موازنه عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مزارع مختلف گندم در گرگان

Balance of N, P and K Nutrients in Different Wheat Farms in Gorgan

بنیامین ترابی[۱*]، افشین سلطانی[۲]، سرالله گالشی[۲] و ابراهیم زینلی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۱۸

چکیده

موازنه عناصر غذایی یکی از شاخص‌های تعیین کارآیی استفاده از عناصر غذایی در سیستم‌های کشاورزی است. بدین‌منظور تحقیق حاضر برای ارزیابی کارآیی استفاده از عناصر غذایی در مزارع مختلف گندم در شهرستان گرگان انجام شد. در این مطالعه اطلاعات مربوط به مدیریت کوددهی شامل نوع و میزان مصرف کودهای مختلف ثبت شد. با توجه به نوع کود میزان خالص نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای هر مزرعه محاسبه شد. همچنین با استفاده از مدل QUEFTS میزان عرضه این عناصر توسط خاک تعیین شد که این مقادیر برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۶۱، ۳۴ و ۱۳۶ کیلوگرم در هکتار بود. در پایان فصل رشد غلظت این عناصر در گیاه از طریق تجزیه بافت اندازه‌گیری شد و میزان خروج این عناصر در واحد هکتار تخمین زده شدند. در نهایت موازنه عناصر غذایی از طریق اختلاف بین عناصر ورودی (عرضه‌شده از طریق کود و خاک) و خروجی از مزارع محاسبه شد. نتایج نشان داد تقریباً نیمی از مزارع گندم دارای کمبود مصرف نیتروژن (موازنه منفی) بودند. میزان کمبود برای نیتروژن بین ۳ تا ۶۳/۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بود درحالی‌که در نیم دیگر مزارع حدود ۱/۳ تا ۱۲۸/۳ کیلوگرم در هکتار مازاد نیتروژن وجود داشت (موازنه مثبت). مازاد فسفر و پتاسیم تقریباً در همه مزارع مشاهده شد که مقدار آن به‌ترتیب بین ۱۰/۹ تا ۷۹/۳ و ۱۱/۵ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد (موازنه مثبت).

واژه‌های کلیدی: مدیریت کوددهی، مدل QUEFTS، عرضه عناصر

۱، ۲ و ۳. به ترتیب استادیار، استادان و دانشیار گروه زراعت دانشکده تولیدات گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: ben_torabi@yahoo.com

مقدمه

گرگان یکی از مناطق مستعد تولید گندم در ایران است. طبق آمار سال ۲۰۰۸ از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی حدود ۳۰ درصد از آن به کشت گندم اختصاص‌یافته است (۱۹۱۴۹ هکتار) که از این مقدار حدود ۴ درصد مربوط به کشت دیم و ۹۶ درصد مربوط به کشت آبی می‌باشد. متوسط تولید گندم تحت شرایط دیم و آبی در شهرستان گرگان به‌ترتیب ۱۶۱۵ و ۳۷۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. با توجه به افزایش جمعیت نیاز به افزایش تولیدات کشاورزی به‌خصوص گندم ضروری است. افزایش سطح زیرکشت به‌دلیل محدود بودن و نامناسب بودن اراضی تقریباً غیرممکن و یا در صورت امکان بسیار هزینه‌بر است؛ بنابراین افزایش تولید می‌بایست متکی به افزایش عملکرد در واحد سطح باشد (ترابی، ۱۳۹۰).

استفاده مناسب از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم و موازنه صحیح آن در خاک می‌تواند در افزایش عملکرد و ثبات حاصلخیزی خاک مؤثر باشد (*ساکو*[1] و همکاران، 2003؛ *باسانینو*[2] و همکاران، 2011). نیتروژن، فسفر و پتاسیم معمولاً به‌صورت کودهای شیمیایی به‌عنوان منبع غذایی در این نواحی استفاده می‌شوند؛ اما این کودها معمولاً بدون توجه به درک واقعی از پتانسیل عملکرد و میزان مورد نیاز و نسبت عناصر غذایی کودها استفاده می‌شوند (ترابی، ۱۳۹۰؛ طالبی‌زاده، ۱۳۸۸). استفاده از این کودها معمولاً وابسته به سیاست‌های کلی کشور، شرایط بازار و وضعیت مالی کشاورزان وابسته است. کشاورزان معمولاً بدون توجه به شرایط اقلیمی، دانش و آموزش چگونگی مصرف کود و تأثیر آن روی پایداری و حاصلخیزی بلندمدت خاک از کودها استفاده می‌کنند (*ماگن*[3]، 2008). برخی از تحقیقات انجام‌شده در این منطقه نشان داد که کشاورزان از عناصر نیتروژن و پتاسیم به‌میزان نسبتاً پایینی استفاده می‌کنند و پایین بودن مصرف این عناصر می‌تواند باعث کاهش عملکرد در مزارع گندم گردد (*ترابی*[4] و همکاران، 2011؛ ترابی و همکاران، ۱۳۹۰؛ طالبی‌زاده، ۱۳۸۸). استفاده کمتر از این عناصر با توجه به سیستم کشت فشرده در این منطقه می‌تواند منجر به خروج عناصر غذایی و تضعیف خاک گردد. موازنه عناصر غذایی روشی است که برای تخمین کمبود مصرف عناصر غذایی در سیستم کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌تواند نقش مهمی در توسعه پایدار تولید عملکرد و حفظ حاصلخیزی خاک داشته باشد.

