Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۲ / تابستان ۱۳۹۸

ارزیابی و مقایسه پایداری بوم‌نظام‌های کشت گندم و ذرت (مطالعه موردی: منطقه سنجابی استان کرمانشاه)

مهدی نوری[۱]، محمود خرمی وفا[۲*]، فرزاد منذنی[۲]، هادی ویسی[۳]

تاریخ دریافت ۹۷/٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۷

۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

۲- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی

۳- دانشیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

*مسئول مکاتبه: E-mail: khoramivafa@razi.ac.ir

چکیده

این بررسی باهدف ارزیابی پایداری بوم‌نظام‌های کشت گندم و ذرت در بازه زمانی سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ در بخش سنجابی شهرستان کرمانشاه اجرا شد. روش پژوهش پیمایشی و ابزار تحقیق پرسشنامه بود، که از طریق مصاحبه با کشاورزان منطقه تکمیل گردید. پرسشنامه‌ها در قالب طیف لیکرت و به‌صورت پرسش‌هایی با پاسخ چندگزینه‌ای و بسته تدوین شدند. بر اساس جامعه هدف و با استفاده از فرمول کوکران، تعداد نمونه برای جامعه آماری ذرت‌کاران و گندم‌کاران به ترتیب ٥٦ و ۹۲ فرد به دست آمد. نتایج نشان داد که بوم‌نظام‌های گندم آبی و ذرت به ترتیب ازنظر مؤلفه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی برتری معنی‌داری داشتند، ولی از نظر اجتماعی اختلاف معنی‌داری میان دو سامانه مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان داد که تنها ٤/٤ درصد از مزارع گندم و ۸/۱ درصد مزارع ذرت در منطقه وضعیت کشاورزی پایدار داشتند. درمجموع، برتری نسبی مزارع ذرت نسبت به مزارع گندم در شاخص‌های اقتصادی سبب شده است که مخاطرات زیست‌محیطی کشت ذرت در منطقه در نظر گرفته نشود. هرچند درصورت در نظر گرفتن بهره‌وری آب، پایداری اقتصادی کشت ذرت نیز بسیار کاهش خواهد یافت. در نهایت، بهره‌گیری از روش‌های غیر شیمیایی آفات و علف‌های هرز به ترتیب در بوم‌نظام‌های ذرت و گندم می‌تواند تا حد زیادی در افزایش پایداری این بوم‌نظام‌ها سهیم باشد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، پژوهش پیمایشی، غلات، کشاورزی پایدار، محیط زیست

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluating the Sustainability and Comparison of Wheat and Maize Agroecosystems (Case Study: Sanjabi Region, Kermanshah Province)

Mehdi Nouri[1], Mahmud Khoramivafa[2*], Farzad Mondani[2], Hadi Veysi[3]

Received: July 10, 2018 Accepted: January 17, 2019
1-Graduated MSc Student, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Iran.
2- Assist. Prof., Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Iran.
3-Assoc. Prof., Dept. of Agroecology, Environmental Sciences Research, Shahid Beheshti University, Iran.
*Corresponding Author Email: khoramivafa@razi.ac.ir

Abstract

The main purpose of this study was to investigate the evaluation the sustainability of the wheat and maize agroecosystems in Sanjabi area in Kermanshah province in the period from 2014 to 2016. The study carried out as survey method and research tool was questionnaires. The questionnaires were developed based on Likert scale as closed and multiple choice questions that filled by interview. Sample amount were 56 and 92 for wheat and maize farmers respectively based on the target community and Cochran formula. The results showed that the wheat and maize agroecosystems were better in environmental and economic indices significantly. However there was no significant difference between agroecosystems in social factors. The results showed that only 4.4 and 8.1 percent of wheat and maize farms were managed as sustainable. In general, the relative advantages of maize farms in economic indices compare to wheat farms resulted in forget the environmental hazards of maize cultivation. However, the maize economic sustainability reduces strongly if water productivity is considered. Finally, non chemical methods of weed management and pest control may result in higher sustainability in maize and wheat agroecosytems respectively.

Keywords: Cereal, Environment, Productivity, Survey Research, Sustainable Agriculture

مقدمه

توسعه پایدار که از دهه ۱۹۹۰ بر آن تأکید شده است، جنبه‌ای از توسعه انسانی و در ارتباط با محیط‌زیست و نسل‌های آینده است (پیرس و همکاران ۲۰۱۳). کشاورزی به‌عنوان یکی از تأثیرگذارترین بخش‌های جوامع جهت توسعه هرچه بیشتر، باید در مسیر پایداری قرار داشته باشد زیرا اعتماد به کشاورزی رایج به همراه گسترش پرشتاب و کاربرد بسیار انبوه از کودهای شیمیایی، حشره‌کش و علف‌کش‌ها، موجب تخریب و آلودگی بیوسفر و در پی آن، افزایش خطرات جانی برای نسل‌های آینده آدمی شده است (تانگوی و همکاران ۲۰۱۰). اگرچه کشاورزی رایج در تأمین امنیت غذایی و ایجاد رفاه نقشی غیرقابل‌انکار داشته است، ولی لزوم تغییر در نظام‌های کشاورزی صنعتی و جایگزینی آن‌ها با سامانه‌های نوین زراعی با تمرکز بر کاهش وابستگی به نهاده‌های خارجی ناپایدار و رعایت مسائل زیست‌محیطی در دنیای امروز امری غیرقابل‌اجتناب است (ارلس ۲۰۰۵). سازمان

www.SID.ir

Archive of SID

خواربار جهانی بنا بر تعریف خود، کشاورزی پایدار را مدیریت و نگهداری از منابع طبیعی پایه و هدایت دگرگونی‌های فنّاوری و نهادی در راستایی که دربرگیرنده ارضای مستمر نیازهای انسانی نسل‌های حاضر و آینده باشد تبیین کرده است (بی‌نام ۲۰۰۸).

ارزیابی پایداری می‌تواند به‌عنوان وسیله‌ای برای تغییر سیاست‌گذاری و یا اندازه‌گیری اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تعریف شود. درواقع ارزیابی میزان پایداری به‌عنوان مهم‌ترین ابزار جهت دگر گونی شرایط در راستای توسعه پایدار است، و می‌تواند تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران را یاری کند تا تصمیم بگیرند چه اقداماتی را باید و چه اقداماتی را نباید در تلاش برای ساختن جامعهٔ پایدار انجام دهند (بایندر و همکاران ۲۰۱۲).

