Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۲ / سال ۱۳۹۹

سنجش پایداری بوم نظام‌های زراعی حاشیه دریاچه ارومیه (مطالعه موردی: شهرستان آذرشهر)

جلال اسماعیل زاده[۱]، محمد رضا اصغری پور[۲]*، مهدی دهمرده[۲]، علی‌رضا سیروس مهر[۲]، عادل دباغ محمدی نسب[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/٤ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۰

۱-دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، گروه زراعت، پردیس خودگردان، دانشگاه زابل
۲-دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳- استاد، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه: Email: m_asgharipour@uoz.ac.ir

چکیده

اهداف: دریاچه ارومیه یکی از مهم‌ترین و ارزشمندترین بوم نظام‌های ایران است. با توجه به این که جمعیت عظیمی از مردم ساکن استان آذربایجان شرقی در حوضه دریاچه ارومیه به کشاورزی مشغول هستند و اقتصاد منطقه و ساکنین منطقه به پایداری نظام‌های کشاورزی در زمان حال و آینده وابستگی بالایی دارد، از این رو بررسی پایداری بوم نظام‌های زراعی این منطقه اهمیت زیادی دارد.

مواد و روش‌ها: این مقاله به سنجش پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۳ می‌پردازد. وزن شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی تعیین شده و سایر اطلاعات لازم از سازمان جهاد کشاورزی، سازمان آب منطقه‌ای و سالنامه‌های آماری استان آذربایجان شرقی در طی سال‌های مورد بررسی جمع‌آوری گردید.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد میزان پایداری در ابتدای دوره یعنی طی سال‌های ۸۵-۱۳۸۳ کاهشی بوده است و بعد از یک افزایش موقت طی سال‌های ۹۲-۱۳۸۵، در ادامه مجدداً کاهشی شده و شرایط پایداری کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از وزن‌دهی شاخص‌ها و محاسبه میزان پایداری، نقش مهم عوامل ایجاد پایداری خصوصاً مصرف نهاده‌های شیمیایی بر میزان پایداری مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی پایداری، بوم نظام، دریاچه ارومیه، شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی، شاخص‌های پایداری

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Agro-Ecosystems Sustainability in Coastal Lake Urmia (Case Study: Azarshahr)

Jalal Esmaeilzadeh[1], Mohammad Reza Asgharipour[2*], Mehdi Dahmardeh[2], Alireza Sirousmehr[2], Adel Dabbagh Mohammadi Nassab[3]

Received: July 26, 2019 Accepted: November 11, 2019
1 PhD Candidate, Dept. of Agronomy, Campus of University, University of Zabol, Zabol, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
3-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology , Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding Author Email: E-mail: m_asgharipour@uoz.ac.ir

Abstract

Background and objective: Lake Urmia is one of the most important and valuable Iranian ecosystems. Given that a large population of East Azarbaijan residents in the Urmia Lake Basin is engaged in agricultural business, and the economy of the region and residents of this region depend on the sustainability of agricultural systems in the present and future, hence the study of the sustainability of the agricultural ecosystems of this region are very important.

Materials & Methods: This paper examines the sustainability of the agricultural ecosystems of Azarshahr in the period of 2004-2017. The weight of the indicators was determined using entropy method and other information was collected from Jihad-e-Agriculture Organization, Regional Water Organization and the yearbooks of East Azarbaijan province during the studied years.

Results: The results of the study showed that the level of stability at the beginning of the period was decreasing during the years 2004-2006 and after a temporary increase in the years 2006-2013, it was reduced again and the conditions of sustainability deteriorated.

Conclusion: Given the results of weighting the indices and calculating the sustainability level, the important role of the factors of sustainability, especially the use of chemical inputs, was shown on the sustainability.

Keywords: Ecosystem, Lake Urmia, Sustainability Assessment, Socio-Economic Indices, Sustainability Indices

مقدمه

از آنجا که هر گونه فعالیتی برای ارتقای کیفیت زندگی انسانی در محیطزیست انجام می‌شود، بنابراین وضعیت محیطزیست و منابع آن از نظر پایداری یا ناپایداری بر فرایند توسعه تأثیرگذار خواهند بود. بر این اساس، هر بحثی درباره‌ی توسعه پایدار بدون توجه به مفهوم پایداری محیطی، ناتمام تلقی می‌شود (بریمانی و اصغری ۲۰۱۰). از مهمترین مخاطره‌های محیطی که در سال‌های اخیر در ایران در حال رخ دادن است، کاهش حجم آب دریاچه ارومیه می‌باشد. در سال‌های اخیر آب دریاچه ارومیه به دلیل عوامل متعدد در معرض خشک شدن قرار گرفته و شهرها و روستاهای پیرامون خود را به شدت تحت تأثیر قرار داده است (سلیمی ترکمانی

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۱۱). از بین رفتن دریاچه‌ها و تالاب‌ها تهدید اساسی برای مناطق روستایی و بخش کشاورزی بشمار می‌رود، زیرا این حجم‌های عظیم آب نقش اساسی در تثبیت فعالیت‌های کشاورزی مانند کنترل سیل، کنترل فرسایش، بهبود کیفیت آب و منابع زیرزمینی و زیستگاهی برای حیات‌وحش و غیره دارند (والترز و شروبسل ۲۰۰۳).

