

مقایسه میزان مصرف نهاده‌های کود و سم در سیستم‌های تولید زعفران و گندم در شهرستان قائنات

فاطمه یعقوبی¹، مجید جامی‌الاحمدی^{2*}، محمدرضا بخشی³ و محمدحسن سیاری‌زهان⁴

تاریخ پذیرش: 1393/3/17

تاریخ دریافت: 1392/11/21

چکیده

تجاری شدن فعالیت‌های کشاورزی و به دنبال آن استفاده گسترده از سموم و کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی باعث ایجاد مشکلات جدی در محیط زیست شده است. با توجه به این مسئله و به منظور ارزیابی میزان نهاده‌های مصرفی کود و سم در زراعت گندم و زعفران، مطالعه‌ای در شهرستان قائنات واقع در خراسان جنوبی در سال زراعی 91-1390 انجام شد که در آن 50 مزرعه گندم و 48 مزرعه زعفران مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین مصرف کود نیتروژن در بین دو محصول گندم و زعفران به ترتیب 222/4 و 57/8 کیلوگرم در هکتار بوده و این دو محصول از این نظر دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. همچنین برخلاف محصول گندم، کاربرد سموم شیمیایی در تولید محصول زعفران بسیار ناچیز بوده و در بسیاری از مزارع اصلاً مصرف نمی‌شوند. لذا با توجه به نتایج مذکور می‌توان زعفران را یک محصول سالم‌تر و دارای پتانسیل بیشتری برای تولید ارگانیک قلمداد نمود. همچنین مقادیر مصرف کود نیتروژن، فسفر و پتاس در محصول گندم در منطقه به‌طور معنی‌داری کمتر از مقادیر توصیه‌شده آن می‌باشد. ولی در محصول زعفران بین مقادیر مصرفی و توصیه‌شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. لذا به نظر می‌رسد انجام آزمایش‌های تجزیه خاک در هر منطقه و ارائه فرمول‌های مناسب کود و خدمات ترویجی-آموزشی لازم در این خصوص و بالا بردن سطح آگاهی عمومی یک راهکار مناسب جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی باشد.

کلمات کلیدی: شاخص پایداری، کشاورزی پایدار، نهاده‌های کشاورزی.

مقدمه

واژه پایداری که در طی دهه 70 میلادی به‌ندرت و صرفاً در مورد منابع جنگلی و نحوه بهره‌برداری از جنگل‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، امروزه به یکی از متداول‌ترین اصطلاحات در عرضه‌های اقتصادی و اجتماعی به‌طور عام و در علوم محیطی به‌طور خاص تبدیل شده است (Moore et al., 2005). به‌منظور اصلاح ساختار نظام‌های بهره‌برداری موجود و رهایی از وضعیت ناپایداری، راهبرد

توسعه پایدار کشاورزی می‌تواند پاسخی مناسب برای حل مشکلات فعلی کشاورزان در این ارتباط باشد، زیرا هدف از کشاورزی پایدار ایجاد سیستم‌های تولیدی کشاورزی بادوام، نظام‌یافته و انسانی است که تضادی با منافع زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی ندارد و اساساً به ظرفیت حفظ باروری همراه با استقرار منابع پایه تأکید دارد (Brower, 2004).

بررسی اثرات زیست‌محیطی هر نوع سامانه تولیدی سبب دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌گردد (Akbari et al., 2007). در عصر حاضر، محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت‌الشعاع قرار داده است. به همین دلیل، مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط زیست است (Bakhshi, 2009).

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد.
2- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
3، 4- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
* - نویسنده مسئول: (Email: mjamilahmadi@birjand.ac.ir)

شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی بخش مهمی از آلودگی‌های محیط زیست را شامل می‌شود (Kim, 2001). در سال‌های اخیر، افزایش نامتعادل و بی‌رویه مصرف کودهای شیمیایی باعث از بین رفتن حاصلخیزی خاک‌ها شده است (Malakouti et al., 2001). کود باید علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات غذایی را ارتقا داده و ضمن آلوده نکردن محیط‌زیست، مخصوصاً آب‌های زیرزمینی، تجمع مواد آلاینده مثل نیترات را نیز در اندام‌های مصرفی محصولات زراعی به حداقل ممکن کاهش دهد و سلامت انسان و دام را تأمین نماید (Malakouti & Tehrani, 2006).

آلودگی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین چالش‌های روبروی جامعه انسانی در قرن 21 می‌باشد (Najam et al., 2002). بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی همواره ارتباط بیشتر و نزدیک‌تری با محیط‌زیست داشته؛ به طوری که از دیدگاه بسیاری از کارشناسان زیربنا و پایه اصلی فعالیت‌های تولیدی در بخش کشاورزی محیط زیست می‌باشد (Zamani et al., 2014). مصرف سموم و کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی گرچه سبب افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی شده است، ولی به دنبال خود آثار مخربی را به همراه دارد که نباید نادیده گرفته شوند. در حقیقت امروزه آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه شاخص پایداری کودهای نیتروژنه؛ فسفره و پتاسیم بین بخش‌های مختلف منطقه مورد بررسی
Table 1- Results of one-way analysis of variance for sustainability index of nitrogen, phosphorus and potash fertilizers among different districts

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات MS | | | | |
|-----------------------|------------|--|-------------------|---|-------------------|--|
| | | شاخص پایداری کود نیتروژنه Sustainability index of nitrogen fertilizer | | شاخص پایداری کود فسفره Sustainability index of phosphorus fertilizer | | شاخص پایداری کود پتاسیم Sustainability index of potash fertilizer |
| | | گندم Wheat | زعفران Saffron | گندم Wheat | زعفران Saffron | گندم Wheat |
| بین مناطق Location | 2 | 8970.24 ns | 5293.31 ns | 13574.96* | 72038.13* | 3157.57* |
| خطا Error | 47 | 9525.41 | 6376.87 | 4696.34 | 23363.67 | 746.49 |

