نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۴۰۵-۳۹۶

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 3, Fall 2011, p. 396-405

مطالعه پایداری در کشت‌بوم‌های زعفران (*Crocus sativus* L.) شهرستان‌های بیرجند و قاین

زهرا حاتمی سردشتی[1*]، مجید جامی‌الاحمدی[2]، عبدالمجید مهدوی دامغانی[3] و محمدعلی بهدانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۱/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۴/۰۳

چکیده

این تحقیق در مقیاس منطقه‌ای و در شهرستان‌های بیرجند و قاین در استان خراسان جنوبی به منظور تدوین شاخصی برای کمّی کردن میزان پایداری بوم شناختی نظام کشاورزی زعفران (*Crocus sativus* L.)، در سال ۱۳۸۸ انجام شد. اطلاعات مربوط به این نظام کشاورزی شامل سنجه-های اجتماعی- اقتصادی، تولید محصولات زراعی، دام، کود و مواد شیمیایی، آب و آبیاری، شخم و مکانیزاسیون و مدیریت علف‌های هرز با استفاده از پرسش نامه جمع آوری شد و مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. نتایج شاخص پایداری بیانگر این مطلب است که کشت‌بوم‌های مورد مطالعه در وضعیت مطلوبی از نظر پایداری قرار ندارند. فقط حدود ۹/۱۸ درصد از کشاورزان مورد مطالعه به امتیازی مساوی یا بیش از ۵۰ (از ۱۰۰ امتیاز شاخص پایداری) دست یافته‌اند. بیشترین امتیاز به‌دست آمده در میانکشت‌بوم‌های مورد مطالعه معادل ۵۵/۱۲ بود. میانگین امتیاز شاخص پایداری در این نظام در کل منطقهٔ مورد مطالعه ۳۹/۴۶ و مقدار آن برای بیرجند و قاین به ترتیب ۳۷/۲ و ۴۵/۰۹ به‌دست آمد. در میان گروه سنجه‌های مورد مطالعه در این تحقیق کمترین درصد امتیاز کسب شده متعلق به گروه‌های شخم و مکانیزاسیون و آب و آبیاری به ترتیب با ۲۸/۳۱ و ۳۰/۰۱ درصد از کل امتیاز سنجه بود. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که مهم‌ترین عوامل تعیین کنندهٔ شاخص پایداری این نظام زراعی، وجود دام، آبیاری تابستانه، دسترسی به مروجین کشاورزی، دسترسی به بیمه، وام و اعتبارات بانکی، یکبار شخم، دسترسی به نهاده‌های کشاورزی، درآمد ناخالص از محصول زعفران، وسعت مزرعهٔ زعفران، سایر درآمدها و میزان مصرف آب بوده است. ضرایب به دست آمده از رگرسیون گام به گام برای عوامل ذکر شده به ترتیب ۳/۴۲، ۲/۹۹، ۲/۵۴، ۲/۱۴۶، ۱/۳۶، ۱/۲۹، ۰/۰۰۴۹، ۰/۰۰۰۳۱، ۰/۰۰۰۰۰۴۲ و ۰/۰۰۰۵- بود.

واژه‌های کلیدی: سنجه، شاخص پایداری، کشاورزی پایدار

مقدمه

پایداری مانند تمام اصطلاحات فنی، معانی کم و بیش متفاوتی از دیدگاه کارشناسان رشته‌های مختلف پیدا کرده است. بنابراین، یافتن تعریفی دقیق از آن برای کشاورزی نیز مشکل است (Afraz, 1997). بیوس و دانلاپ(Beus & Dunlop, 1994) شیوه‌های کشاورزی مانند استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای معدنی و حفظ تنوع را به عنوان اقداماتی برای رسیدن به پایداری مطرح کرده‌اند. مدیریت پایدار زمین و منابعِ آب، نیاز عمده‌ای برای کشاورزی پایدار است (Rasul & Thapa, 2003). یک کارگروه بین‌المللی (Smyth & Dumanski, 1993) حفظ یا افزایش قابلیت تولید، کاهش ریسک، حفاظت از منابع طبیعی، ارتقاء قابلیت بقای اقتصادی و مقبولیت اجتماعی را شرط لازم برای مدیریت پایدار زمین در نظر گرفته بود. مفهوم پایداری کشاورزی در پاسخ به نگرانی‌های مربوط به اثرات سوء زیست محیطی و اقتصادی سیستم‌های رایج کشاورزی پدید آمده است (Hansen, 1996).

به رغم نگرانی‌های معمول در مورد کشاورزی پایدار، اختلافات زیادی در میان پژوهشگران و سایر مسؤلان در مورد ویژگی‌های کشاورزی پایدار وجود دارد (Rigby & Caceres, 2001). نتایج برخی تحقیقات (Tisdell, 1996)، استفادهٔ کم از نهاده‌های خارجی را به عنوان شرط مهم برای پایداری کشاورزی در نظر دارند. سایر محققان از جمله هانسن (Hansen, 1996) دریافته‌اند که افزایش استفاده از نهاده‌های خارجی، تاحدی، برای حفظ سطح مواد مغذی خاک و عملکرد محصول لازم است. با وجود تنوع در برداشت‌ها از کشاورزی پایدار، اجماعی بر سه ویژگی اساسی کشاورزی پایدار وجود دارد (Rasul & Thapa, 2003):

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و استادیار پژوهشکدهٔ علوم محیطی دانشگاه شهیدبهشتی
(*- نویسنده مسئول: E-mail: Zahra.hatamy@yahoo.com)

- قابلیت تولید پایدار گیاه و دام،
- حفظ کیفیت محیط و
- مقبولیت اجتماعی.

به نظر می‌رسد که پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی می‌تواند از طریق حمایت بیشتر از تولیدات کشاورزی (جریان انرژی) در زمینه خدمات طبیعی (مانند تجزیه ماده آلی بقایای محصول و بازگرداندن حاصلخیزی خاک یا کاهش شیوع آفات) که توسط اشکال زندگی وحشی و اهلی شده موجود در سیستم ارائه شده و به نوبه خود از طریق شرایط خاک و آب و هوا در منطقه تعیین شده است، بهبود یابد (Odum, 1989). چنین سیستمی باید به‌دست آوردن سطوح و ثبات تولید غذا و الیاف را مطابق با ویژگی‌های منطقه‌ای و با سطوح مطلوب کاربرد نهاده هدف قرار دهد، در حالی‌که پایداری تولید را در طول زمان بدون اختلال خدمات طبیعی به‌دست می‌دهد (Van Ittersum & Rabbinge, 1997).

