۹۳۰۰ ^c ± ۴۹۳/۴
توزیع شده	۲۷۷/۸ ^b ± ۰/۵۷	۱۴۰/۶ ^b ± ۰/۹۵	۱۶۷/۹ ^b ± ۲/۲۵	۴۹۵۲۵ ^b ± ۵۱۶/۸
مصرف شده	۴۴۵/۷ ^a ± ۳/۸۸	۱۹۰/۶ ^a ± ۱/۵۳	۲۲۷/۱ ^a ± ۲/۲۵	۴۹۸۵۰ ^a ± ۵۳۹/۳

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، $P \leq 0.05$).

تیمارهای کود توزیع شده و توصیه شده) را نشان داد. باتوجه به عملکرد نسبی ۹۹/۰۵ درصد محصول، استفاده از کودهای اضافی فوق ۱/۷ درصد در متوسط عملکرد افزایش داشته است (جدول ۴). داده‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند، یعنی زارع بیش از مقادیر توصیه شده و توزیع شده، کود استفاده کرده است. مقادیر کودهای اضافی مصرف شده، افزایش عملکرد آن و کارآیی مصرف کود در جدول ۵ ارائه شده است. حدود ۷۰ درصد وزن محصول یونجه و ذرت علوفه‌ای آب در نظر گرفته شده و باتوجه به ۳۰ درصد علوفه خشک آن‌ها، کارآیی مصرف کود، محاسبه شده است.

متوسط مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی استفاده شده درمقایسه با مقدار توصیه شده، به ترتیب ۲۳۹/۴، ۱۰۰ و ۱۲۷/۱ و درمجموع ۴۶۶/۵ کیلوگرم در هکتار بود که باعث ۵۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد علوفه تر در ذرت علوفه‌ای (تفاوت عملکرد تیمارهای کود مصرف شده و توصیه شده) گردید. مقادیر کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم اضافی توزیع شده درمقایسه با مقدار توصیه شده به ترتیب ۷۱/۵، ۵۰ و ۶۷/۹ و درمجموع ۱۸۹/۴ کیلوگرم در هکتار بوده که ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد علوفه تر (تفاوت عملکرد

جدول ۵ - مقدار کودهای اضافی مصرف شده، افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود

گیاه	اوره (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات (کیلوگرم در هکتار)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	افزایش عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	مجموع کودهای مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف کود
گندم	۲۲۶/۷	۱۱۸/۱	۶۹/۵	۱۱۰	۷۲۸/۳	۰/۱۵
جو	۱۴۸/۶	۸۲/۷	۵۶/۳	۱۱۵	۵۳۴/۴	۰/۲۱
یونجه	۱۹۷/۸	۱۱۵/۳	۵۰/۰	۲۰۰	۷۷۸/۱	۰/۱۰
ذرت علوفه‌ای	۲۳۹/۴	۱۰۰/۰	۱۲۷/۱	۵۵۰	۸۶۳/۴	۰/۱۹

جدول ۶ - مقادیر کودهای اضافی توزیع شده، افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود

گیاه	اوره (کیلوگرم در هکتار)	سوپرفسفات (کیلوگرم در هکتار)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	افزایش عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	مجموع کودهای توزیع شده (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف کود
گندم	۳۵/۰	۴۱/۷	۶۷/۳	۰	۴۵۷/۸	۰/۰۸
جو	۴۸/۰	۳۵/۶	۵۶/۴	۸۵	۳۸۶/۶	۰/۲۲
یونجه	۴۹/۳	۷۹/۷	۰/۰	۱۰۰	۵۴۴/۰	۰/۰۷
ذرت علوفه‌ای	۷۱/۵	۵۰/۰	۶۷/۹	۲۲۵	۵۸۶/۳	۰/۱۱

اگر از عوامل مؤثر در رشد گیاه فقط تأثیر مجموع کودهای مصرف شده (به استثنای نوع کود) بر عملکرد در نظر گرفته شود، ملاحظه می‌گردد وقتی که کود اضافی (در مقایسه با مقدار کود توصیه شده) استفاده گردیده، کارایی مصرف کود، برای محصولات گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۲۱، ۰/۰۷ و ۰/۱۹ بوده است (جدول ۵). مقادیر کودهای اضافی توزیع شده، افزایش عملکرد آن و کارایی مصرف کود در جدول ۶ ارائه شده است.