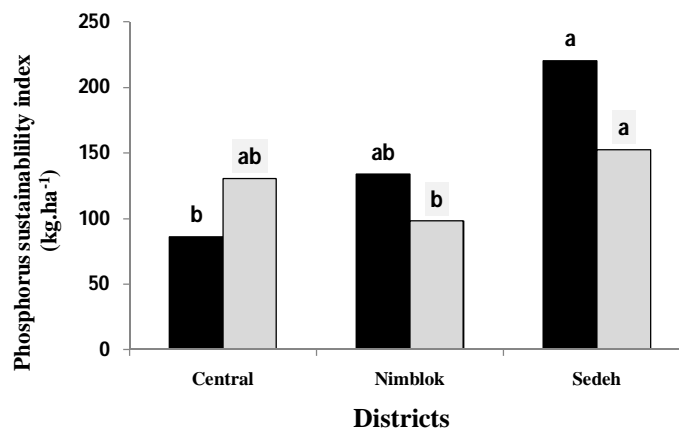
نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، و * به معنی تفاوت غیر معنی‌دار است.
** and * means significant at 0.01 probability level and non-significant, respectively.

با توجه به این اثرات، مدیریت مصرف نهاده‌ها یکی از مباحث مهم در کشاورزی پایدار می‌باشد. از میان نهاده‌ها نیز کاهش هم‌زمان استفاده از نهاده‌های شیمیایی و آب بیشتر مورد توجه است، به گونه‌ای که برخی مطالعات، هدف زیست‌محیطی کشاورزی را به صورت کاهش کود شیمیایی یا کاهش ورود نیتروژن به خاک بیان نموده‌اند (Latinopoulos & Mylopoulos, 2005; Seaman, 2006). در مطالعه باربل و گومز-لیمون (Berbel & Gomez-limon, 2000) کاهش مصرف آب و کود شیمیایی به عنوان هدف زیست‌محیطی مطرح شد. بارتولینی و همکاران (Bartolini et al., 2007) دامنه ملاحظات زیست‌محیطی را افزایش داده و کاهش مصرف سموم شیمیایی را نیز به اهداف زیست‌محیطی اضافه کرده‌اند. آنچه در

آفت‌کش‌ها نیز ابزاری ضروری برای رسیدن به عملکرد بالا، حمایت از تولید غذای کافی و کیفیت بالای تولیدات غذایی می‌باشند (Vercruyssen & Steurbaut, 2002). بنابراین استفاده از آن‌ها اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. ولی با وجود اهمیت‌شان می‌توانند اثرات جانبی ایجاد کنند. مثلاً سمی بودن برای کاربران و مصرف‌کننده‌ها، آلودگی آب‌های زیرزمینی، سمیت برای زنبورهای عسل، پرندگان، پستانداران و سایر موجودات (Vercruyssen & Steurbaut, 2002). مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد روزافزون علف‌کش‌ها و اثرات سوء آن‌ها بر جانوران و گیاهان ضرورت شناخت اثرات زیست‌محیطی، به ویژه در محیط خاک و آب را بیش از پیش نمایان می‌سازد (Szmigielski, 2010).

با توجه به این‌که اصولاً کاشت زعفران در ایران یک سیستم کشاورزی کم‌نهاده محسوب می‌شود (Koocheki, 2003; Rezvani, 2007; Moghaddam et al., 2007) و انتظار می‌رود که در مقایسه با سایر سیستم‌های زراعی از جمله گندم از رتبه بالاتری در ارزیابی‌های پایداری بر مبنای نهاده‌های مصرفی برخوردار باشد و با توجه به این‌که ضرورت توجه به تولید محصولات کشاورزی سالم برای تحقق امنیت غذایی و تقدم پیشگیری بر درمان با تولید محصولات کشاورزی سالم و نگهداری آن‌ها به روش صحیح به‌طور جدی احساس می‌شود، هدف از این تحقیق ارزیابی میزان پایداری سیستم‌های تولیدی زعفران به‌عنوان یک سیستم کم‌نهاده و مقایسه آن با سیستم‌های تولیدی گندم به‌عنوان سیستم پرنهاده‌تر بر مبنای نهاده‌های مصرفی می‌باشد.

تمامی این مطالعات مورد تأکید بوده است، کاهش استفاده از نهاده‌ها برای حفظ قابلیت آن‌ها برای آینده می‌باشد. بخشی (Bakhshi, 2009) در بررسی تأثیر سیاست‌های حذف یارانه کود و سم و پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها به ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی نهاده‌ها در زیر بخش زراعت استان‌های خراسان رضوی و شمالی پرداخت و نشان داد که شاخص‌های پایداری کود و سم در تمام مناطق مورد پژوهش در اثر حذف یارانه‌ها و اعمال سیاست پرداخت مستقیم کاهش می‌یابد. تمرکز عمده تحقیق جاری بر روی مسائل زیست‌محیطی ناشی از مصرف سموم و کودهای شیمیایی در زیر بخش زراعت کشاورزی می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که محصولات زعفران و گندم بخش قابل توجهی از سطح زیر کشت و تولید محصولات زراعی شهرستان قائنات را به خود اختصاص داده‌اند (SRASKP, 2011). لذا



شکل 1- مقایسه میانگین شاخص پایداری کود فسفره بین بخش‌های منطقه مورد مطالعه در مزارع زعفران (ستون‌های تیره) و گندم (ستون‌های روشن)

Figure 1- Means comparison of phosphorus sustainability index in saffron (black columns) and wheat (white columns) fields among different districts of studying area.

2009) انتخاب شدند. با توجه به این مطلب که در بخش زهان این شهرستان بیشتر به فعالیت‌های باغبانی پرداخته می‌شود و زراعت قابل توجهی در این بخش صورت نمی‌گیرد، لذا این بخش از مطالعه حذف گردید.

