نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 9، شماره 4، زمستان 1396، ص. 1006-993

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 993-1006

بررسی ابعاد مختلف پایداری در نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) و پسته (*Pistacia vera* L.) استان کرمان

مهدی نقی زاده[1] و روح الله مرادی[1*]

تاریخ دریافت: 1394/04/27
تاریخ پذیرش: 1394/09/15

نقی زاده، م.، و مرادی، ر. 1396. بررسی ابعاد مختلف پایداری در نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) و پسته (*Pistacia vera* L.) استان کرمان. بوم‌شناسی کشاورزی، 9(4): 1006-993.

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زراعی و مدیریتی پایداری دو نظام تولید پسته (*Pistacia vera* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) که غالبیت کشت را در استان کرمان دارا هستند، اجرا شد. اطلاعات مربوط به این نظام‌های کشاورزی شامل سنجه‌های اجتماعی- اقتصادی، تولید محصولات زراعی و دامی، کود و نهاده‌های شیمیایی، مدیریت بقایای گیاهی، منابع آب و آبیاری، شخم و مکانیزاسیون، تنوع گونه‌ای کشاورزی و مدیریت علف‌های هرز در مناطق اصلی مورد کشت این دو گیاه در سال‌های 1393 و 1394 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بررسی ویژگی‌های فردی کشاورزان نشان داد که میانگین سنی آن‌ها در نظام‌های تولید گندم و پسته به‌ترتیب حدود 43 و 39 سال بود. در هر دو نظام مورد بررسی، افراد با تحصیلات دیپلم بالاترین فراوانی را داشتند. میانگین عملکرد گندم 3460 و پسته 573 کیلوگرم در هکتار برای استان گزارش شد. نتایج نشان داد که میزان مصرف کود و نهاده‌های شیمیایی، در هر دو محصول و به‌ویژه در پسته به‌شدت بالا بوده که این امر مغایر با اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. متوسط درآمد سالانه برای گندم و پسته به‌ترتیب 4 و 18 میلیون تومان بود. بررسی سنجه‌های مختلف پایداری نشان داد که شاخص پایداری در گندم 47/26 و در پسته 44/22 بود که هر دو در گروه تا حدودی ناپایدار قرار می گیرند. سنجه‌های مدیریت بقایای گیاهی در نظام تولید گندم و سنجه اجتماعی-اقتصادی در پسته نسبت به دیگر سنجه‌ها از وضعیت مناسب‌تری برخوردار بودند. به طور کلی، نهاده‌های شیمیایی، آب آبیاری و عدم ثبات اقتصادی کشاورزان، اصلی‌ترین مشکلات در زمینه پایداری بوده و برای حصول به پایداری باید جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زراعی و مدیریتی مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جنبه‌های اقتصادی- اجتماعی، درآمد، سنجه، شاخص، مدیریتی

مقدمه

در سه دهه اخیر بحث پایداری بوم‌نظام‌های زراعی از توجه روز افزونی برخوردار بوده است که دلیل آن را می‌توان نگرانی‌های مربوط به زوال منابع محیطی، دغدغه‌های مربوط به کیفیت مواد غذایی از سوی مصرف‌کنندگان و روند نزولی کیفیت زندگی در جوامع روستایی دانست (Kamkar & Mahdavi Damghani, 2008). واژه پایداری که در طی دهه 70 میلادی به‌ندرت و صرفا در مورد منابع جنگلی و نحوه بهره‌برداری از جنگل‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، امروزه به یکی از متداول‌ترین اصطلاحات در عرصه‌های اقتصادی و اجتماعی به‌طور عام و در علوم محیطی به‌طور خاص تبدیل شده است (Gupta, 1997; Koocheki et al., 2017). افزایش آگاهی از تأثیر فعالیت‌های انسان از جمله کشاورزی بر محیط و منابع پایه باعث شده است که در طی دهه‌های گذشته مفاهیمی هم‌چون "توسعه پایدار" و "کشاورزی پایدار" توسط محققین مطرح و ضرورت تغییر سیستم‌های

1- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان
(*- نویسنده مسئول: (Email: r.moradi@uk.ac.ir
DOI:10.22067/JAG.V9I4.48500

اقتصادی، اجتماعی و کشاورزی به سمت پایداری مورد تأکید قرار گیرد (Koocheki & Nassiri Mahallati, 2005). طی سال‌های اخیر، ضرورت پرداختن به مسئله پایداری نظام بهره‌برداری کشاورزی و توجه به معیارها و اصول توسعه و کشاورزی پایدار مورد تأکید قرار گرفته است (Hasanshahi et al., 2009). از طرفی، با وجود این‌که ایران کشوری وسیع با آب و هوای متنوع می‌باشد و امکان کشت بسیاری از محصولات در مناطق مختلف آن فراهم می‌باشد، بخش کشاورزی نتوانسته به تقاضای فزاینده برای مواد غذایی پاسخ گوید و واردات محصولات کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است.

اصلی‌ترین مفهوم توسعه پایدار تضمین نیازهای نسل کنونی بدون به خطر انداختن توانایی نسل آینده در تأمین نیازهایشان می باشد که توسط کمسیون جهانی محیطزیست و توسعه بیان شده است (Xu et al., 2006). در واقع توسعه پایدار بر محدودیت‌ها دلالت دارد، اما نه به‌صورت محدودیت‌های مطلق، بلکه محدودیت‌هایی که به‌دلیل وضعیت کنونی تکنولوژی و اجتماعی بر منابع محیطی تحمیل می‌شود.

پژوهشگران به منظور ایفای نقش کلیدی خود در دستیابی به توسعه پایدار، مقوله کشاورزی پایدار را مطرح کرده‌اند و شاید بتوان با اطمینان گفت که دستیابی به پایداری در بخش کشاورزی، بس دشوارتر از دستیابی به پایداری در بخش صنعت است (Kamkar & Mahdavi Damghani, 2008). از سوی دیگر، مهمترین چالش کشاورزی ایران برای آینده، امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد و برای غلبه بر این چالش باید از رهیافتی سیستمی و مبتنی بر مفاهیم پایداری بهره گرفت. برای دستیابی به کشت بوم‌های پایدار کشاورزی باید کارایی عملیات، فرآیندها و نهاده‌ها را افزایش داد، نهاده‌های بوم‌سازگار را جایگزین نهاده‌ها و عملیات زیان‌بار کرد و در نهایت سامانه‌های نوینی مبتنی بر اصول بوم شناختی ایجاد کرد (Kamkar & Mahdavi Damghani, 2008). پایداری بخش کشاورزی در بعد کلی دارای سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی می‌باشد (Aghapoor & Rafiei, 2010). توسعه کشاورزی پایدار یک هدف مهم در بهبود طرح های اقتصادی و توسعه جوامع انسانی در سراسر جهان می‌باشد

امروزه نیاز به کمی کردن بسیاری از جنبه‌های کیفی پایداری بوم شناختی کشاورزی احساس می‌شود. شاخص‌ها ابزاری توانمند برای اندازه‌گیری و یا به‌صورت ساده‌تر توصیف موضوعات ویژه در یک چارچوب پویا را بر عهده دارند (Alibeigi & Baboli, 2009). شاخص پایداری کشاورزی، مجموعه‌ای از سنجه‌های پایداری است که پایداری یک کشت بوم را به شکل کمی تعیین می‌کند. سنجه‌های پایداری باید کلیه مسائل بنیادی یک کشت‌بوم نظیر عوامل زراعی، بوم‌شناختی، اقتصادی و فناوری‌های استفاده شده را مورد بررسی و تحلیل قرار دهند و هر یک را به شکل کمی بیان کنند (Pannell & Schilizzi, 1999).

یکی از نخستین پژوهش‌های مربوط به کمی کردن پایداری در ایران توسط حیاتی و کرمی (Hayati & Karami, 1997) صورت گرفت. ایشان میزان پایداری نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) را به شکلی کاربردی مورد سنجش و ارزیابی قرار دادند. بر اساس این تحقیق، پایداری نظام تولید گندم در چهار سطح بسیار ناپایدار، ناپایدار، نسبتاً پایدار و پایدار دسته‌بندی گردید. در پژوهشی دیگر، مقدار پایداری کشت بوم‌های سه استان مازندران، اصفهان و آذربایجان غربی به‌صورت کمی و در قالب یک شاخص پایداری تعیین شد (Koocheki, 1998). مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) با تدوین یک شاخص به مطالعه پایداری بوم-شناختی دو سامانه کشاورزی گندم-پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) و گندم-چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در استان خراسان پرداخت. میانگین امتیاز شاخص پایداری در این دو سامانه به‌ترتیب 44 و 49 بود که حاکی از شرایط نامطلوب این کشت بوم‌ها از نظر پایداری بود. هدف از این تحقیق، بررسی کمی میزان پایداری نظام-های کشاورزی گندم و پسته (*Pistacia vera* L.) در استان کرمان در ابعاد مختلف و تعیین اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار بر توسعه پایداری این نظام‌های کشاورزی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مقیاس منطقه‌ای و در سطح استان کرمان در سال‌های 1393 و 1394 انجام گرفت. دو نظام کشت گندم و پسته به‌عنوان مهمترین گیاهان زراعی و باغی موجود در استان برای مطالعه حاضر انتخاب شدند.

طراحی سنجه‌ها و شاخص‌های پایداری: بر اساس عوامل زراعی، اجتماعی، اقتصادی و بوم‌شناختی، سنجه‌های مورد استفاده در این تحقیق به دو نوع زراعی- بوم‌شناختی و اجتماعی-

اقتصادی تقسیم‌بندی شد. برای محاسبه شاخص پایداری در این تحقیق از 82 سنجه برای گندم و پسته استفاده شد. امتیاز تعلق گرفته به هر سنجه بر اساس مطالعه مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) تعیین شد.

سنجه‌های زراعی- بوم شناختی: این سنجه‌ها شامل سنجه‌های تولید (سطح زیر کشت و عملکرد هر محصول و همچنین میزان تولید محصولات دامی)، کودهای شیمیایی و آلی و آفت‌کش-های شیمیایی، مدیریت بقایای گیاهی (بازگرداندن بقایا به خاک، سوزاندن بقایا و تغذیه دام از بقایا)، آبیاری (مقدار بارندگی، پراکنش بارندگی، مقدار مصرف آب، منبع تأمین آب، سیستم آبیاری، عمق چاه و نوع پمپ آب)، شخم و مکانیزاسیون (وسیله شخم، تعداد شخم و ادوات و ماشین‌آلات شخم)، تنوع گونه‌ای (استفاده از آیش، بقولات و تنوع محصولات زراعی و دامی) و مدیریت علف‌های هرز (روش و دفعات کنترل علف‌هرز) بود.

سنجه‌های اجتماعی- اقتصادی: در بخش اجتماعی، سنجه‌های سن کشاورز، میزان تحصیلات، تعداد افراد خانوار، وجود کار خانوادگی در مزرعه، نوع مالکیت زمین زراعی، تعداد قطعات زمین زیر کشت، اندازه مزرعه، سطح کل زمین‌های زیر کشت، فاصله مزرعه تا محل سکونت زارع، دسترسی راحت به نهاده‌های تولید، بیمه، وام و اعتبارات بانکی و دسترسی به مهندسین و کارشناسان مدنظر قرار گرفت. سنجه‌های اقتصادی نیز شامل درآمد هر هکتار از محصول زراعی، درآمد سالانه از محصولات دامی، صنایع دستی، قالی‌بافی و سایر درآمدهای کشاورز از منابع دیگر و همچنین کلیه هزینه‌های تولید بود.

برای محاسبه شاخص پایداری از روش مجموع وزنی[1] استفاده شد (Andreoli & Tellarini, 2000). براساس این روش، برای هر سنجه امتیاز خاصی تعیین شد. به‌طوری‌که امتیاز هر سنجه از صفر تا سقف (0/5، 1 و 2) متغیر است که به مقادیر مختلف سنجه تعلق گرفت. به علاوه برای هر سنجه، یک دامنه مقادیر در نظر گرفته شد که بر اساس آن به بهترین حالت، حداکثر امتیاز و به نامطلوب‌ترین حالت، امتیاز صفر یا حداقل امتیاز تعلق گرفت. پس از تعیین امتیاز هر سنجه، مجموع امتیاز سنجه‌ها جمع شده و به‌عنوان امتیاز نهایی منظور شد. علت این‌که برای سنجه‌های مختلف، امتیازهای متفاوتی در نظر گرفته شد، اولویت و اهمیت بالای برخی سنجه‌ها بود. برای شاخص پایداری در مجموع 100 امتیاز منظور شد.

پس از طراحی و تأیید سنجه‌ها 295 و 234 پرسش‌نامه به مناطقی از استان کرمان که به‌ترتیب کشت و کار پسته و گندم در آن ها غالب است ارسال شد و پس از تکمیل، اطلاعات آن مورد استفاده قرار گرفت. تعداد پرسشنامه برای هر محصول یا به‌عبارتی تعداد افراد نمونه با استفاده از فرمول کوکران (معادلات 1 و 2) تخمین زده شد (Snedecor & Cochran, 1976):

معادله (1)
$$n = \frac{N(s \times t)^2}{(N-1)d^2 + (s \times t)^2}$$

معادله (2)
$$d = \frac{t \times s}{\sqrt{n}}$$

در این معادله t: برابر است با 1/96 (در سطح اطمینان 95 درصد)، s: پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d: دقت احتمالی مطلوب، N: حجم جامعه و n: حجم نمونه است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به‌دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها (اشتباه استاندارد) از نرم‌افزار SAS نسخه 9/2 استفاده شد. رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های شخصی و حرفه‌ای کشاورزان: نتایج بررسی-ها نشان داد که میانگین سنی کشاورزان برای گندم و پسته به‌ترتیب حدود 43 و 39 بود (جدول 1). بر این اساس و همچنین از آن‌جایی که که حداقل سن کشاورزان پسته‌کار (22 سال) کمتر از گندم (28 سال) بود، می‌توان چنین نتیجه گرفت که به‌طور کلی در کشت پسته افراد جوان‌تری نسبت به کشت گندم فعالیت دارند. در نظام‌های کشت گندم و پسته، میانگین تعداد افراد خانواده به‌ترتیب 4/5 و 4/2 بود (جدول 1). به‌نظر می‌رسد که با توجه به سیاست‌گذاری‌های دو دهه-های 70 و 80 در رابطه با تنظیم خانواده باعث شده است به تدریج تعداد افراد خانوار حتی در جوامع روستایی به شکل قابل‌توجهی کاهش پیدا کند. مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) در مطالعه پایداری برخی نظام‌های زراعی در استان خراسان تأیید نمود که در دهه‌های اخیر، تبلیغات مستمر رسانه‌های عمومی به شکل قابل درک و پذیرش از سوی جوامع کشاورزی و همچنین ملموس بودن مشکلات خانواده‌های گسترده برای کشاورزان و جایگزینی تدریجی ماشین‌آلات و نهاده‌های نوین با نیروی کار انسانی باعث شده است

1- Weighting sum

که جوامع کشاورزی به سمت تشکیل خانواده‌های کوچک‌تر حرکت کنند. کوچک‌تر شدن خانواده به‌معنی آسیب‌پذیری کمتر کشاورز در مواجهه با مشکلات و تخصیص منابع بیشتر به هر یک از افراد خانواده است.

از نظر میزان تحصیلات در هر دو نظام کشاورزی گندم و پسته، افراد با سطح تحصیلات مختلف از بی‌سواد تا فوق لیسانس فعالیت دارند. میانگین سطح تحصیلات در نظام گندم 9/41 و پسته 9/7 سال بود (جدول 1). میزان تحصیلات کشاورزان نقش مهم و اساسی در آگاهی از خطرات و مضرات استفاده از نهاده‌های شیمیایی و درک کشاورزی پایدار دارد، به‌ویژه این‌که امروزه بحث نظام‌های کشاورزی بوم‌سازگار، کم نهاده و ارگانیک در جهان بسیار مطرح می‌باشد. حدود 36 درصد کشاورزان در دو نظام کشاورزی مورد بررسی تحصیلات دیپلم و دانشگاهی داشتند (نتایج نشان داده نشده است). بنابراین، به‌نظر می‌رسد با آموزش صحیح و مناسب بتوان گرایش به سمت کشاورزی پایدار و زیستی را در بین کشاورزان منطقه تقویت نمود. نقش مثبت میزان تحصیلات در افزایش کارایی انتقال مفاهیم کشاورزی پایدار به کشاورزان توسط محققین مختلف تأیید شده است (Comer et al., 1999; Verma et al., 2015).

جدول 1- ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای کشاورزان در نظام‌های گندم و پسته

Table 1- Personal and professional characteristics of farmers in wheat and pistachio systems

	گندم Wheat				پسته Pistachio			
متغیر Variable	میانگین Mean	انحراف معیار SE	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean	انحراف معیار SE	حداقل Minimum	حداکثر Maximum
سن (سال) Age (Year)	43.4	16	28	68	39.2	12	22	66
تعداد افراد خانوار Household size	4.50	1.8	3	8	4.20	1.6	3	8
میزان تحصیلات (سال) Educational level (Year)	9.41	4.5	0	18	9.70	4.7	0	18
اندازه زمین (هکتار) Farm size (ha)	1.98	14.8	0.45	40	3.82	28.4	0.3	125
عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield ($kg.ha^{-1}$)	3460	1840	1500	7500	573.0	189.2	145	1300
نیتروژن (کیلوگرم اوره در هکتار) N ($kg\ Urea.ha^{-1}$)	161. 7	84.54	0	300	198.0	103.3	50	350
فسفر (کیلوگرم در هکتار) P ($kg.ha^{-1}$)	95.83	41.61	0	200	107.2	89.21	50	300
پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) K ($kg.ha^{-1}$)	45.83	23.00	0	100	88.31	44.58	0	150
ریز مغذی (کیلوگرم در هکتار) Micronutrient ($kg.ha^{-1}$)	1.67	0.90	0	10	4.60	18.3	0	25
علف‌کش (لیتر در هکتار) Herbicide ($l.ha^{-1}$)	0.53	0.11	0	3	1.71	1.54	0	6
حشره کش (لیتر در هکتار) Insecticide ($l.ha^{-1}$)	0.49	0.09	0	2	3.12	3.18	2	12
قارچ‌کش (لیتر در هکتار) Fungicide ($l.ha^{-1}$)	0.26	0.07	0	1.5	0.47	0.62	0	3
درآمد (میلیون ریال در هکتار در سال) Income ($Millions\ Rial.ha^{-1}.year^{-1}$)	40.00	21.10	17.00	85.00	180.0	96.70	45.00	400

در ارتباط با مساحت مزارع مورد بررسی، میانگین مساحت مزارع گندم حدود دو هکتار و پسته حدود چهار هکتار بود (جدول 1). اندازه مزارع گندم بین 0/45 تا 40 هکتار متفاوت بود. این محدوده برای باغات پسته بین 0/3 تا 125 بود. با کوچک شدن اندازه مزرعه امکان استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات کاهش پیدا می‌کند. این موضوع باعث کاهش کارایی عملیات کشاورزی و در نتیجه تولید خواهد شد. اسمیت و مک دونالد (Smith & McDonald, 2008) علت عمده پایداری کم مزارع کوچک را محدودیت‌ها برای ورود دام و زراعت گیاهان علوفه‌ای در مزارع عنوان کردند. محمدیانفر و همکاران (Mohamadianfar et al., 2013) اظهار داشتند از جمله نگرانی-هایی که در ارتباط با کوچک شدن اندازه مزارع وجود دارد این است که با توجه به ساختار اجتماعی و قوانین حقوقی موجود، چشم‌انداز روشنی در مورد اندازه زمین‌های کشاورزی در این نظام‌ها وجود ندارد، بلکه چنین پیش‌بینی می‌شود که با گذشت زمان بر تعداد قطعات زمین‌های کوچک افزوده شود. زیرا، هر چند سال یکبار زمین‌های کشاورزی به تعداد فرزندان خانواده تقسیم می‌شود و به قطعات کوچکتری تبدیل می‌شود و با توجه به این‌که در کشور ما قانونی برای عدم تقسیم و نگهداری زمین‌های کشاورزی در همین ابعاد موجود وجود ندارد تا از قطعه قطعه شدن و کوچکتر شدن زمین‌ها جلوگیری کند، پیش‌بینی می‌شود در آینده زمین‌های کشاورزی کوچک‌تر از حد امروز بشوند.

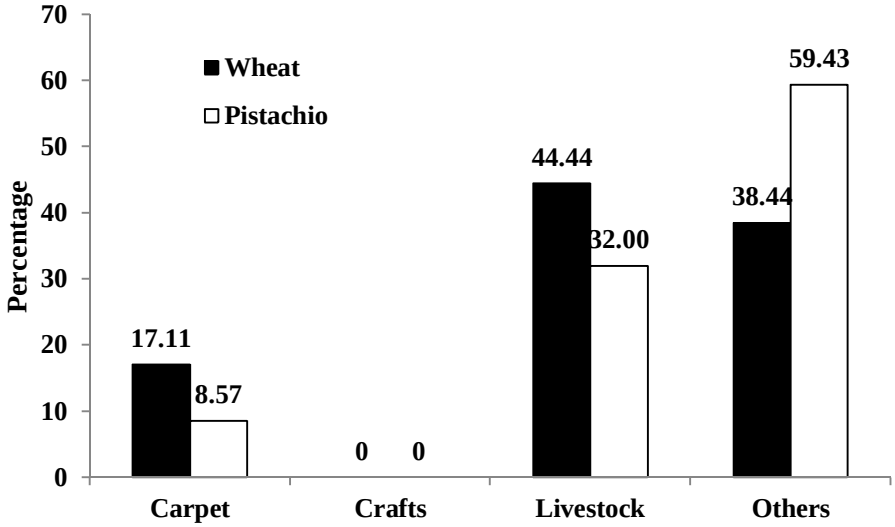
عملکرد گندم در مزارع استان کرمان بین 1840 تا 7500 و باغات پسته 145 تا 1300 کیلوگرم در هکتار متفاوت بود (جدول 1). میانگین عملکرد گندم و پسته در استان به‌ترتیب حدود 3460 و 1840 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. تأیید شده است که افزایش تولید یکی از کلیدهای اساسی افزایش پایداری یک نظام کشاورزی می‌باشد. بنا به گزارش مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani, 2005) دستیابی به پایداری نظام‌های کشاورزی هرگز به‌معنی توجه صرف به جنبه‌های زیست‌محیطی و بوم‌شناختی نیست و در آن باید تولید نیز در حد مطلوبی حفظ شود، چراکه اگر نظام کشاورزی از بُعد عملکرد در سطح مطلوب نباشد، دستیابی به پایداری امکان‌پذیر نخواهد بود.

مصرف کودهای شیمیایی: بررسی‌ها نشان داد که به‌طور کلی مصرف این نهاده های شیمیایی در پسته به مراتب بیشتر از گندم می‌باشد (جدول 1). در زمینه مصرف کود شیمایی نیتروژن، روند نگران کننده‌ای در هردو محصول مورد بررسی مشاهده شد. به‌طوری که، میزان مصرف این نهاده در گندم به‌طور میانگین حدود 162 کیلوگرم در هکتار بوده و کشاورزان منطقه از صفر تا 300 کیلوگرم در هکتار برای تولید این محصول کود شیمیایی نیتروژن استفاده می‌کنند. میانگین مصرف این نهاده شیمیایی در پسته (198 کیلوگرم در هکتار) بالاتر از گندم و با حداقل و حداکثر میزان مصرف به‌ترتیب 50 و 350 کیلوگرم اوره در هکتار بود. نکته اساسی این‌که، نتایج پرسشنامه‌ها نشان داد که اکثر کشاورزانی که کود کمتری مصرف می‌نمایند، نه به دلیل آگاهی از پیامدهای زیست‌محیطی کودهای شیمیایی بوده، بلکه به دلایل بالا بودن قیمت کود شیمیایی و یا عدم دسترسی به آن می‌باشد. میانگین مصرف کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم نیز برای گندم به‌ترتیب حدود 96 و46 کیلوگرم در هکتار و برای پسته نیز حدود 107 و 88 کیلوگرم در هکتار می باشد (جدول 1). میزان مصرف ریزمغذی‌ها در گندم در محدوده صفر تا 10کیلوگرم یا لیتر در هکتار و برای پسته بین 0 تا 25 کیلوگرم در هکتار بود، که نشان می‌دهد پسته با میانگین 4/6 کیلوگرم یا لیتر در هکتار وضعیت وخیم‌تری نسبت به گندم با میانگین 1/67 کیلوگرم یا لیتر در هکتار دارد. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، علاوه بر بالا بردن هزینه‌های تولید و کاهش کارایی استفاده از کود، باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود. دهقانی و عباس نژاد (Dehghani & Abbasnejad, 2010) با بررسی آلودگی سفره آب زیرزمینی در بخش‌هایی از کرمان به نیترات، سرب، آرسنیک و کادمیوم، میزان نیترات را در بسیاری از مناطق بالاتر از حد مجاز گزارش نمودند که منبع اصلی آن کودهای شیمیایی مصرفی در بخش کشاورزی می‌باشد. بنابراین، لزوم کاهش مصرف این نهاده‌ها از طریق روش‌های مختلف ضروری و حیاتی به‌نظر می-رسد.

مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی: بررسی میزان استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی در استان کرمان نیز نشان داد که مصرف علف‌کش و حشره‌کش در گندم به‌طور میانگین حدود نیم لیتر در هکتار و مصرف قارچ‌کش 0/26 لیتر در هکتار بود (جدول 1). این میزان برای باغ‌های پسته به مراتب بالاتر از مزارع گندم بود. به‌طوری‌که مصرف علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش در این محصول به‌ترتیب برابر با 1/7، 3/1 و 0/47 لیتر در هکتار بود. بیشترین میزان مصرف در بین این نهاده‌های شیمیایی مربوط به حشره‌کش بود که

حتی تا 12 لیتر در هکتار نیز گزارش شد. بدیهی است که میزان پایداری نظام کشاورزی رابطه کاملاً معکوس با مصرف نهاده‌های شیمیایی دارد. بنابراین، وضعیت موجود در مزارع گندم و پسته استان کرمان به‌شدت مغایر با اصول پایداری می‌باشد. نتایج مشابه توسط جلیلیان (Jalilian, 2012) گزارش شده است.

درآمد کشاورز: میانگین سالانه هر هکتار درآمد حاصل از تولید گندم و پسته در استان کرمان به‌ترتیب 40 و 180 میلیون ریال گزارش شد (جدول 1). بی‌شک یکی از عناصر کلیدی برای توسعه پایدار، داشتن درآمد و رفاه اقتصادی برای خانواده می‌باشد. اما باید توجه نمود که در حصول درآمد، به مسائل زیست‌محیطی، سلامت بشر و اخلاق در کشاورزی نیز توجه نمود. نتایج مصاحبات نشان داد که بسیاری از کشاورزان در استان کرمان علاوه بر درآمد حاصل از زراعت پسته و گندم، به دیگر منابع درآمدی نیز متکی هستند. همان‌طور که در شکل 1 مشاهده می‌شود، در زراعت گندم، حدود 17 درصد کشاورزان درآمد قالی‌بافی، 44 درصد درآمد حاصل از پروش دام در مزرعه و 38 درصد درآمدهای دیگر غیرکشاورزی داشته‌اند. میزان این درآمدهای غیرکشاورزی در پسته نیز به ترتیب حدود 9، 32 و 59 درصد برای قالی‌بافی، پرورش دام و منابع درآمدی دیگر می‌باشد (شکل 1). در هیچ‌کدام از نظام‌های کشاورزی مورد بررسی درآمد حاصل از صنایع دستی گزارش نشد. کامر و همکاران (Comer et al., 1999) تأکید نمودند کشاورزانی که درآمد غیرکشاورزی بیشتری دارند، از پایداری کشاورزی بالاتری برخوردار می‌باشند. بر اساس گزارش مهدوی دامغانی و همکاران (Mahdavi Damghani et al., 2005) اهمیت درآمد غیر کشاورزی از این نظر است که در مواقع بروز هر نوع مشکل، کشاورزان را از تنگنا نجات خواهد داد و به ثبات اقتصادی جوامع کشاورزی منجر خواهد شد.

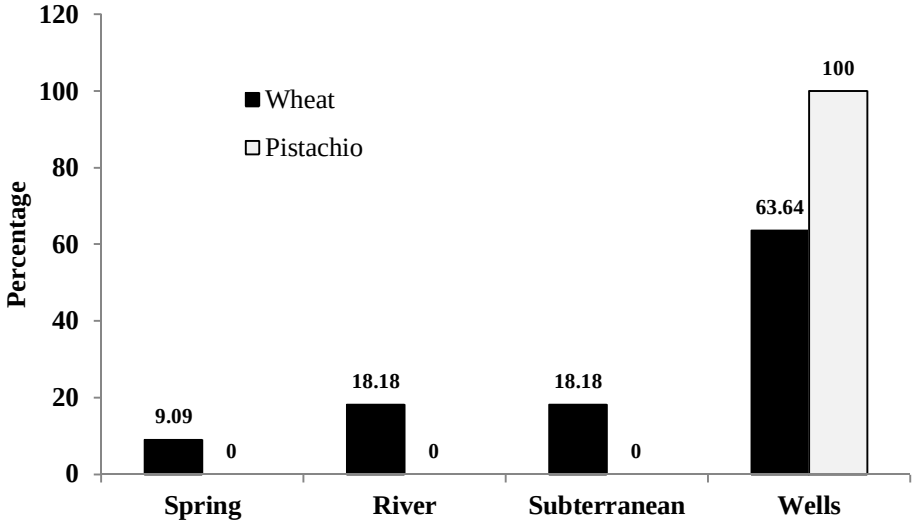


شکل 1- فراوانی روش‌های کسب درآمد غیرکشاورزی در نظام‌های تولید گندم و پسته استان کرمان

Fig. 1- Frequency of non-agricultural income in wheat and pistachio systems of Kerman

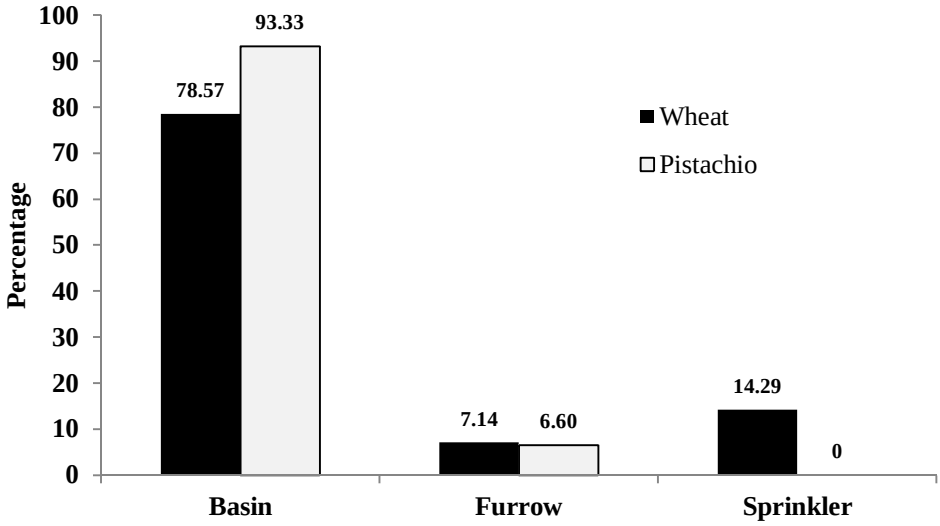
آب و آبیاری: بررسی‌ها نشان داد که در نظام کشت گندم در استان کرمان، منبع تأمین آب در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد (شکل 2). به‌طوری‌که، چشمه، رودخانه، قنات و چاه عمیق به‌ترتیب حدود 9، 18، 18 و 64 درصد از منبع تأمین آب آبیاری را برای نظام کشت گندم تشکیل می‌دهند. این شرایط برای نظام کشت پسته متفاوت بود. به‌طوری‌که تمام (100 درصد) نیاز آبی باغات پسته در استان کرمان از طریق چاه عمیق تأمین می‌شود (شکل 2). نکته قابل توجه این‌که عمق بسیاری از چاه ها حتی تا 300 متر نیز می‌رسد. با توجه به آفت سالانه سفره‌های آب زیر زمینی و این واقعیت که آب قابل شرب و کشاورزی تا عمق معینی از سطح زمین وجود دارد، اتکای بیش از حد به این منابع تأمین آب به‌عنوان تنهاترین منبع آب آبیاری، به‌شدت پایداری نظام کشاورزی را در پسته تهدید می‌کند. نتایج مشابه برای استان خراسان توسط مهدوی دامغانی و همکاران (Mahdavi Damghani et al., 2005) گزارش شده است. این

پژوهشگران همچنین اظهار نموده‌اند که مشکلاتی نیز در مورد شور شدن و آلودگی منابع آب زیرزمینی وجود دارد که به حادتر شدن شرایط موجود می‌افزاید.



شکل 2- سهم منابع مختلف در تأمین آب مورد نیاز برای تولید گندم و پسته در استان کرمان

Fig. 2- Share of various water supplies for wheat and pistachio production systems in Kerman province



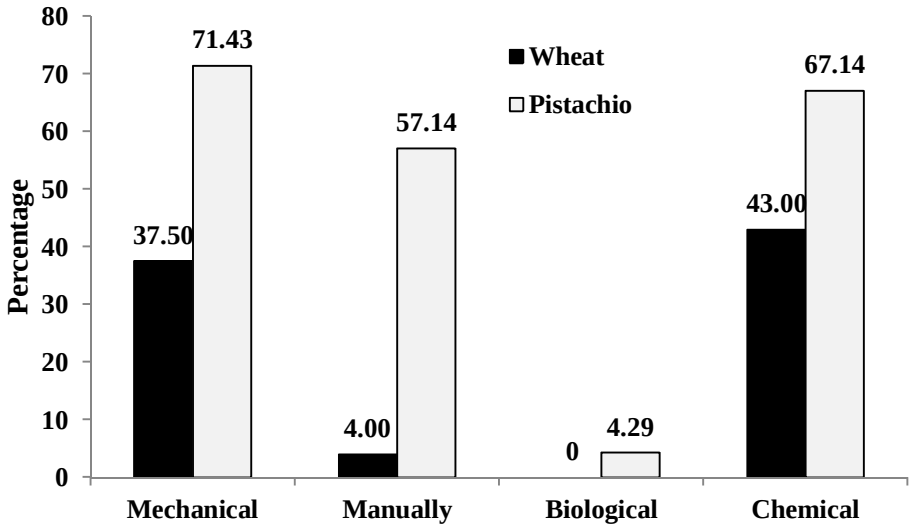
شکل 3- فراوانی روش‌های مختلف آبیاری برای نظام‌های تولید گندم و پسته در استان کرمان

Fig. 3- Frequency of different irrigation methods for wheat and pistachio systems in Kerman

در رابطه با چگونگی سیستم آبیاری نیز مشاهده شد که در زراعت گندم حدود 79 درصد سیستم آبیاری به‌صورت کرتی، 7 درصد نشتی و 14 درصد بارانی می‌باشد (شکل 3). در نظام پسته هیچ گزارشی مبنی بر استفاده از آبیاری تحت فشار (قطره‌ای یا بارانی) مشاهده نشد و حدود 93 درصد کشاورزان باغات خود را به‌صورت کرتی و بقیه نیز به‌صورت نشتی آبیاری می‌نمایند (شکل 3). استفاده از سیستم آبیاری

کرتی به‌دلیل تلفات بسیار زیاد آب که بخش عمده‌ای از آب از دسترس محصول خارج شده و صرف تولید نمی‌شود، از کارایی و پایداری بسیار پایینی برخوردار می‌باشد. استفاده از روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای می‌تواند به پایداری بیشتر نظام‌های مختلف کشاورزی کمک نماید.

مدیریت علف‌های هرز: در این زمینه، نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها نشان داد که در نظام تولید گندم در کرمان، کنترل شیمیایی بالاترین (43 درصد) فراوانی را در بین روش‌های مختلف کنترل علف‌هرز دارا می‌باشد (شکل 4). روش‌های مکانیکی و وجین (استفاده از بیل) علف‌های هرز نیز به‌ترتیب حدود 38 و 4 درصد فراوانی را شامل می‌شوند. کنترل زیستی علف‌های هرز در نظام تولید گندم مشاهده نشد. در رابطه با نظام کشت پسته نیز، کنترل مکانیکی و شیمیایی علف‌های هرز به‌ترتیب با حدود 71 و 67 درصد بالاترین درصد فراوانی را در بین روش‌های مختلف دارا بودند (شکل 4). در نظام تولید پسته حدود 57 و 4 درصد از کشاورزان نیز از روش‌های وجین‌دستی و کنترل زیستی علف‌های هرز استفاده می‌کنند. استفاده از روش‌های وجین دستی، کنترل مکانیکی و زیستی علف‌های هرز نقش مثبت و کنترل شیمیایی نقش منفی در بهبود پایداری نظام کشاورزی ایفا می‌کنند. روش‌های وجین دستی و کنترل زیستی از نظر پایداری مناسب‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز می‌باشند. به‌طور کلی، انجام وجین دستی در باغ نسبت به نظام زراعی راحت‌تر بوده و به همین دلیل از فراوانی بیشتری برخوردار می‌باشد. با وجود این‌که، روش کنترل مکانیکی علف‌های هرز به دلیل استفاده از ماشین‌آلات و نهاده‌های بیرونی (سوخت) پیامدهای زیست‌محیطی به دنبال دارد، ولی با این‌حال، به دلیل مشکل و هزینه‌بر بودن وجین دستی در ابعاد وسیع و همچنین عدم شرایط مناسب برای کنترل زیستی، روش کنترل مکانیکی به مراتب مناسب‌تر و مقبول‌تر از روش شیمیایی از نظر پایداری نظام کشاورزی می‌باشد. عدم استقبال از روش کنترل زیستی در درجه اول می‌تواند به دلیل عدم آگاهی کشاورزان و به‌عبارتی عدم شناسایی مناسب این روش به کشاورزان از سوی کارشناسان و مهندسین کشاورزی باشد (Mahdavi Damghani , 2005). روش‌های مختلف مدیریت پایدار علف‌های هرز در کشاورزی حفاظتی توسط باجوا (Bajwa, 2015) گزارش شده است.



شکل 4- فراوانی روش‌های مختلف کنترل علف هرز در مزارع گندم و پسته استان کرمان
Fig. 4- Frequency of various methods of weed control in wheat and pistachio systems of Kerman

سنجه‌ها و شاخص پایداری: امتیاز مربوط به هر کدام از سنجه‌های پایداری و همچنین شاخص پایداری در جدول 2 نشان داده شده است. از بین سنجه‌های مختلف مورد بررسی در نظام کشت گندم، مدیریت بقایای گیاهی بیشترین درصد امتیاز کسب شده (69/91 درصد) را شامل شد. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این مطلب باشد که در بین سنجه‌های مورد بررسی، مدیریت بقایای

گیاهی در این نظام به شکل مطلوبی صورت گرفته و در راستای پایداری می‌باشد. مصاحبات حضوری با کشاورزان نشان داد که اکثر آن‌ها بقایای حاصل از گندم را یا به مصرف دام رسانده و یا به فروش می‌رسانند. هیچ گزارشی مبنی بر سوزاندن بقایای گندم در مزارع کرمان مشاهده نشد. همچنین، برخی از کشاورزان بقایای گیاهی را به خاک بر می‌گردانند. احتمالاً این موارد خود در بهبود وضعیت این سنجه پایداری نقش داشته است. باز گرداندن بقایای گیاهی به خاک نقش مثبتی در بهبود بافت خاک (Kramberger et al., 2014)، ماده آلی خاک (Smith, 2004)، عناصر غذایی خاک (Campiglia et al., 2014)، جمعیت ریزموجودات خاک (Ito et al., 2015) و سلامت خاک (Silva et al., 2011) ایفا می‌کند که خود می‌تواند میزان پایداری نظام زراعی را به نحو چشم‌گیری تضمین نماید. سنجه تنوع گونه‌ای کشاورزی در نظام کشت گندم نیز نیمی از درصد مورد نظر را کسب نمود و نسبت به دیگر سنجه‌ها از وضعیت مناسب‌تری برخوردار بود (جدول 2). این موضوع می‌تواند به‌دلیل حضور زیاد دام در مزارع گندم استان، استفاده از تناوب و آیش توسط بسیاری از زارعین و در موارد اندکی استفاده از بقولات علوفه‌ای باشد. سنجه تولید محصولات زراعی کمترین (36/53 درصد) امتیاز را در بین سنجه‌های مختلف در نظام کشت گندم دارا بود (جدول 2). همان‌طور که در جدول 1 نیز قابل مشاهده است، به‌نظر می رسد که پایین بودن سطح قطعات زیر کشت و همچنین عملکرد گندم در بسیاری از مزارع دلیل این موضوع باشد.

در نظام کشاورزی تولید پسته نیز نتایج نشان داد که سنجه‌های اجتماعی- اقتصادی با حدود 68 درصد از امتیاز این سنجه بیشترین درصد امتیاز کسب شده در بین سنجه‌های مختلف را شامل شد (جدول 2). به‌نظر می‌رسد که درآمد مناسب، سطح مناسب تحصیلات، سن پایین (جدول 1)، اشتغال به سایر مشاغل (شکل 1) و همچنین دسترسی مناسب به نهاده‌ها و مروجین کشاورزی از مهمترین عوامل مؤثر در بالا بودن میزان این سنجه باشد. کمترین درصد کسب شده مربوط به سنجه تولید محصولات دامی (8/33 درصد) بود (جدول 2). در نظام کشت پسته برخلاف گندم، درصد امتیاز کسب شده توسط سنجه تنوع گونه‌ای (حدود 31 درصد) بسیار کم بود (جدول 2). دلیل این نتایج می‌تواند حضور کم دام در باغات (شکل 1)، عدم امکان استفاده از تناوب و آیش و همچنین تمایل کم کشاورزان به نظام‌های کشت مخلوط و بقولات باشد.

میزان شاخص پایداری برای نظام‌های کشت گندم و پسته به ترتیب 47/26 و 44/22 به‌دست آمد (جدول 2). بنا به گزارش کوچکی (Koocheki, 1998) وضعیت پایداری یک نظام کشاورزی به‌صورتی است که امتیاز 25-0 ناپایدار، 50-26 تا حدودی ناپایدار، 75-51 تا حدودی پایدار و 100- 76 پایدار می‌باشد. بنابراین، هر دو نظام کشاورزی گندم و پسته در استان کرمان در گروه تا حدودی ناپایدار قرار می‌گیرند. کوچکی (Koocheki, 1998) پایداری نظام‌های کشاورزی سه استان مازندران، اصفهان و آذربایجان غربی را به صورت کمی و در قالب یک شاخص پایداری تعیین کرد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، پایداری نظام‌های کشاورزی اصفهان، مازندران و آذربایجان غربی به‌ترتیب با کسب 62، 60 و 51 امتیاز در گروه نظام‌های نسبتاً پایدار قرار گرفتند. مهدوی دامغانی (Mahdavi Damghani , 2005) نیز با بررسی پایداری برخی نظام‌های زراعی در استان خراسان گزارش نمود که کلیه این نظام‌ها در گروه تا حدودی ناپایدار قرار گرفتند.

حیاتی و کرمی (Hayati & Karami, 1997) با مطالعه خود نشان دادند که 51 درصد از مزارع استان فارس جزء مزارع ناپایدار و 8 درصد جزء مزارع پایدار قرار دارند. عربیون و همکاران (Arabion et al., 2010) نیز با بررسی سطح پایداری نظام کشت گندم در استان فارس اظهار داشتند که حدود 60 درصد مزارع استان در گروه ناپایدار قرار دارند. جلیلیان (Jalilian, 2012) پایداری نظام زراعی گندم- چغندرقند را در استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که وضعیت پایداری این نظام کشاورزی نیز به‌صورت تا حدودی ناپایدار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که به‌طور کلی، نظام‌های کشت گندم و پسته از نظر سطح تحصیلات اکثر کارورزان در سطح راهنمایی و دبیرستان بودند. متأسفانه مصرف کود و نهاده‌های شیمیایی در هردو گیاه مورد بررسی و بخصوص در پسته بسیار بالا بوده که برخلاف اصول کشاورزی پایدار می‌باشد.

جدول 2- امتیاز سنجه‌های مختلف مورد بررسی در نظام‌های تولید گندم و پسته در استان کرمان

Table 2- Indicators score for wheat and pistachio systems in Kerman province

سنجه Indicator	امتیاز از کل 100 امتیاز شاخص پایداری Sustainability score of 100	پسته Pistachio		گندم Wheat	
		امتیازکسب شده Observed score	درصد امتیازکسب شده Observed score percentage	امتیازکسب شده Observed score	درصد امتیازکسب شده Observed score percentage
اجتماعی- اقتصادی Socio-economic	29.50	12.80	43.39	19.97	67.69
تولیدمحصولات زراعی Crop production	7.50	2.74	36.53	2.23	29.73
تولید محصولات دامی Livestock products	3.00	1.25	41.67	0.25	8.33
کود و مواد شیمیایی Fertilizers and pesticides	14.50	6.09	42.00	3.15	21.72
مدیریت بقایای گیاهی Residual management	5.75	4.02	69.91	2.93	50.96
آب و آبیاری Water and irrigation	15.00	7.02	46.80	4.53	30.20
شخم و مکانیزاسیون Tillage and mechanization	15.75	8.44	53.59	7.72	49.02
تنوع گونه‌ای کشاورزی Agro-biodiversity	6.00	3.21	57.00	1.87	31.17
مدیریت علف های هرز Weed management	3.00	1.48	49.33	1.57	52.33
شاخص پایداری Sustainability index	-	47.26	-	44.22	-

میزان درآمد مزارع گندم استان کرمان به‌طور میانگین پایین بـود، ولی در رابطه با پسته از این نظر وضعیت مناسبی وجود دارد. در زمینه

شاخص پایداری، هر دو نظام مورد بررسی در گروه نظام‌های تا حدودی پایدار قرار دارند. در نظام تولید گندم، تنها سنجه‌های مدیریت بقایای گیاهی و تا حدودی تنوع گونه‌ای از وضعیت مناسبی از نظر شاخص پایداری برخوردار هستند و دیگر سنجه‌ها کمتر از نیمی از امتیاز کل هر سنجه را دریافت نمودند. سنجه اجتماعی- اقتصادی تنها سنجه‌ای از نظام کشت پسته در استان کرمان بود که امتیاز قابل قبولی را کسب نمود و دیگر سنجه‌های مورد بررسی وضعیت مناسبی دارا نبودند.

با توجه به نتایج موجود به‌نظر می‌رسد، برای نیل به کشاورزی پایدار اولین مسئله‌ای که باید مد نظر قرار گیرد، افزایش درک و آگاهی کشاورزان برای پذیرش عملیاتِ همسو با کشاورزی پایدار می‌باشد. با وجود تعداد زیاد فارغ التحصیلان بخش کشاورزی، فراهم ساختن بسترهای مناسب برای اشتغال آن‌ها به‌صورت کاربردی در بخش کشاورزی و آموزش و ترویج کشاورزان توسط این افراد می‌تواند به رفع این بحران کمک کند. آموزش مستمر و پیوسته کشاورزان نقش قابل توجهی در بهبود پایداری این نظام‌ها خواهد داشت. توجه به سطح سواد کشاورزان و انتقال مفاهیم پایداری به شکلی که از سوی آن‌ها قابل فهم و پذیرش باشد، نقشی مهم در توفیق فعالیت‌های آموزشی و ترویجی خواهد داشت. نتایج بررسی‌ها نشان داد که یکی از مهمترین معضلات موجود در بوم‌نظام‌های گندم و پسته استان کرمان که بر خلاف نگرش کشاورزی پایدار می‌باشد، استفاده مفرط از نهاده‌های شیمیایی می‌باشد. از آن‌جایی‌که امروزه مواد، راهکارها و روش‌های بوم‌سازگار کاربردی زیادی وجود دارند که می‌توانند جایگزین نهاده‌های شیمیایی موجود در مزرعه شود. بنابراین، آموزش و امکان دسترسی آسان کشاورزان به این موارد می‌تواند گامی مهم در راستای نیل به کشاورزی پایدار و سلامت بشر باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشجویان محترم گروه زراعت دانشگاه شهید باهنر و همچنین مراکز محترم جهاد کشاورزی مناطق مختلف استان کرمان که در تهیه اطلاعات مربوط به این تحقیق همکاری داشته‌اند، قدردانی می‌شود. هزینه این پژوهش توسط معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید باهنر کرمان تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Aghapoor, M., and Rafiei, H. 2010. Effect of optimized crop rotation on sustainability of farmers income: Case study. Journal of Agricultural Economics Research 2: 81-92. (In Persian with English Summary)

Alibeigi, A., and Baboli, M. 2009. An assessment of the sustainability of agriculture practiced by wheat growing farmers in sarpole-zahab Township (application of DSR model). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 1: 111-122. (In Persian with English Summary)

Andreoli, M., and Tellarini, V. 2000. Farm sustainability evaluation: methodology and practice. Agriculture, Ecosystems and Environment 77: 43-52.

Arabion, A.G., Kalantari, K., Asadi, A., and Shabanali Fami, H. 2010. Measuring sustainability level of wheat cropping system in Fars province and determining affecting factors. Iranian Journal of Agricultural Extension and Education Journal. 5: 17- 28. (In Persian with English Summary)

Bajwa, A.A. 2014. Sustainable weed management in conservation agriculture. Crop Protection 65: 105-113.

Campiglia, E., Mancinelli, R., Di Felice, V., and Radicetti, E. Long-term residual effects of the management of cover crop biomass on soil nitrogen and yield of endive (*Cichorium endivia* L.) and savoy cabbage (*Brassica oleracea* var. sabauda). Soil and Tillage Research 139: 1-7.

Comer, S., Ekanem, E., Muhammad, S., Singh, S., and Tegegne, F. 1999. Sustainable and conventional farmers: a comparison of socio-economic characteristics, attitude and beliefs. Journal of Sustainable Agriculture 15: 29-45.

Dehghani, M., and Abbasnejad, A. 2010. Assesing polution of groundwater of Anar plain as affected by nitrait, Cu and arsenic, cadmium. Journal of Ecology 56: 87-100. (In Persian with English Summary)

Gupta, G. 1997. A Curriculum in sustainable agriculture. Journal of Natural Resource and Life Science Education 26: 177-179.

Hasanshahi, H., Iravani, H., and Kalantari, K. 2009. An assessment of the levels of farming system sustainability among wheat growing farmers in agricultural production cooperatives (Fars Province). Iranian Journal of Agricultural

Economics and Development Research 2: 135-143. (In Persian with English Summary).

Hayati, D., and Karami, A. 1997. Creation of an index for assessing agro-ecosystems sustainability for using in economical- social researches. 1th Confernce of Agricultural Economic of Iran. Sistan and Baluchestan University. (In Persian)

Ito, T., Araki, M., Higashi, T., Komatsuzaki, M., Kaneko, N., and Ohta, H. 2015. Responses of soil nematode community structure to soil carbon changes due to different tillage and cover crop management practices over a nine-year period in Kanto, Japan. Applied Soil Ecology 89: 50-58.

Jalilian, J. 2012. Sustainability assessment of wheat-sugar beet agro-ecosystem (Case study: Piranshahr County). International Journal of Agriculture and Crop Sciences 10: 609-615.

Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A.M. 2008. Principles of Sustainable Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran 225 p. (In Persian)

Koocheki, A. 1998. A Quantifying Approach for Evaluating Sustainable Agriculture in Iran. In: G.S. Dhaliwal, N.S. Randhawa, R. Arora, A.K. Dhawan (Eds.). Ecological Agriculture and Sustainable Development. pp. 451-457. India.

Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2005. Evaluation of student's awareness from the principles of sustainable agriculture within Iran universities. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 2-14. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Mansoori, H. 2017. Strategies of transition to sustainable agriculture in Iran I- Improving resources use efficiency. Journal of Agroecology 9: 618-637. (In Persian with English Summary)

Kramberger, B., Gselman, A., Kristl, J., Lešnik, M., Šuštar, V., Muršec, M., and Podvršnik, M. 2014. Winter cover crop: the effects of grass–clover mixture proportion and biomass management on maize and the apparent residual N in the soil. European Journal of Agronomy 55: 63-71.

Mahdavi Damghani, A. 2005. Quantifying ecological sustainability using systems aproch: Khorasan as a case study. PhD Thesis of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Mahdavi Damghani, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2005. Ecological sustainability of a wheat-cotton agroecosystem in Khorassan. Iranian Field Crop Research 3: 129-142. (In Persian with English Summary)

Mohamadianfar, A., Asgharipour, M.R., Sirousmehr, A., and Ramroodi, M. 2013. Study of ecological sustainability of the wheat in the city of Torbat-E-Jam. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 23: 117-127. (In Persian with English Summary)

Pannell, D.J., and Schilizzi, S. 1999. Sustainable agriculture: a question of ecology, equity, economic efficiency or expedience? Journal of Sustainable Agriculture. 13: 57- 66.

Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. 1976. Statistical Methods, 7th Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Silva, G.L., Lima, H.V., Campanha, M.M., Gilkes, R.J., and Oliveira, T.S. 2011. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. Geoderma 167: 61-70.

Smith, C.S., and McDonald, G.T. 2008. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. Journal of Environmental Management 52: 15-37.

Smith, P. 2004. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. European Journal of Agronomy 20: 229-236.

Verma, J.P., Kumar, D., Singh, V. and Meena, R.S. 2015. Current need of organic farming for enhancing sustainable agriculture. Journal of Cleaner Production 102: 545-547.

Xu, X., Hou, L., Lin, H., Liu, W. 2006. Zoning of sustainable agricultural development in China. Agricultural Systems 87: 38-62.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 993-1006

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 9، شماره 4، زمستان 1396، ص. 1006-993

Assessing Various Aspects of Sustainability in Wheat and Pistachio Agro-ecosystems of Kerman Province

M. Naghizadeh[1] and R. Moradi[1*]

Submitted: 18-07-2015
Accepted: 06-12-2015

Naghizadeh, M., and Moradi, R. 2018. Assessing various aspects of sustainability in wheat and pistachio agro-ecosystems of Kerman province. Journal of Agroecology 9(4): 993-1006.

Introduction

Agricultural sustainability is the ability of an agro-ecosystem to either maintain or to implement the productive characteristics and taking into consideration both the ecological-environmental and socio-economic aspects. Sustainable agriculture implies long term maintenance of natural systems, optimal production with minimum input, adequate income per farming unit, fulfillment of basic food needs, and provision for the demands and necessities of rural families and communities. All definitions of sustainable agriculture promote environmental, economic and social harmony in an effort to attain the meaning of sustainability. The purpose of this study was to develop a sustainability index for quantifying the different aspects of sustainability as economical, social, agronomical and management for wheat and pistachio production systems which are dominant systems in Kerman province.

Materials and Methods

In the present study all aspects of agricultural sustainability including ecological, social and economic was selected. Accordingly, the sustainability index, a set of 82 indicators for wheat and pistachio crops were designed, to collect data through questionnaires and then analyze it. Sustainability indices include socio-economic indices, fertilizer and chemicals, crops and livestock production, crop residue management, irrigation water, diversity of agricultural systems, mechanization, tillage and weed management in the main cultivation area in 2014 and 2015 were analyzed**.** Sustainability index was calculated using the weighting sum. Therefore the rate of contribution for each specific indicator in the final index and rating of all indicators were done from zero to its maximum rated indicators with regard to the most unfavorable situation to the most favorable indicators. After scoring each measure, the total scores of indicators is accumulated and was introduced as the final score. After designing the indicators, 295 and 234 questionnaires were completed for wheat and pistachio, respectively. Farms were selected randomly. Data were analyzed using Excel and SAS software.

Results and Discussion

The Study of individual characteristics of farmers showed that the average age of farmers for wheat and pistachios production systems was about 43 and 39 years respectively. Age was considered as an important factor in displaying the features of one's personality. Therefore, young group is more zealous and earnest in their work and can handle farming activities more efficiency. In both studied systems, those who had high school education had the highest frequency. Education may enhance farm productivity directly by improving the quality of labor, increasing the ability to adjust to disequilibria, and through its effect upon the propensity to adopt innovation successfully. Average yield was reported 3460 kg $ha^{-1}$for wheat and 573 kg $ha^{-1}$for pistachios. Crop production is an indicator of system efficiency, in regard to genetic potential, ecological conditions, management, capital investment and labor use. The results showed that, unfortunately, the fertilizer and chemical inputs, especially in pistachio, is extremely high, which is inconsistent with the approaches of sustainable agriculture. The average annual income in wheat and pistachio was gained 4 and 18 million tooman, respectively. Non-agricultural income sources make sure to provide sufficient income to the farmers. Reduction

1- Assistance Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
(*- Corresponding author Email: r.moradi@uk.ac.ir)
DOI:10.22067/JAG.V9I4.48500

in rural incomes will lead to different immigration outcomes. Family economic security directly affects on the economic sustainability of agriculture. Assessing various sustainability indicators showed that the sustainability index in wheat and pistachio was 47.2 and 44.2, respectively, and also that these agro-ecosystems are not sustainable. Crop residue management indicator in wheat and socio-economic in pistachios production systems had a better condition than other indicators. The results indicated that chemical inputs, irrigation water and the lack of economic stability for farmers, are the main problems in the field of sustainability and to achieve the stability in wheat and pistachio agro-ecosystems, various aspects of economic, social, agronomic and management should be reviewed and revised.

Conclusion

In generally, to increase the sustainability of the wheat and pistachio agro-ecosystems, the following strategies are suggested: The sprinkler irrigation method must be developed and use of urea fertilizer and pesticide should be decreased. The best managements of chemical fertilizers and pesticides, social- individual characteristics of farmers, crop production and crop residual management can cause the sustainability.

Keywords: Index, Income, Indicator, Management, Socio- economic