مطالعات متعددی در زمینهٔ کمّی کردن پایداری در ایران و دیگر نقاط جهان انجام شده است. یکی از این پژوهش‌ها در ایران توسط مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) صورت گرفت. شاخصی که وی تدوین کرد از ۸۲ سنجه در نظام گندم-پنبه تشکیل شده بود. سنجه‌ها در چند گروه شامل سنجه‌های اجتماعی-اقتصادی، تولید محصولات زراعی و دامی، کود و مواد شیمیایی، مدیریت بقایای گیاهی، آب و آبیاری، شخم و مکانیزاسیون، تنوع گونه‌ای کشاورزی و مدیریت علف‌های هرز دسته‌بندی شده بودند. برای محاسبهٔ شاخص پایداری از روش مجموع وزنی[1] استفاده شده بود. براساس این روش، برای هر سنجه امتیاز خاصی تعیین می‌شود. امتیاز هر سنجه از صفر تا سقف (۰/۵، ۱ و ۲) متغیر بود که به مقادیر مختلف سنجه تعلق می‌گرفت. به‌علاوه برای هر سنجه، یک دامنهٔ مقادیر در نظر گرفته شده بود که بر اساس آن به بهترین حالت، حداکثر امتیاز و به نامطلوب‌ترین حالت، امتیاز صفر یا حداقل امتیاز تعلق می‌گرفت. پس از تعیین امتیاز هر سنجه، مجموع امتیاز سنجه‌ها جمع شده و به عنوان امتیاز نهایی منظور می‌شد.

پس از محاسبهٔ امتیاز شاخص پایداری، برای شناسایی مهم‌ترین سنجه‌های تعیین‌کنندهٔ شاخص پایداری از میان ۸۲ سنجهٔ مورد استفاده، آنالیز گام‌به‌گام پس‌رونده[2] انجام گرفته بود. بر اساس این روش، شاخص پایداری به عنوان متغیر وابسته و سنجه‌های مورد مطالعه به‌عنوان متغیرهای مستقل انتخاب و آنالیز شدند و از میان آن‌ها، سنجه‌هایی که حضورشان در معادله، تأثیر معنی‌داری در برآورد شاخص پایداری نداشت حذف شده بودند. سپس با استفاده از رگرسیون چندمتغیرهٔ خطی[3]، ضرایب معادلهٔ برآورد شاخص پایداری محاسبه شده بود. دولت بریتانیا ۳۴ سنجه، در ۱۳ گروه پیشنهاد کرده است؛ از جمله آن‌ها صدمات مواد مغذی به آب شیرین، سطح فسفر خاک، شیوه‌های مدیریت عناصر غذایی، انتشار آمونیاک، انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاربرد آفت‌کش‌ها، استفاده از آب، حفاظت خاک، منبع زمین کشاورزی، حفظ ارزش زمین کشاورزی، سیستم‌های مدیریت زیست محیطی، اقتصاد روستایی و انرژی است (MAFF[4] cited in Webster, 1999).

همین روش برای تعیین عوامل مؤثر بر تولید عملکرد محصولات زراعی نیز مورد استفاده قرار گرفت. سندز و پدمور (Sands & Podmore, 2000) شاخص پایداری محیط‌زیست[5] را به عنوان شاخص ارزیابی پایداری کشاورزی استفاده کردند و آن را در مزارع ایالات متحده بکار بردند. شاخص پایداری محیط‌زیست نماینده گروهی شامل ۱۵ زیر سنجه پایداری از جمله عمق خاک، کربن آلی خاک، تراکم توده و عمق آب زیر زمینی است. تلارینی و کاپورالی (Tellarini & Caporali, 2000) مقدار پول و انرژی را برای مقایسه پایداری دو مزرعهٔ کم‌نهاده و پرنهاده در ایتالیا استفاده کردند. گودا و جایاراماییا (Gowda & Jayaramaiah, 1998) نه سنجه، یعنی مدیریت تلفیقی مواد مغذی، قابلیت تولید زمین، مدیریت تلفیقی آب، مدیریت تلفیقی آفت[6]، خودکفائی نهاده، تضمین عملکرد محصول، توان تولید نهاده، خودکفائی اطلاعات و کفایت غذائی خانواده را برای ارزیابی پایداری تولید برنج در هند استفاده کردند.

زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از محصولات صادراتی مهم کشور است که نقش عمده‌ای را در درآمد و اشتغال تولیدکنندگان زعفران (Tajiani & Koopahi, 2005; Ghorbani, 2006) و ایجاد درآمد ارزی قابل توجه برای کشور (Tajiani & Koopahi, 2005) ایفاء می‌کند. یونان، مراکش، کشمیر، اسپانیا و ایتالیا کشورهای عمدهٔ تولیدکنندهٔ زعفران در دنیا هستند. در این میان ایران به عنوان خاستگاه اصلی زعفران همیشه بالاترین سطح زیر کشت (۴۷۲۰۸ هکتار) و تولید (۱۶۰ تن در سال) را داشته است (Kafi et al., 2002). بر اساس آمار سال ۲۰۰۵، میزان تولید زعفران در ایران ۲۳۰ تن بود که معادل ۹۳/۷ درصد از کل تولید جهانی می‌باشد (Ghorbani, 2006).

مطالعه حاضر با هدف تعیین شاخص پایداری در کشت‌بوم‌های زعفران در بخش‌هایی از استان خراسان جنوبی برای پی بردن به کاستی‌ها و موانع موجود بر سر راه پایداری کشاورزی در این مناطق انجام شده است.