تعداد زارعین گیاهان موردنظر در هر یک از سه بخش موجود با یکدیگر متفاوت بودند؛ لذا جهت انتساب تعداد نمونه در هر بخش از روش انتساب متناسب استفاده شد. برای گیاه زعفران نمونه‌برداری‌ها از چهار گروه مزارع دو، سه، پنج و هفت‌ساله صورت گرفت. در کل

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سطح مزارع گندم و زعفران شهرستان قائنات در سال زراعی 91-1390 اجرا شد. شهرستان قائنات از جمله شهرستان‌های استان خراسان جنوبی بوده که در حدفاصل 33 تا 34 درجه عرض شمالی و 38 تا 60 درجه طول شرقی واقع شده است. تعداد 48 مزرعه زعفران و 50 مزرعه گندم با توجه به میزان بهره‌برداران گیاهان موردنظر به‌طور تصادفی از سه بخش مرکزی، سده و نیمبلوک شهرستان قائنات با استفاده از فرمول کوکران (Sarmad et al.,

الف- شاخص پایداری نهاده کود: میزان کود (کیلوگرم) / سطح زیر کشت (هکتار)

ب- شاخص پایداری نهاده سم: میزان سم (لیتر) / سطح زیر کشت (هکتار)

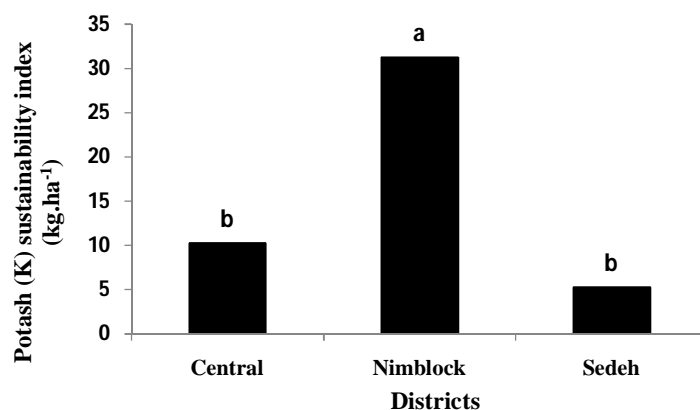
برای یک محصول هر چه شاخص مذکور کوچکتر شود، مبین آلودگی زیست محیطی کمتر و پایداری بیشتر در تولید محصول در بخش کشاورزی می باشد. به عبارت دیگر ارقام کوچکتر این شاخص به معنی آلودگی زیست محیطی کمتر در مناطق مورد مطالعه می باشد. عمده مصرف کود در منطقه به دو شکل سوپرفسفات و اوره بود و در موارد بسیار نادری که نوع دیگری کود مصرف شده بود، مقادیر برحسب درصد عنصری این دو کود تصحیح شدند.

داده‌های حاصل پس از آماده‌سازی توسط نرم‌افزارهای Excel و SPSS version 16 آنالیز گردید. برای بررسی شاخص پایداری کود در بخش‌های مختلف هر یک از دو محصول مورد بررسی، آزمون تجزیه واریانس یک طرفه به کار گرفته شد و میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 0/05 مورد مقایسه قرار گرفتند.

منطقه مورد بررسی، برای هر گروه سنی 12 مزرعه انتخاب شد و ارزیابی‌های لازم از آن‌ها به عمل آمد. به منظور جمع‌آوری داده‌ها بر اساس اهداف تحقیق و جهت بررسی میزان نهاده‌های مورد استفاده در مزارع پرسش‌نامه‌هایی بر اساس اطلاعات مورد نیاز تهیه و توسط زارعین مزارع انتخابی، تکمیل شد. مهم‌ترین بخش‌های مربوط به پرسشنامه‌های تهیه شده به موارد زیر مربوط می‌شد: بخش، روستا، مساحت، نوع و میزان کودهای شیمیایی مورد استفاده، نوع و میزان سموم شیمیایی مورد استفاده، هم‌چنین نمونه‌هایی از خاک مزارع انتخابی، جهت تعیین میزان شوری و ماده آلی جمع‌آوری گردید.

با استفاده از میزان مصرف کود یا سم در واحد سطح می‌توان به بررسی پایداری کشاورزی و تولید محصول سالم پرداخت. هر چه نسبت مصرف کود یا سم در واحد سطح در یک دوره زمانی کاهش یابد، بهره‌برداران در جهت پایداری عمل می‌کنند و یا سیاست‌های دولت نظام تولید را به سمت پایداری هدایت می‌کند (Kohansal & Firooz Zarea, 2008).

بر همین اساس میزان مصرف نهاده‌ها در این تحقیق تحت عنوان شاخص پایداری کود و پایداری سم معرفی شدند که به صورت زیر تعریف می‌گردند (Kohansal & Firooz Zarea, 2008)



شکل 2- مقایسه میانگین شاخص پایداری کود پتاسه بین بخش‌های مختلف منطقه مورد بررسی در مزارع گندم

Figure 2- Means comparison of potash sustainability index in wheat fields among different districts of studying area.

بخش‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص پایداری کود نیتروژن وجود نداشت (جدول 1). این نتیجه بیانگر آن است که در تمامی بخش‌های مورد بررسی میزان مصرف کودهای نیتروژنه نزدیک

نتایج و بحث

شاخص پایداری نهاده کود

بر مبنای نتایج به دست آمده در محصول گندم و هم‌چنین زعفران بین

در هکتار و برای زارعین شخصی نزدیک به 3 تن در هکتار گزارش کرده است. امروزه با رشد کشاورزی و رواج یافتن ارقام پر محصول، ذخیره پتاسیم خاک‌ها سریعاً تخلیه شده است (Samal, 2007). در ایران نیز رواج یافتن ارقام با عملکرد بالا و سیستم‌های کشاورزی فشرده باعث تخلیه پتاسیم قابل استفاده برای گیاهان شده است. در نتیجه کمبود پتاسیم یکی از محدودیت‌های اصلی در تولید محصول به حساب می‌آید (Talebizadeh, 2009). بنابراین توصیه‌های مدیریتی برای پتاسیم باید با دقت بیشتری انجام شود و با نوع محصول و مدیریت آن، شرایط خاک و پتانسیل عملکرد مطابقت داشته باشند (Samal, 2007).