در رابطه با پایداری کشاورزی و ارزیابی آن، مطالعات خوبی در کشور صورت گرفته است. برای نمونه ارزیابی پایداری کشاورزی در مناطق روستایی شهرستان روانسر نشان داد که وضعیت ۵۵ درصد از کشاورزان در گروه ناپایدار، ۳۶/۵ درصد در گروه تااندازه‌ای پایدار، و ۸/۵ درصد در گروه پایدار قرارگرفته‌اند. همچنین در بعد شناسه‌ها،۳۸/۷ درصد از شناسه‌ها در گروه ناپایدار، ۲۲/۵۸ درصد در گروه تااندازه‌ای پایدار و ۳۸/۷۰ درصد در گروه پایدار جای داشتند (صیدایی ۲۰۱۳). همچنین در ریشه‌یابی مؤلفه‌های پایداری نظام کشت گندم در استان فارس، مشاهده شد، که پنج عامل اکولوژیکی-زراعی، عملیات زراعی پایدار محور، خدمات حمایتی- ترویجی، وضعیت اجتماعی- مشارکتی و انگیزه اقتصادی، بیش از ۷۲ درصد از واریانس عوامل پایداری نظام کشت گندم در استان فارس را تبیین می‌کند (کلانتری ۲۰۱۰). نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی پایداری در بخش جعفرآباد شهرستان قم نشان داد که تنوع زمین‌های کشاورزی (دیم و آبی)، دخالت دلالان در خرید و فروش محصولات، میزان پس‌انداز در فعالیت‌های کشاورزی، فروش محصولات از طریق اتحادیه‌ها، تعداد قطعات زمین‌های کشاورزی، رضایت از قیمت‌گذاری محصولات کشاورزی و غیره، از میانگین پایداری پایین و شاخص‌های استفاده از دانش بومی در فعالیت‌های کشاورزی، سرمایه‌گذاری در کارهای تولیدی، ارزش زمین‌های کشاورزی و استفاده از وام و تسهیلات بانکی از سطح پایداری بالاتری برخوردار بوده‌اند (عنابستانی ۲۰۱۲). در پژوهشی دیگر در تجزیه و ریشه‌یابی آسیب‌پذیری مشارکتی در رابطه با پایداری به‌عنوان چهارچوب معیشتی روستایی مشاهده شد که به‌کارگیری از زمین، تغییر و تنوع آب و هوا ، نوسانات بازار و مکانیزاسیون پیشرفته از دلایل اصلی آسیب‌پذیری بوده است (ویسی ۲۰۱۲). منافی ملا یوسفی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که شاخص‌های سرانه زمین، بیمه و عملکرد در بعد اقتصادی شاخص باسوادی و درجه مهاجرپذیری در بعد اجتماعی و شاخص‌های درصد پوشش گیاهی، مصرف کود شیمیایی و ماده آلی خاک در بعد زیست محیطی از اهمیت نسبی بیشتری برخوردار هستند.

بررسی سامانه‌های تولید کشاورزی در ایتالیا نشان داد که در راستای دست‌یابی به پایداری سامانه‌های تولید کشاورزی، پایداری اجتماعی اقتصادی زیست‌محیطی و فرهنگی مورد نیاز است (پئانو ۲۰۱٤). در بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد عملیات کشاورزی پایدار در کشورهای چک، اسلواکی و لیتوانی، متغیرهای نیروی کار خانوادگی و نیروی کار با دستمزد، عضویت در سازمان‌های کشاورزی غیردولتی، دانش کشاورزی ارگانیک و پایدار و باور به بهبود کیفیت زیست‌محیطی نظام‌های کشاورزی یادشده از عوامل تأثیرگذار مثبت و شیوه مالکیت زمین از عوامل منفی بر پذیرش عملیات کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک بود (کریستوی و همکاران ۲۰۰۷).

www.SID.ir

Archive of SID

در حدود ۷۰ درصد اراضی استان کرمانشاه مناسب جهت کشت آبی به شمار می‌روند و وجود اقلیم‌های مختلف، امکان کاشت اکثر محصولات کشاورزی را فراهم کرده و استان را در زمره تولیدکنندگان عمده محصولات کشاورزی و دامی قرار داده است. به‌طوری‌که استان کرمانشاه در خصوص تولید گندم و ذرت دانه‌ای به ترتیب رتبه پنجم و دوم را در کشور دارد (بی‌نام ۲۰۱۸). منطقه سنجابی در شمال غربی شهر کرمانشاه قرار دارد و از توابع بخش کوزران شهرستان کرمانشاه است. تعداد کل روستاهای این بخش ۱۰۶ پارچه بوده که بخش اعظم آن‌ها جمعیتی بین ۲۰ تا ۱۰۰ خانوار را در خود جای داده‌اند. بیشترین مقدار تولیدات آبی این منطقه به ترتیب گندم آبی و ذرت است. کشت گندم در منطقه سنجابی دارای قدمت بسیار زیادی است. زمین‌های مستعد، آب و هوای مناسب و منابع آبی قابل دسترس، موجب شده است که گندم یکی از اصلی‌ترین سامانه‌های تولیدی کشاورزی در این منطقه باشند. برخلاف گندم، کشت ذرت در منطقه سنجابی قدمت زیادی ندارد و از اواخر دهه ۶۰ و با ترویج کارشناسان جهاد کشاورزی آغاز شده است. در گذشته آغاز عملیات مقدماتی کاشت ذرت از پاییز سال پیش شروع می‌شد که در آن کشاورزان اقدام به انجام شخم و زیر رو کردن خاک و بقایای کشت قبلی می‌نمودند اما در سال‌های اخیر تمایل به انجام این کار کاهش یافته و اغلب در فصل بهار اقدام به آتش زدن بقایای کشت پیشین و شخم و سپس دیسک می‌نمایند. بااین‌حال، مدیریت رایج در کشاورزی ممکن است اثرات جبران‌ناپذیری بر منابع و امنیت غذایی منطقه داشته باشد.