ساکو و همکاران (2003) از شاخص مازاد عناصر غذایی (ورودی-خروجی) به‌عنوان یکی از شاخص‌های تلفات بالقوه عناصر غذایی در سیستم کشاورزی در سطح مزرعه‌ای تا منطقه‌ای استفاده کردند. آن‌ها مازاد عناصر غذایی برای سیستم‌های مختلف کشاورزی را بین ۲۲ تا ۳۲۶ کیلوگرم در هکتار تخمین زدند و نشان دادند علی‌رغم وضع قانون محلی در استفاده از کودهای مایع، کشاورزان از کودهای جامد استفاده می‌کنند که منجر به مازاد عناصر غذایی در خاک در مزارع مختلف می‌گردد. نتایج آن‌ها نشان داد که تبادل کودهای دامی بین سیستم‌های مختلف کشاورزی می‌تواند منجر به کاهش چشمگیر در استفاده از کودهای معدنی گردد، اما در مقیاس منطقه‌ای یک حد قابل‌پذیرش برای مازاد نیتروژن و پتاسیم می‌تواند وجود داشته باشد درحالی‌که مازاد فسفر می‌تواند تهدید جدی برای محیط‌زیست باشد. *باسانینو* و همکاران (2011) نشان دادند که بیشترین مازاد عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب حدود ۱۰۳، ۳۹ و ۹۵ کیلوگرم در هکتار بودند. آن‌ها نشان دادند که مازاد نیتروژن به مصرف زیاد کودهای معدنی و مازاد فسفر به مصرف بیشتر کودهای آلی مربوط بود. *فونگ*[5] و همکاران (2011) نشان دادند در سیستم‌های مختلف کشاورزی موردمطالعه آن‌ها مازاد نیتروژن، فسفر و پتاسیم وجود دارد. آن‌ها اظهار کردند این مازاد عناصر غذایی و موازنه مثبت اگرچه می‌تواند حاصلخیزی خاک را حفظ کند، اما احتمالاً باعث آلودگی زیست‌محیطی خواهند شد. با توجه به اهمیت موازنه عناصر غذایی در سیستم‌های مختلف کشاورزی، این مطالعه با هدف بررسی میزان مصرف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، تعیین مقدار عناصر خروجی از خاک و موازنه این عناصر در مزارع مختلف گندم در گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان گرگان با میانگین درازمدت بارندگی سالانه ۶۰۷ میلی‌متر، دامنه نوسان دمای سالانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد، ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی قرار دارد. در این منطقه، معمولاً یک فصل معتدل و نیمه‌مرطوب (از اواسط پاییز تا اوایل بهار) به‌وسیله یک فصل نسبتاً گرم و نیمه‌مرطوب دنبال می‌شود. بیشترین میزان بارندگی در اسفندماه با حدود ۸۰ میلی‌متر و کمترین آن در تیرماه با ۲۰ میلی‌متر اتفاق می‌افتد. بیشترین مقدار بارندگی در این شهر نیز در فصول پاییز و

1. Sacco
2. Bassanino
3. Magen
4. Torabi
5. Phong

زمستان صورت می‌گیرد. براساس میانگین‌های درازمدت پایین‌ترین حداقل و حداکثر دمای این شهرستان در دی‌ماه به‌ترتیب ۴ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بعد از این ماه حداقل و حداکثر دما افزایش می‌یابد و در تیرماه به‌ترتیب با ۲۲ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد به حداکثر خود می‌رسد. حداقل و حداکثر تشعشع به‌ترتیب در ماه‌های آذر و خرداد با ۸ و ۲۲ مگاژول بر مترمربع در روز می‌باشد.

تحقیق حاضر در سال ۱۳۸۹ در ۴۵ مزرعه در مناطق سرخنکلاته، آق‌قلا و ورسن از توابع شهرستان گرگان اجرا شد. در این مطالعه مزارع به‌طور تصادفی انتخاب شدند و اطلاعات مربوط به مدیریت کوددهی شامل نوع و میزان کود و میزان عملکرد واقعی ثبت شدند. با استفاده از فرمول شیمیایی کودهای مورداستفاده میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم خالص مصرف‌شده در این مزارع تخمین زده شدند. همچنین برای تعیین میزان عرضه عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط خاک از مدل QUEFTS استفاده شد (سلطانی و مداح، ۱۳۸۹). در این مدل میزان عرضه عناصر غذایی فوق توسط خاک، با فرض دستیابی به حداقل عملکرد گندم (۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) در این منطقه در حالت بدون استفاده از کود تخمین زده شد.

در پایان فصل رشد غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر دانه و غیردانه اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور در هر مزرعه سه پلات به‌طور تصادفی انتخاب و در هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها به‌صورت دانه و غیردانه در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشک و وزن شدند. اجزای دانه و غیردانه به‌طور جداگانه آسیاب شده و از هر قسمت (دانه و غیردانه) یک نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر آن اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت عناصر گیاه ابتدا نمونه گیاهی با استفاده از اسید سولفوریک هضم شد (روش تر) و پس از عصاره‌گیری نیتروژن از روش کلدال، فسفر از روش اولسن (با استفاده از وانادات مولیبدات) و پتاسیم از طریق دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شدند. با استفاده از غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شده دانه و غیردانه میزان خروج هر عنصر از مزرعه توسط گیاه محاسبه شد (سلطانی[1]، 2009). میزان خروج هر عنصر در واحد هکتار در هر مزرعه بر اساس مقدار عنصر خارج‌شده توسط دانه (حاصل‌ضرب غلظت عنصر موردنظر و عملکرد دانه) و غیردانه (حاصل‌ضرب غلظت عنصر موردنظر و عملکرد غیردانه) تخمین زده شد.