با توجه به این که در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در مزارع زعفران کود پتاسیم مصرف نشده بود، شاخص پایداری کود پتاسیم برای مزارع زعفران محاسبه نشد. به نظر می‌رسد در مزارع زعفران به‌علت مصرف کود دامی در درازمدت و آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در خاک، گیاه این عناصر را به مقدار لازم در اختیار داشته باشد، به‌طوری که با توجه به اطلاعات پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده، حدود 90 درصد از کشاورزان بر نقش کود دامی در تولید زعفران تأکید داشتند. برخی محققین اعلام داشتند این گیاه به مواد غذایی فراوان احتیاج ندارد و می‌توان جهت رفع احتیاجات این گیاه از کود دامی که دارای پتاسیم زیادی است استفاده نمود (Mollafilabi, 2002).

آزمون T برای مقایسه شاخص پایداری کود فسفره نشان داد بین دو محصول تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، درحالی‌که از لحاظ شاخص پایداری کود نیتروژنه تفاوت بسیار معنی‌داری مشاهده گردید (جدول 2). در کل، میزان مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع گندم بیشتر از زعفران بوده است (جدول 2).

نیتروژن مهم‌ترین عنصری است که اکثر زمین‌های زیر کشت گندم با کمبود آن مواجه هستند و به عبارتی کودهای نیتروژنه برای بهبود تولید غلات حائز اهمیت می‌باشند (Shi et al., 2012)؛ درحالی‌که نیاز کودی زعفران کم می‌باشد و به‌طور کلی در اکثر کشورها و مناطقی که از تولیدکنندگان سنتی زعفران هستند، معمولاً از کود دامی در مزارع زعفران استفاده می‌شود و استفاده از کودهای شیمیایی چندان رایج نیست (Sampatha, 1984). در برخی کشورها مانند اسپانیا نیز با توجه به بالا بودن مواد آلی و هوموس خاک، کاربرد کودهای شیمیایی به‌طور گسترده مرسوم نیست (Shahandeh, 2002).

به هم می‌باشد و در نتیجه به نظر می‌رسد کوددهی بدون توجه به شرایط خاک انجام می‌شود. مصرف کود شیمیایی در بسیاری از سیستم‌های کشاورزی نامتعادل بوده و با نیاز گیاه مطابقت ندارد. در بین نهاده‌های کشاورزی، اضافه کردن متعادل کودهای شیمیایی بیشتر از سایر نهاده‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر است. هم‌چنین میزان کوددهی در زمانی نیست که گیاه به آن نیاز زیادی دارد. با وجود مزایای بی‌شمار کودهای نیتروژن‌دار در افزایش رشد، تولید و عملکرد گیاهان زراعی، مصرف بیش‌ازحد آن‌ها از طریق آبیاری و فرسایش می‌تواند موجب افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی و افزایش هزینه‌ها گردد. بنابراین، مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه علاوه بر کاهش آلودگی‌های نیتراتی و حفظ تنوع زیستی با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه عناصر غذایی، هزینه‌ها را به حداقل می‌رساند و کارایی مصرف نهاده‌ها را افزایش می‌دهد (Dobermann, 2005).

شاخص پایداری کود فسفره بین بخش‌ها در هر یک از محصولات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول 1). در محصول گندم، بخش سده و نیمبلوک و در محصول زعفران، بخش سده و مرکزی به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص دادند (شکل 1). با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده، کشاورزان بر این باورند که خاک بخش سده نسبت به بخش‌های دیگر از حاصلخیزی کمتری برخوردار بوده و همین امر منجر به استفاده بیشتر کود در این بخش شده است.

آزمون تجزیه واریانس برای مقایسه بخش‌ها در محصول گندم از لحاظ شاخص پایداری کود پتاسه نشان داد که بین بخش‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 1). به‌طوری‌که بخش نیمبلوک بالاترین میانگین شاخص پایداری کود پتاسه را با میانگین 31/25 کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (شکل 2). در این بخش زراعت گندم بیشتر به شرکت‌های سهامی واگذار شده و در نتیجه مهندسين این شرکت‌ها با توجه به نیاز خاک و گیاه برنامه کود-دهی مزارع را تعیین می‌کنند، در صورتی‌که در سایر مزارع فقط تعداد کمی از زارعین از کود پتاسه استفاده کرده بودند که این یکی از نقاط ضعف در سیستم‌های تولیدی گندم در این مناطق به شمار می‌رود که می‌تواند دلیلی بر کاهش متوسط عملکرد گندم در شهرستان قائنات باشد؛ به‌طوری‌که اداره جهاد کشاورزی شهرستان قائنات متوسط عملکرد گندم در این شهرستان را برای شرکت‌های سهامی 5/5 تن

شیمیایی، عملکرد مزارع زعفران کاهش می‌یابد (Hosseini et al., 2004) و به همین دلیل اغلب کشاورزان تمایل چندانی به مصرف بیشتر کود نیتروژنه ندارند.

زعفران گیاهی قانع و کم‌توقع است و همواره برای تولید حداکثر عملکرد فقط به میزان ناچیزی از عناصر غذایی نیاز دارد، و گاهاً بیان شده است در صورت بالا رفتن میزان مصرف کودهای

جدول 2- مقایسه میانگین شاخص‌های پایداری کودهای شیمیایی بین دو محصول گندم و زعفران

Table 2- Comparison of sustainable indicators of chemical fertilizers between wheat and saffron

| کود شیمیایی Fertilizer | مقدار مصرف (کیلوگرم در هکتار) Consumption (kg.ha ⁻¹) | | آماره t T value | سطح معنی‌داری Significance level |
|---------------------------|---|-------------------|--------------------|-------------------------------------|
| | گندم Wheat | زعفران Saffron | | |
| | N نیتروژن | 222.38 | 57.83 | 9.13** |
| P فسفر | 129.57 | 131.67 | 0.08 ^{ns} | 0.47 |

نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، و ^{ns} به معنی تفاوت غیر معنی‌دار است.
** and ^{ns} means significant at 0.01 probability level and non-significant, respectively.