امروزه حرکت در راستای کشاورزی پایدار، نگرانی اصلی صاحب‌نظران بخش کشاورزی است به همین دلیل ارزیابی پایداری سامانه‌های کشاورزی امر بسیار مهمی بوده که بخش برجسته‌ای از پژوهش‌های امروز مراکز علمی جهان را به خود معطوف کرده است. این مطلب لزوم انجام بررسی‌های گسترده‌تر در استان و سایر نقاط کشور را توجیه می‌کند. همچنین بیشتر مطالعات صورت گرفته در کشور سیستم کشاورزی ویژه‌ای را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و کمتر به بررسی مقایسه نظام‌های مختلف زراعی در سطوح محلی پرداخته‌اند. مورد مهم‌تر آنکه در استان کرمانشاه پژوهش‌های اندکی در این زمینه انجام گردیده است. بر این اساس این مطالعه باهدف اصلی ارزیابی شاخص‌های پایداری و مقایسه سامانه‌های تولید گندم و ذرت در منطقه سنجابی شهرستان کرمانشاه و معرفی تأثیرگذارترین نهاده‌های مصرفی و همچنین مدیریت زراعی درحرکت به سمت اهداف کشاورزی پایدار اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بازه زمانی سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ در منطقه سنجابی از توابع شهرستان کرمانشاه در طول و عرض جغرافیایی ۳۴,۲۹,۳۷ و ۴۶,۳۵,۵۵ درجه به‌صورت پیمایشی با استفاده از ابزار پرسشنامه انجام گرفت. پرسشنامه‌ها در قالب طیف لیکرت و به‌صورت پرسش‌هایی با پاسخ چندگزینه‌ای و بسته تدوین شدند. بر پایه جامعه هدف و با به‌کارگیری فرمول کوکران (کوکران ۲۰۰۷).

$$n = \frac{\frac{z^2\,pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}\left\{\frac{z^2\,pq}{d^2}\right\}} \qquad \text{[رابطه۱]}$$

که در آن، n= حجم نمونه، N= حجم جمعیت آماری (حجم جمعیت شهر، استان و غیره)، t یا z= درصد خطای معیار ضریب اطمینان قابل قبول، p = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مثلاً جمعیت مردان)، q= نسبتی

www.SID.ir

Archive of SID

از جمعیت فاقد صفت معین(مثلاً جمعیت زنان)،d= درجه اطمینان با دقت احتمالی مطلوب است. در این مطالعه، p و q برابر ۰/۵ . مقدار z برابر با ۱/۹۶ و مقدار d ، معادل ۰/۵ در نظر گرفته شد. بر همین اساس، درنهایت، تعداد نمونه برای جامعه آماری ذرت‌کاران و گندم‌کاران به ترتیب ٥٦ و ۹۲ تن به دست آمد.

برای تائید روایی شکلی و محتوایی، پرسشنامه‌های تهیه‌شده در اختیار گروهی از متخصصان و صاحب‌نظران قرار داده شدند تا مشخص شود که پرسش‌ها تا چه اندازه معرف و بازتاب مؤلفه‌های مورد بررسی هستند. برای تعیین پایایی پرسشنامه، ۳۰ نسخه از پرسشنامه‌های طراحی‌شده در اختیار ۳۰ تن از اعضای جامعه تحقیق، جدای از افراد مورد بررسی، قرار داده شد. برآورد پایایی پرسشنامه‌ها به‌وسیله آلفای کرنباخ از بخش‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی به‌صورت جداگانه برآورد گردید. آلفای کرنباخ برای مؤلفه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی، به ترتیب برابر با ۰/۸۳، ۰/۸۵ و ۰/۷۹ به دست آمد، که نشان‌دهنده پایایی قابل‌قبول پرسشنامه بود.

مشخصات مزارع گندم و ذرت منطقه ازنظر موقعیت، نوع منابع آب‌وخاک‌های غالب از طریق اطلاعات مرکز خدمات و جهاد کشاورزی سنجابی و نیز آزمون خاک موجود به دست آمد. آمار مربوط به سطح زیر کشت و میزان تولید محصولات گندم و ذرت در منطقه در سال ۹۳-۹٤ نیز از جهاد کشاورزی استان و مرکز خدمات و جهاد کشاورزی سنجابی و همچنین اطلاعات به‌دست‌آمده از طریق پرسشنامه تهیه گردید. سنجه‌های هدف به نمایندگی از شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار کشاورزی برای ارزیابی بوم‌نظام‌های ذرت و گندم در منطقه به شرح زیر

مؤلفه‌های محیط‌زیست بر اساس چهار سنجه تأثیر بر منابع آب، مدیریت مزرعه، سلامت خاک و انرژی مورد بررسی قرار گرفت (رسول و تاپا ۲۰۰٤).

سنجه تأثیر بر منابع آبی نیز از طریق احتساب میزان آب مجازی و برآورد بهره‌وری آب کشاورزی هر محصول به دست آمد. برای محاسبه آب مجازی و میزان بهره‌وری آب کشاورزی از روابط ۲ و ۳ استفاده شد (عربی یزدی ۱۳۸۹).

$$\mathrm{SWDc} = \frac{\overline{CWR}c}{\overline{CY}c} \qquad [\text{رابطه۲}]$$

$$\mathrm{CWP} = \frac{1}{SWD} \qquad [\text{رابطه۳}]$$

که در آن‌ها، SWDc نیاز ویژه آب گیاه، $\overline{CWR}c$ متوسط نیاز خالص آبی صرف‌نظر از باران مؤثر (متر مکعب در سال)، $\overline{CY}c$ میانگین عملکرد محصول (تن در هکتار)، CWP بهره‌وری آب کشاورزی (تن بر متر مکعب) است.

سنجه مدیریت مزرعه بر پایه مدیریت آفات، مقدار کود دهی، شیوه کنترل بقایا، شیوه کشت محصول، کشت بقولات و اجرای تناوب، مورد بررسی قرار گرفت. سنجه سلامت خاک از طریق تجزیه و تحلیل نمونه‌های خاک جمع‌آوری‌شده از مزارع گندم و ذرت تعیین شد. سپس مقدار کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و pH مورد ارزیابی قرار گرفت.

سنجه انرژی، شاخص‌های کارایی مصرف انرژی، انرژی خالص و شدت انرژی تولیدی نیز به ترتیب با استفاده از رابطه‌های ٤ تا ٦، محاسبه شدند (غالی و الساکا ۲۰۰٤).

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{کارایی مصرف انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگا ژول در هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگا ژول در هکتار)}} \quad \text{[رابطه ٤]}$$

$$\text{انرژی خالص} = \text{انرژی نهاده (مگا ژول در هکتار)} - \text{انرژی ستاده (مگا ژول در هکتار)} \quad \text{[رابطه ٥]}$$

$$\text{شدت انرژی تولیدی} = \text{(انرژی تولید شده در یک هکتار)}/10000 \quad \text{[رابطه ٦]}$$

در بخش اقتصادی، شاخص‌های بهره‌وری، درآمد و عملکرد در نظر گرفته شدند (رسول و تاپا ۲۰۰٤). در این رابطه سنجه‌های درآمد و عملکرد از طریق اظهارات کشاورزان و پرسشنامه و شاخص بهره‌وری کل و متوسط، به ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۷ و ۸ محاسبه شدند (دشتی ۲۰۱۰)

که در آن‌ها Q، ستاده مزرعه و $\sum Wini$ کل منابع مصرفی، (y)، کل ستاده یک فرایند اقتصادی و (X_i) مقدار نهاده مورد نیاز برای تولید آن را نشان می‌دهد.