در نهایت توزیع مصرف کودهای مختلف در مزارع و همچنین میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم واردشده و خارج شده از مزارع مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از اختلاف بین میزان عناصر ورودی (شامل مجموع عناصر کودی و عرضه‌شده توسط خاک) و خروجی از مزرعه برای ارزیابی چگونگی مصرف این عناصر استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی عناصر غذایی ورودی

متوسط نیتروژن ورودی کودی در مزارع مورد مطالعه حدود ۹۴ کیلوگرم در هکتار و با دامنه تغییرات ۶۴/۸ تا ۱۷۵/۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۱). منابع تأمین‌کننده کود نیتروژن در این مزارع شامل کودهای اوره، آمونیوم دی‌فسفات، نیترات فسفات آمونیوم، نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و کود کامل بودند. کود اوره در همه مزارع موردمطالعه استفاده شد و به‌میزان ۳۴ تا ۱۷۵/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به خاک اضافه کرد؛ درحالی‌که سایر کودهای تأمین‌کننده نیتروژن در همه مزارع استفاده نشدند. آمونیوم دی‌فسفات در ۱۰ مزرعه به‌میزان ۹ تا ۳۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، فسفات نیترات‌آمونیوم در ۴ مزرعه به‌میزان ۱۳ تا ۲۶/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نیترات‌آمونیوم در ۳ مزرعه به‌میزان ۱۶/۵ تا ۴۱/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، سولفات‌آمونیوم و کود کامل هر کدام در ۲ مزرعه و به‌ترتیب به‌میزان ۱۰/۵ تا ۲۱ و ۷/۵ تا ۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به خاک اضافه کردند (جدول ۲). به‌طورکلی کود اوره ۸۹/۵ درصد از کل نیتروژن ورودی کودی (۹۴ کیلوگرم در هکتار) را تأمین کرد و مابقی آن از طریق سایر کودهای فوق‌الذکر تأمین شد که سهم آن‌ها بین ۰/۶ تا ۵/۳ درصد متغیر بود.

1. Soltani

جدول ۱: میانگین، حداقل و حداکثر عناصر ورودی (عرضه‌شده توسط کود و خاک) و خروجی از مزرعه و موازنه آن‌ها (کیلوگرم در هکتار) در مزارع گندم در منطقه گرگان. مقدار عرضه خاک تخمین زده‌شده توسط مدل QUEFTS برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۶۱، ۳۴ و ۱۳۶ کیلوگرم در هکتار بودند

Table 1: Mean, minimum and maximum input nutrients (supplied by fertilizer and soil), output nutrients, and balance of them (kg/ha) in different wheat farms in Gorgan. Values of supply of N, P and K in soil estimated by QUEFTS model were 61, 34 and 136 kg/ha, respectively

پارامتر Parameter	نیتروژن N			فسفر P			پتاسیم K		
	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max
ورودی (کود و خاک) Input (fertilizer and soil)	155.0	125.8	236.5	55.6	34.0	97.4	157.7	136.0	246.4
ورودی (کود) Input (fertilizer)	94.0	64.8	175.5	22.6	0.0	63.4	21.7	0.0	110.4
خروجی (کل گیاه) Output (total plant)	146.9	71.3	214.4	19.6	11.1	27.9	96.6	49.4	139.7
خروجی (دانه) Output (grain)	116.6	56.1	173.3	16.7	8.2	24.5	24.2	11.8	36.9
خروجی (بقایا) Output (straw)	30.3	15.2	53.3	2.9	0.85	5.2	72.4	37.6	107.6
موازنه عناصر غذایی Balance of nutrient	8.1	-63.4	128.3	36.0	10.9	79.2	61.1	-14.5	115.1

میزان فسفر ورودی کودی در مزارع به‌طور متوسط ۲۲/۶ کیلوگرم در هکتار و با دامنه تغییرات صفر تا ۶۳/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱). منابع تأمین‌کننده کود فسفر در این مزارع شامل سوپرفسفات تریپل، دی‌آمونیوم فسفات، نیترات فسفات آمونیوم و کود کامل بودند. کود سوپر فسفات تریپل در ۳۲ مزرعه و به میزان ۲۳ تا ۹۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، دی‌آمونیوم‌فسفات در ۱۱ مزرعه به‌میزان ۲۳ تا ۹۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، نیترات فسفات آمونیوم در ۴ مزرعه به‌میزان ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و کود کامل در ۲ مزرعه به مقدار ۴ و ۸ کیلوگرم فسفر در هکتار به خاک اضافه کردند (جدول ۲). سوپر فسفات تریپل از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده فسفر مزارع مورد مطالعه بود و سهم آن در فسفر ورودی (۲۲/۶ کیلوگرم در هر هکتار) ۷۲ درصد بود؛ درحالی‌که سهم آمونیوم فسفات ۲۵ درصد، نیترات فسفات آمونیوم ۲/۴ درصد و کود کامل ۰/۶ درصد بودند.

کودهای پتاسه مورد استفاده در مزارع به‌طور متوسط ۲۱/۷ کیلوگرم پتاسیم در هر هکتار، با دامنه تغییرات صفر تا ۱۱۰/۴ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، به خاک اضافه کردند (جدول ۱). منابع تأمین‌کننده کود پتاسیم در این مزارع شامل سولفات پتاسیم، کلرور پتاسیم و کود کامل بودند. کود سولفات پتاسیم در ۲۲ مزرعه و به‌میزان ۲۴/۰ تا ۹۶/۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، کلرور پتاسیم در ۷ مزرعه به‌میزان ۳۰/۵ تا ۶۱/۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و کود کامل در ۲ مزرعه به مقدار ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به خاک اضافه کردند (جدول ۲). سولفات پتاسیم از مهمترین منابع تأمین‌کننده پتاسیم در این مزارع بود و سهم آن از پتاسیم ورودی در مزارع (۲۱/۷ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) ۷۱ درصد بود درحالی‌که سهم کلرور پتاسیم و کود کامل به ترتیب ۲۶/۵ و ۲/۵ درصد بودند.

نتایج حاصل از مدل QUEFTS نشان داد که میزان عرضه عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط خاک با توجه به دستیابی به حداقل عملکرد ممکن (۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط عدم‌مصرف کود به‌ترتیب حدود ۶۱، ۳۴ و ۱۳۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد؛ بنابراین کل عناصر غذایی ورودی شامل عناصر کودی و عناصر عرضه‌شده توسط خاک خواهد بود.