1- Weighting sum
2- Backward stepwise analysis
3- Multiple linear regression

4- Ministry of agriculture, forestry and fisheries (MAFF)
5- Environmentally sustainability index (ESI)
6- Integrated pest management (IPM)

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مقیاس منطقه‌ای و در سطح شهرستان‌های بیرجند و به منظور تدوین شاخصی برای کمی کردن میزان پایداری بوم شناختی نظام‌های کشاورزی زعفران انجام شد. در تحقیق حاضر سعی شده است تا حد امکان تمام جنبه‌های پایداری که عبارتند از ابعاد زراعی، بوم‌شناختی اجتماعی و اقتصادی مد نظر قرار گیرند. بر این اساس، یک شاخص پایداری که تلفیقی از ۷۵ سنجه بود برای نظام زراعی زعفران طراحی شد. سنجه‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل سنجه‌های اجتماعی- اقتصادی، تولید محصولات زراعی و دامی، کود و مواد شیمیایی، آب و آبیاری، شخم و مکانیزاسیون و مدیریت علف‌های هرز بوده که اطلاعات آن‌ها از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- گروه‌بندی سنجه‌های طرح و امتیاز هر گروه از ۱۰۰ امتیاز شاخص پایداری

Table 1- Classification of research indicators and values for group from 100 scores of sustainability index

سنجه Indicator	امتیاز Score
اجتماعی – اقتصادی Socio-economic	35
تولید Yield	15
کود و مواد شیمیایی Chemical and organic fertilizers	14
کنترل علف‌های هرز Weed control	1.5
آب و آبیاری Water and irrigation	18
شخم و مکانیزاسیون Tillage and machinery	12.5
دام Livestock	4
مجموع Total	100

محاسبهٔ شاخص پایداری با استفاده از روش مجموع وزنی (Andreoli & Tellarini, 2000; cited in Mahdavi Damghani et al., 2005). برای این کار، برای هر سنجه سهم امتیاز مشخصی از شاخص نهایی در نظر گرفته شده و در تمامی سنجه‌ها امتیازدهی از صفر تا سقف امتیاز آن سنجه با توجه به وضعیت سنجه از نامطلوب‌ترین حالت تا مطلوب‌ترین حالت صورت می‌گیرد. پس از تعیین امتیاز هر سنجه، مجموع امتیاز سنجه‌ها جمع شده و به عنوان امتیاز شاخص نهایی معرفی می‌شود. در جدول ۱ امتیاز هر گروه سنجه نشان داده شده است.

پس از طراحی سنجه‌ها، در مجموع، ۹۸ پرسش‌نامه تکمیل گردید. در این میان ۷۰ پرسش‌نامه مربوط به شهرستان بیرجند و ۲۸ پرسش‌نامه مربوط به شهرستان قاین بود. انتخاب مزارع به صورت تصادفی صورت گرفت. نحوهٔ پر کردن پرسش‌نامه برای پیش‌گیری از دریافت اطلاعات گُنگ، با حضور در مزارع زعفران انتخابی و به صورت پرسش و پاسخ مستقیم بوده است. پس از محاسبهٔ امتیاز شاخص پایداری، برای شناسایی مهم‌ترین سنجه‌های تعیین‌کنندهٔ شاخص پایداری از میان سنجه‌های مورد استفاده، آنالیز گام به گام[1] انجام شد. بر اساس این روش، شاخص پایداری به عنوان متغیر وابسته و سنجه‌های مورد مطالعه به عنوان متغیرهای مستقل انتخاب شدند. برای محاسبهٔ شاخص پایداری از فرم عمومی معادلهٔ رگرسیون (معادله ۱) استفاده شد.

$$y= f(x_1, x_2 \ldots x_n) \quad \text{معادله (۱)}$$

بر اساس آن معادلهٔ رگرسیون خطی عمومی (معادله ۲) مد نظر قرار گرفت.

$$y= b_0+ b_1x_1+ b_2x_2+\ldots b_nx_n \quad \text{معادله (۲)}$$

که در این معادله، b_1 تا b_n ضرایب متغیرهای مستقل، b_0 مقدار ثابت معادله و y متغیر وابسته است، برازش گردید. از آنجا که تعداد عوامل مؤثر بر شاخص پایداری بسیار زیاد است، به منظور دستیابی به نتایج صحیح و قابل قبول و جلوگیری از اُریب شدن رگرسیون برآوردی، نمی‌توان تأثیر تمامی این متغیرها را به‌طور هم‌زمان بر شاخص پایداری مورد ارزیابی قرار داد. بنابراین در این مطالعه تنها تأثیر برخی از این متغیرها، با توجه به درجهٔ اهمیت آنها بر اساس مبانی تئوری موجود و اطلاعات مربوط به آنها، بر روی شاخص پایداری مزارع زعفران مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با استفاده از روش آنالیز گام به گام، فرآیند حذف متغیرهای غیر ضروری دنبال شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel، SPSS ver. 15.0 و Sigma plot ver. 11.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

میانگین امتیاز شاخص پایداری درکشت‌بوم‌های مورد مطالعه ۳۹/۴۶ به‌دست آمد. امتیاز شاخص پایداری نهایی در دو شهر بیرجند و قاین در جدول (۲) و میانگین امتیاز سنجه‌های مختلف پایداری در جدول (۳) نشان داده شده است. این رقم برای شهرستان بیرجند۳۷/۲۰ و برای شهرستان قاین ۴۵/۰۹ بود. نتایج شاخص پایداری بیانگر این مطلب است که کشت‌بوم‌های مورد مطالعه در وضعیت مطلوبی از نظر پایداری قرار ندارند. فقط حدود ۹/۱۸ درصد از کشاورزان مورد مطالعه به امتیازی مساوی یا بیش از ۵۰ دست یافته‌اند. بیشترین امتیاز به‌دست آمده در میان کشت‌بوم‌های مورد مطالعه معادل ۵۵/۱۲ بود.

1- Stepwise regression

جدول ۲- میانگین شاخص پایداری کشت‌بوم‌های زعفران در منطقهٔ بیرجند و قاین
Table 2- The mean sustainability index of saffron agroecosystems in Birjand and Qaen

منطقه Region	میانگین شاخص پایداری Means of sustainability index
بیرجند Birjand	37.20
قاین Qaen	45.09
میانگین Mean	39.46