برای ارزیابی مؤلفه‌های اجتماعی، میزان مشارکت افراد در امور اجتماعی، میزان اعتماد اجتماعی افراد و مقدار مشارکت در نهادهای محلی مورد مطالعه قرار گرفت. در ارزیابی شاخص سلامت اجتماعی، میزان رضایت افراد از شغل و درآمد خود، میزان تمایل انتقال تجربیات به فرزندان و میزان درآمد حاصله آنان از راه کشاورزی مورد سنجش قرار گرفت. امنیت غذایی خانوارها نیز از نظر کفایت مواد غذایی تولید شده توسط همان خانواده همچنین توانایی برای خرید مواد غذایی مورد نیاز از بازار مورد ارزیابی قرار گرفت (رسول و تاپا ۲۰۰٤).

به منظور برآورد پایداری کل، مقادیر شاخص‌ها در وزن‌های تعیین‌شده ضرب سپس با هم جمع بسته شدند، و برای محاسبه پایداری، بر اساس مقیاس¬داده¬ها از روش¬ تابع مرحله¬ای، استفاده شد. در این رابطه مقادیر هر شاخص در سه طبقه (پایداری ضعیف، متوسط و پایداری قوی) دسته‌بندی شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱، استفاده شد. در بخش استنباطی و به منظور مقایسه نتایج از آمارهای آزمون t و F در مورد داده¬هایی با مقیاس فاصله¬ای و نسبتی و از آمارهای آزمون من¬ویت¬نی در مورد داده¬هایی با مقیاس ترتیبی استفاده شد.

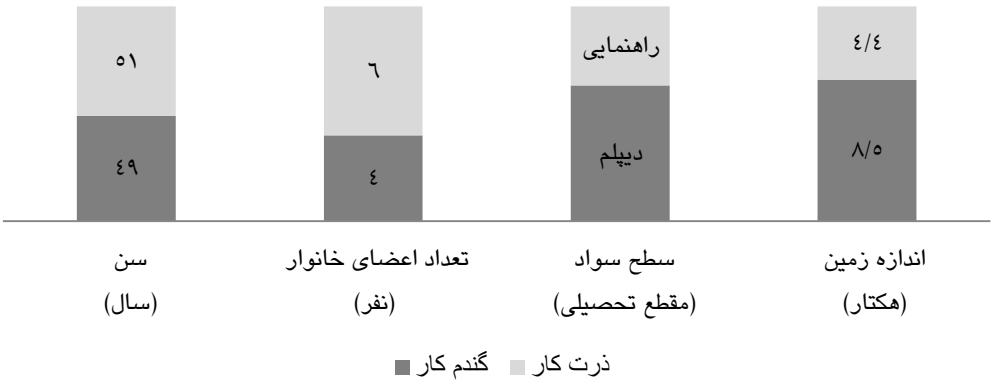
نتایج و بحث

بر پایه یافته‌های به‌دست‌آمده، میانگین سنی و جمعیت خانواده کشاورزان ذرت‌کار در مقایسه با کشاورزان گندم‌کار بیشتر بود. در مقابل جامعه گندم‌کاران سطح تحصیلات بالاتری نسبت به کشاورزان ذرت کار داشتند (شکل ۱). در بررسی‌های گوناگون نشان داده شده است که میان سن و سال، تحصیلات و دستیابی به کشاورزی پایدار ارتباط مستقیمی وجود دارد. برای نمونه متغیرهای سطح سواد، دانش کشاورزی پایدار، تعداد افراد خانواده و اندازه مزرعه تأثیر مثبتی بر پایداری عملیات کشاورزی داشته است (تاردلی ۲۰۰۹؛ توآیی ۲۰۱۸) (شکل ۱).

همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میانگین pH خاک در مزارع گندم کمتر از ذرت بود (جدول ۱). شاید بتوان دلیل بیشتر بودن غلظت هیدروژن یونی در خاک مزارع ذرت، رواج بیشتر آتش زدن بقایا عنوان نمود. زیرا سوزاندن بقایای گیاهی با افزایش نمک‌های قابل‌حل در خاک، غلظت یون هیدروژن را زیاد می‌کند (آل عیسی و ثمره ۲۰۰۷؛ مالتاس و همکاران ۲۰۱۳). ازنظر مقدار ماده آلی خاک هر دو بوم‌نظام، وضعیت بسیار نامناسبی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- برخی خصوصیات فردی و وضعیت مزارع کشاورزان گندم‌کار و ذرت کار منطقه سنجابی.

داشتند (جدول ۱). شاید دلیل اصلی پایین بودن ماده آلی خاک در مزارع گندم و ذرت، به ترتیب خروج بقایای گیاهی و آتش زدن پسماندها باشد. از سوی دیگر به‌کارگیری کودهای شیمیایی و عدم افزودن ماده آلی به خاک، موجب کاهش مواد آلی خاک به دلیل افزایش سرعت تجزیه آن‌ها می‌شود (مالتاس و همکاران ۲۰۱۳). مقدار نیتروژن خاک نیز با توجه به وابستگی مستقیم با مقدار ماده آلی، در هر دو بوم‌نظام پایین بود، بااین‌حال مقدار نیتروژن خاک‌های زیر کشت گندم اندکی بیشتر از مزارع ذرت بود (به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۰۹ درصد). ماده آلی نقش کلیدی در پایداری حاصلخیزی خاک دارد. متأسفانه مدیریت نامناسب کشاورزی رایج، کاهش ماده آلی خاک را در بوم نظام‌های زراعی فراهم کرده است. وجود مقدار بیشتر ماده آلی در خاک از راه جذب کلوئیدی باعث جلوگیری از آبشویی نیتروژن خاک شده و از آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌کاهد. همچنین اسیدیته بالای خاک موجب از بین رفتن مواد آلی خاک به‌صورت برون‌رفت گازکربنیک می‌شود (گیمیره ۲۰۱۷).

مقدار کاربرد کودهای شیمیایی در مزارع ذرت به‌طور معنی‌داری نزدیک به ۳ برابر مزارع گندم بود (جدول ۱). آلودگی آب‌ها، آسیب زدن به حیات‌وحش، اختلال در زیست‌بوم‌ها و ایجاد مشکلات بهداشتی در آب آشامیدنی تأثیراتی است که کاربرد گسترده کودهای شیمیایی برای محیط‌زیست ایجاد می‌کنند، ازاین‌روی می‌توان انتظار داشت که کشت ذرت با توجه به شیوه مدیریت حاصلخیزی خاک خود، خطرات زیست‌محیطی بیشتری به همراه داشته باشد.

از نظر مدیریت پسماندها، مزارع گندم، میانگین رتبه بزرگ‌تری داشتند؛ ازاین‌رو شیوه مدیریت پسماند در بوم‌نظام‌های گندم در سنجش با بوم‌نظام‌های ذرت برتر بود. بااین‌حال کشاورزان ذرت‌کار در مدیریت علف‌های هرز و آماده‌سازی زمین بهتر از کشاورزان گندم‌کار نشان دادند. نکته قابل توجه این‌که، کاشت بقولات یا گیاهان علوفه‌ای که از روش‌های افزایش پایداری مؤلفه‌های زیست‌محیطی است در هیچ‌یک از بوم‌نظام‌ها برتری آشکاری نداشت؛ و با توجه به اظهارات نبود پشتوانه مالی دانست.

بر اساس آزمون من ویتنی، در میان روش‌های مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی، روش مکانیکی در هر دو بوم‌نظام معنی‌دار نبود اما در روش‌های زیستی و شیمیایی به ترتیب برتری به مزارع گندم و ذرت اختصاص داشت؛ که البته روش شیمیایی نقشی منفی در

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش پایداری خواهد داشت (جدول ۱). در این رابطه، نتایج مشابهی توسط نامبیار و همکاران (۲۰۰۱) ارائه شده است.

در رابطه با شاخص‌های انرژی، میانگین انرژی خالص در دو بوم نظام اختلاف معنی‌داری نداشت، بااین‌حال کارایی مصرف انرژی در مزارع گندم نزدیک به دو برابر مزارع ذرت بود. در مقابل مزارع ذرت به‌طور معنی‌داری دارای شاخص شدت انرژی تولیدی و شاخص انرژی مصرفی بالاتری بودند (جدول ۱). در مطالعه‌ای مشابه مشاهده شد که هرچند انرژی خالص خروجی در کشت بوم‌های گندم واقع در شهرستان ری در مقایسه با سایر مناطق کشور از وضعیت قابل قبولی برخوردار بود، ولی کار آیی مصرف انرژی در این مزارع چندان قابل‌توجه نبود (علی‌پور ۲۰۱۳).

جدول ۱- مقایسه شاخص‌های زیست‌محیطی در بوم‌نظام‌های گندم و ذرت منطقه سنجابی

شاخص	اجزا	گندم	ذرت	معیار آزمون	sig
مدیریت مزرعه (رسول و تاپا، ۲۰۰٤)	نیتروژن (کیلوگرم هکتار)	۱۳۳/۲۲	٤۸۹/۲۸	-۹/۷۲۸t	۰/۰۰۰
	کود فسفات (کیلوگرم هکتار)	۱۰۵/۵۹	۱٤٤/۰٦	-۳/۰۳۵t	۰/۰۰۳
	کود پتاس (کیلوگرم هکتار)	۲۳/۰۹	٤٤/۹٦	-۲/۹۹۱t	۰/۰۰٤
	ریزمغذی (کیلوگرم هکتار)	۰/٦۰	۱/۱٤	-۲/۳۷۱t	۰/۰۰۰
	آفت‌کش‌های شیمیایی (لیتر در هکتار)	٤/۵٤	۳/۵۸	۱/۰۷۳t	۰/۱۸۱
	کود دامی (تن در هکتار)	۲/۰۰	۰/۸۲	۳/۰۲۷t	۰/۰۰۳
	کود مرغی (تن در هکتار)	۰/۲۸	۰	-۱/۷۲٤t	۰/۰۰۰
	مدیریت بقایا	۸٦/۱٤	۵۵/۳۸	-٤/۵۱٦z	۰/۰۰۰
	مدیریت علف‌های هرز	۵۹/۸٦	۸۳/٤۱	-۳/۹۵۷z	۰/۰۰۰
	کاشت بقولات یا گیاهان علوفه‌ای	۷۲/٦۸	۷۷/٤۹	-۰/۷۸٤z	۰/٤۳۳
	تعداد دفعات آیش‌گذاری زمین	۷٦/۷۹	۷۰/۷۳	-۱/۵٤۸z	۰/۱۲۲
	مدیریت آفات و بیماری (مکانیکی)	۷۱/۳۵	۷۹/٦۸	-۱/۲۵٤z	۰/۲۱۰
	مدیریت آفات و بیماری (زیستی)	۸۳/۰۲	٦۰/۵۰	-٤/۵٤۲z	۰/۰۰۰
	مدیریت آفات و بیماری (شیمیایی)	۷۱/۵۰	۷۹/٤۳	-۳/۱۹٤z	۰/۰۰۱
تأثیر بر منابع آب (ون اول و همکاران، ۲۰۰۸)	آب مجازی (مترمکعب بر تن)	۱٦٦۸/۵۹	۲۳۰۵/٤۹	-٤/۷۲٤t	۰/۰۰۰
	بهره‌وری آب (تن بر مترمکعب)	۰/۰۰۰٦۵	۰/۰۰۰٤٤	۸/۱۱۳t	۰/۰۰۰
انرژی (غالی و الساکا ۲۰۰٤)	کارایی مصرف انرژی *	۲/۰۱	۱/۰۲	۲/۱۹۲t	۰/۰۰۰
	انرژی خالص (مگا ژول بر هکتار)	٤۱۸۹۲/۵۷	٤۲۰۸۹/۱۱	-۰/۰۹۲t	۰/۹۲۷
	شدت انرژی تولیدی (مگا ژول بر مترمربع)	٦/۳٦	۸/۳۸	-۱/۰۱۲t	۰/۰۰۰
	شدت انرژی مصرفی (مگا ژول بر مترمربع)	۱/۵۵	۲/۸٦	-۱/۷۰۱t	۰/۰۰۰
سلامت خاک	اسیدیته خاک	۷/۲	۷/۷		
	ماده آلی (درصد)	۱/۱۷	۱/۱۰		
	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	۱٤/٤۸	۸/۸۰		
	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	۳۷۸	۲۵۸		

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزان چنین وضعیتی در شیوه آیش‌گذاری زمین‌های کشاورزی در هردو سامانه نیز وجود داشت (جدول ۱). دراین‌باره شاید بتوان مهم‌ترین عامل جای ندادن لگوم‌ها در چرخش زراعی را انگیزه‌های اقتصادی و مقایسه شاخص‌های اقتصادی در مزارع گندم و ذرت در منطقه سنجابی نشان داد که باوجود تولید بیشتر کشتزارهای ذرت، ولی مصرف بیشتر کودهای شیمیایی موجب شد که مقدار بهره‌وری بالاتر کودهای شیمیایی این سامانه قابل‌چشم‌پوشی باشد؛ و از نظر میانگین بهره‌وری کودهای شیمیایی بین دو بوم‌نظام تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردد. میانگین بهره‌وری متوسط سموم، اعم از حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها در مزارع ذرت به‌طور معنی‌داری بیشتر از مزارع گندم بود. این موضوع نشانگر بهره‌وری بهتر ذرت در به‌کارگیری از سموم شیمیایی بود (جدول ۳). همان‌طور که در بخش پیشین و مقایسه مقدار مصرف سموم شیمیایی نیز عنوان شد، تفاوت معنی‌داری میان مقدار مصرف سموم در دو بوم‌نظام وجود نداشت بااین‌وجود در ازای مصرف یکسان این مواد، به خاطر عملکرد بیشتر مزارع ذرت، میزان بهره‌وری سموم در این بوم‌نظام بالاتر بود.

به دلیل کمتر بودن مقدار مصرف آب، میانگین بهره‌وری متوسط آب (کیلوگرم بر لیتر) در مزارع گندم به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در ذرت بود. در مقابل مزارع ذرت به‌طور معنی‌داری میانگین بسیار بالاتری در بهره‌وری زمین داشتند؛ به‌طوری‌که به ازای هر مترمربع از زمین، مقدار تولید ذرت نزدیک به دو برابر بود، که با نتایج یوان و همکاران (۲۰۰۳) همخوانی داشت.

میانگین درآمد گندم‌کاران به‌طور معنی‌داری کم‌تر از مقدار آن در ذرت بود (به ترتیب معادل ۵۶۰۶۲۵۹ و ۸۱۰۸۵۷۱ تومان) (جدول ۳).

جدول ۳- **مقایسه شاخص‌های اقتصادی در بوم‌نظام‌های گندم و ذرت منطقه سنجابی**

بهره‌وری	گندم	ذرت	t	sig
بهره‌وری متوسط کودهای شیمیایی	۵/۲۴	۵/۹۵	-۰/۸۵۳	۰/۳۹۵
بهره‌وری متوسط سموم (کیلوگرم بر لیتر)	۲۲۳۴/۸۵	۳۲۸۸/۴۵	-۴/۴۸۲	۰/۰۰۰
بهره‌وری متوسط آب (کیلوگرم بر لیتر)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷۸	۷/۷۰۲	۰/۰۰۰
بهره‌وری متوسط زمین (کیلوگرم بر مترمربع)	۰/۴۸	۰/۸۴	-۱۴/۸۴۵	۰/۰۰۰
درآمد (ریال در هکتار)	۵۶۰۶۲۵۹۰/۰۰	۸۱۰۸۵۷۱۰/۰۰	-۹/۱۵۹	۰/۰۰۰
عملکرد (کیلوگرم)	۴۸۷۵/۰۰	۸۴۴۶/۴۲	-۱۲/۹۴۲	۰/۰۰۰

شاخص‌های دخیل در ایجاد سرمایه اجتماعی در جدول شماره ۴ ارائه شده است. بنا بر اظهارات کشاورزان، برجسته‌ترین نهاد اجتماعی که گندم‌کاران و ذرت‌کاران در عضویت آن‌ها فعالانه شرکت می‌کردند تعاونی‌های روستایی بود، که در این رابطه تفاوت معنی‌داری در عضویت بهره‌برداران دو بوم نظام مورد بررسی مشاهده نشد. وضعیت در گروه‌های هیئت‌های دینی، بسیج سازندگی، کشاورزان پیشرو و شوراهای حل اختلاف نیز بدون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بدین معنی که اختلاف معنی‌داری بین کشاورزان گندم کار و ذرت کار، در خصوص عضویت در نهادهای تأثیرگذار در ایجاد سرمایه‌های اجتماعی مشاهده نشد.

در خصوص سلامت اجتماعی و امنیت غذایی، گندم‌کاران نسبت به شغل و درآمد خود اعلام رضایت بیشتری داشتند در مقابل کشاورزان ذرت کار، فرصت شغلی ایجادشده بیشتری را اعلام کردند. همچنین توصیه شغل کشاورزی به فرزندان هرچند در بین ذرت کاران طرفداران بیشتری داشت، اما اختلاف معنی‌داری با تمایل

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزان گندم‌کار به ادامه شغل خود توسط فرزندانشان نداشت. بر اساس آزمون من ویتنی، بوم‌نظام‌های گندم از نظر امنیت غذایی در رتبه بالاتری نسبت به سامانه‌های ذرت قرار گرفتند هرچند تفاوت آشکاری در میان دو گروه مشاهده نشد (جدول ٤). از دیدگاه اجتماعی، توسعه پایدار کشاورزی، باید برای خانوارهای مناطق روستایی به‌ویژه برای کسانی که منابع و فرصت اشتغال و درآمد در بخش غیر کشاورزی ندارند، معیشت پایدار ایجاد کند (کلانتری ۲۰۱۰).

جدول ٤- **مقایسه شاخص‌های اجتماعی در بوم‌نظام‌های گندم و ذرت منطقه سنجابی**

		گندم میانگین رتبه	ذرت میانگین رتبه	z	sig
سرمایه اجتماعی					
سطح اعتماد به نهادها		۷۹/۰٦	٦۷/۰۱	-۱/۷٤۰	۰/۰۸۲
میزان تبادل خدمات و نهاده ها با سایر کشاورزان		۷۸/۲۸	٦۸/۲۹	-۱/٤۹۷	۰/۱۳٤
عضویت در نهادهای محلی	تعاونی‌های روستایی	۸۳/۷	۸۹/۲	۰/۰۷۸	۰/۳٤۵
	تعاونی‌های تولید کشاورزی	۰	۰	-	-
	هیئت‌های دینی	۵/٤	۱۰/۷	۰/۲۳۵	۰/۹۸۰
	گروه‌های بسیج سازندگی	۵/٤	۵/۳	۰/۰۱۹	۰/۲۳۲
	گروه‌های کشاورزان پیشرو و خبره	۵/۵	۵/۳	۰/۰۱۹	۰/۲۳۲
	شوراهای حل اختلاف	۵/٤	۱۰/۷	۰/۰۱۹	۰/۲۳۲
سلامت اجتماعی					
میزان رضایت از شغل و درآمد		٦٦/٦۵	۸۷/٤۰	-۳/۰۷۷	۰/۰۰۲
مقدار فرصت شغلی ایجاد شده در مزرعه		۸۳/۹۳	۵۹/۰۰	-۳/۷۰۹	۰/۰۰۰
توصیه شغل کشاورزی به فرزندان		۷۱/٤	۸۰/۱۹	-۱/۳۳۱	۰/۱۸۳
امنیت غذایی					
پاسخگو بودن میزان محصول تولید شده در معیشت خانواده		۸٤/۹۵	۵۷/۳٤	-٤/۱۱۰	۰/۰۰۰
پاسخگو بودن درآمد برای معیشت خانواده در صورت کم بودن محصول		۷٦/٦۲	۷۱/۰۲	-۰/۸۵۷	۰/۳۹۲