وقتی که کود اضافی توزیع شده (در مقایسه با مقدار توصیه شده) استفاده گردید، کارایی مصرف کود، برای گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۲۲، ۰/۰۵ و ۰/۱۱ بود (جدول ۶). صرف نظر از نوع کود و نوع گیاه، میانگین مجموع کودهای مصرف شده، توزیع شده و توصیه شده به ترتیب ۷۲۶، ۴۹۳/۷ و ۳۴۳/۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. مقدار متوسط کودهای اضافی استفاده شده و اضافی توزیع شده به ترتیب ۳۸۲/۹ و ۱۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار بوده

که مقادیر قابل توجهی است. میانگین افزایش عملکرد برآورد شده از متوسط کودهای اضافی استفاده شده ۳/۲۵ درصد در مقایسه با عملکرد نسبی ۹۸/۱۷ درصد حاصله از متوسط کودهای توصیه شده بود. همچنین مقادیر کارایی مصرف کود کم بوده و تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد نداشته است، ولی هزینه اضافی تولید محصول و اثرات نامطلوب حاصله از مصرف اضافی آنها در اثر سوء مدیریت کودها (توزیع نامناسب و مصرف زیاد) قابل توجه می‌باشد.

در خاک‌های مورد مطالعه، متوسط مقدار فسفر قابل جذب ۱۴/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که بیش از حد بحرانی است. حد بحرانی غلظت فسفر ۱۰-۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بر مبنای تجزیه خاک، گزارش شده است (۷، ۹ و ۱۰). در بسیاری از مزارع، فسفر قابل جذب خاک بیش از نیاز واقعی گیاه بوده و با توجه به بازده ۲۰ درصدی و پایین آنها، مصرف زیاد این نوع کودها، توصیه نمی‌شود (۶). لذا براساس نتایج

کود فسفات استفاده شود (۱۴).

کودها افزایش می‌یابد و افزایش عملکرد حاصله از مصرف کود اضافی، در مقایسه با عملکرد براساس مقدار کود توصیه شده، به صرفه اقتصادی نمی‌باشد. باتوجه به این‌که ۱۲ و ۲۸ درصد کشاورزان به ترتیب کودها را براساس مقدار توصیه شده و توزیع شده و ۶۰ درصد آنها بیش از مقادیر توصیه شده، استفاده کرده‌اند، اعمال مدیریت صحیح و نظارت بر توزیع و مصرف کودهای شیمیایی، در مقدار مصرف بهینه آنها خیلی تأثیر دارد. از طریق برنامه‌های مناسب آموزشی، می‌توان کشاورزان را به کاهش مصرف اضافی کودها و کاربرد مقدار متناسب با نیاز خاک و گیاه براساس نتایج تجزیه خاک و آزمایش‌های واسنجی (مطابق توصیه‌های کودی) تشویق کرد تا در مصرف کودها و هزینه‌های تولید صرفه‌جویی شود. با استعمال کودهای صرفه‌جویی شده در خاک‌های با حاصل‌خیزی پایین، از طریق کاهش مصرف اضافی کودها، کمک مؤثری به تولید سایر محصولات، افزایش متوسط عملکرد و درآمد خواهد شد.

پیشنهادات

تحقیقات مشابهی در سطح کشور به منظور بررسی روند مقادیر کودهای مصرف شده، توزیع شده و توصیه شده به تفکیک استانی انجام شود تا براساس آمار و اطلاعات، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مناسبی برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی به عمل آید.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران قدردانی می‌گردد.

تجزیه خاک و آزمایش‌های واسنجی، در حد نیاز گیاه، باید متوسط پتاسیم قابل جذب در خاک‌های مورد مطالعه، ۳۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که بیش از حد بحرانی است. حد بحرانی غلظت پتاسیم ۲۸۰-۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر مبنای تجزیه خاک گزارش شده است (۸، ۱۳ و ۱۶). لذا مصرف زیاد کودهای پتاسیمی در شرایط فعلی این خاک‌ها توصیه نمی‌شود (۱). بنابراین در مدیریت مصرف کودها، باید اصول علمی و صرفه اقتصادی لحاظ شود تا افزایش عملکرد مناسب و محصول با کیفیت خوب تولید شود همچنین حاصل‌خیزی خاک و تعادل شیمیایی بین عناصر غذایی حفظ گردد. نتایج این تحقیق با نتایج دیگر پژوهش‌گران در خصوص کاربرد مصرف کودهای اضافی استفاده شده و تأثیر ضعیف آن بر افزایش عملکرد هم‌خوانی دارد (۲، ۴، ۷، ۱۰ و ۱۵).

نتایج کلی این بررسی نشان داد که از نظر مدیریت کود و خاک، باید مصرف بهینه کودها مورد توجه قرار گیرد. چون مصرف اضافی کودها، باتوجه به ضریب شوری متفاوت آنها، باعث افزایش پتانسیل اسمزی، شوری خاک، تنزل خواص کیفی و کاهش توان تولیدی آن در درازمدت می‌گردد (۹). از مقدار کودهای شیمیایی که هر سال به خاک داده می‌شود، حدود ۳۵ درصد ازت، ۷۵-۵۰ درصد فسفر و ۳۵-۲۵ درصد پتاسیم آنها، برای استفاده گیاهان بعدی، در خاک می‌ماند (۹، ۱۵ و ۱۶). زمانی‌که کود اضافی نیز استفاده شود، مقدار عمده این کودها در خاک باقی مانده و از محیط ریشه گیاه، به طرق مختلف خارج می‌گردد، لذا مصرف کود اضافی باعث کاهش کیفیت خاک و آب و احتمالاً آلودگی زیست محیطی خواهد شد.