دختری و میزان گل تولیدی افزایش یافته و انتظار می‌رود نیاز کودی مزرعه نیز بالاتر از مزارع با سنین کمتر باشد. نتایج مقایسه میزان کودهای شیمیایی مصرفی با مقادیر توصیه شده آن‌ها در محصول گندم نشان داد که شاخص‌های پایداری کود نیتروژن و پتاس در تمامی بخش‌های مورد بررسی با مقادیر توصیه شده اختلاف معنی‌داری داشت؛ ولی شاخص پایداری کود فسفر فقط در بخش نیم‌بلوک اختلاف معنی‌داری با مقدار توصیه شده آن نشان - داد (جدول 4).

شاخص‌های پایداری کودهای شیمیایی در بین سنین مختلف مزارع زعفران اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول 3). این موضوع بیانگر آن است که در مزارع با سنین مختلف میزان مصرف کودهای شیمیایی یکسان می‌باشد. در توصیه‌های کودی ارائه شده توسط محققین نیز معمولاً مزارع از نظر سن تفکیک نشده و مقادیر توصیه - شده کودها برای مزارع در سنین مختلف یکسان ارائه می‌شوند (Behnia, 1995; Mollafilabi, 2002). هم‌چنین مقادیر توصیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی قائن نیز برای تمامی سنین یکسان بود، این در حالی است که با افزایش سن مزارع، تعداد بنه‌های

جدول 3- تجزیه واریانس یک‌طرفه شاخص پایداری نیتروژن و فسفر بین سنین مختلف زعفران

Table 3- Results of one-way analysis of variance for sustainability indices of P and N fertilizers among different ages of saffron fields

| شاخص Index | منبع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | میانگین مربعات Means of squares | F | سطح معنی‌داری Significance level |
|--|-------------------------------|------------------|------------------------------------|-------|-------------------------------------|
| شاخص پایداری نیتروژن N sustainability index | بین گروه‌ها Between groups | 3 | 2637.008 | 0.543 | 0.655 |
| | درون گروه‌ها Within groups | 44 | 4854.477 | | |
| | جمع Total | 47 | | | |
| شاخص پایداری فسفر P sustainability index | بین گروه‌ها Between groups | 3 | 20976.172 | 0.859 | 0.47 |
| | درون گروه‌ها Within groups | 44 | 24424.607 | | |
| | جمع Total | 47 | | | |

ممکن است زیادی نیتروژن خاک در صورتی که مقدار و سایر عناصر غذایی کم باشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و رسیدن محصول را به تأخیر اندازد (Taiz and Zeiger, 1998). در محصول زعفران شاخص‌های پایداری کود نیتروژنه و فسفره در هر بخش با مقادیر توصیه شده اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول 4). دانش بومی غنی کشاورزان زعفران کار منطقه به سبب این که کشت این گیاه از دیرباز در این مناطق رایج بوده است می‌تواند موجب استفاده از کودهای نیتروژنه و فسفره در راستای مقادیر توصیه شده آن‌ها باشد، در نتیجه علاوه بر دستیابی به عملکرد مطلوب منجر به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی می‌شود. ملافیلابی (Mollafilabi, 2002) بیان نمود علی‌رغم سازگاری گیاه زعفران با مناطق عظیمی از کشور، قسمت اعظم این محصول کشاورزی در مناطقی از خراسان مرکزی و جنوبی با وجود خشکی و بارندگی کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی و دانش بومی کشت و تولید می‌گردد.

مقادیر مصرفی کودها در تمامی موارد کمتر از مقادیر توصیه شده بودند. اگرچه کم بودن این شاخص‌ها همان‌طور که بیان گردید به معنای آلودگی زیست‌محیطی کمتر می‌باشد، اما مصرف کود با توجه به مقادیر توصیه شده آن برای محصول و منطقه مورد نظر منجر به اطمینان از دستیابی به عملکرد اقتصادی و تولید محصول سالم می‌شود (Tehrani et al., 2012). مقدار کودهای نیتروژن دار مورد نیاز گیاهان زراعی جهت نیل به عملکردهای بهینه به نوع محصول، خاک، اقلیم، شرایط زراعی و سن فیزیولوژیک گیاه وابسته است. رشد و عملکرد ارقام مختلف یک گونه زراعی ممکن است نسبت به یک میزان مشخص نیتروژن واکنش‌های متفاوتی از خود بروز دهد (Smith and Hamel, 1999).

کاربرد کودهای نیتروژن دار در افزایش عملکرد و نیز در افزایش میزان پروتئین دانه تأثیر دارد. البته مصرف بیش از حد آن موجب تحریک رشد رویشی بیش از حد گیاه، نازک و دراز شدن ساقه و در نتیجه، خوابیدگی بوته‌ها و هم‌چنین مصرف بیش از حد آب می‌شود.

جدول 4 - نتایج آزمون تجزیه واریانس مقایسه مقادیر توصیه شده با مقادیر مصرف شده کودهای شیمیایی
Table 4- Results of variance analysis between consumed and recommended values of chemical fertilizers