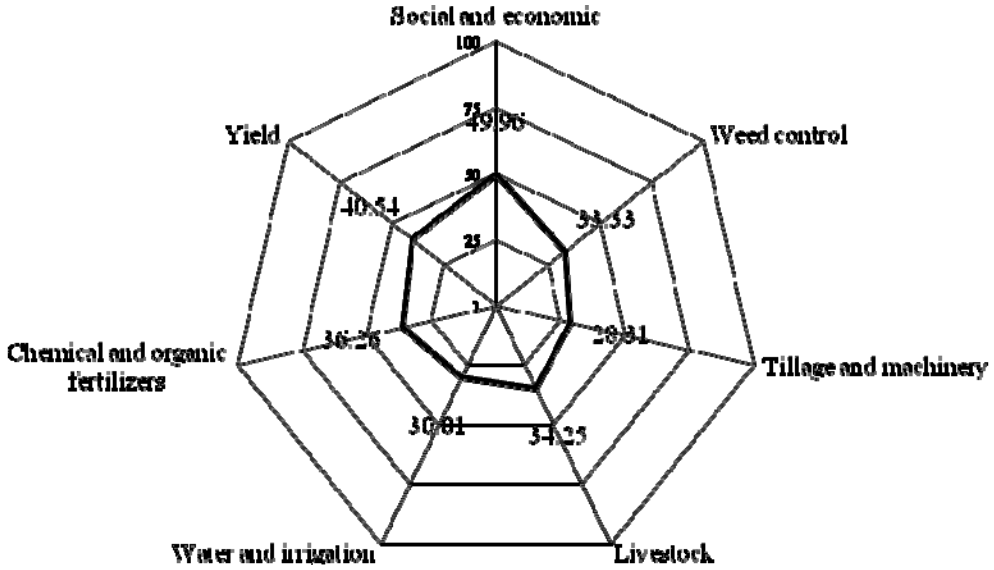
جدول ۳- میانگین امتیاز سنجه‌های مختلف و شاخص پایداری کشت‌بوم‌های زعفران در منطقهٔ بیرجند و قاین
Table 3- The average score of several indicators and sustainability index of saffron agroecosystems in Birjand and Qaen

سنجه Indicator	امتیاز کسب شده Score		امتیاز کسب شده (درصد) Score (%)	
	قاین Qaen	بیرجند Birjand	قاین Qaen	بیرجند Birjand
اجتماعی – اقتصادی Socio-economic	18.62	17.03	53.21	48.66
عملکرد Yield	9.29	4.80	61.90	32.00
کود و مواد شیمیایی Chemical and organic fertilizers	5.33	4.98	38.07	35.54
کنترل علف‌های هرز Weed control	0.50	0.50	33.33	33.33
آب و آبیاری Water and irrigation	5.56	5.34	30.90	29.66
شخم و مکانیزاسیون Tillage and machinery	4.43	3.18	35.43	25.46
دام Livestock	1.36	1.37	33.93	34.37
شاخص پایداری Sustainability Index	45.09	37.20		

مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) گزارش کرد که امتیاز شاخص پایداری نظام‌های گندم- چغندرقند و گندم-پنبه در استان خراسان رضوی ۴۶/۱ بوده است. نتایج تحقیق ایروانی و دربان آستانه (Iravani & Darban Astaneh, 2004) در مورد گندم‌کاران استان تهران نشان می‌دهد که ۴۶/۷ درصد از نظام‌های بهره‌برداری در گروه‌های بسیار ناپایدار و ناپایدار، ۴۳/۶ درصد در گروه تاحدی پایدار و ۹/۷ درصد در گروه‌های پایدار و بسیار پایدار قرار دارند. همچنین نتایج حاصل از پژوهش حسن شاهی و همکاران، (Hasan Shahi et al., 2009) در خصوص ارزیابی وضعیت سطوح حفظ پایداری نظام زراعی گندم‌کاران تحت پوشش تعاونی‌های تولید استان فارس نشان داد که ۲۶/۷ درصد مزارع در سطح ناپایدار، ۴۳/۱ درصد مزارع در سطح نیمه پایدار و ۳۰/۲ درصد مزارع در سطح پایدار قرار دارند.

همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، امتیاز به‌دست آمده از گروه سنجه‌های مکانیزاسیون در سطح پایینی بوده و معادل ۲۸/۳۱ درصد امتیاز سنجه است. فقط حدود ۹/۲ درصد از مزارع مورد مطالعه از دیسک و در ۳/۱ آن‌ها از لولر استفاده می‌شد. در مورد ادوات نهرکن و کولتیواتور به ترتیب ۶ و ۲۳/۴۷ درصد از مزارع مورد مطالعه از این ادوات استفاده می‌کردند. هیچ‌یک از کشت‌بوم‌های مورد مطالعه از ادوات کودپاش، سم‌پاش و ماشین کاشت بهره نبرده‌اند. در صورت استفاده از نهرکن برای حفر نهرهای آبیاری از هدر رفت آب جلوگیری به‌عمل می‌آید، همین‌طور در صورت استفاده از کودپاش و سم‌پاش در مصرف کود و سم صرفه جویی می‌شود که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و از لحاظ زیست‌محیطی با اهداف کشاورزی پایدار هماهنگ می‌باشد.

همچنین با وجود مسئلهٔ وابستگی به نهاده‌های خارج از مزرعه، به نظر می‌رسد که مزایای کاربرد این نوع ماشین‌آلات کشاورزی از معایب آن‌ها بیشتر بوده و از امتیاز مثبتی برخوردار می‌شود. عدم کاربرد این ادوات سودمند در مزارع مانع از برخورداری صاحبان مزارع از مزایای ذکر شدهٔ فوق در صورت استفاده از آن‌ها می‌گردد.



شکل ۱- نمودار آمیبی سنجه‌های پایداری مزارع زعفران مورد مطالعه

Fig. 1- Amoeba graph of the sustainability indicators for under study saffron farms

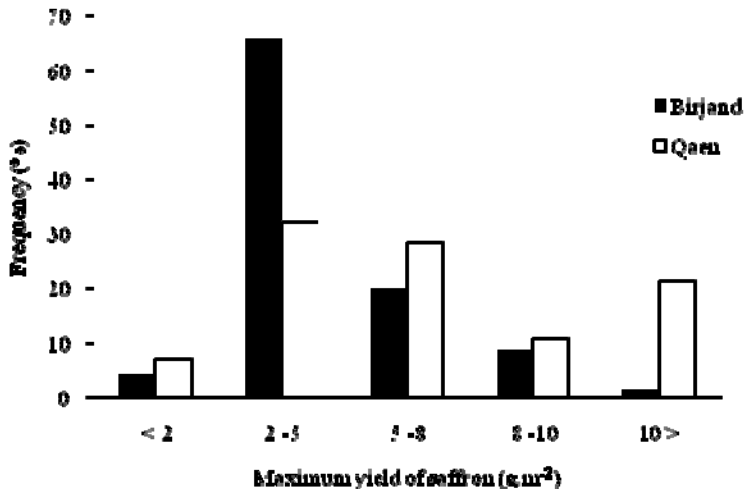
یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر امتیاز این گروه از سنجه‌ها نحوهٔ کاشت پیاز زعفران است. نوع کاشت غالب در مناطق مورد مطالعه کشت کپه‌ای و عدم استفاده از ماشین کاشت پیاز زعفران بوده است که منجر به دریافت امتیاز صفر از این سنجه گردید. بهنیا (Behnia, 2008) نیز در مطالعهٔ خود که طی مدت چهار سال به منظور بررسی اثرات روش کاشت و تراکم پیاز بر میزان عملکرد زعفران انجام گرفت، دریافت که با بالا رفتن سن مزرعهٔ زعفران روش کاشت بیشتر از تراکم بوته در عملکرد مؤثر می‌باشد و در روش کاشت ردیفی امکان ازدیاد بنه‌ها بیشتر از روش کاشت کپه‌ای فراهم بوده، عملکرد در این روش از روش کپه‌ای بیشتر بوده است.