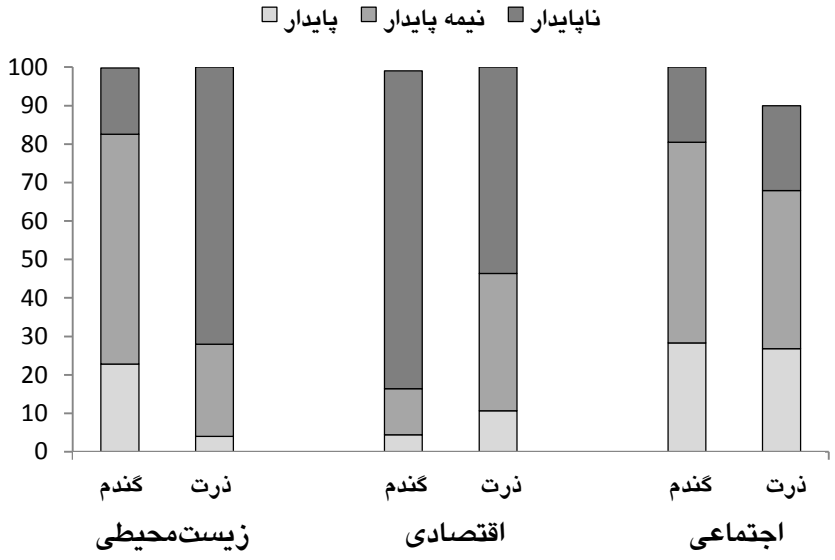
در مجموع نزدیک به ۷۷ درصد از کشاورزان گندم‌کار و بیش از ۹۵ درصد از ذرت‌کاران در کشتزارهای خود موجب خسارت‌های متوسط تا شدید به محیط‌زیست می‌شوند. در این رابطه اگرچه تأثیرات نامطلوب کشت گندم به قوت کشت ذرت نیست، بااین‌حال با توجه به تأثیر منفی ذاتی کشاورزی رایج (پرتی و همکاران ۲۰۱۰)، سامانه‌های تولید گندم نیز برای محیط‌زیست اثرات نامطلوبی ایجاد می‌کنند. همچنین کمتر از ۲۰ درصد گندم‌کاران وضعیت اقتصادی پایدار و متوسط داشتند درصورتی‌که وضعیت اقتصادی ذرت کاران مطلوب‌تر بود. به‌طوری‌که بیش از ٤۰ درصد آن‌ها دارای وضعیت اقتصادی پایدار و متوسط بودند (شکل ۲).

در مقایسه شاخص‌های مختلف پایداری مشاهده شد که اگرچه دو بوم نظام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در وضعیت پایداری شاخص‌های اجتماعی

www.SID.ir

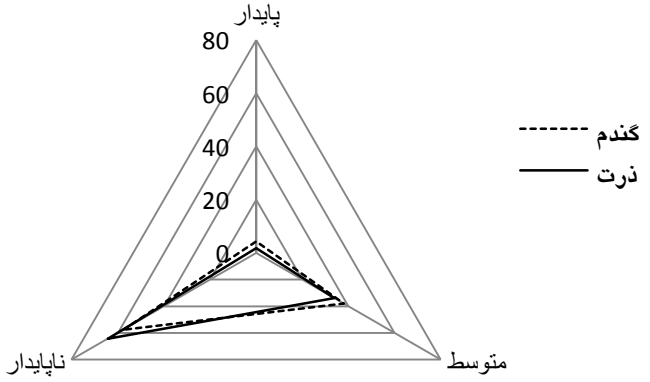
Archive of SID

(مانند سرمایه اجتماعی، سلامت اجتماعی، امنیت غذایی) و مدیریت مزرعه، نداشتند، اما مزارع گندم به‌صورت معنی‌داری منابع آبی را کمتر تحت تأثیر قرار دادند و نیاز کمتری به انرژی داشتند. در مقابل بهره‌وری مزارع ذرت دارای پایداری اقتصادی بالاتری بود (شکل ۲).



شکل ۲- وضعیت پایداری بوم نظام‌های گندم و ذرت از نظر مؤلفه‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی منطقه سنجابی برحسب درصد

در نهایت نتایج نشان داد کشاورزان گندم و ذرت منطقه سنجابی به ترتیب بیش از ۵۷ و ٦٤ درصد به‌صورت ناپایدار اقدام به تولید محصولات خود نموده‌اند (شکل ۳). موارد بسیار مشابهی در بررسی انجام‌شده در بخش دیگری از استان کرمانشاه گزارش شده است. به‌طوری‌که وضعیت ۵۵ درصد از کشاورزان شهرستان روانسر در گروه ناپایدار جای داشتند (صیدایی ۱۳۹۲)



شکل ۳- مقایسه وضعیت پایداری کل (درصد) در بوم‌نظام‌های گندم و ذرت منطقه سنجابی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که از دید زیست‌محیطی بوم‌نظام‌های تولید گندم جایگاه بهتری نسبت به سامانه‌های تولید ذرت داشتند. درحالی‌که از نظر مؤلفه‌های اقتصادی، برتری با بوم‌نظام‌های ذرت بود. هرچند درصورتی‌که که آب به‌عنوان نهاده در نظر گرفته شود پایداری اقتصادی ذرت نیز بسیار کاهش خواهد یافت. همچنین از نظر اجتماعی وضعیت مشابهی در بین کشاورزان دو مجموعه مشاهده شد، که شاید به دلیل شناخت کمتر تأثیر بوم‌نظام‌های کشاورزی بر مؤلفه‌های اجتماعی باشد.. به‌هرروی، بررسی الگوی استفاده از مواد شیمیایی به‌عنوان یکی از عوامل کاهنده پایداری، نشان داد که در بوم‌نظام‌های ذرت و گندم مصرف مواد شیمیایی به ترتیب به سمت استفاده بیشتر از حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها گرایش دارد. بنابراین استفاده از روش‌های غیر شیمیایی آفات مانند کنترل زیستی و یا روش‌های کشت مخلوط در مزارع ذرت و همچنین استفاده از روش‌های اکولوژیک در مدیریت علف‌های هرز برای مزارع گندم، مانند بهره‌گیری از گیاهان پوششی و .. می‌تواند تا حد زیادی در افزایش پایداری این بوم‌نظام‌ها سهیم باشد. در این بررسی مشخص گردید که مقدار مصرف کودهای نیتروژنی در بوم نظام‌های مورد بررسی به‌ویژه در مورد ذرت بالا است. ازاین‌رو قرار دادن بقولات در تناوب، تا حد زیادی به پایداری کشاورزی منطقه کمک خواهد کرد. در بحث انرژی نیز، می‌توان با بهره‌گیری از روش‌های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی، ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، نقش مهمی در وضعیت مواد آلی خاک و در پی آن بهبود باروری آن ایفا نمود. البته در اینجا وجود ادوات مناسب برای کشت مدیریت بقایا در این‌چنین سامانه‌هایی نقش حیاتی دارد، چراکه بر پایه یافته‌های این بررسی به ترتیب ۶۰ و ۳۰ درصد کشاورزان ذرت‌کار و گندم‌کار منطقه اقدام به آتش زدن بقایای محصول قبل می‌کنند. اگرچه از نظر تأثیر بر منابع آبی بوم‌نظام‌های گندم در وضعیت پایدارتری نسبت به ذرت قرار داشتند، ولی توسعه روش‌های نوین آبیاری مانند آبیاری کم‌فشار، افزون بر صرفه‌جویی در انرژی، بهره‌وری آب و در پی آن پایداری را افزایش داد.