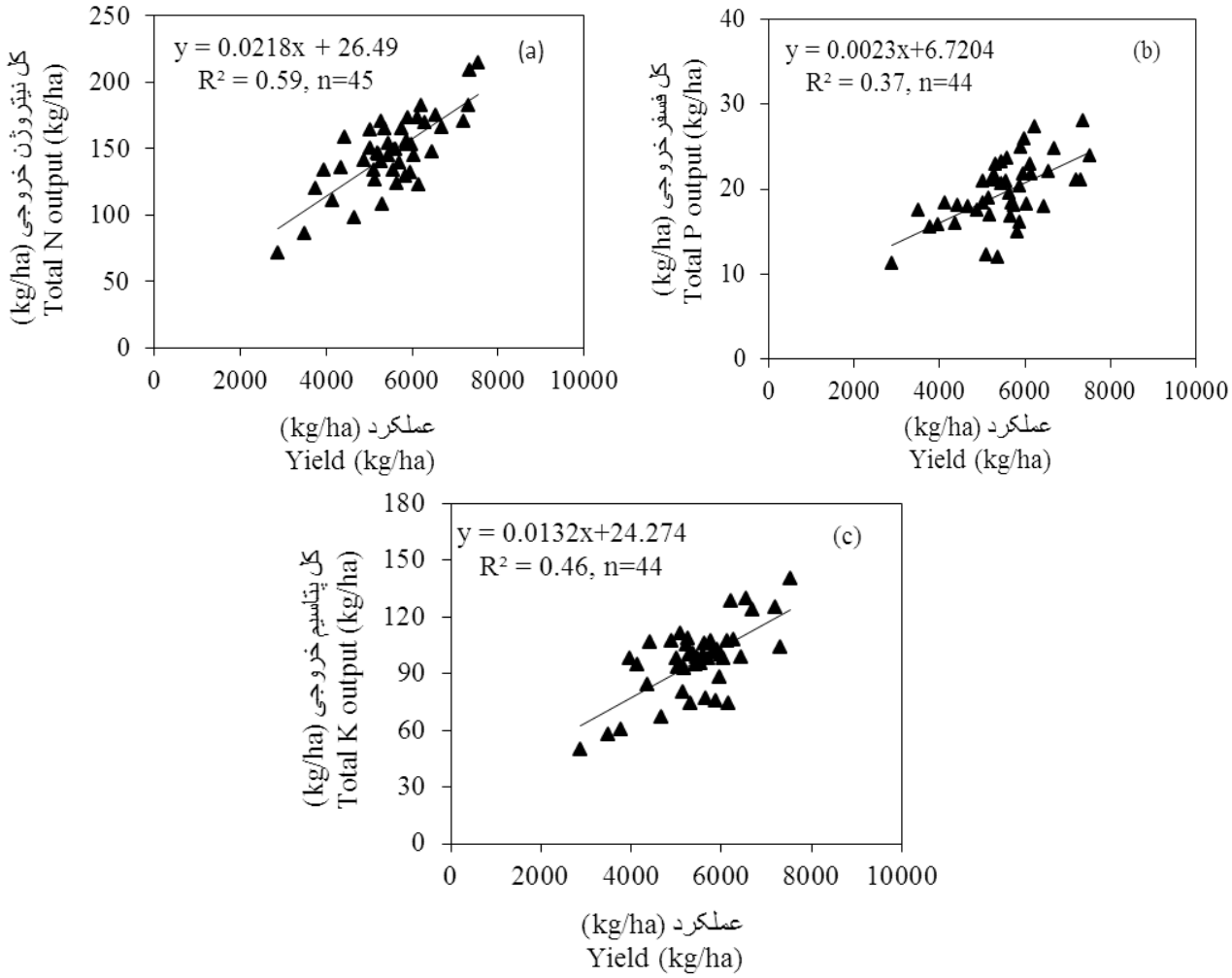
جدول ۲: کودهای متفاوت استفاده شده در مزارع مختلف گندم و میانگین، حداقل و حداکثر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) تأمین‌شده از آن‌ها. n نشان‌دهنده تعداد کل مزارع موردمطالعه می‌باشد

Table 2: Various fertilizers used in different wheat farms and the mean, minimum and maximum N, P and K (kg/ha) provided from them. n indictes the total number of studied farms

نوع کود Fertilizer type	تعداد مزارع Farms number	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max
منابع نیتروژن Sources of N	(n= 45)			
اوره Urea	45	84.0	34.0	175.5
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate	10	21.6	9.0	36.0
نیترات آمونیوم فسفات Ammonium nitrate phosphate	4	18.0	13.0	26.5
سولفات آمونیوم Ammonium sulfate	3	30.3	16.5	41.5
کود کامل Complete fertilizer	2	15.8	10.5	21.0
منابع فسفر Sources of P	2	12.3	7.5	15.0
سوپرفسفات تریپل Triple super phosphate	(n= 44)			
فسفات دی‌آمونیوم Diammonium phosphate	32	49.9	23.0	92.0
نیترات آمونیوم فسفات Ammonium nitrate phosphate	11	52.3	23.0	92.0
کود کامل Complete fertilizer	4	13.8	10.0	20.0
منابع پتاسیم Sources of K	2	6.0	4.0	8.0
سولفات پتاسیم Potassium sulfate	(n= 44)			
کلرید پتاسیم Potassium chloride	22	38.2	24.0	96.0
کود کامل Complete fertilizer	7	43.6	30.5	61.0
	2	15.0	10.0	20.0