علاوه بر گروه سنجه‌های مکانیزاسیون، امتیاز به‌دست آمده از گروه سنجه‌های آب و آبیاری نیز در سطح پایینی بوده است (شکل ۱). از دلایل پایین بودن این امتیاز، پایین بودن کارایی سیستم آبیاری مورد استفاده و در نهایت مصرف آب بیش از حد نیاز گیاه بود. سیستم مورد استفاده برای آبیاری در ۱۰۰ درصد مزارع مورد مطالعه در این طرح کرتی بوده که باعث شد هیچ‌یک از مزارع مورد مطالعه امتیاز این سنجه را که سه امتیاز از مجموع ۱۰۰ امتیاز شاخص پایداری را شامل بود، کسب ننمایند. نتیجهٔ به کارگیری چنین سیستم آبیاری ناکارآمدی در نظام‌های کشاورزی مورد مطالعه در این طرح بالا رفتن تلفات آب و به طور کلی میزان مصرف آب در زراعت زعفران شده است. میانگین مقدار مصرف آب آبیاری در مزارع مورد مطالعه در بیرجند حدود ۴۳۰۰ و در قاین حدود ۴۲۰۰ متر مکعب در هکتار در سال بوده است که نسبت به میزان مناسب مصرف آب در زراعت زعفران بالاتر بوده و هم از طریق استفادهٔ بی‌رویه از منابع طبیعی و هم از جنبهٔ وابستگی به نهاده‌ها موجبات ناپایداری نظام‌های کشاورزی مورد مطالعه را فراهم آورده است. از آن‌جا که کشور ما در منطقه‌ای کم‌آب و کم‌باران قرار دارد، باید از روش‌هایی برای آبیاری استفاده شود که با به‌کارگیری آنها بازدهی آب آبیاری افزایش یابد. نتایج بدست آمده از مطالعهٔ کریم زاده مقدم (Karimzade Moghadam, 2006) نشان داد که سیستم آبیاری تحت فشار در حالت کلی موجب افزایش کارایی مصرف آب و سود خالص نهایی در زراعت چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) می‌گردد.

کشاورزان زعفران‌کار مورد بررسی ۴۰/۵۴ درصد امتیاز مربوط به گروه سنجه‌های تولید محصول زراعی را به‌دست آوردند. میانگین حداکثر عملکرد کلالهٔ زعفران (عملکرد زعفران در سال‌های باروری زمین) در کل مزارع مورد مطالعه در این طرح ۵/۳ کیلوگرم در هکتار و به تفکیک در دو منطقه بیرجند و قاین به ترتیب ۴/۶ و ۶/۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. توزیع فراوانی میزان حداکثر کلالهٔ تولیدی در واحد سطح برای دو منطقهٔ بیرجند و قاین در شکل (۲) نشان داده شده است.

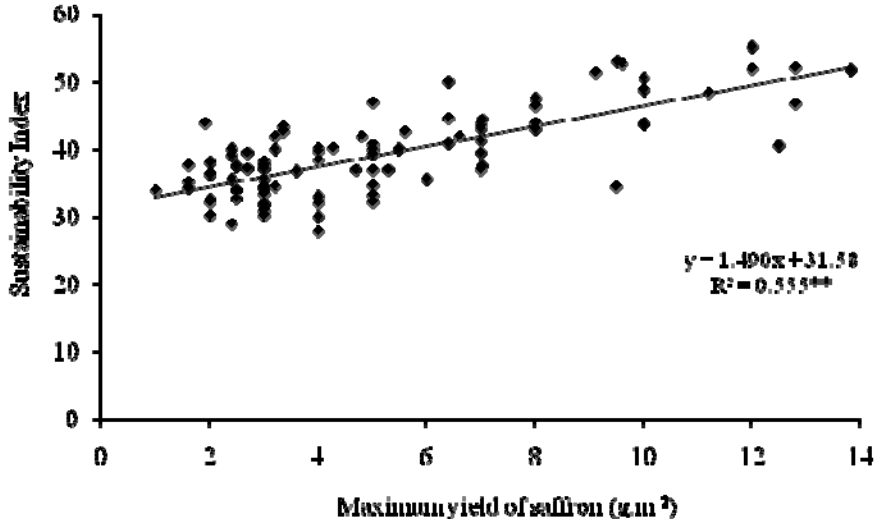
رابطهٔ رگرسیونی میان عملکرد کلالهٔ زعفران در مزارع مورد مطالعه با شاخص پایداری نهایی در این مزارع در هر دو منطقهٔ بیرجند و قاین در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار شد (شکل ۳).

نتایج پژوهش ایروانی و دربان آستانه (Iravani & Darban Astaneh, 2004) بیانگر رابطهٔ مثبت معنی‌دار میان میزان عملکرد در محصول گندم و پایداری نظام‌های بهره‌برداری گندم‌کاران استان تهران می‌باشد.



شکل ۲- حداکثر عملکرد زعفران (گرم بر متر مربع) در مزارع مورد مطالعه در دو منطقهٔ بیرجند و قاین

Fig. 2- Maximum yield of saffron under the study farms in both Birjand and Qaen regions



شکل ۳- رابطهٔ بین عملکرد زعفران (گرم بر متر مربع) و شاخص پایداری در مزارع مورد مطالعه

Fig. 3- Relation between saffron yield ($g.m^{-2}$) and sustainability index in the under study farms

آنان اظهار داشتند که تولید محصول می‌تواند انعکاسی از جنبه‌های اقتصادی و اکولوژیکی باشد که از یک طرف درآمد ناشی از آن نشانهٔ توجیه‌پذیر بودن آن از لحاظ اقتصادی و به‌تبع آن تشویق تولیدکننده برای فعالیت بوده و از طرفی مقدار تولید بیانگر وضعیت مناسب و پتانسیل بالای منابع مزرعه برای تولید می‌باشد.