| محصول | کود شیمیایی | مقدار توصیه شده | بخش | مقادیر مصرفی | تفاوت میانگین | خطای استاندارد | سطح معنی‌داری |
|-------------------|--------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| Crop | Fertilizer | Recommended value | Districts | Consumed value | Mean difference | Standard error | Significance level |
| گندم Wheat | نیتروژن N | 325 | مرکزی Central | 202.75 | -122.253** | 25.075 | 0.000 |
| | | | نیمبلوک Nimboloock | 209.38 | -115.625** | 12.263 | 0.000 |
| | | | سیده Sedeh | 244.44 | -80.556** | 27.322 | 0.008 |
| | فسفر P | 150 | مرکزی Central | 130.77 | -19.231 ^{ns} | 13.798 | 0.189 |
| | | | نیمبلوک Nimboloock | 98.13 | -51.875** | 1.875 | 0.000 |
| | | | سیده Sedeh | 152.78 | 2.778 ^{ns} | 21.28 | 0.879 |
| پتاس K | 85 | مرکزی Central | 10.26 | -74.744** | 7.903 | 0.000 | |
| | | نیمبلوک Nimboloock | 21.88 | -63.125** | 7.864 | 0.000 | |
| | | سیده Sedeh | 7.14 | -77.857** | 3.912 | 0.000 | |
| زعفران Saffron | نیتروژن N | 100 | مرکزی Central | 84.15 | -15.853 ^{ns} | 13.938 | 0.267 |
| | | | نیمبلوک Nimboloock | 84.58 | -15.417 ^{ns} | 13.511 | 0.278 |
| | | | سیده Sedeh | 99.81 | -0.185 ^{ns} | 25.821 | 0.994 |
| | فسفر P | 100 | مرکزی Central | 86.25 | -13.75 ^{ns} | 23.240 | 0.560 |
| | | | نیمبلوک Nimboloock | 108.78 | 8.78 ^{ns} | 34.712 | 0.805 |
| | | | سیده Sedeh | 211.25 | 111.25 ^{ns} | 64.674 | 0.113 |

نشان دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، و ns به معنی تفاوت غیر معنی‌دار است.
** and ^{ns} means significant at 0.01 probability level and non-significant, respectively.

شاخص پایداری نهاده سم

نشده بود. کم بودن سطح مزارع زعفران می‌تواند دلیلی بر عدم استفاده از سموم شیمیایی در این مناطق باشد. در این مزارع از وجین دستی برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده می‌شد. ملافیلابی (Mollafilabi, 2002) بهترین و مؤثرترین روش کنترل علف‌های هرز را کندن با دست معرفی کرد و بیان داشت جهت تولید محصولی سالم، بهتر است سعی شود که مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی با دست و با ادواتی مانند بیل، بیلچه، شفره، کولتیواتورهای دستی و سایر ادوات انجام گیرد.

با توجه به بررسی‌های انجام شده فقط در حدود 15 درصد از مزارع گندم مورد بررسی در این شهرستان سموم آفت‌کش و علف‌کش استفاده شده بود، که این مزارع دارای مساحتی بیش از 20 هکتار بودند و در نتیجه مبارزه به طریق شیمیایی دارای توجیه اقتصادی برای کشاورز بوده است. در مقابل برخی از مطالعات نشان دادند که میزان مصرف سموم علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز مزارع گندم رو به افزایش است (Nemati & Ghorbani, 2012). در تمامی مزارع زعفران مورد بررسی از هیچ نوع سموم شیمیایی استفاده

جدول 5- تحلیل همبستگی بین شاخص‌های زیست‌محیطی و شوری و درصد ماده آلی خاک

Table 5- Correlation analysis between environmental indicators and soil salinity and soil organic matter.

| محصول Crop | متغیرهای رگرسیون ساده Regression variables | ضریب همبستگی پیرسون Pearson correlation coefficient | سطح معنی‌داری Significance level |
|-------------------|---|--|-------------------------------------|
| گندم Wheat | شاخص پایداری کود نیتروژنه × شوری خاک N sustainability index × soil salinity | 0.653 | 0.000** |
| | شاخص پایداری کود فسفره × شوری خاک P sustainability index × soil salinity | 0.423 | 0.003** |
| | شاخص پایداری کود نیتروژنه × ماده آلی N sustainability index × organic matter | 0.145 | 0.347 ^{ns} |
| | شاخص پایداری کود فسفره × ماده آلی P sustainability index × organic matter | 0.169 | 0.240 ^{ns} |
| زعفران Saffron | شاخص پایداری کود نیتروژنه × شوری خاک N sustainability index × soil salinity | 0.031 | 0.824 ^{ns} |
| | شاخص پایداری کود فسفره × شوری خاک P sustainability index × soil salinity | 0.209 | 0.152 ^{ns} |
| | شاخص پایداری کود نیتروژنه × ماده آلی N sustainability index × organic matter | -0.123 | 0.138 ^{ns} |
| | شاخص پایداری کود فسفره × ماده آلی P sustainability index × organic matter | -0.217 | 0.402 ^{ns} |

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد، و ^{ns} نشانگر تفاوت غیر معنی‌دار است.
** and * means significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. ^{ns} is non-significant.

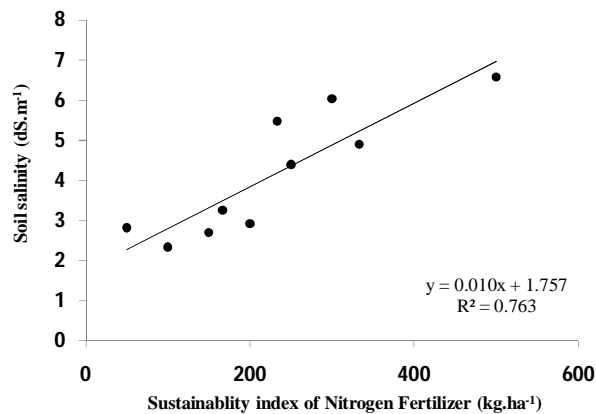
تأثیر شاخص‌ها بر ویژگی‌های خاک

نتیجه افزایش شاخص‌های پایداری مذکور، میزان شوری خاک افزایش یافت. اما چون مقادیر مصرف کودهای شیمیایی در مزارع زعفران پایین بوده است، تأثیر معنی‌داری بر شوری خاک مزارع نداشته است. شاخص‌ها تأثیر معنی‌داری بر ماده آلی خاک در هیچ‌یک از مزارع نداشتند. مقادیر مصرفی کودها همان‌گونه که بیان گردید کم‌تر از مقادیر توصیه شده آن‌ها بوده است و اثر منفی بر مواد آلی خاک نداشته است، زیرا بیان شده که افزایش مصرف بیش از حد کود

آزمون همبستگی بین شاخص‌های مورد مطالعه و برخی از ویژگی‌های خاک مزارع نشان داد که شاخص پایداری کود نیتروژنه و فسفره فقط بر شوری خاک در مزارع گندم مؤثر بوده است (جدول 5). آزمون همبستگی نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین شاخص پایداری کود نیتروژنه و فسفره با شوری خاک وجود داشت (شکل 3 و 4) به طوری که با افزایش میزان مصرف کودهای نیتروژنه و فسفره و در

خاک و در نتیجه آن کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود (Malakouti et al., 2001).