خروجی و موازنه عناصر غذایی

نتایج تجزیه بافت گیاه نشان داد که نیتروژن خروجی از مزارع مورد مطالعه بین ۷۱/۳ تا ۲۱۴/۴ کیلوگرم در هکتار و به‌طور متوسط حدود ۱۴۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۱). نتایج تجزیه همبستگی نشان داد یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و میزان نیتروژن خروجی توسط گیاه وجود دارد ($r = ۰/۷۷$؛ $Pr < ۰/۰۰۰۱$). همچنان که در شکل ۱ نشان داده‌شده است با افزایش هر واحد عملکرد حدود ۰/۰۲۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توسط گیاه از مزرعه خارج می‌شود. موازنه بین نیتروژن ورودی (از طریق کود و خاک) و خروجی نشان داد که در ۲۰ مزرعه کمبود نیتروژن (موازنه منفی) وجود داشته است (شکل ۲). میزان این کمبود نیتروژن بین ۳/۰ تا ۶۳/۴ کیلوگرم در هکتار بود؛ بنابراین جهت رفع این کمبود مصرف بیشتر کود نیتروژن ضروری می‌باشد. در مابقی مزارع از کل نیتروژن ورودی بین ۱/۳ تا ۱۲۸/۳ کیلوگرم در هکتار از نیتروژن ورودی از مزرعه خارج نشده بود (موازنه مثبت؛ شکل ۲). این موضوع بیانگر این است که در این مزارع نه تنها کمبود وجود نداشته بلکه مازاد نیتروژن هم وجود داشته است. نتایج نشان داد در مجموع مزارع به‌طور متوسط از ۱۵۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ورودی، حدود ۸/۱ کیلوگرم در هکتار از آن از مزارع خارج نشده است (جدول ۲). با توجه به اختلاف میزان عرضه نیتروژن در خاک (۶۱ کیلوگرم در هکتار) و کل نیتروژن خروجی، استنباط شد که در ۲۵ مزرعه دارای موازنه مثبت نیتروژن (شکل ۲) در صورت عدم‌مصرف کود نیتروژن، کمبود نیتروژن مشاهده خواهد شد (شکل ۳). *ترابی* و همکاران (2011) نشان داده بودند پایین بودن مصرف فعلی نیتروژن در



شکل ۱: رابطه بین عملکرد با نیتروژن (الف)، فسفر (ب) و پتاسیم (ج) خروجی توسط گیاه در مزارع مختلف گندم. n نشان‌دهنده تعداد کل مزارع مورد مطالعه می‌باشد

Fig. 1: Relationship of yield to total N (a), P (b), and K (c) output in different wheat farms. n indictes the total number of studied farms

این منطقه یکی از عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد است که با مصرف بیشتر نیتروژن می‌توان بخشی از خلأ عملکرد را کاهش داد. کودهای نیتروژنه شیمیایی برای رفع نیاز نیتروژن گیاه به مقدار زیاد برای محصولات کشاورزی ازجمله گندم استفاده می‌شوند که به‌دلیل حلالیت زیاد در آب به‌راحتی در معرض آبشویی قرار می‌گیرد (*زینلی*[1] و همکاران، 2009). آن‌ها بسته به نوع خاک و سیستم کشت (آبی یا دیم) میزان آبشویی نیترات در منطقه موردمطالعه را به‌طور متوسط بین ۱۳ تا ۳۹ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد کردند؛ بنابراین مدیریت نیتروژن از طریق تنظیم زمان و مقدار مصرف نیتروژن می‌تواند به‌عنوان راهکار مهمی جهت تأمین منبع نیتروژن گیاه باشد.

نتایج نشان داد فسفر خروجی از مزارع موردمطالعه بین ۱۱/۱ تا ۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار و به‌طور متوسط حدود ۱۹/۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱). نتایج تجزیه همبستگی نشان داد یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و میزان فسفر خروجی توسط گیاه وجود داشت ($r = ۰/۶۱$؛ $Pr < ۰/۰۰۰۱$). نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد با افزایش هر واحد عملکرد حدود ۰/۰۰۲ کیلوگرم در هکتار فسفر توسط گیاه از مزرعه خارج شد (شکل ۱). موازنه بین فسفر ورودی (از طریق کود و خاک) و خروجی از مزرعه نشان داد نه تنها در هیچ‌یک از مزارع موردمطالعه کمبود فسفر وجود نداشت، بلکه در همه مزارع مازاد فسفر ورودی وجود داشت (موازنه مثبت). مقدار مازاد فسفر ورودی در این مزارع بین ۱۰/۹ تا ۷۹/۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). همچنین از این نتایج استنباط شد که

1. Zeinali

به‌طور متوسط در مناطق موردمطالعه حدود ۳۶ کیلوگرم در هکتار از فسفر ورودی توسط گیاه مورد استفاده قرار نگرفته بود (جدول ۱).

با بررسی بیشتر استنباط شد که با توجه به اختلاف میزان عرضه فسفر در خاک (۳۴ کیلوگرم در هکتار)، در صورت عدم‌مصرف کود فسفره نیز هیچ‌گونه کمبود فسفری در مزارع وجود نخواهد داشت (شکل ۳). منابع تأمین‌کننده فسفر مثل مواد آلی موجود در خاک، کودهای حیوانی استفاده‌شده در سال‌های قبل، بافت خاک و نوع کود فسفره مورداستفاده می‌باشد. *گینتینگ*[1] و همکاران (2003) نشان دادند وجود مواد آلی در خاک و نیز استفاده از کودهای آلی و حیوانی میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در خاک افزایش می‌دهند. همچنین در منطقه موردمطالعه گیاه سویا در بیشتر مزارع قبل از گندم کشت می‌شود که این گیاه می‌تواند باعث افزایش ذخیره عناصر غذایی خاک گردد (*کادام*[2] و همکاران، 2010). فرایند جذب فسفر توسط گیاه به pH خاک وابسته است و معمولاً در خاک‌های اسیدی و قلیایی فسفر تثبیت‌شده و جذب آن ناچیز خواهد شد (*پاراما و موناوری*[3]، 2012). با توجه به وجود pH تقریباً خنثی تا نسبتاً قلیایی (۸/۱ – ۷/۴) در این منطقه به نظر می‌رسد تثبیت فسفر در خاک‌های مزارع موردمطالعه احتمالاً ناچیز باشد. همچنین در طول تجزیه مواد آلی موجود در خاک، اسیدهای آلی مختلفی تولید می‌شوند که تا حدی تثبیت فسفات را کاهش و قابلیت دسترسی به آن را افزایش می‌دهند (*یاواتی*[4] و همکاران، 2012).

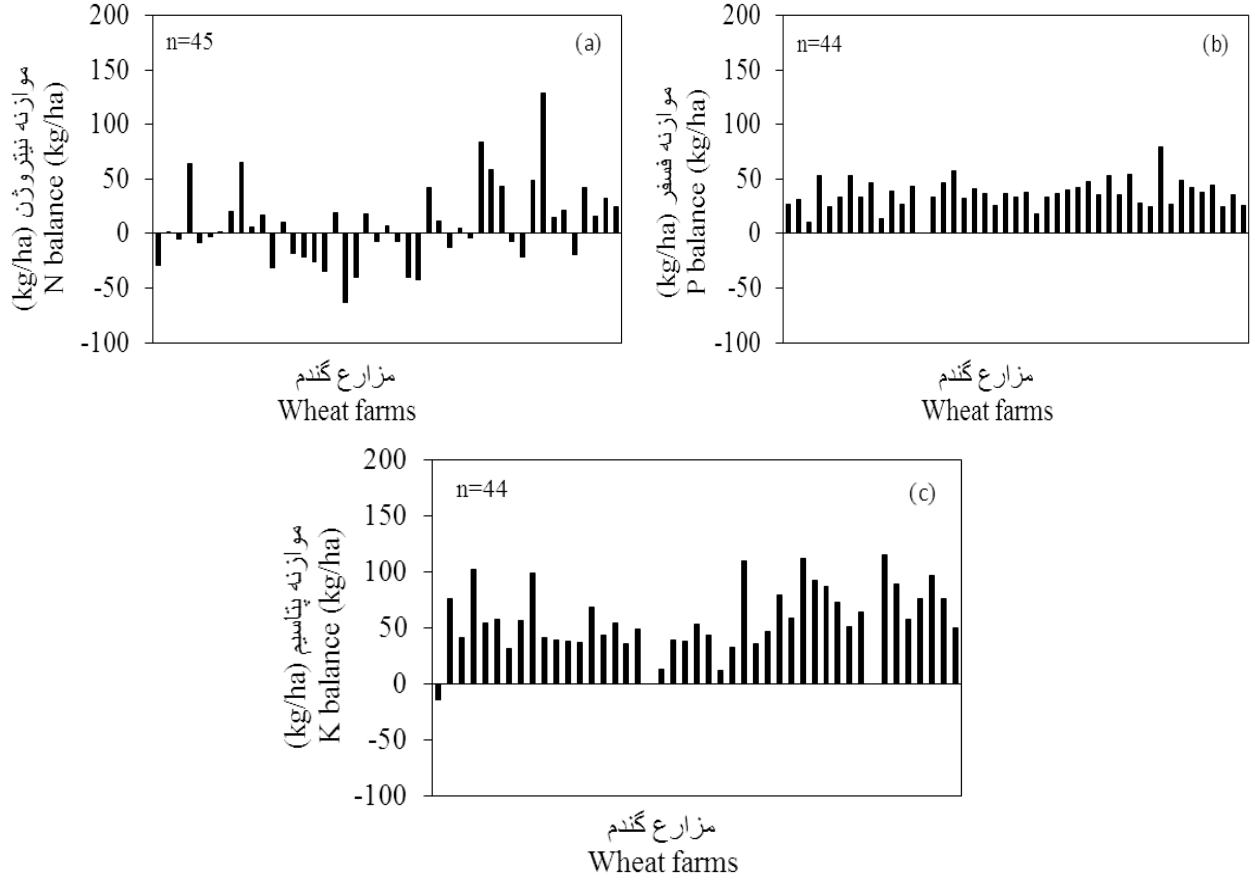
پتاسیم خروجی از مزارع موردمطالعه بین ۴۹/۴ تا ۱۳۹/۷ کیلوگرم در هکتار و به‌طور متوسط حدود ۹۶/۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱). نتایج تجزیه همبستگی نشان داد یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و میزان پتاسیم خروجی توسط گیاه وجود دارد ($r = ۰/۶۸$؛ $Pr < ۰/۰۰۰۱$). همچنان که در شکل ۱ نشان داده‌شده است با افزایش هر واحد عملکرد حدود ۰/۰۱۳ کیلوگرم در هکتار پتاسیم توسط گیاه از مزرعه خارج می‌شود. موازنه بین متوسط پتاسیم ورودی (از طریق کود و خاک) و خروجی از مزرعه نشان داد که از ۴۴ مزرعه موردمطالعه ۲ مزرعه دارای کمبود پتاسیم بودند (شکل ۲). میزان کمبود پتاسیم در این مزارع ۳/۸ و ۱۴/۵ کیلوگرم در هکتار بود (موازنه منفی)؛ درحالی‌که در ۴۲ مزرعه بین ۱۱/۵ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار مازاد پتاسیم ورودی وجود داشت (شکل ۲). به‌طور متوسط در مناطق موردمطالعه حدود ۶۷/۱ کیلوگرم در هکتار از پتاسیم ورودی توسط گیاه مورداستفاده قرار نگرفته بود (جدول ۲). بررسی بیشتر نشان داد که با توجه به اختلاف عرضه پتاسیم خاک (۱۳۶ کیلوگرم در هکتار) و میزان پتاسیم خروجی باز هم در همه مزارع، به استثنای یک مزرعه، مازاد پتاسیم وجود داشته است (شکل ۳).