(Amani & Chizari, 2006) در نتایج تحقیق خود در زمینهٔ پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار کم‌نهاده دریافتند که بین عملکرد گندم و پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار کم‌نهاده ارتباط مثبت و معنی‌دار وجود دارد. در واقع کشاورزانی که عملکرد بالاتری کسب نموده‌اند درک بیشتری از روش‌های کشاورزی پایدار داشته‌اند. حیاتی و کرمی (Hayati & Karami, 1999) در نتیجهٔ پژوهش خود بیان کردند که میزان کل تولید در محصول گندم با متغیر دانش کشاورزی پایدار، همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته است.

عامل بسیار مهم و مؤثر بر پایین بودن امتیاز گروه سنجه‌های تولید، کسب امتیاز پایین از سنجهٔ مساحت مزرعهٔ زعفران می‌باشد که در این تحقیق جزء گروه سنجه‌های تولید لحاظ شده است. توزیع

فراوانی مساحت مزارع زعفران مورد مطالعه در جدول (۴) نشان داده شده است. وسعت مزرعه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در درآمد بوده و علاوه بر آن با افزایش سطح زیر کشت محصول، امکان استفاده از ادوات کشاورزی و اعمال مدیریت صحیح در جهت اجرای روش‌های کشاورزی پایدار بالا می‌رود. از لحاظ نظری بهترین اندازهٔ واحد تولیدی، حجمی از تولید است که در آن هزینهٔ متوسط در حداقلِ خود باشد (Hoseinzade et al., 2009). به‌نظر می‌رسد کشاورزان خرده‌پا در مقابله با پیشرفت کشاورزی صنعتی قدرت اندکی دارند، مزارع کوچک نمی‌توانند از عهدهٔ تأمین مخارج روبه‌رشد تجهیزات و فناوری‌های زراعی برای رقابتی موفق در برابر مزارع بزرگ برآیند. همان‌گونه که ضریب همبستگی سطح زیر کشت محصول زعفران با شاخص پایداری در این طرح مثبت (R=۰/۶۲۳) و در سطح ۹۹ درصد معنی‌دارشد.

جدول ٤- توزیع فراوانی (درصد) مساحت در مزارع زعفران مورد بررسی

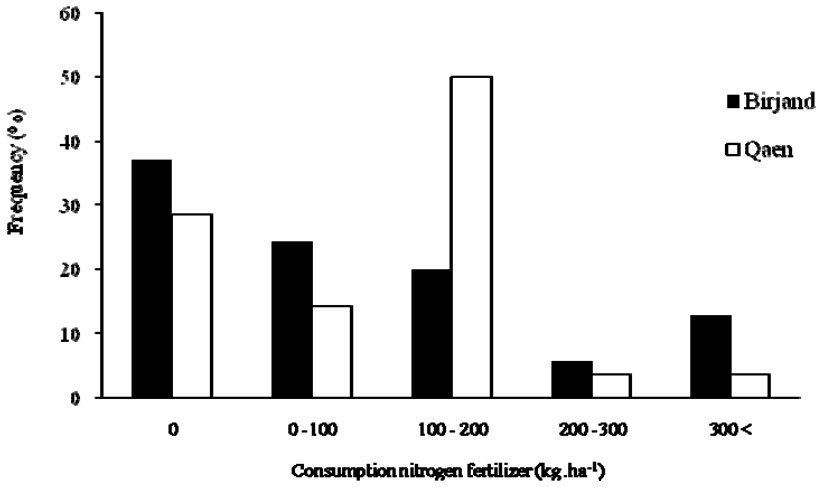
Table 4- Frequency distribution (percent) under the study saffron farms in both studied areas

میانگین mean	قاین Qean	بیرجند Birjand	مساحت (مترمربع) Area (m^2)
16.33	0	22.86	<1000
53.06	14.3	68.57	1000 -5000
22.45	60.7	7.14	5000-10000
8.16	25	1.43	> 10000

سنجه‌های گروه دام در این مطالعه در دو بخش تنوع گونه‌ای دامی و تولید محصولات دامی است. از چهار امتیاز سنجه‌های گروه دام (از مجموع ۱۰۰ امتیاز)، کشاورزان ۱/۳۷ (۳۴/۲۵ درصد) امتیاز به‌دست آورده‌اند. در بخش تنوع گونه‌ای دامی وجود دام و نیز تعداد انواع دام و در بخش تولید محصولات دامی تولید شیر و گوشت مد نظر قرار گرفته است. از آن‌جا که تلفیق سیستم‌های زراعی با دامداری می‌تواند باعث ثبات اقتصادی و محیطی شود، از این طریق با افزایش پایداری در مزارع در ارتباط است. به عنوان مثال فرآورده‌های دامی، تنوع اقتصادی را افزایش می‌دهند و راه‌های دیگری را برای فرآیندهای چرخش مواد که نتیجهٔ آن بسته‌تر شدن نظام زراعی است، فراهم می‌کند.

متوسط مصرف کود نیتروژن در بین کشاورزان مورد مطالعه که از کود نیتروژن در مزارع خود استفاده کرده‌اند در منطقهٔ بیرجند ۱۹۴و در منطقهٔ قاین ۱۳۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد، که در نهایت منجر به کسب ۲۱ و ۵۰ درصد امتیاز از سنجهٔ مصرف کود نیتروژن به ترتیب برای بیرجند و قاین گردیده است. توزیع فراوانی مصرف کود نیتروژن در کشت‌بوم‌های مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است.

زعفران گیاهی کم توقع است و همواره برای تولید حداکثر عملکرد فقط به میزان ناچیزی از عناصر غذایی نیاز دارد و به طور کلی نیاز زعفران به نیتروژن ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، تقریباً معادل ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره می‌باشد (Kafi et al., 2002). مصرف مقادیر بالاتر از این عنصر در زراعت زعفران علاوه بر اینکه هدف زارع که همان افزایش محصول است را برآورده نمی‌کند، بلکه باعث ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی می‌گردد.