نیتروژنه موجب کاهش C/N و در نتیجه افزایش تجزیه مواد آلی خاک می‌شود. این کاهش مواد آلی خاک باعث تخریب ساختمان



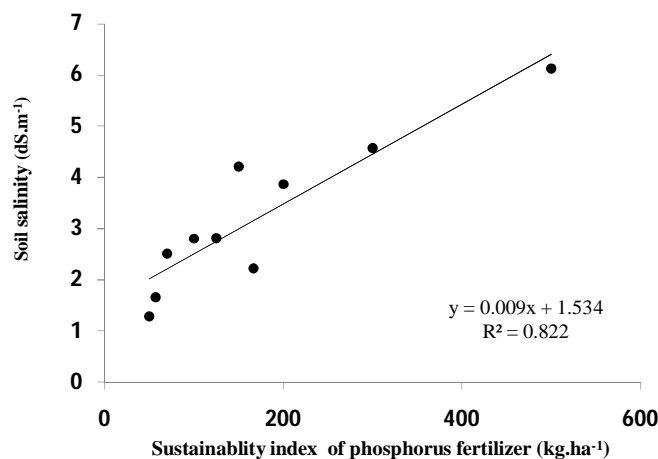
شکل 3- رابطه شوری خاک با شاخص پایداری کود نیتروژنه در مزارع گندم.

Figure 3- Relation between soil salinity and N sustainability index in wheat fields.

مهم کشاورزی پایدار است در این سیستم‌ها محقق نخواهد شد. هم‌چنین با توجه به نتایج به دست آمده، رایج‌ترین شکل کوددهی زعفران در میان کشاورزان استفاده از کود دامی است، به‌طوری‌که مصرف کودهای شیمیایی تنها توسط کمتر از 40 درصد از کشاورزان و آن هم با مقادیر کم تأیید شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به کم بودن میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت گندم، سیستم‌های تولیدی گندم در شهرستان قاین علاوه بر تولید محصول سالم، آلودگی زیست‌محیطی کمی ایجاد می‌کنند اما با توجه به کمتر بودن مقادیر مصرفی نسبت به مقادیر توصیه شده به عملکرد مطلوب و محصول باکیفیت دست نخواهند یافت و در نتیجه سودآوری اقتصادی مناسب که دیگر هدف



شکل 4- رابطه شوری خاک با شاخص پایداری کود فسفره در مزارع گندم

Figure 4- Relation between soil salinity and P sustainability index in wheat fields.

در نتیجه با توجه به میزان کمتر مصرف کودهای شیمیایی در زراعت زعفران نسبت به گندم و همچنین عدم مصرف سموم شیمیایی در زراعت زعفران، می‌توان نتیجه گرفت که زعفران در سطح بالاتری از نظر پایداری و تولید محصول سالم نسبت به گندم قرار دارد و صرف نظر از ارزش اقتصادی بالای زعفران، به نظر می‌رسد روش کشت این گیاه تطابق بیشتری با شیوه‌های کشاورزی پایدار داشته و از پتانسیل بالایی برای تولید به‌عنوان یک محصول ارگانیک برخوردار است.

سپاسگزاری

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

منابع

- Akbari, A., Meshkinfam, M., and Shaygan, G. 2007. Application of life cycle assessment in environmental management of building auto parts industries. First Conference of Environmental Engineering. Tehran, Iran, 19-20 February 2007. 1-13.
- Bakhshi, M.R. 2009. Impacts of the removing agrochemical and fertilizer subsidy and direct payment policies on the cropping pattern and inputs use with emphasis on environmental consequences. PhD Dissertation in Agricultural Economic. Tehran University. (In Persian with English Summary).
- Bartolini, F., Bazzani, G.M., Gallerani, V., Raggi, M., and Viaggi, D. 2007. The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: An analysis based on farm level multi-attribute linear programming models. *Agricultural Systems* 93: 90-114.
- Behnia, M.R. 1995. Effects of animal manure and chemical fertilizers on yield of saffron. Abstracts of the Second National Symposium on Saffron and Medical Plants 8-9 November 1994, Gonabad, Iran. (In Persian).
- Berbel, J., and Gomez-limon, J.A. 2000. The impact of water-pricing policy in Spain: An analysis of three irrigated areas. *Agriculture Water Management* 43: 219-238.
- Brower, F. 2004. *Sustaining Agriculture and the Rural Environment (Governance, Policy and Multifunctional)*. UK Edward Edgar Publishing Limited.
- Dobermann, A. 2005. Nitrogen use efficiency-state of the art. In *Proceeding of IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers*. Frankfurt, Germany. 1-16.
- Hosseini, M., Sadeghiand, B., and Aghamiri, S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Acta Horticulture (ISHS)* 650: 207-209.
- Kim, C.G. 2001. *Developing policies for agriculture and the environment*. Korea Rural Economic Institute. Working Paper.
- Kohansal, M.R., and Firooz Zarea, A. 2008. Determining optimal cultivation model corresponding with sustainable agriculture with application of multiple-objective linear fuzzy fractional programming (Case study: North Khorasan province). *Agricultural Economic and Development* 62: 1-33. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A. 2003. Iranian saffron in worldwide, challenges and opportunities. *Proceedings of the Third National Saffron Conference*. Mashhad. Iran.
- Latinopoulos, D., and Mylopoulos, Y. 2005. Optimal allocation of land and water resources in irrigated agriculture by means of Goal Programming: Application in Loudias River basin. *Global Nest Journal* 7: 264-273.
- Malakouti, M.J., Nafisi, M., and Motesharezadeh, B. 2001. *National Commitment for Fertilizer Production in the Country - A Worthy Step towards Achieving Self-Sufficiency and Sustainable Agriculture*. Agricultural Education Publication. 420 p. (In Persian).
- Malakouti, M.J., and Tehrani, M.M. 2006. Effect of micronutrients on increased yield and quality improvement of agricultural product, micro elements with macro effects. 3rd edition, Tarbiat Modares University with cooperation of Research Institute of Water and Soil, Tehran, Iran.
- Mollafilabi, A. 2002. *Saffron Production Technology*. In M. Kafi, A. Koocheki, M.H. Rashed Mohassel and M. Nassiri Mahallati (Eds). *Saffron (Crocus sativus): Production and Processing*. Science Publishers, USA.
- Moore, J.F., Quayle, P.M., Robinson, J., Sawada, B., Spiegelman, G., and Van Wynsberghe, R. 2005. *Recreating the*