بنابراین می‌توان استنباط کرد که در این مزارع موردمطالعه نیازی به مصرف کود پتاسیم نبوده است. ترابی و همکاران (۱۳۹۰) و طالبی‌زاده (۱۳۸۸) نشان دادند پایین بودن مصرف فعلی پتاسیم یکی از عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد است که با مصرف بیشتر پتاسیم می‌توان بخشی از خلأ عملکرد را کاهش داد. رس ایلایت (رس غالب منطقه) تأمین‌کننده پتاسیم موردنیاز گیاه برای تولید محصولات زراعی می‌باشد. با توجه به این‌که این رس‌ها دارای غلظت‌های بالای پتاسیم تبادلی هستند، اما آزادسازی پتاسیم (پتاسیم تبادلی) موجود در لایه‌های مختلف کانی‌های رس ایلایت (میکاها) به‌کندی انجام می‌شود و بنابراین پتاسیم کم‌تری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و نهایتاً باعث کاهش عملکرد می‌گردد (زینلی، ۱۳۸۸؛ طالبی‌زاده، ۱۳۸۸). خاک‌های رسی از نوع ایلایت دارای قدرت تثبیت بالا هستند و برای دستیابی به حداکثر عملکرد، میزان مصرف کودهای پتاسیمی نسبت به حالت عادی افزایش می‌یابد؛ بنابراین برخی از محققان توصیه کرده‌اند که در خاک‌های با ظرفیت تثبیت پتاسیم خیلی زیاد، تعیین مقدار کود مصرفی سالیانه باید مستقل از مقدار پتاسیم قابل‌جذب خاک باشد و برای مقابله با قدرت تثبیت بالای پتاسیم، کاربرد سالانه ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K) را امری ضروری دانسته‌اند (طالبی‌زاده، ۱۳۸۸). این در حالی است که بیشترین مقدار پتاسیم استفاده‌شده در مزارع موردمطالعه ۱۱۰/۴ کیلوگرم K در هکتار بوده است (جدول ۱). افزودن کودهای آمونیومی به خاک موجب آزاد شدن یون پتاسیم و افزایش غلظت پتاسیم محلول (قابل‌جذب) می‌شود؛ بنابراین، استفاده از کودهای آمونیومی باعث می‌شود کاتیون آمونیوم موجود در کود تثبیت‌شده و بدین‌ترتیب کاتیون (K^+) موجود در خاک با سهولت بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴، زینلی، ۱۳۸۸؛ طالبی‌زاده، ۱۳۸۸).

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده استنباط شد که تقریباً در نیمی از مزارع موردمطالعه از لحاظ میزان نیتروژن مصرفی کمبود وجود دارد (موازنه منفی). برای رفع این کمبود باید استفاده از کود نیتروژنه را افزایش داد؛ اما کمبود نیتروژن برای نیم دیگری

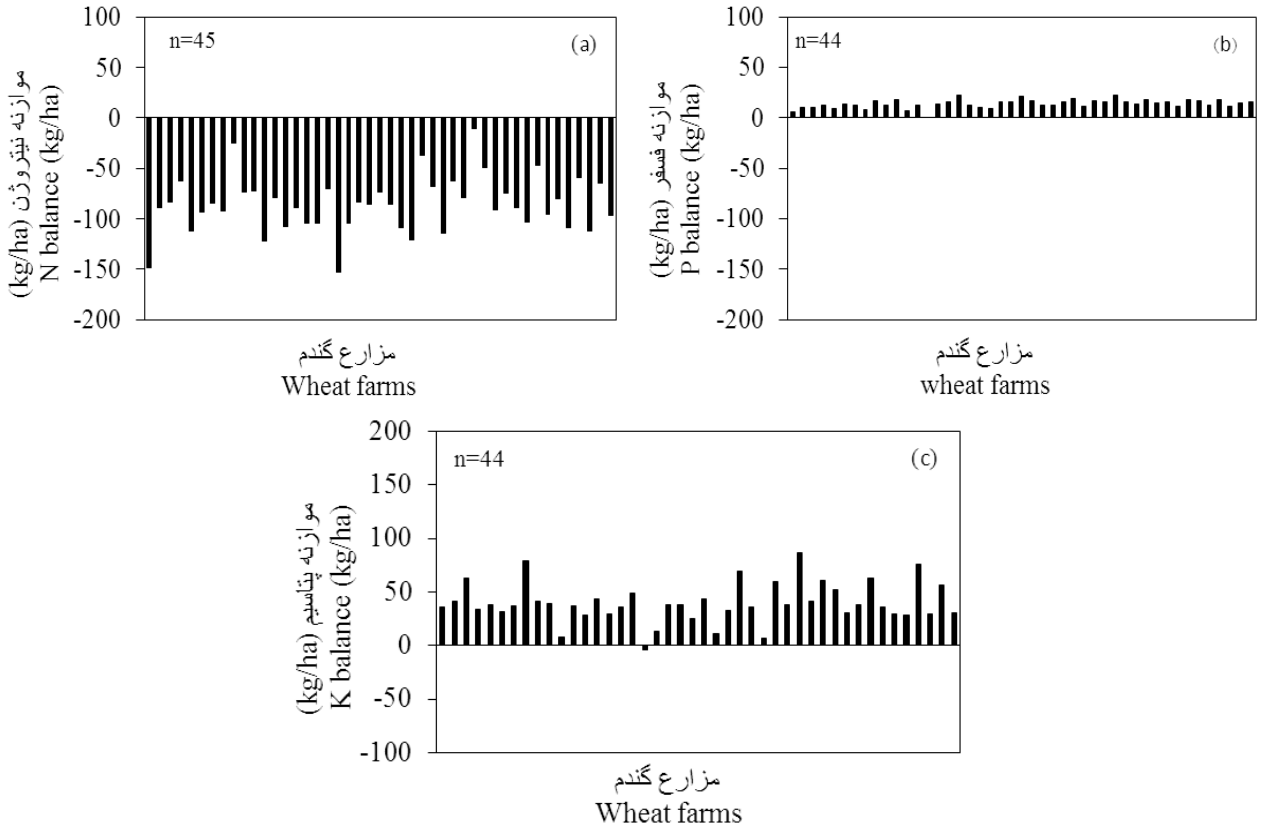
1. Ginting
2. Kadam
3. Parama and Munawey
4. Yavathi

از مزارع و نیز کمبود فسفر و پتاسیم برای هیچ‌یک از مزارع وجود نداشت؛ اما با توجه به تخلیه عناصر موجود در خاک، به هر حال، استفاده از این کودها برای تأمین بخشی از این عناصر تخلیه‌شده از خاک لازم به نظر می‌رسد. عدم استفاده از کود در طی چندین سال متوالی احتمالاً باعث تخلیه نیتروژن، فسفر و پتاسیم ذخیره‌شده در خاک و درنهایت تضعیف خاک خواهد شد.



شکل ۲: موازنه بین نیتروژن (الف)، فسفر (ب) و پتاسیم (ج) ورودی (کود و عرضه خاک) و خروجی در مزارع مختلف گندم. n نشان‌دهنده تعداد کل مزارع موردمطالعه می‌باشد

Fig. 2: Balance of N (a), P (b), and K (c) input (supplied by fertilizer and soil) and output of them (by grain and straw) in different wheat farms. n indictes the total number of studied farms



شکل ۳: موازنه بین نیتروژن (الف)، فسفر (ب) و پتاسیم (ج) عرضه‌شده توسط خاک و خروجی در مزارع مختلف گندم. n نشان‌دهنده تعداد کل مزارع موردمطالعه می‌باشد

Fig. 3: Balance of N (a), P (b), and K (c) input (supplied by soil) and output of them (by grain and straw) in different wheat farms. n indictes the total number of studied farms

منابع

ترابی، ب. ۱۳۹۰. تحلیل محدودیت‌های عملکرد گندم در شرایط گرگان با استفاده از مدل شبیه‌سازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). رساله دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۲۲ صفحه.

ترابی، ب.، سلطانی، ا.، گالشی، س. و زینلی، ا. ۱۳۹۰. تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۴، شماره ۴: ۱-۱۷.

زینلی، ا. ۱۳۸۸. تغذیه نیتروژنی گندم در گرگان؛ جنبه‌های زراعی، فیزیولوژیک و بهینه‌سازی با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی. رساله دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۰۱ صفحه.

سلطانی، ا. و مداح، و. ۱۳۸۹. برنامه‌های کاربردی ساده برای آموزش و پژوهش در زراعت. انجمن علمی کشاورزی بوم‌شناختی ایران.

طالبی‌زاده، ع. ۱۳۸۸. بررسی کاربرد کودهای فسفره با مبانی کلسیم، آمونیوم و پتاسیم و تأثیر بر جذب پتاسیم توسط گندم زمستانه دیم در خاک لسی تثبیت‌کننده پتاسیم با رس غالب میکای هوازده. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۴۷ صفحه.

ملکوتی، م. ج.، شهابی، ع. ا. و بازرگان، ک. ۱۳۸۴. پتاسیم در کشاورزی ایران. انتشارات سنا. ۲۹۲ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک "مشکلات و راه‌حل‌ها". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۸۸ صفحه.

Bassanino, M., Sacco, D., Zavattaro, L. and Grignani, C. 2011. Nutrient balance as a sustainability indicator of different agro-environments in Italy. Ecological Indicators, 11: 715-723.

Ginting, D., Kessavalou, A., Eghball, B. and Doran, J. W. 2003. Greenhouse gas emissions and soil indicators four years after manure compost application. Journal of Environmental Quality, 32: 23-32.

Kadam, S. R., Amrutsagar, V. M. and Deshpande, A. W. 2010. Influence of organic nitrogen sources with fulvic acid spray on yield and nutrient uptake of soybean on Inceptisol. Journal of Soils and Crops, 20 (1): 58-63.

Magen, H. 2008. Balanced crop nutrition: Fertilizing for crop and food quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 183-193.

Parama, V. R. R. and Munawery, A. 2012. Sustainable soil nutrient management. Journal of Indian Institute of Science, 12: 1-16.

Phong, L. T., Stoorvogel, J. J., Van Mensvoort, M. E. F. and Udo, H. M. J. 2011. Modeling the soil nutrient balance of integrated agriculture-aquaculture systems in the Mekong Delta, Vietnam. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 90: 33-49.

Sacco, D., Bassanino, M. and Grignani, C. 2003. Developing a regional agronomic information system for estimating nutrient balances at a larger scale. European Journal of Agronomy, 20: 199-210.

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E. 2011. Assessment of yield gap due to nitrogen management in wheat. Australian Journal of Crop Science, 5 (7): 879-884.

Yavathi, V., Dasog, G. S., Babalad, H. B., Hebsur, N. S., Gali, S. K., Patil, S. G. and Alagawadi, A. R. 2012. Nutrient status of soil under different nutrient and crop management practices. Karnataka Journal of Agricultural Science, 25 (2): 193-198.

Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S. and Movahedi-Naeeni, S. A. R. 2009. Estimates of nitrate leaching from wheat fields in Gorgan, of Iran. Research Journal of Environmental Science, 3 (6): 645-655.

Balance of N, P and K Nutrients in Different Wheat Farms in Gorgan

Torabi[1*], B., Soltani[2], A., Galeshi[2], S. and Zeinali[3], E.

Abstract

Soil nutrients balance is an indicator to determine nutrient use efficiency in farming systems. For this purpose, the present study was conducted to assess nutrient use efficiency in different wheat farms in Gorgan. Collected data were included fertilization management such as type and amount of applied fertilizer in different farms. In respect to type of fertilizers applied in farm, amount of net NPK was calculated. Also, amount of supply of NPK was estimated by QUEFTS model which were 61, 34 and 136 kg/ha, respectively. In the end of the growth season, the concentration of these nutrients in plant was measured by tissue analysis and amount of exited nutrients (kg/ha) in each farm was estimated. The nutrients balance was calculated as the difference between entered (fertilizer and soil supply) and exited nutrients. The results showed that almost half of farms had deficiency of N application (negative balance). The amount of deficiency for N ranged from 2.5 to 124.4 kg/ha; while in others there was 1.3 to 128.3 kg/ha extra N (positive balance). The extra P and K were observed in nearly all farms that they were 10.9-79.3 and 11.5-115 kg/ha, respectively (positive balance).

Keywords: Fertilization management, QUEFTS model, Nutrients supply

1, 2 and 3. Assistant Professor, Professors and Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

※: Corresponding author Email: ben_torabi@yahoo.com