شکل ٤- توزیع فراوانی (٪) مصرف کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) در مزارع مورد مطالعه در دو منطقهٔ بیرجند و قاین

Fig. 4- Frequency distribution (%) consumption nitrogen fertilizer ($kg.ha^{-1}$) under the study farms in both Birjand and Qaen regions

از اینرو، با افزایش کاربرد این کود در زراعت زعفران میزان امتیاز پایداری این سنجه و در نهایت شاخص کلی پایداری کاهش می‌یابد. بنابراین، باید روش صحیح مدیریت کود که در آن حداکثر کارایی درنتیجهٔ کاربرد نهادهٔ کود حاصل می‌شود ترویج یابد؛ به گونه‌ای که در کنار مصرف کودهای شیمیایی از سایر منابع کودی با منشأ طبیعی مانند کودهای بیولوژیک و نیز کود دامی استفاده کرد تا درنتیجهٔ آن از مضرات مصرف زیاد مواد شیمیایی که تعادل اکولوژیکی نظام را برهم زده و در نهایت از پایداری نظام زراعی می‌کاهد، کاست. امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) اعلام کردند که با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، عملکرد کمّی و کیفی گیاه زعفران افزایش یافت.

به منظور تعیین نوع و میزان تأثیر سنجه‌هایی که بیشترین درصد تغییرات شاخص پایداری را توجیه می‌کنند با استفاده از روش آنالیز گام به گام در نرم افزار SPSS، فرآیند حذف متغیرهای غیر ضروری دنبال شد. بر همین اساس، مدل برآوردشده مربوط به شاخص پایداری در مزارع زعفران نمونه‌های منطقه تحقیق بر اساس معادله (۳) بود:

$$S.I.= 25.82 + (0.0049*A) + (0.00031*B) + (2.99*C) + (2.14*D) + (3.42*E) + (0.00000042*F) + (0.0005*G) + (2.54*H) + (1.29*I) + (0.0036*J) \quad \text{معادله (۳)}$$

که در این معادله، .S.I: شاخص پایداری، A: درآمد ناخالص از محصول زعفران، B: وسعت مزرعهٔ زعفران، C: آبیاری تابستانه، D: دسترسی به بیمه، وام و اعتبارات بانکی، E: وجود دام، F: سایر درآمدها، G: میزان مصرف آب، H: دسترسی به مروجین کشاورزی، I: دسترسی به کود، سم، بذر و نهاده‌های کشاورزی، J: انجام یکبار شخم مکانیکی می‌باشد. جدول ۵ مقادیر ضرایب برآورده شده الگوی فوق را به همراه آمارهٔ t استیودنت و سطح معنی‌داری آنها نشان می‌دهد. از میان سنجه‌های وارد شده در الگوی شاخص پایداری میزان مصرف آب دارای ضریب منفی بوده و مابقی سنجه‌های وارد شده ضریب مثبت دارند.

بر اساس اطلاعات جدول ۵ ضریب تعیین (R^2) مربوط به خط رگرسیون برازش شده برابر با ۰/۸۷ می‌باشد، مقدار ضریب مذکور نشان می دهد ۸۷ درصد تغییراتی که در شاخص پایداری (متغیر وابسته) به‌وجود می‌آید، توسط متغیرهای توضیحی مندرج در این جدول می‌باشد. مقدار برآورد شده ضریب مذکور در این تحقیق، بیانگر قدرت بالای توضیح‌دهی مدل برآوردی می‌باشد.

به منظور بررسی عدم نقض فروض کلاسیک رگرسیون خطی، آزمون‌های لازم انجام شد که نتایج آن حاکی از عدم خود همبستگی، ناهمسانی واریانس اجزاء اخلال و عدم هم‌خطی متغیرهای مستقل تحقیق می‌باشد. لازم به ذکر است به منظور صرفه جویی در فضا از ذکر مقادیر آزمون‌های مورد استفاده خودداری شده و فقط در جدول ۵ مقدارضریب Durbin-Watson رگرسیون که معادل ۱/۵۹ می‌باشد ذکر شده است که نشانگر عدم خود همبستگی اجزا اخلال می‌باشد. لازم به ذکر است که ارزش DW محاسباتی بین صفر و ۴ متغیر است و در صورتی که این آماره برای مدلی در اطراف دو برآورد گردد نشاندهنده عدم وجود خود همبستگی اجزاء اخلال در مدل می‌باشد.

جدول ۵- ضرایب برآوردشده الگوی شاخص پایداری با استفاده از آنالیز گام به گام

Table 5- Estimated coefficients of sustainability index pattern via from stepwise regression

	b	t-student	سطح معنی‌داری Significant level
ضریب ثابت عددی Constant	25.21	21.157	0.00
درآمد ناخالص از محصول زعفران Gross income from saffron yield	0.0049	15.062	0.00
وسعت مزرعهٔ زعفران Saffron farm size farms	0.00031	6.556	0.00
آبیاری تابستانه Summer irrigation	2.99	4.821	0.00
دسترسی به بیمه، وام و اعتبارات بانکی Availability insurance and loan	2.146	4.081	0.00
وجود دام Presence of livestock in farms	3.42	6.451	0.00
سایر درآمد Other incomes	0.00000042	4.184	0.00
میزان مصرف آب Water consumption	-0.0005	-2.809	0.01
دسترسی به مروجین کشاورزی Availability of agriculture extension service	2.54	3.667	0.00
دسترسی به نهاده‌های کشاورزی Availability of agricultural inputs	1.29	2.465	0.02
یکبار شخم مکانیکی Once plowing	1.36	2.119	0.04
R^2= 0.88	DW= 1.70		

نتیجه‌گیری

در گروه سنجه‌های کود و مواد شیمیایی در این مطالعه ۳۶/۲۶ درصد امتیاز این گروه به‌دست آمده است. افراط و گاهی تفریط در زمینهٔ استفاده از کودهای شیمیایی هر کدام عواقبی به‌دنبال دارد. انجام آزمایشات خاک مزرعه به منظور تعیین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و توصیه‌های کودی مناسب و همچنین استفاده از روش‌های بهینهٔ مصرف کود نظیر کاربرد ماشین کودپاش و تغییر الگوهای کوددهی به سوی الگوهایی که مصرف کمتر با کارایی بالاتر به همراه دارند باعث بهبود وضعیت این سنجه و نیز تولید عملکرد می‌گردد.