همچنین هزینه‌های تولید محصول در اثر استفاده اضافی از

منابع مورد استفاده

- آزادگان ب (۱۳۸۵) گزارش نهایی مقایسه مقادیر مصرف، توزیع و توصیه کودهای شیمیایی بر روی گیاهان زراعی در منطقه پاکدشت. معاونت پژوهشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. ۲۵ صفحه.
- بای‌وردی م.، ملکوتی م. ج. امیر مکرری م. و نفیسی م (۱۳۷۹) تولید و مصرف بهینه کودهای شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی. ۲۸۲ صفحه.
- ترابیان ع. و مهجوری م (۱۳۸۱) بررسی آبیاری با فاضلاب

۷. کریمیان ن. ع (۱۳۷۷) پیامدهای زیاده‌روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفوری. خاک و آب. ۱۲(۴): ۲۶-۱۴.
۸. ملکوتی م. ج.، شهابی ع. ا. و بازرگان ک (۱۳۸۴) پتاسیم در کشاورزی ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. ۲۹۲ صفحه.
۹. ملکوتی م. ج. و همایی م (۱۳۸۳) حاصل‌خیزی مناطق خشک (مشکلات و راه‌حل‌ها). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۶۰۰ صفحه.
۱۰. ملکوتی م. ج. و غیبی م (۱۳۷۸) تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراژیک و توصیه صحیح کود در کشور. چاپ دوم، نشر آموزش کشاورزی. کرج. ۹۲ صفحه.
۱۱. Blevins RL, Herbek JH and Frye WW (1990) Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum. *Agron. J.* 82: 769-772.
۱۲. Hagin J and Tucker B (1982) Fertilization of dry land and irrigated soils. *J. Agr. Sci.* 12: 186 (Abst.).
۱۳. Krauss A and Saurat A (1987) Potassium Sulfate: K Fertilizers for arid and semi-arid regions, International Potash Institute. France.
۴. شاهرخ‌نیاع (۱۳۷۷) بررسی چگونگی افزایش و تخلیه فسفر و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف کودهای فسفاته در خاک‌های زراعی استان فارس. خاک و آب. ۱۲(۱): ۲۰-۹.
۵. خادمی ز (۱۳۷۷) بررسی تأثیر زمان مصرف و تقسیط کود ازت بر عملکرد و درصد پروتئین گندم. خاک و آب. ۱۲(۵): ۹-۱۸.
۶. خانی ر.، ملکوتی م. ج. و شریعت م (۱۳۷۹) بررسی تغییرات کادمیم در خاک‌های شالیزاری و برنج در شمال کشور. خاک و آب. ۱۲(۹): ۲۶-۱۹.
۱۴. Game DW, Tindall TA, Hurst CJ and Hussein AN (1995) Alfalfa cultivar responses to phosphorus and potassium deficiency. *J. Plant Nutr.* 18(11): 2431-2445.
۱۵. Raun WR and Johnson GV (1999) Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* (91): 357-363.
۱۶. Tisdale SL, Nelson WI, Beaton JD and Havin JL (1993) *Soil Fertility and Fertilizer*. 5th Ed. MacMillan, Press., New York 634 p.

The effect of fertilizer management on yield of crop plants in Pakdasht region

B. Azadegan¹ and R. Amiri²

E-mail: bazad@ut.ac.ir

Abstract

The objective of this research was to study the effect of fertilizer management on the yield increase of crop plants. The extra amounts of applied fertilizers were studied by comparison between allocated, applied and recommended fertilizers' amounts for: wheat, barley, corn and alfalfa with four replicates and the other data was gathered via questionnaires. Soil analysis of phosphorus, potassium and nitrogen amounts was performed in 20 fields and analysis of data was conducted base on complete randomized block design. Comparison of the averages was showed that there were significant differences between the amounts of allocated, applied and recommended fertilizers ($P \leq 0.05$). The average amounts of extra applied and extra distributed fertilizers were 382.9 and 150.6 Kg.ha⁻¹ more than the recommended amounts, respectively. However, there was no significance increase in yield. 12 and 28% of farmers used the fertilizers in the basis of recommended and allocated, respectively and 60% of them used more than recommended amounts. Excess fertilizer application due to improper management causes reduction of soil and water quality.

Keywords: Chemical fertilizer, Fertilizer management, Fertilizer recommendation, Soil, Yield

1- Assistant Professor, Irrigation and Draining Department, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran – Iran (**Corresponding Author**)

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran – Iran