منابع مورد استفاده

Al-Issa T, and Samarah N. 2007. The effect of tillage practices on barley production under rainfed conditions in Jordan. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 2:75-79.

Alipour A, Keshavarz Afshar R, Karimi Nejad M, Ghalegolab Behbahani A, and Mohammadi V. 2013. Evaluation of Energy Flow in Irrigated Wheat Agro Ecosystems. A case study: Shahr-e-Rey City. journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23(3):59-69. (In Persian).

Anabestani A, Shayan H, Shamseldini R, Shahilo A, and Zare'i A. 2012. Evaluating Economic Sustainability in Rural Areas Using Factor Decision Making for Multiple Allocation Criteria (Case Study: Jafarabad Section, Qom Province). Journal of Geography and Environmental Studies, 1(4):118-140. (In Persian).

Anonymous. 2008. Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and actions required. Technical report presented at the FAO's' High—Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy, FAO, Rome.

Anonymous. 2018. The province's agricultural landscape of Kermanshah. Kermanshah agri-Jahad Portal.

Arabi-Yazdi A, Alizadeh A, and Mohamadian F. 2010. Study on Ecological Water Footprint in Agricultural Section of Iran. Journal of Water and Soil, 23(4):1-15. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Binder CR, Schmid A, and Steinberger J. 2012. Sustainability solution space of the Swiss milk value added chain. Ecological Economics, 83:210-220.

Cochran WG. 2007. Sampling techniques: John Wiley & Sons.

Dashti G, Aminian F, Hosseinzad J, and Hayati B. 2010. Determining Economic Value of Water in Wheat Production (Case Study: Underground Water Resources in Damghan Region. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 20(1):121-131. (In Persian).

Earles R. 2005. Sustainable Agriculture: An Introduction Publication of ATTRA, the National Sustainable Agriculture Information, Service. USA.

Ghali KH, and El-Sakka MI. 2004. Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. Energy economics, 26(2):225-238.

Ghimire R, Machado S, and Bista P. 2017. Soil pH, soil organic matter, and crop yields in winter wheat–summer fallow systems. Agronomy Journal, 109(2):706-717.

Kalantari K, Asadi A, Shabanali Fami H, and Arabiun A. 2010. Analyzing sustainability factors of wheat cultivation systems in Fars province. Agricultural Economics & Development, 24(2):169-176. (In Persian).

Larsson M. 2017. Towards a Sustainable Food System in the Baltic Sea Region. Environmental Challenges in the Baltic Region: Springer. p 15-52.

Maltas A, Charles R, Jeangros B, and Sinaj S. 2013. Effect of organic fertilizers and reduced-tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop yield: Results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland. Soil and Tillage Research, 126:11-18.

Manafi Mollayosefi M, Hayati B, Pishbahar E, and Nematian J. 2017. Assessment of Agricultural and Natural Resources Sustainability in East Azerbaijan Province: Application of Composite Indicators. Agriculture Knowledge and Sustainable Production. journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(3):189-199. (In Persian).

Mirzaei M, and Bekri M. 2017. Energy consumption and CO2 emissions in Iran, 2025. Environmental Research, 154:345-351.

Nambiar K, Gupta A, Fu Q, and Li S. 2001. Biophysical, chemical and socio-economic indicators for assessing agricultural sustainability in the Chinese coastal zone. Agriculture, ecosystems & environment, 87(2):209-214.

Peano C, Migliorini P, and Sottile F. 2014. A methodology for the sustainability assessment of agri-food systems: an application to the Slow Food Presidia project. Ecology and Society, 19(4).

Pearce D, Barbier E, and Markandya A. 2013. Sustainable development: economics and environment in the Third World: Routledge.

Pretty J, Sutherland WJ, Ashby J, Auburn J, Baulcombe D, Bell M, Bentley J, Bickersteth S, Brown K, and Burke J. 2010. The top 100 questions of importance to the future of global agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability, 8(4):219-236.

Rasul G, and Thapa GB. 2004. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives. Agricultural systems, 79(3):327-351.

Seydaei E, Ghanbari Y, Jamini D, and Boshagh M. 2015. Measuring the Agricultural Sustainability in Rural Areas- A Case Study: Rural Areas of Central District of Ravansar Township. Geography and Sustainability of Environment, 3(6):87-106. (In Persian).

Tanguay GA, Rajaonson J, Lefebvre J-F, and Lanoie P. 2010. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. Ecological Indicators, 10(2):407-418.

www.SID.ir

Archive of SID

Tatlıdil FF, Boz İ, and Tatlidil H. 2009. Farmers' perception of sustainable agriculture and its determinants: a case study in Kahramanmaras province of Turkey. Environment, Development and Sustainability, 11(6):1091-1106.

Thoai TQ, Rañola RF, Camacho LD, and Simelton E. 2018. Determinants of farmers' adaptation to climate change in agricultural production in the central region of Vietnam. Land Use Policy, 70:224-231.

Van Oel P, Mekonnen M, and Hoekstra AY. 2008. The external water footprint of the Netherlands: Quantification and impact assessment.

Veisi H, Khoshbakht K, and Sabahi H. 2012. A participatory assessment of sustainability of the agro-ecosystem of Absard, Iran. International Journal of Agricultural Sustainability, 10(4):1-17.

Yuan W, James P, Hodgson K, Hutchinson S, and Shi C. 2003. Development of sustainability indicators by communities in China: a case study of Chongming County, Shanghai. Journal of Environmental Management, 68(3):253-261.

www.SID.ir