نوع سیستم آبیاری به کار رفته در تمامیکشت‌بوم‌های مورد مطالعه کرتی بوده که کارایی پایین آن کاملاً واضح است. از طرفی حفر چاه‌های عمیق به دلیل پایین بودن سطح آب‌های زیر زمینی و بهره‌برداری بی‌رویه بدون در نظر گرفتن توان جبران منابع نیز از عوامل مهم در پایین بودن امتیاز سنجه‌های گروه آب آبیاری و در نهایت شاخص پایداری نهایی شده است. سامان دادن وضعیت کانال-های انتقال آب در این مناطق و ترویج کاربرد روش‌های آبیاری با کارایی بالا (سیستم‌های آبیاری تحت فشار) البته با کمک‌های مالی و اعتباری دولت، به افزایش پایداری اینکشت‌بوم‌ها کمک می‌کند. در این زمینه بالا بودن هزینهٔ سرمایه‌گذاری اولیه یکی از مشکلاتی است که در راه افزایش استقبال بهره‌برداران از آبیاری تحت فشار وجود دارد و باید گفت ناتوانی در پرداخت این هزینه‌ها از سوی بهره‌برداران، توسعهٔ کاربرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار را با مانع روبرو کرده است. کوچک بودن زمین‌های زراعی مانعی بر سر راه کاربرد ادوات سودمند کشاورزی نظیر ماشین کاشت، کودپاش و سم‌پاش محسوب می‌باشد. به منظور حل مشکل وسعت کم مزارع زعفران در مناطق مورد مطالعه می‌توان با تشویق زعفران‌کاران به تشکیل تعاونی‌ها و تغییر مزرعه از حالت خرده‌مالکی به مدیریت یکپارچه در جهت افزایش اندازهٔ واحدهای زراعی اقدام کرد. با اینکار علاوه بر افزایش سطوح زیر کشت هر واحد زراعی امکان استفادهٔ مشترک از ادوات سنگین و سرمایه‌بر که تهیهٔ آن از عهدهٔ تک‌تک کشاورزان خارج می-باشد، فراهم شده و هزینه‌های تولید تا حد زیادی کاهش می‌یابد. از آنجایی‌که اندازهٔ بهینهٔ واحد کشاورزی متأثر از ساختار تولید، نوع محصولات، شرایط اقتصادی و اجتماعی هر منطقه می‌باشد، لذا بهتر است مطالعات مربوط به تعیین اندازهٔ بهینهٔ واحدهای تولیدی به طور اختصاصی برای محصول زعفران در هر منطقه صورت گیرد.

منابع

1- Afraz, A. 1997. Sustainability is not enough. Agricultural Economics and Development 18: 137-142.
2- Amani, A., and Chizari, M. 2006. Appointment social, economics and agricultural characteristics for wheat farmer Ahvaz, Dezful and Behbahan townships attention to Acceptance methods of Low Input Sustainable Agriculture (LISA). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 10(1): 107-119.
3- Behnia, M. 2008. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) yield in Damavand region. Pajouhesh and Sazandegi 79: 101-108. (In Persian with English Summary)
4- Beus, C.E., and Dunlop, R.E. 1994. Agricultural paradigms and the practice of agriculture. Rural Sociology 59(4): 620–635.
5- Ghorbani, R. 2006. The Economics of saffron in Iran proceedings of the 2th International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006, 14 pp.
6- Gowda, M.J.C., and Jayaramaiah, K.M. 1998. Comparative evaluation of rice production systems for their sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment 69: 1–9.
7- Hansen, J.W. 1996. Is agricultural sustainability a useful concept? Agricultural Systems 50: 117–143.
8- Hasan Shahi, H., Iravani, H., and Kalantari, K.H. 2009. Evaluation status of maintenance levels sustainability agricultural system's wheat farmers member of production cooperation corporation Fars province. Journal of Economics Researches and Agricultural Development 40(2): 135-143. (In Persian)
9- Hayati, D. and Karami, E. 1999. Factors influencing agricultural knowledge and sustainability agricultural systems in Fars province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 3(2): 21-34. (In Persian)
10- Hoseinzade, J., Aref Eshghi, T., and Dashti, G.H. 2009. Appointment farm optimum size Gilan province. Journal of Economics and Agricultural Development 23(2): 118-128. (In Persian)
11- Irvani, H., and Darban Astaneh, A. 2004. Measurement, analysis and exploitation of the sustainability of farming systems (case study: wheat production, Tehran province). Iranian Journal of Agricultural Sciences 35(1): 39-52. (In Persian with English Summary)
12- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron Production and Processing. Mashhad, Ferdowsi University Press. pp. 25-128.
13- Karimzade Moghadam, M. 2006. Investigating effect of irrigation systems on Performance water consumption and quantitative and quality sugar beet yield. Initial National Conference of Irrigation and Drainage Plexus p. 7. (In Persian)
14- Mahdavi Damghani, A. 2005. Systems approach to assessment of ecological sustainability for some of agricultural

systems in the Khorasan province. Ph.D. Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
15- Mahdavi Damghani, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2005. Ecological sustainability of a wheat-cotton agroecosystem in Khorassan. Journal of Iran Agricultural Researches 3(1): 129-142. (In Persian with English Summary)
16- Odum, E.P. 1989. Ecology and our endangered life-support systems. Sinauer Association Incorporation. Sunderland, Massachusetts. 363-365 pp.
17- Omidi, H., Naghdibadi, H., Gazad, A., Torabi, H., and Fotokian, M. 2009. Effect of chemical and organic fertilizer on quantitative and quality saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of medicinal plants 30: 98-109. (In Persian)
18- Rasul, G., and Thapa, G.B. 2003. Sustainability analysis of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh. World Development 10: 1721-1741.
19- Rigby, D., and Caceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural system. Agricultural Systems 68: 21–40.
20- Sands, G.R., and Podmore, T.H. 2000. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 79: 29–41.
21- Smyth, A.J., and Dumanski, J. 1993. An international framework for evaluating sustainable land management (FESLM). FAO World Soil Resource Report No. 73 and 74. Rome: FAO.
22- Tajiani, H., and Koopahi, M. 2005. An estimation of export demand and supply functions for Iranian saffron. Journal of Agricultural Sciences 36: 573-580. (In Persian with English Summary)
23- Tellarini, V., and Caporali, F. 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. Agriculture, Ecosystems and Environment 77: 111–123.
24- Tisdell, C. 1996. Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects: an evaluation. Agriculture, Ecosystems and Environment 57: 117–131.
25- Van Ittersum, M.K., and Rabbinge, R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input–output combinations. Field Crops Research 52: 197–208.
26- Webster, P. 1999. The challenge of sustainability at the farm level: presidential address. Journal of Agricultural Economics 50(3): 371–387.