- university from within: Collaborative reflections on the University of British Columbia's engagement with sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 6: 65-80.
- Najam, A., Paling, J.M., Yamagishi, N., Straub, D.G., Sarno, J., Deritter, S.M., and Kim, E.M. 2002. From Rio to Johannesburg: Progress and Prospect. *Environment* 44 (7): 26-38.
- Nemati, A., and Ghorbani, M. 2012. Consistency of farmers' economic and environmental behavior to manage weeds. *Journal of Agricultural Economics Researches* 4 (3): 39-58. (In Persian with English Summary).
- Rezvani Moghaddam, P., Huda, A.K.S., Parvez, Q., and Koocheki A. 2007. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. World Association for Sustainable Development (WASD) Conference. Fifth International Conference Griffith University, Brisbane, Australia. 105-115.
- Samal, D. 2007. Potassium uptake efficiency mechanisms and root exudates of different crop species. Ph.D dissertation in Agriculture. Faculty of Agriculture Sciences, University Göttingen. 155 p.
- Sampatha, S.R., Shivashankar, S., and Lewis, Y.S. 1984. Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation, processing chemistry and standardization. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 20 (2): 123-157.
- Sarmad, Z., Hejazi, E., and Bazargan, A. 2009. *Research Methods in Behavioral Sciences*. Agah Publication, Tehran, Iran.
- Seaman, J., Flichman, G., Scardigo, A., and Steduto, P. 2006. Analysis of nitrate pollution control in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio-economic modeling approach. *Agricultural Systems* 94: 357-367.
- Shi, Z., Li, D., Jing, Q., Cai, J., Jiang, D., Cao, W., and Dai, T. 2012. Effects of nitrogen applications on soil nitrogen balance and nitrogen utilization of winter wheat in a rice-wheat rotation. *Field Crops Research* 127: 241-247.
- Smith, D.L., and Hamel, C. 1999. *Crop Yield: Physiology and Processes*. Springer. 504 p.
- Statistical Report of Agriculture in South Khorasan Province (SRASKP), 2011. Available at Web site: [Http://www.kj-agri-jahad.ir](http://www.kj-agri-jahad.ir). (Verified 20 March 2011)
- Szmigielski, A.M., Schoenau, J.J., Lervine, A., and Schilling, B. 2010. Evaluation a mustard root bioassay for predicting crop injury from soil residual flucarbazone. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 39: 413-420.
- Taiz, L., and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology* (2nd Ed.). Sinauer Associates, Inc., Publisher. Sunderland. Massachusetts 757 p.
- Talebizadeh, E. 2009. The effect of calcium, ammonium and potassium based phosphorous fertilizers on potassium uptake by rain-fed winter wheat in potassium fixing loess soil with a dominance of weathered mica in clay fraction. 2009. Dissertation for M.Sc. degree in Soil Science. Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources 147 p. (In Persian with English Summary).
- Tehrani, M.M., Balali, M.R., Moshiri, F., and Daryashenas, A.M. 2012. Fertilizer recommendation and forecast in Iran: challenges and strategies. *Iranian Journal of Soil Research (formerly Soil and Water Sciences)* 26 (2): 123-144. (In Persian with English Summary).
- Vercruyse, F., and Steurbaut, W. 2002. POCER, the pesticide occupational and environmental risk indicator. *Crop Protection* 21: 307-315.
- Zamani, O., Ghaderzadeh, H., and Mortazavi, S.A. 2014. Cropping Pattern System Respect to Sustainable Agriculture and Optimum Use of Energy "A case of Saqez County of Kurdistan Province". *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 24 (1): 31-43. (In Persian with English Summary).

Comparison of chemical inputs consumption in saffron and wheat fields in Qaenat region

Fatemeh Yaghoubi¹, Majid Jami Al-Ahmadi^{*2}, Mohammad Reza Bakhshi³ and Mohammad Hassan Sayyari Zahan⁴

Received: 10 February, 2014

Accepted: 6 July, 2014

Abstract

Commercialization of agricultural operations and use of pesticides and chemical fertilizers in agricultural production has been created serious environmental impacts. Due to this issue and in order to assess the amount of chemical fertilizer and pesticide inputs in saffron and wheat production systems, a study was conducted in Qaenat region (South Khorasan province), 50 wheat fields and 48 saffron fields were investigated during 2011-12. The results showed that average nitrogen fertilizer consumption was 222.38 and 57.83 kg.ha⁻¹ in wheat and saffron production systems, respectively, which from statistically point of view the difference was significant. In addition, unlike wheat, the use of pesticides very low in saffron cultivation and in many saffron farms it was zero. Therefore, the results can be considered saffron is a healthier product and have greater potential to organic product. Also, the amounts of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers which were using in wheat in the study area were significantly different with recommended values. While in saffron production there was no significant difference between the values of consumed and recommended. Therefore, it seems, performing soil testing in each region and providing appropriate fertilizer formulas and required promotional-educational services in this regard, and raising public awareness is a good strategy for reducing the use of chemical inputs.

Keywords: Agricultural inputs, Sustainable agriculture, Sustainability indicators.

1- Graduated M.Sc. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Birjand, and Ph.D. Student of Crop Ecology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2- Associate Professor, University of Birjand, Iran.

3, 4- Assistant Professors, University of Birjand, Iran.

(*- corresponding author Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir)