

مقایسه شاخص‌های زیست محیطی موازنه و کارایی نیتروژن در تولید زعفران و گندم در شهرستان قائنات

فاطمه یعقوبی^۱، مجید جامی الاحمدی^{۲*}، محمد رضا بخشی^۳ و محمد حسن سیاری^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و دانشجوی دکتری اکولوژی

گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

*- نویسنده مسئول: E-mail: mjamilahmadi@birjand.ac.ir

یعقوبی، ف.، جامی الاحمدی، م.، بخشی، م.ر.، و سیاری، م.ح.، ۱۳۹۳. مقایسه شاخص‌های زیست محیطی موازنه و کارایی نیتروژن در تولید زعفران و گندم در شهرستان قائنات. نشریه پژوهش‌های زعفران. ۲(۱۲۸): ۱۱۳-۱۲۸.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۲

چکیده

بهبود کارایی استفاده از منابع در بوم‌نظام‌های زراعی، ضمن کاهش خطرات زیست محیطی، افزایش تولیدات کشاورزی را در پی دارد. به منظور بررسی شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن در زراعت گندم و زعفران، تحقیقی در شهرستان قائنات واقع در استان خراسان جنوبی انجام شد که در آن ۵۰ مزرعه گندم و ۴۸ مزرعه زعفران در طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفتند. محاسبه این شاخص‌ها با استفاده از دستورالعمل سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) صورت گرفت. بدین منظور، اطلاعات لازم از قبیل میزان بذر و بنه، کود مصرفی، میزان تولید و سطح زیر کشت گندم و زعفران، از طریق پرسشنامه و ضرایب مورد نیاز از منابع مختلف جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن در هر دو محصول بین بخش‌های مختلف منطقه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین کارایی نیتروژن در محصول گندم در بخش نیم‌بلوک (۸۸/۶۳ درصد) و برای محصول زعفران در بخش سده (۱۸/۰۳ درصد) به دست آمد. هم‌چنین بین دو محصول از نظر شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به صورتی که گندم کارایی نیتروژن بالاتری نسبت به زعفران نشان داد و منشأ این اختلاف، تفاوت در میزان کود دامی مصرفی در دو محصول بود. بین سنین مختلف مزارع زعفران از نظر موازنه و کارایی نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. هم‌چنین نتایج نشان داد که بین شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: اثرات زیست محیطی، پایداری، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، کود نیتروژن

مقدمه

نیترژن یکی از عناصر پر مصرف و مؤثر در بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی است. کمبود این عنصر در بیشتر بوم‌نظام‌های زراعی از طریق مصرف انواع مختلفی از کودهای شیمیایی جبران می‌شود. افزایش بی‌رویه در مصرف کودهای شیمیایی منجر به افزایش هزینه و همچنین مصرف زیاد منابع فسیلی شده و از طرفی دیگر، باعث ورود مقدار زیادی از نیترژن به خاک، اتمسفر و آب‌ها می‌شود. این موضوع سلامت انسان و ثبات بوم‌نظام‌ها را در معرض تهدید قرار می‌دهد (Kaiser, 2000; Erisman, 2004). هم‌بستگی بالای بین سطح زمین‌های کشاورزی زیرکشت و غلظت نیترژن در آب رودخانه‌ها در تحقیقات زیادی نشان داده شده است (Nagumo & Hatano, 2001; Woli et al., 2002).

نتایج بررسی‌های متعدد نشان می‌دهد که درصد بازیافت نیترژن پایین و بین ۲۷ تا ۳۳ درصد است (Lotfollahi et al., 2004). اگرچه تمرکز کشاورزان روی بیشینه‌سازی محصول در واحد سطح می‌باشد، اما اخیراً به چرخه محیطی و مسائل زیست محیطی و به‌ویژه غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی کم‌عمق نیز توجه شده است. افزایش کارایی نیترژن با استفاده از ارقام با کارایی بالا و کاهش مصرف نیترژن، خطر آلودگی نیترات در منابع آب سطحی و زیرزمینی را به شدت کاهش می‌دهد. بدین‌روی با مدیریت صحیح زراعی می‌توان بازیافت نیترژن بالاتر از ۸۵ درصد را نیز انتظار داشت (Allen & Bryson, 2007).

تشخیص اثرات کشاورزی اولین قدم در ارزیابی کلی پایداری کشاورزی می‌باشد. اثرات فعالیت‌های کشاورزی را می‌توان در طیف وسیعی از مقیاس در حوزه ملی تا مقیاس فراملی مورد ارزیابی قرار داد (OECD, 2001). به منظور تشخیص و تعیین اندازه این اثرات و اطمینان از سازگاری‌های زیست محیطی کشاورزی، سازمان توسعه و همکاری اقتصادی^۱ (OECD) یک مجموعه از شاخص‌های زیست محیطی را ارائه داده است که شاخص‌های مذکور اطلاعاتی را از وضعیت جاری و تغییرات در شرایط محیط زیست در کشاورزی فراهم می‌کنند.

با توجه به اطلاعات سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، موازنه نیترژن به عنوان شاخصی با اولویت کشاورزی-زیست محیطی برای آسیب‌های زیست محیطی تلفات نیترژن از زمین‌های کشاورزی تعریف می‌شود (OECD, 2007). اطلاعات ارائه شده توسط محاسبه موازنه نیترژن، در تجزیه و تحلیل برهمکنش-های بین کشاورزی و محیط زیست و به منظور بررسی اثرات سیاست‌های کشاورزی در محیط زیست استفاده می‌شود (OECD, 2007). پریس (Parris, 1998) بیان می‌کند که موازنه نیترژن تنها پتانسیل آلودگی و نه آلودگی واقعی را نشان می‌دهد. با این‌حال، او از موازنه نیترژن به عنوان یک ابزار کاربردی کم‌هزینه برای برآورد اثرات بالقوه زیست محیطی یاد می‌کند. شاخص کارایی نیترژن نیز بیانگر نسبت خروجی‌ها به ورودی‌های نیترژن در یک سیستم کشاورزی است که نشان‌دهنده سهم کشاورزی در جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی توسعه پایدار می‌باشد (OECD, 2001).

بخشی (Bakhshi, 2009) در بررسی تأثیر سیاست‌های حذف یارانه کود و سم و پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها به ارزیابی پیامدهای زیست محیطی نهاده‌ها در زیر بخش زراعت استان‌های خراسان رضوی و شمالی پرداخت و نشان داد که شاخص‌های موازنه کود نیترژن و فسفات در تمام مناطق مورد پژوهش در اثر حذف یارانه‌ها و اعمال سیاست پرداخت مستقیم کاهش و شاخص‌های کارایی نیترژن و فسفر، افزایش می‌یابد. شلف و لین‌هنس (Schleef & Kleinhanss, 1994) نیز در مطالعه‌ای به بررسی شاخص موازنه نیترژن سطح خاک در بخش‌هایی از ایالت اروپا پرداختند. سالو و تارتولا (Salo & Turtola, 2006) موازنه نیترژن را به عنوان شاخصی برای آبشویی نیترژن در فنلاند به کار بردند.

زعفران (*Crocus sativus* L.) متعلق به خانواده زنبق (Iridaceae) بوده و به عنوان گران‌بهارترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. در ایران اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره‌وری بالای آب در مقیاس با سایر محصولات کشاورزی، جلوگیری از مهاجرت کشاورزان و اشتغال تولیدکنندگان زعفران (Ghorbani, 2006) و ایجاد درآمد ارزی قابل توجه برای کشور (Tajiani & Koopahi, 2005)

1- Organisation for Economic Co-operation and Development

در پایان، مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده همراه با ضرایب مورد نیاز که از منابع مختلف جمع‌آوری گردید، برای محاسبه شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن به کار گرفته شد. این شاخص‌ها به صورت زیر تعریف می‌گردند (OECD, 2007):

شاخص موازنه نیتروژن: بیانگر اختلاف فیزیکی بین مقدار کل نیتروژن ورودی به خاک و مقدار کل نیتروژن خروجی از خاک براساس چرخه نیتروژن در یک سیستم کشاورزی در هر هکتار می‌باشد. مقدار کل سالیانه ورودی نیتروژن در محاسبه موازنه نیتروژن سطح خاک شامل مجموع عناصر زیر می‌باشد:

الف- کودهای نیتروژنه غیرآلی یا شیمیایی

مقدار تخمینی نیتروژن موجود در کود نیتروژنه مصرفی (کیلوگرم) = مقدار کل کودهای شیمیایی مصرف شده در واحد زراعی (تن) × ضریب تبدیل مربوطه (کیلوگرم نیتروژن/تن) (معادله ۱)

ضریب تبدیل لازم با توجه به میزان نیتروژن موجود در کود نیتروژنه مورد استفاده که با توجه به اطلاعات پرسشنامه عمدتاً از نوع کود اوره بود، در نظر گرفته شد (Alipour & Mohsenzade, 2012).

ب- تولید خالص نیتروژن توسط کود دامی

مقدار تخمینی نیتروژن موجود در کود دامی (کیلوگرم) = مقدار کل کودهای دامی مصرف شده در واحد زراعی (تن) × ضریب تبدیل مربوطه (کیلوگرم نیتروژن/تن) (معادله ۲)

لازم به ذکر است که در این تحقیق کودهای دامی مصرف شده در واحدهای زراعی با توجه به اطلاعات پرسشنامه، از نوع گاوی بودند، در نتیجه از ضریب تبدیل کود گاوی جهت محاسبه مقدار نیتروژن موجود در هر تن کود استفاده شد (Kontt, 1997).

ج- تثبیت زیستی نیتروژن

مقدار نیتروژن تثبیت شده به وسیله میکروارگانیسم‌های آزاد زنده خاک (کیلوگرم) = سطح زیر کشت محصولات (هکتار) × ضریب تثبیت نیتروژن برای محصول مورد نظر (کیلوگرم نیتروژن/هکتار) (معادله ۳)

اهمیت دارد. قسمت اعظم این محصول کشاورزی در مناطقی از استان خراسان جنوبی بدست می‌آید که با وجود خشکی و باران کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی مرغوب‌ترین زعفران را از لحاظ رنگ و عطر تولید می‌نماید (Amir Ghasemi, 2001).

با توجه به آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از ورود نیتروژن اضافی به آب‌های زیرزمینی و سایر منابع طبیعی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل آن‌ها در بوم‌نظام‌ها، کاهش موازنه نیتروژن و بهبود کارایی نیتروژن در کشت‌بوم‌های زراعی امری بسیار ضروری است، همچنین با در نظر گرفتن این مسئله که اصولاً کاشت زعفران در شرق ایران (استان‌های خراسان) یک سیستم کشاورزی کم‌نهاد محسوب می‌شود، هدف از این تحقیق ارزیابی اثرات زیست محیطی کاربرد کودهای نیتروژنه در تولید زعفران (به عنوان یک محصول کم‌نهاد) و مقایسه آن با تولید گندم (به عنوان یک محصول پر نهدتر) و هم چنین ارزیابی میزان موازنه و کارایی نیتروژن در سیستم‌های تولید این دو محصول بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سطح مزارع گندم و زعفران شهرستان قائنات واقع در استان خراسان جنوبی در طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به مرحله اجرا درآمد. با توجه به اهداف مطالعه تعداد ۴۸ مزرعه زعفران (با سنین دو، سه، پنج و هفت سال) و ۵۰ مزرعه گندم با توجه به میزان بهره‌برداران گیاهان مورد نظر به طور تصادفی از سه بخش مرکزی، سده و نیمبلوک شهرستان قائنات انتخاب شدند. به منظور جمع‌آوری داده‌ها براساس اهداف تحقیق، پرسشنامه‌هایی تهیه شد و توسط زارعین مزارع انتخابی، تکمیل شد. نمونه‌هایی از خاک مزارع برای تعیین شوری و درصد ماده آلی در زمان برداشت محصول جمع‌آوری شدند. همچنین جهت بررسی میزان جذب عنصر نیتروژن موجود در محصول، نمونه‌های گیاهی (اندام هوایی) از مزارع جمع‌آوری گردید و در آن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت دو روز قرار داده شده و پس از خشک شدن، آسیاب شدند و برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن موجود در گیاه مورد آنالیز قرار گرفتند. نیتروژن با استفاده از روش هضم اسیدی و به وسیله دستگاه کجلدال (Ogg, 1960) اندازه‌گیری شد.

در نهایت، شاخص موازنه نیتروژن در هکتار به صورت زیر محاسبه شد:

شاخص موازنه نیتروژن در هکتار (کیلوگرم/هکتار) = شاخص موازنه نیتروژن (کیلوگرم)/ سطح کل زیر کشت (هکتار) (معادله ۷)

شاخص کارایی نیتروژن: این شاخص بیانگر مقدار کل نیتروژن خارج شده به مقدار کل نیتروژن ورودی در یک سیستم کشاورزی می‌باشد که به صورت درصد بیان می‌گردد. داده‌های حاصل، پس از آماده‌سازی توسط نرم افزارهای Excel و SPSS version 16 آنالیز گردید.

نتایج و بحث

ضرایب تبدیل به دست آمده برای محاسبه شاخص‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. میزان نیتروژن به دست آمده برای اندام هوایی زعفران بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط کیان مهر (Kianmehr, 1995) و نقدآبادی و همکاران (Naghdabadi et al., 2011) بود. با توجه به این که برگ‌های زعفران در اواسط پاییز پس از اتمام گل‌دهی ظاهر می‌شوند و تعداد برگ و سطح برگ آن تا اسفند ماه در حال افزایش است (Kafi et al., 2006)، احتمالاً علت بیشتر بودن مقادیر به دست آمده از مقادیر گزارش شده توسط سایر منابع در نظر گرفتن سهم برگ‌های تولیدی پس از اتمام گلدهی در محاسبات است. نیتروژن اندام هوایی گندم طبق گزارش خوش گفتار منش (Khoshghoftar Manesh, 2007) در محدوده کمبود (۱/۲۵ تا ۱/۲۴ درصد) قرار داشت که با مقدار گزارش شده توسط براهیمی و همکاران (Barahimi et al., 2008) مشابهت دارد.

شاخص موازنه نیتروژن

تفاوت شاخص موازنه نیتروژن میان بخش‌های مختلف در هر دو محصول مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). در محصول گندم، بخش نیمبلوک کمترین مقدار موازنه نیتروژن (۱۲/۲۲ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد (جدول ۳). و با توجه به این که کم بودن این شاخص به معنای آلودگی زیست محیطی کمتر می‌باشد، این بخش به طور معنی‌داری نسبت به سایر بخش‌ها وضعیت بهتری را نشان داد.

با توجه به این‌که سایر ضرایب مورد استفاده، مشابه ضرایب کشور یونان (عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، OECD) می‌باشد، همچنین با توجه به تشابه بیشتر اقلیم ایران به یونان در قیاس با سایر کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، به ناچار برای نیتروژن تثبیت شده به وسیله میکروارگانسیم‌های آزاد زنده خاک که ضرایب آن برای ایران در دسترس نبود، از ضریب کشور یونان استفاده شد (OECD, 2003).

د- جذب (ته‌نشست) اتمسفری نیتروژن

جذب (ته‌نشست) جوی (کیلوگرم) = سطح زیرکشت (هکتار) × نرخ جذب (ته‌نشست) نیتروژن (کیلوگرم/هکتار) (معادله ۴)

به دلیل عدم وجود ضریب جذب جوی نیتروژن برای ایران در این مورد نیز از ضریب کشور یونان استفاده شد.

ه- دیگر ورودی‌ها (بذر یا اندام گیاهی و...)

مقدار نیتروژن موجود در بذركشت شده (کیلوگرم) = مقدار بذر کشت شده (تن) × میزان نیتروژن موجود در بذر (کیلوگرم نیتروژن/تن) (معادله ۵)

درصد نیتروژن موجود در بذر گندم با توجه به این‌که اکثریت بذور در مزارع نمونه‌برداری شده از نوع روشن بودند از مطالعه مستأجران و همکاران (Mostaejeran et al., 2005) استخراج گردید و درصد نیتروژن موجود در بنه زعفران در تمامی سن-های مزارع مورد بررسی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. مقدار کل سالیانه نیتروژن خارج شده از خاک برای موازنه نیتروژن برابر با مقدار نیتروژن خارج شده توسط محصول برداشت شده می‌باشد.

مقدار نیتروژن خارج شده توسط محصول برداشت شده (کیلوگرم) = مقدار محصول تولید شده (تن) × ضریب جذب نیتروژن مربوط به محصول (کیلوگرم نیتروژن/تن) (معادله ۶)

در این تحقیق میزان این ضریب با توجه به درصد نیتروژن موجود در نمونه‌های گیاهی برداشت شده از هر مزرعه محاسبه شد و در تخمین خروجی نیتروژن از خاک مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- ضرایب تبدیل مورد استفاده برای محاسبه شاخص‌های کارایی و موازنه نیتروژن

Table 1- The used conversion coefficient, used for calculating indicators of nitrogen efficiency and balance

منبع Reference	ضریب (واحد) coefficient (Unit)	Parameter	پارامتر
Mostaejran et al. (2005)	1.90%	Wheat seed N	نیتروژن دانه گندم
Measured اندازه‌گیری شده	1-1.18%	Saffron corm N	نیتروژن بنه زعفران
Alipour & Mohsenzade (2012)	45%	Nitrogen fertilizer N	نیتروژن کود نیتروژنه
Kontt (1997)	1.35%	Manure N	نیتروژن کود دامی
Measured اندازه‌گیری شده	1.26-1.72%	Wheat shoot N	نیتروژن اندام هوایی گندم
Measured اندازه‌گیری شده	2.57-2.70%	Saffron shoot N	نیتروژن اندام هوایی زعفران
OECD (2003)	4 kg N.ha ⁻¹	Biological nitrogen fixation (Free living organisms)	تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (میکروارگانیسم‌های زنده آزاد)
OECD (2003)	5 kg N.ha ⁻¹	Atmospheric deposition of nitrogen compounds	جذب اتمسفری نیتروژن

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص موازنه نیتروژن بین بخش‌ها برای هر یک از محصولات

Table 2- Results of One-way variance analysis of nitrogen balance indicator between districts for each crop

	منبع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares
گندم Wheat	بین گروه‌ها Between Groups	2	12805.242**
	درون گروه‌ها Within Groups	47	187.065
	جمع Total	49	
زعفران Saffron	بین گروه‌ها Between Groups	2	84206.4*
	درون گروه‌ها Within Groups	45	26899.5
	جمع Total	47	

ضریب تغییرات گندم و زعفران به ترتیب برابر با ۲۸/۶۰ و ۲۶/۷۳ درصد می‌باشد.
CV for wheat and saffron were 28.60 and 26.73%, respectively.

وجود داشت (جدول ۴)، به طوری که محصول گندم در بخش نیمبلوک و محصول زعفران در بخش سده به ترتیب با میانگین‌های ۸۸/۶۳ و ۱۸/۰۳ درصد بیشترین مقدار کارایی نیتروژن را داشتند (شکل ۱). بالا بودن کارایی نیتروژن می‌تواند به علت افزایش خروجی نیتروژن یا کاهش ورودی نیتروژن در یک سیستم کشاورزی باشد. بالا بودن خروجی نیتروژن در بخش نیمبلوک نسبت به سایر بخش‌ها (جدول ۳) را می‌توان دلیل افزایش کارایی نیتروژن در این بخش دانست که دلیل آن هم می‌تواند واگذاری اراضی گندم به شرکت‌های سهامی باشد که منجر به بالا رفتن عملکرد مزارع این بخش شده است. بخش سده با این که بیشترین میزان ورودی نیتروژن را دارا بوده است، ولی کارایی نیتروژن آن از دو بخش دیگر کمتر می‌باشد (شکل ۱). منشأ این بالا بودن ورودی، مصرف زیاد کود نیتروژنه است (جدول ۳) که نه تنها منجر به افزایش عملکرد نشده است، بلکه کاهش میزان کارایی نیتروژن توسط گیاه را نیز در پی داشته است. به نظر می‌رسد که توانایی گیاه برای جذب بیشتر نیتروژن در مقادیر بالاتر مصرف نیتروژن تحت فرایندهای متابولیکی درون گیاه و شرایط محیطی می‌باشد و مصرف زیادتر نیتروژن موجب هدر رفت نیتروژن از طریق آبشویی، تصعید و یا هر دو می‌شود که در نهایت، موجب کاهش کارایی بازیافت شده است. به گزارش ژائو و همکاران (Zhao et al., 2006) با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژنه شاخص کارایی صرف نیتروژن کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده پایین بودن سودمندی نیتروژن در این شرایط است. همچنین در مطالعه گاردا و همکاران (Guarda et al., 2004) در محصول گندم مشاهده شد که با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۸۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی بازیافت نیتروژن از ۵۶ درصد به ۳۴ کاهش یافت. به دلیل پویایی نیتروژن، مصرف تقسیتی آن برای استفاده حداکثر گیاه بسیار مهم است. استفاده تدریجی از نیتروژن در طول رشد می‌تواند کارایی نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را افزایش دهد (Malakouti et al., 2008).

کاهش موازنه نیتروژن در یک سیستم کشاورزی به معنای این است که اختلاف بین ورودی و خروجی نیتروژن در سیستم کاهش یافته و در نتیجه منجر به آلودگی زیست محیطی کمتر شده است، به بیان دیگر، به کارگیری مناسب و بهینه نهاده‌ها با توجه به نیاز خاک و گیاه و در نهایت، دستیابی به عملکردی مناسب، از تلفات بیش از حد نیتروژن در خاک جلوگیری کرده و موجب کاهش موازنه نیتروژن می‌شود. با توجه به اطلاعات جدول ۳ بین میزان ورودی‌های نیتروژن مزارع گندم در بخش‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما میزان خروجی نیتروژن در بخش نیمبلوک به طور معنی‌داری از دو بخش دیگر بیشتر بود که در نتیجه موجب کاهش موازنه نیتروژن در این بخش شد. در بخش نیمبلوک این شهرستان، زراعت گندم بیشتر به شرکت‌های سهامی واگذار شده است، در نتیجه اطلاعات مهندسی این شرکت‌ها نسبت به دانش بومی زارعین می‌تواند موجب مصرف بهینه کود و رسیدن به عملکرد بالاتر شده باشد. به بیان دیگر، اختلاف ایجاد شده بین نیتروژن ورودی به خاک و نیتروژن خروجی از خاک کاهش یافته است و در نتیجه میزان موازنه نیتروژن نیز کم شده است.

محصول زعفران بخش سده کمترین مقدار موازنه نیتروژن را با میانگین ۱۹۳/۲۸ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (جدول ۳)، زیرا کمترین میزان ورودی کلی نیتروژن در مزارع زعفران این بخش حاصل شد، در حالی که میزان خروجی آن با دیگر بخش‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). این اختلافات در میزان ورودی نیتروژن در بخش‌های مختلف می‌تواند ناشی از اطلاعات و دانش کشاورزان باشد، به گونه‌ای که با توجه به اطلاعات پرسشنامه تنها ۱۶ درصد زارعین این بخش بی‌سواد بودند، در حالی که تقریباً نیمی از زعفران‌کاران در دو بخش دیگر سواد نداشتند؛ در نتیجه سطح سواد بالاتر کشاورزان بخش سده می‌تواند خود دلیلی بر کاهش موازنه نیتروژن در این بخش باشد، زیرا همان طور که نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد، هم‌بستگی منفی و معنی‌داری بین تحصیلات زارعین و شاخص موازنه نیتروژن وجود داشت.

شاخص کارایی نیتروژن

آزمون تجزیه واریانس برای هر دو محصول نشان داد که بین بخش‌های مختلف از نظر کارایی نیتروژن تفاوت معنی‌داری

جدول ۳ - مقایسه میانگین موازنه نیتروژن به تفکیک هر یک از پارامترها بین بخش های شهرستان قائن برای هر محصول
Table 3- Mean comparison of nitrogen balance for each parameter separately between Ghaen's districts for each crop.

محصول Crop	بخش District	ورودی نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N input (kg. ha ⁻¹)										موازنه نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N balance (kg. ha ⁻¹)
		بذر / بنه Seed/Corm	کود نیتروژنه N fertilizer	کود دامی Animal manure	تثبیت بیولوژیکی Biological Fixation	جذب اتمسفری Atmospheric deposition	جمع ورودی Total input	عملکرد (تن در هکتار) Yield (t. ha ⁻¹)	درصد نیتروژن اندام هوایی Shoot N (%)	خروجی نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N output (kg. ha ⁻¹)		
گندم Wheat	مرکزی Central	4.98 ^a	89.31 ^a	0 ^a	4 ^a	5 ^a	103.29 ^a	3.79 ^b	1.29 ^a	49.23 ^b	54.06 ^a	
	نیمبولوک Nimbolouk	4.33 ^a	94.21 ^a	0 ^a	4 ^a	5 ^a	107.54 ^a	7.36 ^a	1.29 ^a	95.32 ^a	12.22 ^b	
	سده Sede	3.81 ^a	104.64 ^a	0 ^a	4 ^a	5 ^a	117.45 ^a	4.74 ^b	1.33 ^a	63.34 ^b	54.11 ^a	
زعفران Saffron	مرکزی Central	16.56 ^a	37.86 ^a	305.59 ^a	4 ^a	5 ^a	369.02 ^{ab}	1.60 ^a	2.66 ^a	42.95 ^a	326.07 ^{ab}	
	نیمبولوک Nimbolouk	19.16 ^a	85.31 ^a	310.83 ^a	4 ^a	5 ^a	424.31 ^a	1.63 ^a	2.66 ^a	43.46 ^a	380.84 ^a	
	سده Sede	20.12 ^a	44.91 ^a	161.78 ^b	4 ^a	5 ^a	235.82 ^b	1.58 ^a	2.68 ^a	42.52 ^a	193.28 ^b	

Means in each column and for each crop followed by similar letter(S) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.
 در هر ستون و برای هر محصول میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

بعد از چند سال اثر بدی روی گندم بگذارند و گندم ورس کند. از همین رو توصیه می‌شود، پس از برداشت گندم به هیچ وجه در مزرعه اقدام به گوسفند چرانی نشود (Poursaleh, 1995). در تمام مزارع زعفران ورودی‌ها علاوه بر ورودی‌های مزارع گندم کود دامی را هم شامل می‌شد (جدول ۳)؛ به طوری که در بخش مرکزی، نیمبلوک و سده به طور میانگین به ترتیب ۲۲/۶۳، ۲۵/۵۲ و ۱۶/۲۶ تن در هکتار کود دامی مصرف شده بود و همین موضوع موجب بالاتر رفتن ورودی نیتروژن در مزارع زعفران نسبت به گندم شد. همچنین خروجی نیتروژن نیز در مزارع زعفران نسبت به گندم کمتر بود (جدول ۳) که موجب اختلاف زیاد بین ورودی و خروجی نیتروژن شد. در نتیجه عامل اصلی بروز اختلاف بین موازنه نیتروژن در مزارع زعفران و گندم کود دامی می‌باشد. هم‌بستگی منفی و معنی‌داری بین شاخص موازنه نیتروژن و درصد ماده آلی خاک در مزارع زعفران وجود داشت، در حالی که در مزارع گندم این رابطه معنی‌دار نبود (جدول‌های ۶ و ۷). همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد، چون در مزارع گندم از کود دامی استفاده نشده بود، از این طریق وابستگی شاخص موازنه نیتروژن به ماده آلی خاک کاهش یافته بود.

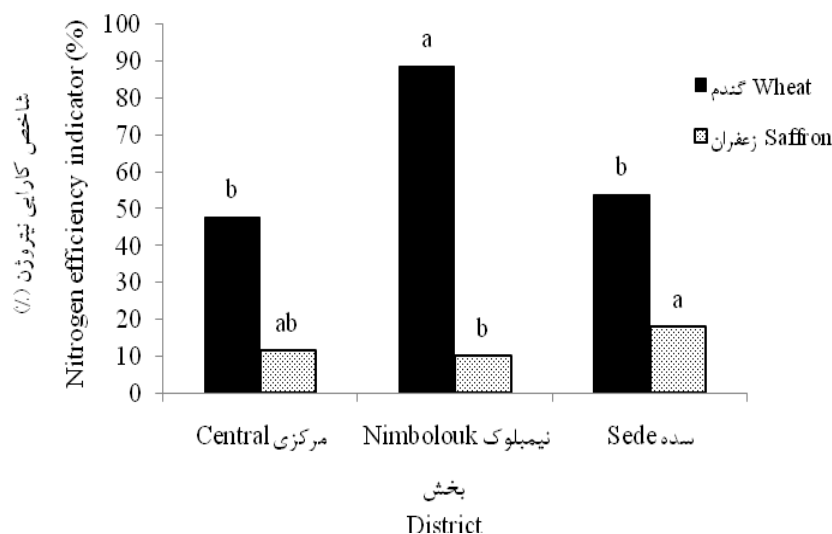
در محصول زعفران، با توجه به این که میزان خروجی بخش سده بسیار نزدیک به سایر بخش‌ها بود، ورودی پایین‌تر بخش مورد نظر نسبت به سایر بخش‌ها (جدول ۳) موجب کارایی نیتروژن بالاتر شده است یعنی با توجه به این که در این بخش از کودها به میزان کمتری نسبت به سایر بخش‌ها استفاده شده است، ولی عملکرد آن مشابه بخش‌های دیگر بوده است. همان‌طور که قبلاً بیان شد، به نظر می‌رسد که سطح سواد بالاتر کشاورزان بخش سده دلیلی بر استفاده بهینه کودهای نیتروژنه و دامی مؤثر در افزایش عملکرد زعفران در این بخش باشد. مقایسه موازنه نیتروژن بین دو محصول در هر بخش نشان داد در تمامی بخش‌ها بین دو محصول تفاوت معنی‌داری وجود داشته است (جدول ۵). موازنه نیتروژن در تمامی بخش‌ها برای محصول گندم کمتر از زعفران بوده است. اختلاف در میزان موازنه نیتروژن بین دو محصول، از اختلاف در ورودی‌ها و خروجی‌های نیتروژن ناشی می‌شود. با توجه به اطلاعات جمع آوری شده در مزارع گندم کود دامی مصرف نشده بود (جدول ۳). به گندم به هیچ وجه کود حیوانی داده نمی‌شود، چون این قبیل کودها علاوه بر گران بودن، باعث ازدیاد علف‌های هرز می‌شوند، تجزیه آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد و ممکن است

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص کارایی نیتروژن بین بخش‌های مختلف برای هر یک از محصولات

Table 4- Results of One-way variance analysis of nitrogen efficiency indicator between districts for each crop

	منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares
گندم Wheat	بین گروه‌ها Between Groups	2	6504.999**
	درون گروه‌ها Within Groups	47	229.646
	جمع Total	49	
زعفران Saffron	بین گروه‌ها Between Groups	2	117.415*
	درون گروه‌ها Within Groups	45	30.847
	جمع Total	47	

ضریب تغییرات گندم و زعفران به ترتیب برابر با ۱۵/۴۱ و ۲۰/۱۴ درصد می‌باشد.
CV for wheat and saffron were 15.41 and 20.14%, respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص کارایی نیتروژن بین بخش‌های شهرستان قائن در هر یک از محصولات
Fig. 1- Mean comparison of nitrogen efficiency indicator between Ghaen's districts for each crop

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
 Means with the same letters have not significant difference at 5% probability based on Duncan's test.

شاخص موازنه و کارایی نیتروژن بین سنین مختلف مزارع زعفران تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۶). با توجه به اطلاعات جدول ۷ بین ورودی نیتروژن در سنین مختلف مزارع زعفران اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نتیجه بیانگر آن است که در مناطق مورد نظر میزان استفاده از کودها در مزارع در سن‌های مورد بررسی (۲، ۳، ۵ و ۷ سال) یکسان می‌باشد. با این وجود بین خروجی‌های نیتروژن در سنین مختلف مزارع زعفران تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ به طوری که مزارع پنج ساله بیشترین میزان خروجی نیتروژن را به خود اختصاص دادند (جدول ۵)، زیرا نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد زعفران در مزارع پنج ساله به دست آمد. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (Mollafilabi, 2006).

بین دو محصول از نظر شاخص کارایی نیتروژن در تمامی بخش‌ها تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). گندم کارایی نیتروژن بالاتری نسبت به زعفران داشته است. هر چند که زعفران عناصر غذایی فراوانی از خاک برداشت نمی‌کند (Ait-Aubahou & El-Otmani, 1999)، اما کارایی نیتروژن پایین در محصول زعفران می‌تواند به علت استفاده زیاد از کود دامی در این مزارع باشد که میزان نیتروژن ورودی به خاک را افزایش داده (جدول ۳)، ولی باید توجه داشت نیتروژن موجود در کود دامی به تدریج آزاد شده و با توجه به چند ساله بودن زعفران در طی سال‌های بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین میزان خروجی نیتروژن در این پژوهش بر مبنای اندام هوایی است، در حالی که بنه زعفران نیز در سال آخر دوره بهره‌برداری مزرعه، به منظور کشت مجدد آن از زمین خارج می‌شود. در نتیجه صرف‌نظر از مصرف کود دامی و فقط با توجه به سایر ورودی‌ها در زراعت زعفران و با در نظر گرفتن میزان نیتروژن بنه‌های خارج شده از خاک در خروجی نیتروژن، زعفران موازنه نیتروژن پایین‌تر و کارایی نیتروژن بالاتری نسبت به گندم خواهد داشت.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص موازنه و کارایی نیتروژن بین دو محصول گندم و زعفران در هر بخش

Table 5- Mean comparison of indicators of nitrogen efficiency and balance between two crops for each district

شاخص Indicator	بخش District	میانگین شاخص Indicator average		آماره t T stat
		گندم Wheat	زعفران Saffron	
موازنه نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen balance (kg.ha ⁻¹)	مرکزی Central	54.06	326.07	-10.400**
	نیمبلوک Nimbolouk	12.22	380.84	-5.820**
	سده Sede	54.11	193.38	-4.837**
کارایی نیتروژن (درصد) Nitrogen efficiency (%)	مرکزی Central	47.66	11.63	9.089**
	نیمبلوک Nimbolouk	88.63	10.24	22.502**
	سده Sede	53.93	18.03	7.477**

** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد
** is significant at 1% probability level.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه شاخص موازنه و کارایی نیتروژن بین سنین مختلف مزارع زعفران

Table 6- Results of one-way variance analysis of indicators of nitrogen efficiency and balance between ages of saffron farms

شاخص‌ها Indicators	منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares
شاخص موازنه نیتروژن Nitrogen balance indicator	بین گروه‌ها Between Groups	3	8803.450 ^{ns}
	درون گروه‌ها Within Groups	44	30738.159
	جمع Total	47	
شاخص کارایی نیتروژن Nitrogen efficiency indicator	بین گروه‌ها Between Groups	3	77.498 ^{ns}
	درون گروه‌ها Within Groups	44	31.628
	جمع Total	47	

ضریب تغییرات (%): ۱۶/۳۶ (شاخص موازنه نیتروژن) و ۲۰/۶۵ (شاخص کارایی نیتروژن)
CV (%): 16.36 (Nitrogen balance indicator) and 20.65 (Nitrogen efficiency indicator)

جدول ۷- مقایسه میانگین ورودی‌ها و خروجی‌های نیتروژن بین سنین مختلف مزارع زعفران

Table 7- Mean comparison of nitrogen inputs and outputs between ages of saffron farms

سن مزرعه (سال) Farm age (year)	کود دامی Animal manure	کود نیتروژنه Nitrogen fertilizer	عملکرد Yield	جمع ورودی نیتروژن Total N input	خروجی نیتروژن N output
		(kg N.ha ⁻¹)	(کیلوگرم در هکتار)		
2	217.15 ^a	73.055 ^a	1559.307 ^b	356.420 ^a	41.776 ^b
3	253.34 ^a	83.247 ^a	1599.770 ^b	404.890 ^a	42.427 ^b
5	220.33 ^a	140.277 ^a	1675.729 ^a	401.347 ^a	43.570 ^a
7	179.78 ^a	88.055 ^a	1601.139 ^b	354.534 ^a	42.459 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(S) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

هم بستگی متغیرها

جدول ۸ و ۹ هم‌بستگی بین متغیرهای مختلف را در مزارع زعفران و گندم نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جداول مشخص است، تحسیلات زارعین هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با کارایی نیتروژن و هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با موازنه نیتروژن داشت. در مزارع گندم هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین موازنه نیتروژن با سن و سابقه زارعین و شوری خاک و هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با سطح زیر کشت وجود داشته است، در حالی که بین شاخص کارایی نیتروژن با سن و سابقه و شوری خاک هم‌بستگی منفی و معنی‌دار و با سطح زیر کشت هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشته است. از این مطالب چنین استنباط می‌شود که هرچه میزان سن و تجربه کار کشاورزی افزایش یابد، میزان شاخص کارایی نیتروژن کاهش و موازنه نیتروژن افزایش می‌یابد، اما هرچه میزان تحسیلات آنان ارتقاء پیدا کند، میزان شاخص کارایی نیتروژن افزایش و موازنه نیتروژن کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که زارعین با تجربه و مسن دارای دانش بومی فراوان نسبت به زارعین جوان‌تر که بیشتر با منابع اطلاعاتی رابطه دارند و در پی ارتقاء دانش، نگرش و مهارت خود هستند گرایش کمتری به توسعه محصول دارند و تمایل دارند بر اساس تجربه و شیوه‌های سنتی خود به مدیریت زراعی بپردازند. در این باره یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های صدیقی و روستا (Sedighi & Rosta, 2003) مبنی بر

تأثیر مثبت سطح دانش کشاورزی پایدار بر عملکرد زراعی ذرت کاران نمونه استان فارس و نوروزی (Norouzi, 2005) مبنی بر تأثیر مثبت دانش فنی و مهارت گندم‌کاران در زمینه مدیریت آب با عملکرد زراعی آنان هم‌خوانی دارد. مزارع با مساحت کم دارای کارایی نیتروژن پایینی بودند و اکثر افراد مورد مطالعه در گروه کشاورزان خرده مالک قرار داشتند. این مسأله پذیرش تکنولوژی‌های جدید، مکانیزه کردن و سیستمی کردن کشت را با موانع و مشکلات زیادی مواجه ساخته است. حاتمی سردشتی (Hatami Sardashti, 2010) رابطه مثبت و معنی‌داری میان وسعت کل اراضی زیر کشت زعفران و شاخص پایداری گزارش نمود. با توجه به این‌که بخش زیادی از درآمدهای جوامع روستایی به کشاورزی وابسته است و این‌که مساحت زیر کشت محصولات از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده درآمد در جوامع روستایی می‌باشد، می‌توان انتظار داشت با افزایش سطح اراضی و به دنبال آن مرتفع شدن مشکلات اقتصادی خانواده‌ها کشاورز تمایل به اجرای روش‌های کشاورزی پایدار داشته و تلاش بیشتری برای اجرای این روش‌ها به کاربرد، از طرفی، مزارع گندم با مساحت‌های زیاد توسط شرکت‌های سهامی اداره می‌شدند، در نتیجه بالا رفتن سطح زیر کشت منجر به افزایش کارایی نیتروژن در این مزارع شده است، لذا بهترین راه‌حل این مشکلات یکپارچه‌سازی اراضی تحت یک تشکل مردمی و محلی است.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن، عوامل اجتماعی- اقتصادی و شرایط خاک مزارع زعفران

Table 8- Correlation coefficients between indicators of nitrogen efficiency and balance, socioeconomic factors and soil conditions for saffron farms

متغیر Variable	موازنه نیتروژن Nitrogen balance	کارایی نیتروژن Nitrogen efficiency	سن Age	سابقه Experience	تحصیلات Education	سطح زیر کشت Area under cultivation	شوری خاک Soil salinity	ماده آلی خاک Soil organic matter
موازنه نیتروژن Nitrogen balance	1							
کارایی نیتروژن Nitrogen efficiency	-0.96**	1						
سن Age	0.25 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	1					
سابقه Experience	-0.09 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.79**	1				
تحصیلات Education	-0.41**	0.59**	0.31*	0.20 ^{ns}	1			
سطح زیر کشت Area under cultivation	-0.19 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.06 ^{ns}	1		
شوری خاک Soil salinity	0.23 ^{ns}	-0.29*	0.02 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1	
ماده آلی خاک Soil organic matter	0.39**	-0.47**	0.07 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	-0.2 ^{ns}	1

* و **: به ترتیب معنی‌داری سطوح احتمال پنج و یک درصد، ns: غیرمعنی‌دار

*, ** are significant at 5 and 1% probability levels, ns: Non-significant

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن، عوامل اجتماعی- اقتصادی و شرایط خاک مزارع گندم

Table 9- Correlation coefficients between indicators of nitrogen efficiency and balance, socioeconomic factors and soil conditions for wheat farms

متغیر Variable	موازنه نیتروژن Nitrogen balance	کارایی نیتروژن Nitrogen efficiency	سن Age	سابقه Experience	تحصیلات Education	سطح زیر کشت Area under cultivation	شوری خاک Soil salinity	ماده آلی خاک Soil organic matter
موازنه نیتروژن Nitrogen balance	1							
کارایی نیتروژن Nitrogen efficiency	-0.90**	1						
سن Age	0.29*	-0.31*	1					
سابقه Experience	0.29*	-0.32*	0.96**	1				
تحصیلات Education	-0.37**	0.37**	-0.61**	-0.54**	1			
سطح زیر کشت Area under cultivation	-0.48**	0.57**	-0.12 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	0.10 ^{ns}	1		
شوری خاک Soil salinity	0.38*	-0.33*	0.16 ^{ns}	0.14 ^{ns}	-0.34*	-0.16 ^{ns}	1	
ماده آلی خاک Soil organic matter	0.05 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	0.06 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	1

* و **: به ترتیب معنی‌داری سطوح احتمال پنج و یک درصد، ns: غیرمعنی‌دار

*, ** are significant at 5 and 1% probability levels, ns: Non-significant

هر خاک در مزارع از اصول مهم کاهش آلودگی محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی به شمار می‌رود و عدم آگاهی از تغییرات خاک در نقاط مختلف و کاربرد کودها، سبب خواهد شد که ناگزیر به برخی خاک‌ها کود بیشتر و به برخی دیگر کمتر از حد نیاز کود داده شود. لذا سیاست استفاده بهینه (مصرف متناسب با نیاز خاک و گیاه) هم‌چنان سیاست محوری در مصرف کود بوده و بایستی بسترهای لازم برای تحقق بیش از پیش آن فراهم گردد. با مدیریت صحیح حاصل خیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب و کاهش فرسایش، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد و با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه مصرف عناصر غذایی، هزینه تولید را به حداقل رساند.

همچنین با توجه به نتایج این تحقیق هرچند سیستم تولید گندم کارایی نیتروژن بالاتری داشت، ولی صرف نظر از کود دامی مصرفی در مزارع زعفران، این مزارع دارای کارایی نیتروژن بالاتری نسبت به گندم می‌باشند. کاربرد روز افزون کودهای شیمیایی باعث بروز خسارت جبران‌ناپذیر زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی شده است، در حالی که کاربرد کود دامی علاوه بر اثرات مثبتی که بر روی کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نیز مثرتر می‌باشد در نتیجه سیستم تولید زعفران علاوه بر تولید محصول سالم‌تر، آلودگی زیست محیطی کم‌تری نیز ایجاد می‌کند؛ به‌طوری‌که شاید بتوان بیان نمود که این سیستم با قوانین پایداری و سلامت اکوسیستم‌ها مطابقت دارد.

قدردانی

بخشی از هزینه‌های این تحقیق توسط گروه پژوهشی زعفران دانشگاه بیرجند تأمین شده است. بدین‌وسیله مراتب قدردانی نگارندگان ابراز می‌گردد.

با افزایش شاخص موازنه نیتروژن و کاهش کارایی نیتروژن میزان شوری خاک مزارع گندم افزایش یافته است. مصرف زیاد کودهای نیتروژنه می‌تواند موجب بالا رفتن شوری خاک در مزارع گندم شده باشد (Ju et al., 2007). همچنین بین شاخص‌های موازنه و کارایی نیتروژن هم‌بستگی منفی و معنی‌داری ($p \leq 0/01$) وجود دارد. هر چه شاخص موازنه نیتروژن کمتر باشد، اختلاف بین ورودی و خروجی نیتروژن کم‌تر بوده در نتیجه شاخص کارایی نیتروژن بهبود می‌یابد. نتایج نیز نشان داد مناطقی که دارای موازنه نیتروژن پایینی بودند کارایی نیتروژن بالاتری داشتند.

در مجموع، با توجه به روابط هم‌بستگی مشاهده شده، می‌توان بیان نمود که عوامل اجتماعی و اقتصادی زارعین بر شاخص‌ها مؤثرند و شاخص‌ها نیز به نوبه خود ویژگی‌های خاک مزارع را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مقادیر موازنه نیتروژن در مزارع گندم در تمامی بخش‌های مورد بررسی کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. اگرچه برخی از مطالعات ارقام بزرگتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال را به عنوان مبنایی برای افزایش خطرات آبخوبی نترات در آب‌های سطحی و زیرزمینی برای یک کشور یا منطقه در نظر گرفته‌اند (Schleef & Kleinhanss, 1994)، اما با توجه به این‌که کارایی و موازنه نیتروژن گندم در بخش‌های مختلف منطقه مورد بررسی متفاوت بود و منشأ اصلی این اختلاف، تفاوت در میزان ورودی نیتروژن به خاک یا به عبارت بهتر، تفاوت در مقدار مصرف کود نیتروژن بود، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کود نیتروژنه در این مناطق با توجه به نیاز خاک و گیاه انجام نمی‌شود. هماهنگی مدیریت کودی خاک بر اساس تفاوت‌های ویژه

منابع

- Alipour, M., Mohsenzade, S., 2012. Aleo Vera seedling response to different amounts of nitrogen. *J. Plant Proc. Func.* 1(1), 88-95. [In Persian with English Summary].
- Allen, V.B., Bryson, G.M., 2007. Essential Elements-Macronutrients. II. Nitrogen. In: V.B. Allen, and J.P. David (Eds.). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, Boca Raton, London. pp. 21-51.
- Amir Ghasemi, T., 2001. *Saffron, red gold of Iran*. Future Publishing Cultural Institute, Tehran. 112p. [In Persian].

- Ait-ubahou, A., El-otmani, M., 1999. Saffron cultivation in Morocco. In: M. Negbi (Ed.). Saffron. Harwood Academic Publication, Amesterdm, 154 p.
- Bakhshi, M.R., 2009. Impacts of the removing agrochemical and fertilizer subsidy and direct payment polices on the cropping pattern and inputs use with emphasis on environmental consequences. PhD dissertation, Faculty of Economics and Agricultural Development, Tehran University, Iran. [In Persian with English Summary].
- Barahimi, N., Afyooni, M., Karami, M., Rezaeinajad, Y., 2008. Cumulative and residual effects of organic fertilizer on nitrogen, phosphorus and potassium in soil and wheat. J. Sci. Tech. Agric. Nat. Res. 46(12), 803-812. [In Persian with English Summary].
- Erisman, J.W., 2004. The Nanjing declaration on management of reactive nitrogen. Bioscience. 54, 4286-4287.
- Ghorbani, R., 2006. The economics of saffron in Iran. Proceedings of the International Symposium on Saffron Biology and Technology, Mashhad, Iran, 28-30 October 2006, 14 p.
- Guarda, G., Padovan, S., Delogu, G., 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bred- wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Eur. J. Agron. 21, 181-192.
- Hatami Sardashti, Z., 2010. Study of sustainability in ecological cultivation of saffron in parts of South Khorasan Province. MSc dissertation, Faculty of agriculture, Birjand University, Iran. [In Persian with English Summary].
- Ju, X.T., Kou, C.L., Christie, P., Dou, Z.X., Zhang, F.S., 2007. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive cropping systems on the North China Plain. Environ. Pollut. 145 (2), 497-506.
- Kafi, M., Koocheki, A., Rashed, M.H., Nassiri, M., 2006. Saffron (*Crocus sativus* L.): Production and Processing. Science Publishers, USA. 252 pp.
- Kaiser, J., 2001. The other global pollutant: nitrogen proves tough to curb. Science. 294, 1268-1269.
- Khoshgoftar manesh, A.H., 2007. Assess the nutritional status of the plant and the optimal management of fertilizer. Technology University of Isfahan Publication, Isfahan, Iran. 158 pp. [In Persian].
- Kianmehr, H., 1995. Saffron Khorasan Endomycorrhiza and the possibility of its practical use. 2rd Symposium of Saffron and Medicinal Plant Cultivation, Gonabad, Iran, 7-8 November, 1995. [In Persian].
- Knott, E., 1997. Handbook for Vegetable Growers. John Wiley & Sons Publication.
- Lotfollahi, M.M., Malakouti, M.J., Saffari, H., 2004. New Methods of Wheat Nutrition: Increasing Nitrogen Efficiency in Sandy Soil by using Urea with Sulphore Coated. Sana Press, Tehran, Tehran, Iran. [In Persian].
- Malakouti, M.J., Bybordi, A., Lotfollahi, M., Shahabi, A.A., Siavoshi, K., Vakil, R., Ghaderi, J., Shahabifar, J., Majidi, A.R., Jafarnajadi, F., Dehghani, M.H., Keshavarz, M., Ghasemzadeh, R., Ghanbarpouri, M., Dashadi, Babaakbari, M., Zaynalifard, N., 2008. Comparison of complete and sulfur coated urea fertilizers with pre-plant urea in increasing grain yield and nitrogen use efficiency in wheat. J. Agr Sci. Tech-Iran. 10, 173-183.
- Mollafilabi, A., 2006. Saffron Production Technology. In: Kafi, M., Koocheki, A., Rashed, M.H., Nassiri, M., (Eds.), Saffron (*Crocus sativus*): Production and Processing. Science Publishers, USA. 252 p.
- Mostaejeran, A., Amou Aghaei, R., Emtiazi, G., 2005. Effect of *azospirillum* and pH of irrigation water on yield and protein content of wheat cultivars. Iran. J. Biol. 18(3), 248-260. [In Persian with English Summary].
- Naghdbadi, H., Omid, H., Golzad, A., Torabi, H., Fotoukian, M.H., 2011. Changes crocin,

- picrocrocine and safranal rate and agronomic characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical phosphorus fertilizers. *Iran. J. Med. Arom. Plant.* 40(4), 58-68. [In Persian with English Summary].
- Nagumo, T., Hatano, R., 2000. Impact of nitrogen cycling associated with production and consumption of food on nitrogen pollution of stream water. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 46, 324-342.
- Norouzi, A., 2005. Effective factors on knowledge, attitudes and skills wheat farmers about agronomic water management. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran. [In Persian with English Summary].
- OECD., 2001. Environmental Indicators for Agriculture-Methods and Results. Vol. 3. OECD Publications, Paris, France.
- OECD/EUROSTAT., 2003. Gross Nitrogen Balances Handbook. Retrieved Dec 15, from <http://webdomino1.oecd.org/comnet/agr/eiquest.nsf>.
- OECD/EUROSTAT., 2007. Gross Nitrogen Balances Handbook. Retrieved Oct 23, from <http://www.oecd.org/tad/env/indicators>.
- Ogg, C.L., 1960. Determination of nitrogen by the micro-Kjeldahl method. *AOAC.* 43, 689-693.
- Parris, K., 1998. Agricultural nutrient balances as agri-environmental indicators: an OECD perspective. *Environ. Pollut.* 102, 219-225.
- Poursaleh, M., 1995. Grain (wheat, barley, rice, maize). Saffar publication, Tehran. [In Persian].
- Power, J.F., Wiese, R., Flowerday, D., 2000. Managing nitrogen for water quality: Lesson from management systems evaluation area. *J. Environ. Qual.* 29, 335-366.
- Salo, T., Turtola, E., 2006. Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland. *Agr. Ecosyst. Environ.* 113, 98-107.
- Schleef, K.H., Kleinhanss, W., 1994. Mineral balances in agriculture in the EU. Institute of Farm Economics, Federal Agricultural Research.
- Sedighi, H., Rousta, K., 2003. Effective factors on sustainable agriculture knowledge of superior corn farmers in Fars province. *Iran. J. Agric. Sci.* 34(4), 913-924. [In Persian with English Summary].
- Tajiani, H., Koupahi, M., 2005. Estimates of demand and supply functions for exporting Iranian saffron. *Iran. J. Agric. Sci.* 36, 573-580. [In Persian with English Summary].
- Woli, P.K., Nagumo, T., Hatano, R., 2002. Magnitude of nitrogen pollution in stream water due to intensive livestock farming practices. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 48, 883-887.
- Zhao, R.F., Chen, X.P., Zhang, F.S., Zhang, H., Schroder, J., Romheld, V., 2006. Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. *Agron. J.* 98, 935-945.

Comparison of environmental indicators for nitrogen efficiency and balance in saffron and wheat production systems under Qaenat County

Fatemeh Yaghoubi¹, Majid Jami Al-Ahmadi², Mohammad Reza Bakhshi³ and Mohammad Hassan Sayyari⁴

1- Former MSc Student in Agroecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand and PhD Student in Crop Ecology, Ferdowsi University of Mashhad

2- Associated Professor in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand

3- Assistant Professor in Soil Science, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand

4- Assistant Professor in Agricultural Economy, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Birjand

*- Corresponding author E-mail: mjamilahmadi@birjand.ac.ir

Yaghoubi, F., Jami Al-Ahmadi, M., Bakhshi, M.R., and Sayyari, M.H., 2015. Comparison of environmental indicators for nitrogen efficiency and balance in saffron and wheat production systems under Qaenat County. *Journal of Saffron Research*. 2(2): 113-128.

Submitted: 22-09-2013

Accepted: 22-01-2014

Abstract

Improving the resource use efficiency in agroecosystems will increase agricultural productions, while reduces environmental pollutions. In order to evaluate the nitrogen efficiency and balance indicators, a research was conducted in wheat and saffron production systems at Qaenat region (South Khorasan province, Iran) during growing season of 2011-2012. The Indicators were calculated using the method of Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). For this purpose, the necessary information about seed and corms planting rates, fertilizers, crops yields and the area under wheat and saffron were collected by questionnaire and the required coefficients were obtained from various literatures. Results showed that the nitrogen efficiency and balance indicators were significantly different between districts of the studying area for both crops. The highest nitrogen efficiency was related to wheat in Nimbolouk (88.63%) and for saffron was recorded in Sede (18.03%). Also, nitrogen efficiency and balance indicators showed a significant difference between these crops, so that wheat had higher nitrogen efficiency than saffron, which was mainly due to the amount of manure applied in these crops. There was no significant difference between the different ages of saffron farms for nitrogen efficiency and balance. Also, the results showed that there was a significant negative correlation between nitrogen efficiency and balance indicators.

Keywords: Environmental impacts, Nitrogen fertilizer, OECD, Sustainability