بوم‌نظام‌های زراعی واحدهای چندکارکردی هستند که ضمن تأمین نیازهای انسانی مختلف، خدمات متنوعی از جمله کاهش فرسایش آبی و بادی، کاهش گازهای گلخانه‌ای و ترسیب کربن را فراهم می‌کنند. با این وجود در سده اخیر بوم نظام‌های زراعی بیشتر به عنوان واحدهای تولیدی مورد توجه قرار گرفته‌اند و به منظور بیشینه کردن عملکرد شمار اندکی محصول زراعی یا دامی مدیریت شده‌اند. برای رسیدن به این هدف، از روش‌هایی استفاده شده است که هر یک به نوع تأثیر منفی بر دیگر ابعاد و کارکردهای بوم نظام‌های زراعی داشته‌اند. جانشین کردن گونه‌های چندساله به وسیله گونه‌های یک‌ساله، باعث کاهش پوشش گیاهی سطح خاک، کاهش میزان مواد آلی و بقایای گیاهی و افزایش فرسایش خاک شده است. کابرد بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی منجر به آلودگی منابع آب و خاک، از بین رفتن گونه‌های مفید، شور شدن خاک‌ها و به هم خوردن تعادل عنصرهای ضروری خاک شده است. بوم نظام‌های زراعی رایج برای افزایش تولید به شدت وابسته به انرژی‌های فسیلی هستند که از راه کاربرد نهاده‌ها به آن‌ها وارد می‌شوند. این نظام‌ها افزون بر آسیب‌پذیر بودن باعث کاهش منابع انرژی و اثرگذاری‌های سوء محیطی می‌شوند. بنابراین نظارت و مدیریت دقیق بر آن‌ها به منظور کاهش مشکلات و پایداری تولید در بوم نظام‌های زراعی ضرورت خواهد داشت (محمدی و همکاران ۲۰۱۸).

مرور منابع نشان می‌دهد کمتر مطالعه‌ای به بررسی پایداری در حوضه دریاچه ارومیه و بویژه در طول زمان پرداخته است. از این رو بررسی پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر می‌تواند نقطه شروعی برای این سری مطالعات باشد. بر اساس نتایج سرشماری عمومی کشاورزی در سال ۱۳۹۳، تعداد ۱۰۵۱۶ بهره‌بردار کشاورزی در شهرستان آذرشهر به فعالیت کشاورزی مشغول می‌باشند. در حدود ٦٣ درصد زارعین این شهرستان بی‌سواد بوده و یا سواد ابتدایی و غیررسمی دارند. ٥٦ درصد اراضی زراعی آبی و ٤٤ درصد به صورت دیم کشت می‌شوند و سرانه اراضی کشاورزی این شهرستان ۱/۵۵ هکتار به ازای هر بهره‌بردار کشاورزی است (مرکز آمار ایران ۲۰۱٤). وسعت مراتع شهرستان آذرشهر ۷۰۵۰۰ هکتار است، اما اکثر مراتع شوره‌زار بوده و درجه سه و چهار است. همچنین این شهرستان فاقد جنگل طبیعی است. بررسی هیدروگراف دشت آذرشهر نشان می‌دهد که سطح تراز آب زیرزمینی از سال ۸٦-۱۳۷۳ به طور محسوسی افت پیدا کرده است. همچنین کیفیت آب نیز به طور مداوم افت داشته و شوری آن افزوده شده است (سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی ۲۰۱۵). به نظر می‌رسد وجود چنین مشکلاتی در عرصه طبیعی و کشاورزی شهرستان آذرشهر سبب شده است دستیابی به پایداری با مشکلات بسیاری روبرو باشد.

مطالعات زیادی در داخل و خارج از کشور به بررسی و ارزیابی پایداری سیستم‌های زراعی و طبیعی پرداخته‌اند. به عنوان نمونه شوشتریان و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی و ترکیب آن با تئوری بازی‌ها میزان پایداری سیستم‌های زراعی منطقه‌ی کامفیروز استان فارس را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که با بکارگیری عملیات زراعی مناسب می‌توان سیستم‌های کشاورزی را به گونه‌ای در جهت پایداری مدیریت کرد که منابع برای استفاده در آینده حفظ شود. بریمانی و اصغری (۲۰۱۰) ناپایداری زیست‌محیطی سکونتگاه‌های روستایی سیستان را با استفاده از مدل ارزیابی چندمعیاره و داده‌های مربوط به ۲۵ شاخص اصلی در

www.SID.ir

Archive of SID

سامانه اطلاعات جغرافیایی بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد ناپایداری زیست‌محیطی در اکثر روستاها شدید یا بسیار شدید بود. عنابستانی و خسروبیگی (۲۰۱۲) با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتب فازی و تکنیک پرومتی[1] به سطح‌بندی توسعه پایدار در مناطق روستایی شهرستان کمیجان پرداختند. در این مطالعه انتخاب شاخص‌ها با استفاده از روش فشار- وضعیت موجود - واکنش صورت گرفت. بر اساس نتایج کیفیت آب کشاورزی، حاصلخیزی خاک و تنوع آب مصرفی بیشترین اهمیت را در پایداری زیست‌محیطی مناطق روستایی داشتند. ملکی و همکاران (۲۰۱٤) با استفاده از روش TOPSIS و ۱۱ شاخص به بررسی پایداری توسعه زیست‌محیطی شهرستان‌های استان خوزستان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد شهرستان‌های شمال استان از دیدگاه توسعه زیست‌محیطی برتر از شهرستان‌های جنوب استان هستند.

جیان و ژئوپینگ (۲۰۰۷) میزان توسعه پایدار کشاورزی استان شانگهای چین را با استفاده از ۳۳ شاخص در پنج بعد جمعیت، اقتصاد، جامعه، منابع و محیط‌زیست در دوره زمانی دهساله‌ی ۲۰۰۳-۱۹۹٤ با استفاده از یک روش جامع چندمعیاره برآورد کردند. در این مطالعه شاخص‌های مورد نظر با استفاده از روش آنتروپی وزن‌دهی شدند. یافته‌های این محققین حاکی از آن است که پایداری کشاورزی در بعد جامعه، در طی دهه گذشته بهبود یافته است و در بعد جمعیتی اوضاع بدتر شده که دلیل آن پیشرفت اندک و حتی پسرفت آموزش نیروی کار روستایی بوده است. ابعاد اقتصادی، منابع و محیط‌زیست بعد از کاهشی در اوایل دوره پیشرفت داشتند، به نحوی که در کل شاخص جامع توسعه‌ی پایدار کشاورزی هر ساله رشد ۲/۲ درصدی داشته و لذا کشاورزی شانگهای در حالت عمومی پایدار است. کارا و کنه (۲۰۱۲) با هدف ارزیابی و مقایسه پایداری زیست‌محیطی در سطح مناطق کشور ترکیه، با استفاده از روش AHP به محاسبه شاخصی مرکب پرداختند. بدین منظور پنج منطقه در استان‌های مختلف این کشور در نظر گرفته شد و ۱۱ شاخص جهت انجام ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت. برابر با یافته‌های پژوهش منطقه استانبول بیشترین پایداری زیست‌محیطی را در مقایسه با سایر مناطق داشت. صبیحا و همکاران (۲۰۱٦) پایداری زیست‌محیطی در کاشت گونه پرمحصول برنج را با استفاده از سه دسته شاخص در سه ناحیه از شمال غرب بنگلادش بررسی کردند. سپس تمامی شاخص‌ها بین صفر و یک نرمال شدند به صورتی که مقادیر بزرگتر نشان‌دهنده مشکلات زیست‌محیطی بیشتر بودند و سپس مقادیر تمامی شاخص‌ها باهم جمع شدند. نتایج نشان داد کاشت برنج آسیب زیست‌محیطی بالایی در نواحی مختلف شمال غرب بنگلادش ایجاد کرده و به منظور دستیابی به کشاورزی پایدار لازم است مداخله سیاستی صورت گیرد. کوک و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری پایداری زیست‌محیطی در سطح کشورها پرداختند. این محققین ابتدا با استفاده از نظرات گروهی از کارشناسان شاخص‌های مناسب را شناسایی کرده و سپس اقدام به ارزیابی پایداری زیست‌محیطی در کشورهای نروژ و ایسلند کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد کمبود داده‌ها به ویژه در سطح ملی، مانع از اندازه‌گیری صحیح پایداری زیست‌محیطی است. قدرتی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای در شهرستان آذرشهر به شناسایی نقاط ضعف و قوت درون‌سیستمی با فرصت‌ها و تهدیدات برون سیستمی مدیریت واحدهای تولید کشاورزی در مقابله با تغییرات اکولوژیک دریاچه ارومیه پرداختند. نتایج حاصل از ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی و خارجی نشان داد که با توجه به امتیاز نهایی کلی بدست آمده برای عوامل داخلی و خارجی مدیریت واحدهای تولید

[1] PROMETHEE

www.SID.ir

Archive of SID

کشـــاورزی در مقـابله با تغییرات اکولوژیک دریاچه ارومیه در منطقه آذرشـهر، راهبرد اسـتراتژیک مدیریت واحدهای کشاورزی، راهبرد تدافعی می‌باشد.

سنجش میزان پایداری بوم نظام‌های زراعی و طبیعی و شـناسـایی عوامل مؤثر بر آن برای حفظ بازدهی در طولانی‌مـدت، حفـاظـت از منـابع طبیعی، پیشـــگیری از مشـــکلات زیســـت‌محیطی و اســـتفـاده پایدار از منابع ضـروری می‌باشد. از این رو این مطالعه در پی بررسی پایداری بوم نظام‌های زراعی در شـهرسـتان آذرشـهر می‌باشـد. این مقاله تلاش دارد تا با تعیین شـاخص‌های مهم پایداری بوم نظام‌های زراعی شـهرسـتان آذرشهر، وزن‌دهی شـــاخص‌هـا با اســـتفاده از روش آنتروپی و ادغام شـــاخص‌ها به این ســـؤال کلیدی پاســـخ دهد که "میزان پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در طول زمـان به چه میزان بوده اســـت و چه تغییراتی یـافتـه اســـت؟". نتایج این مطالعه می‌توانند جهت بهبود سیاست‌های فعلی زیست‌محیطی و کشاورزی استان در بخش پایداری استفاده شوند.

مواد و روش‌ها

توصیف منطقه اجرای مطالعه

شهرستان آذرشهر با وسعت ۸٤۰ کیلومتر مربع (۱،۸ درصد مساحت استان آذربایجان‌شرقی) در ۳۰ کیلومتری تبریز واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳٤۰ متر می باشد. طبق آخرین تقسیمات کشوری، شهرستان آذرشهر دارای سه بخش از جمله بخش گوگان (شامل دهستان‌های تیمورلو و دستجرد) با ٤٦ آبادی می‌باشد. این شهرستان در ساحل دریاچه ارومیه قرار گرفته است. قسمت شرق و جنوب شرقی این شهرستان کوهستانی و در مغرب آن ساحل پست دریاچه ارومیه قرار گرفته است (شکل ۱). شهرستان آذرشهر از نظر چگونگی آب و هوا یک تفاوت کلی با سایر بخش‌های مناطق کوهستانی آذربایجان داشته و از یک تمایز مخصوصی برخوردار است، موقعیت قرار گرفتن این شهرستان از نظر جغرافیایی در آب و هوای آن اثر بخصوصی دارد، زیرا دوری و نزدیکی به دریاچه ارومیه، واقع شدن در دامنه کوهستان‌ها، ارتفاع و موقعیت موجود در تعیین آب و هوا مؤثر است (استانداری آذربایجان شرقی ۲۰۱۸).

شکل ۱- نقشه شهرستان آذرشهر (منبع: استانداری آذربایجان شرقی ۲۰۱۸)

این شهرستان در تولید محصولات کشاورزی نظیر سیر، لپه، سنجد، گردو و بادام دارای جایگاه ممتازی در استان است و یکی از قطب‌های کشاورزی استان است (استانداری آذربایجان شرقی ۲۰۱۸).

در این مطـالعـه برای گردآوری شـــاخص‌هـا از چهارچوب ســلســله مراتبی ارزیابی پایداری نظام‌های

www.SID.ir

Archive of SID

زراعی و محیطزیست[1] (SAFE) استفاده شد که بر پایه اصول، معیارها، شاخص‌ها و مقادیر مرجع بوده و ون‌کاونبرگ و همکاران (۲۰۰۷) آن را طراحی کرده‌اند. با توجه به این روش، شاخص‌ها در یک چهارچوب سلسله مراتبی استخراج می‌شوند. بطوری که ابتدا باید هدف کلی مشخص شود (در این مطالعه هدف پایداری زیست‌بوم‌های زراعی شهرستان آذرشهر است)، سپس اصول بر اساس هدف کلی در نظر گرفته شده، تعریف می‌شوند (در اینجا اصول سودمندی اقتصادی، پذیرش اجتماعی، غیرمخرب و حامی محیطزیست بودن و استفاده از انرژی‌های پاک می‌باشند) در ادامه معیارها که از اصول جزئی‌تر و حالت عملیاتی‌تر دارند، تعریف می‌شوند. با توجه به هر اصلی باید معیار یا معیارهای ممکن تعریف شده و سپس هر معیار به واحد عملیاتی خود یعنی شاخص تبدیل شود. شاخص‌ها در واقع متغیرهایی از هر نوع بوده که قابل ارزیابی جهت برآورده نمودن معیار هستند (ون‌کاونبرگ و همکاران ۲۰۰۷). بر این اساس و نیز در دسترس بودن اطلاعات از بین شاخص‌های بالقوه موجود ۱۲ شاخص انتخاب شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- چهارچوب انتخاب شاخص‌های پایداری بر اساس روش SAFE

ابعاد پایداری	اصول	معیارها	شاخص‌ها
اقتصادی - اجتماعی	سودمندی اقتصادی	حفظ یا افزایش بهره‌وری	عملکرد گندم دیم
		حداقل‌سازی میزان هزینه‌ها	متوسط هزینه تولید گندم
		بقای اقتصادی	سطح زیرکشت
زیست‌محیطی- زراعی	پذیرش اجتماعی	افزایش پذیرش عملیات پایداری زراعی و زیست-	فعالیت‌های ترویجی
	غیرمخرب و حامی محیطزیست	کاهش فرسایش خاک و حفظ کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی خاک	آیش
			کشت بقولات
	غیرمخرب و حامی محیطزیست	حفظ کیفیت شیمیایی خاک	مصرف آفت‌کش در هکتار
			مصرف قارچ‌کش در هکتار
			مصرف کود فسفر در هکتار
			مصرف کود پتاس در هکتار
			مصرف کود ازت در هکتار
	استفاده از انرژی‌های پاک	مصرف انرژی تجدیدپذیر در بخش کشاورزی	مصرف برق کشاورزی

منبع: یافته‌های تحقیق

شاخص‌های انتخاب شده عبارتند از

عملکرد گندم دیم- از جمله شاخص‌هایی که افزایش خودکفایی و ثبات اقتصادی را در طول زمان اندازه‌گیری می‌کند، میزان عملکرد است. گندم مهم‌ترین گیاه خانواده غلات و یک محصول زراعی پایه در کل کشور می‌باشد، نظر به این که این محصول بیشترین سطح زیرکشت محصولات زراعی شهرستان آذرشهر را به خود اختصاص داده است، عملکرد این محصول به عنوان نماد عملکرد گیاهان زراعی انتخاب شده است. همچنین از آنجا که عملکرد محصولات دیم بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارند، عملکرد گندم دیم به عنوان شاخص پایداری اقتصادی انتخاب شده است.

متوسط هزینه تولید گندم دیم- امروزه کشاورزان برای کاهش هزینه‌ها، رسیدن به حداکثر سود و افزایش تولیدات خود به اعمال فشار بیش از حد بر اراضی زراعی و سیستم‌های طبیعی روی آورده‌اند و از

[1] Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework (SAFE)

www.SID.ir

Archive of SID

نهاده‌های تجدیدناپذیر حداکثر استفاده را دارند. ولی چنانچه این فشار بیش از حد اثرات مخرب بر محیط‌زیست داشته باشد و باعث بروز مشکلاتی از قبیل گسترش بیماری‌های مختلف، کاهش تنوع زیستی، فرسایش خاک و تقلیل منابع آب تجدیدپذیر شود، توجیه‌پذیر نبوده و در بلندمدت محکوم به شکست است (حسینی عراقی ۱۹۹۷). کاهش هزینه‌های تولید به افزایش پایداری اقتصادی کشاورزی کمک می‌نماید.

فعالیت‌های ترویجی- آموزش یک سرمایه‌گذاری پربازده در فرایند توسعه، بویژه توسعه انسانی در بخش کشاورزی و روستایی می‌باشد. بسیاری از محققان ناآگاهی و نبود اطلاعات کافی در زمینه پایداری زراعی و اکولوژیکی، را یکی از علل مهم استقبال محدود کشاورزان از این نوع عملیات می‌دانند. این شاخص تعداد نفر روز تشکیل کلاس‌های ترویجی کشاورزی پایدار در شهرستان آذرشهر را نشان می‌دهد.

آیش- آن قسمت از اراضی زراعی آبی یا دیم، که در تناوب کشت قرار دارد ولی در سال زراعی مورد نظر کشت نشده است و محصولی از آن برداشت نخواهد شد که بر حسب مورد، آیش آبی یا آیش دیم محسوب می‌شود. آیش نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد بلکه آن را واقعی‌تر نیز می‌سازد و باعث می‌شود که در طول زمان زمین‌های کشاورزی قوت و توانایی خودشان را در تولید محصولات باکیفیت و قوی از دست ندهند. همچنین آیش‌گذاری زمین در ترسیب کربن نقش مهمی دارد که می‌تواند به کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر که یک گاز گلخانه‌ای است، کمک نماید (فابریزی و همکاران ۲۰۰۷). این شاخص با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شده است.

$$\text{شاخص آیش} = \frac{\text{سطح آیش}}{\text{سطح زمین‌های زراعی}} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

شاخص سطح زیرکشت- این شاخص مساحت زمینی که به منظور تولید محصول در همان سال یا قبل از آن زیرکشت رفته باشد را نسبت به کل اراضی کشاورزی که به فعالیت زراعت اختصاص یافته است، نشان می‌دهد. همان‌طور که قبلاً گفته شد، سرانه اراضی کشاورزی این شهرستان ۱/۵۵ هکتار به ازای هر بهره‌بردار کشاورزی است که هر ساله کل آن نیز به زیرکشت نمی‌رود. برای افزایش بقای اقتصادی فعالیت کشاورزی لازم است مقدار این شاخص افزایش یابد. این شاخص را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

(رابطه ۲)

$$\text{شاخص سطح زیرکشت} = \frac{\text{سطح زیر کشت}}{\text{سطح زمین‌های زراعی}}$$

مصرف برق کشاورزی- بخش کشاورزی مصرف‌کننده ۱۶ درصد از کل برق مصرفی کشور است که حدود ۷۰ درصد از آن در موتورهای پمپ آب چاه‌های کشاورزی استفاده می‌شود. برقدار کردن چاه‌های آب بخش کشاورزی منجر به کاهش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش آلودگی زیست‌محیطی و بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌شود (باقرزاده ۲۰۱۷). بنابراین افزایش مصرف برق کشاورزی در راستای پایداری در نظر گرفته شده است. مقدار این شاخص از گزارش شرکت برق منطقه‌ای استان اذربایجان شرقی در سالنامه‌های آماری استان در طی سال‌های مورد مطالعه استخراج شده است.

کشت بقولات- حضور بقولات در نظام‌های زراعی از طریق تثبیت نیتروژن و افزایش مواد آلی خاک، سبب بهبود حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول می‌شود؛ ضمن این که فرسایش خاک را نیز کاهش خواهد داد (نظامی و همکاران ۲۰۱۳). از آنجا که کشت این محصول در افزایش کیفیت خاک نقش مؤثری دارد، افزایش کشت این محصول در راستای پایداری زراعی است.

$$\text{شاخص کشت بقولات} = \frac{\text{سطح زیرکشت بقولات}}{\text{سطح زمین‌های زراعی}} \quad \text{(رابطه۳)}$$

مصرف آفت‌کش و قارچ‌کش در هکتار- در کنار محاسن متعددی که مصرف سموم با کنترل عوامل خسارت‌زا به دنبال دارند مسئله مهمی که امروزه توجه

www.SID.ir

Archive of SID

خاصی به آن معطوف می‌شود، مسئله آلودگی محیط‌زیست و منابع غذایی و آشامیدنی بشر توسط سموم شیمیایی، خصوصاً سمومی که پایداری زیادی در برابر عوامل محیطی از خود نشان می‌دهند، است (منافی ۲۰۱۷). این شاخص‌ها نشان می‌دهند در هر هکتار زمین کشاورزی چند کیلوگرم آفت‌کش شیمیایی (شامل حشره‌کش و کنه‌کش) و قارچ‌کش استفاده شده‌اند؛ بنابراین هر چه میزان این شاخص‌ها کوچکتر، پایداری بیشتر است.

$$\text{شاخص مصرف سموم شیمیایی} = \frac{\text{سطح زیر کشت}}{\text{میزان انواع سموم شیمیایی}}$$

(رابطه ٤)

مصرف کود فسفر، پتاس و نیتروژن در هکتار- مصرف کودهای شیمیایی در تقویت زمین، افزایش نفوذ ریشه در خاک و افزایش تولید نقش عمده‌ای دارند. بدون تردید مصرف بی‌رویه آنها بر کیفیت محصولات تولیدی تأثیر داشته و همچنین زمینه به هم خوردن تعادل طبیعی بوم نظام را فراهم می‌کند، به نحوی که منجر به کاهش مواد آلی خاک شده و در نتیجه حاصلخیزی خاک‌ها را دچار نقصان و اختلال می‌کند (پورزند و بخشوده ۲۰۱۲). با توجه به آنچه گفته شد، میزان مصرف انواع کودهای شیمیایی در واحد سطح در طول یک دوره زمانی می‌تواند نشان‌دهنده‌ی پایداری کشاورزی باشد. هر چه این نسبت در طول زمان کاهش یابد، نشان‌دهنده‌ی پایداری بیشتر است. این شاخص با رابطه (٥) محاسبه می‌شود.

$$\text{شاخص مصرف کود شیمیایی} = \frac{\text{سطح زیر کشت}}{\text{میزان انواع کودهای شیمیایی}}$$

(رابطه ٥)

وزن‌دهی شاخص‌ها: روش آنتروپی

دومین گام در این مطالعه تعیین وزن شاخص‌های مورد استفاده و محاسبه میزان پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در طول بازه زمانی مورد بررسی است. جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها و محاسبه شاخص پایداری کل از روش آنتروپی شانون[1] استفاده شد. زمانی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص شده باشند، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار پراهمیت در علوم اجتماعی، فیزیکی و نیز در تئوری اطلاعات است (آذر و رجب‌زاده ۲۰۰۲). آنتروپی در نظریه اطلاعات یک معیار عدم اطمینان است که بوسیله توزیع احتمال مشخص P_i بیان می‌شود. اندازه‌گیری این عدم اطمینان به وسیله شانون به صورت ذیل بیان شده است (هوان و یون ۱۹۸۵):

$$E_i = S(P_1, P_2, \dots, P_n) = -M \sum_{i=1}^{n} P_i ln P_i \qquad i = 1,2, \dots, n$$

(رابطه ٦)

در این رابطه M یک مقدار ثابت است که به ترتیب زیر محاسبه می‌گردد و مقدار E_i را بین صفر و یک نگه می‌دارد.

$$M = \frac{1}{ln\, n} \qquad \text{(رابطه ۷)}$$

از آنجا که رابطه (٦) در محاسبات آماری مورد استفاده است، به نام آنتروپی توزیع احتمال P_i نیز نامیده می‌شود. واژه‌های آنتروپی و عدم اطمینان در یک مفهوم به کار می‌روند. در یک ماتریس تصمیم‌گیری P_i می‌تواند برای ارزیابی گزینه‌های مختلف بکار رود. در ماتریس تصمیم‌گیری n گزینه و k شاخص وجود دارد که در شکل (۲) نشان داده شده است (بارنز و مارشال ۱۹۹٤).

[1] Shannon Entropy Method

www.SID.ir

Archive of SID

	$f_{1(.)}$	$f_{2(.)}$	...	$f_{k(.)}$
a_1	$f_{1(a_1)}$	$f_{2(a_1)}$	...	$f_{k(a_1)}$
a_2	$f_{1(a_2)}$	$f_{2(a_2)}$	...	$f_{k(a_2)}$
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
a_n	$f_{1(a_n)}$	$f_{2(a_n)}$	...	$f_{k(a_n)}$

شکل ۲- ماتریس تصمیم‌گیری

نتایج این ماتریس برای شاخص i ام به شرح زیر است:

$$P_i = \frac{f_{i(a_i)}}{\sum_{i=1}^{n} f_{i(a_i)}}; \quad i = 1,2,\dots,n \qquad \forall\, i \quad \text{(رابطه۸)}$$

سپس آنتروپی (E_i) با استفاده از رابطه (٤) محاسبه می‌گردد. در ادامه مقدار درجه انحراف (d_i) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص i ام چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. هر چه مقادیر اندازه‌گیری شده به یکدیگر نزدیکتر باشند نشان دهنده‌ی آن است که گزینه‌های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. لذا نقش آن شاخص در تصمیم‌گیری باید به همان اندازه کاهش یابد. بنابراین:

$$d_i = 1 - E_i \;;\; \forall\, i \qquad \text{(رابطه ۹)}$$

سپس مقدار وزن شاخص‌های پایداری (W_i) محاسبه می‌گردد (اصغرپور ۲۰۱٤):

$$W_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^{k} d_i} \;;\forall\, i \qquad \text{(رابطه ۱۰)}$$

در گام بعدی، با ضرب وزن‌های محاسبه شده در مرحله‌ی قبل در مقادیر نرمال شده‌ی شاخص‌ها مقدار پایداری برای هر سال محاسبه می‌گردد. برای ادغام شاخص‌ها و محاسبه میزان پایداری کل لازم است در ابتدا شاخص‌های اولیه به متغیرهای بدون واحد تبدیل شوند. این کار باعث می‌شود که بتوان آن‌ها را با هم مقایسه کرد یا عملیات مختلف ریاضی را بر روی آن‌ها انجام داد. در این مطالعه از روش *min-max* برای نرمال‌سازی استفاده شده است. این روش دارای دو حالت است (کلانتری ۲۰۰۸):

- اگر بزرگترین عدد بیانگر بهترین و پایدارترین حالت باشد، شاخص نرمال شده از فرمول (۱۱) به دست می‌آید:

$$\text{مقدار نرمال شده} = \frac{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار حداکثر}} \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۱۱)}$$

اگر کوچک‌ترین عدد بیانگر بهترین حالت باشد و با کاهش مقدار شاخص پایداری بهبود یابد، شاخص نرمال شده از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\text{مقدار نرمال شده} = ۱ - \frac{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار حداقل} - \text{مقدار حداکثر}} \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۱۲)}$$

با توجه به ماهیت شاخص‌ها، شاخص‌های سطح زیر کشت، آیش، کشت بقولات، عملکرد، فعالیت‌های ترویجی و مصرف برق با استفاده از فرمول (۱۱) و بقیه شاخص‌ها با استفاده از فرمول (۱۲) نرمال شده‌اند.

در نهایت، میزان پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در سال‌های مختلف به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{k=1}^{k=n} W_k . I_k \qquad i = 1393, 1394, \dots, 1396$$

(رابطه ۱۳)

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن S_i بیانگر میزان پایداری، i نشان‌دهنده سال زراعی مورد بررسی، W_k بیانگر وزن اختصاص داده شده به شاخص k و I_k نیز نشان دهنده‌ی مقدار نرمال شده‌ی شاخص k است.

با توجه به مشکل دسترسی به داده‌ها و اطلاعات قدیمی، دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۳ برای انجام مطالعه انتخاب شد و داده‌های مورد نیاز پژوهش از طریق مراجعه به منابع اطلاعاتی نظیر سالنامه‌های آماری استان، سیمای کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی و سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی در سال‌های مورد مطالعه به دست آمد.

نتایج و بحث

در ابتدا با استفاده از مقادیر شاخص‌ها ماتریس تصمیم‌گیری اولیه تشکیل شد که مقادیر اولیه شاخص‌ها در سال‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری اولیه

شاخص / سال	مصرف کود نیتروژن در هکتار	مصرف کود فسفر در هکتار	مصرف کود پتاس در هکتار	مصرف قارچ‌کش در هکتار	مصرف آفت‌کش در هکتار	سطح زیرکشت	آیش	کشت بقولات	عملکرد گندم دیم	متوسط هزینه تولید	فعالیت‌های ترویجی	مصرف برق
۱۳۸۳	۷۳/۰۱	۳۱/۳٤	۹/۲۱۸	۰/۲۷۰	۰/۷۱۷	۰/٤٦٦	۰/۳۷۸	٦/۸۱	۱۱۰۸	۱٥٦۳۰۰	۱۰۰۰	٥۹۰۰
۱۳۸٤	۸۰/۱۱	۳۳/۸۸	۱۰/۱۷۸	۰/۲٦۸	۰/۷۱۳	۰/٤٥۸	۰/۳۸۷	٥/٦٥۱	۱۲۲۰	۱٥۹۰۰۰	۱۲۰۰	٦۲۰۰
۱۳۸٥	۹۹/٦٤	٤۸/٦۷٤	۹/۸۹٥	۰/۲٥٦	۰/٦۸۷	۰/٤٥۰	۰/۳۹۳	٥/۲	۱۱۰۸	۱۳۲۳۱٤	۱٤٤۰	٦۸۰۰
۱۳۸٦	۷۹/٥۷٥	٤۱/٤۱	۱۲/۱٦۸	۰/۳۳۳	۰/٥٦۳	۰/٤۳۹	۰/۳۹٤	٥/٤۹٦	۱۱۱۲	۱۷٤٥٦٥	۱٥۰۰	۷۷٤۰
۱۳۸۷	۸۷/۹۹۳	٤۷/۷۹۰	۷/۱۷٥	۰/۲۹۱	۰/٥٤۰	۰/٤٤۰	۰/۳۹۱	٥/۲۳٤	۲۷۰	۱٤۰۷۰٥	۱۸۳٥	۸٥۰۰
۱۳۸۸	٦۹/۲۱۳	۲٦/٦٤۲	۰/۳٦۸	۰/۲۱۰	۰/٤٥۷	۰/٤۱۷	۰/٤۱۳	٤/۰۸۲	٦۷۳	۱۹۸٥۸۳	۱٥۰۹	۹۹٥۹
۱۳۸۹	٥٥/۷٥٤	۳۲/۰۹۹	۲/٥۰۷	۰/۱۷٦	۰/٤۷۰	۰/٤۰٦	۰/٤۲٤	٤/٦۸۷	۱۱۲۱	۲٥٦٤٦۲	۱٤۲۰	۱۱۳٤٥
۱۳۹۰	۱٥/٤۱۳	۹/۰۳٤	۱/٤۷٤	۰/۱٦۹	۰/٤٦٥	۰/۳۹۰	۰/٤۳۹	٤/٥۸۷	۷۰٥	٥۸۲۸۲۰	۱۲۷٦	۱۰۷٦۳
۱۳۹۱	۱٥/٤۱۳	۸/۹۲۳	۱/۹۳۷	۰/۱۷۱	۰/٤٦۷	۰/۳۷۲	۰/٤٥۸	٥/٦۹۸	٤۳٥	٥۲۷٦۳۰	۱۷۷۷	۱۳۱۰۹
۱۳۹۲	۱۳/۳۹۷	٤/۹۷٥	۲/۲۱۲	۰/۱۷۱	۰/٤۸۸	۰/۳۹۰	۰/٤۳۹	٥/۷٦٦	۱۳۰۰	۸۳٤۸۲۰	۲٤٥۹	۱٤۰٤۰
۱۳۹۳	۲۲/۲۸٤	۱٥/۸۰٦	۳/۳۱۸	۰/۱۸	۰/٥۰۰	۰/۳۸۳	۰/٤٤۲	٥/۸٤۹	۱۱٦٥	۱۳٤٥۸۹۰	۲٥۲۰	۱٦۸۰۰
۱۳۹٤	۱۳/٥٥٤	۱۱/۱۳٤	۳/۱۳٤	۰/۲۰۱	۰/٥۳٦	۰/۳٦۷	۰/٤٥۸	٦/۱۷۰	۱۲۳۰	۱۲۳٥٥۰۰	۱۷٤۳	۱۷۱٥۸
۱۳۹٥	۳۳/۸۲۰	۱۷/۷۷٥	٤/۹۷۸	۰/۲۱۱	۰/٥٤٤	۰/۳٤٦	۰/٤۷۹	٦/٦۰٦	۱۲۳۰	۱٤۲۲۸۰۰	۳۳۹۷	۱٦۸۷۲
۱۳۹٦	٤۰/۰۹۳	۱٦/۲۷۹	۱۰/۰۱۱	۰/۱۹۷	۰/٥۱۳	۰/۳۳۷	۰/٤۹٦	٦/۷۳۷	٥۹۸	۱۷۹٦۲۰۰	٤٦٤۹	۱۷۱٥۸

سپس به منظور محاسبه وزن شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی، با استفاده از مقادیر اولیه شاخص‌ها در ماتریس تصمیم‌گیری اولیه و فرمول (۸) ماتریس تصمیم‌گیری P_i تشکیل می‌شود، که نتایج در جدول ۳ نمایش داده شده است.

سپس با استفاده از روابط (٦) و (۹) میزان آنتروپی (E_i) و درجه انحراف (d_i) هر شاخص محاسبه گردید و در نهایت با استفاده از رابطه (۱۰) مقدار وزن شاخص‌ها (W_i) به دست آمد. وزن شاخص‌ها به نحوی محاسبه شده است که مجموع آنها برابر با یک باشد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ماتریس تصمیم‌گیری P_i

شاخص / سال	مصرف کود نیتروژن در هکتار	مصرف کود فسفر در هکتار	مصرف کود پتاس در هکتار	مصرف قارچ‌کش در هکتار	مصرف آفت‌کش در هکتار	سطح زیرکشت	آیش	کشت بقولات	عملکرد گندم دیم	متوسط هزینه تولید	فعالیت‌های ترویجی	مصرف برق
۱۳۸۳	۰/۱۰۴۴	۰/۰۹۰۶	۰/۱۱۷۳	۰/۰۸۶۹	۰/۰۹۳۶	۰/۰۸۲۳	۰/۰۶۳۱	۰/۰۸۶۷	۰/۰۸۳۵	۰/۰۱۷۴	۰/۰۳۶۱	۰/۰۳۶۳
۱۳۸۴	۰/۱۱۴۶	۰/۰۹۸۰	۰/۱۲۹۵	۰/۰۸۶۴	۰/۰۹۳۱	۰/۰۸۰۸	۰/۰۶۴۵	۰/۰۷۱۹	۰/۰۹۱۹	۰/۰۱۷۷	۰/۰۴۳۳	۰/۰۳۸۲
۱۳۸۵	۰/۱۴۲۵	۰/۱۴۰۸	۰/۱۲۵۹	۰/۰۸۲۶	۰/۰۸۹۷	۰/۰۷۹۵	۰/۰۶۵۶	۰/۰۶۶۲	۰/۰۸۳۵	۰/۰۱۴۸	۰/۰۵۱۹	۰/۰۴۱۹
۱۳۸۶	۰/۱۱۳۸	۰/۱۱۹۸	۰/۱۵۴۹	۰/۱۰۷۱	۰/۰۷۳۵	۰/۰۷۷۶	۰/۰۶۵۸	۰/۰۶۹۹	۰/۰۸۳۸	۰/۰۱۹۵	۰/۰۵۴۱	۰/۰۴۷۷
۱۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۱۳۸۲	۰/۰۹۱۳	۰/۰۹۳۷	۰/۰۷۰۴	۰/۰۷۷۷	۰/۰۶۵۳	۰/۰۶۶۶	۰/۰۲۰۳	۰/۰۱۵۷	۰/۰۶۶۲	۰/۰۵۲۴
۱۳۸۸	۰/۰۹۹۰	۰/۰۷۷۱	۰/۰۰۴۷	۰/۰۶۷۷	۰/۰۵۹۶	۰/۰۷۳۷	۰/۰۶۹۰	۰/۰۵۲۰	۰/۰۵۰۷	۰/۰۲۲۲	۰/۰۵۴۴	۰/۰۶۱۳
۱۳۸۹	۰/۰۷۹۷	۰/۰۹۲۸	۰/۰۳۱۹	۰/۰۵۶۷	۰/۰۶۱۴	۰/۰۷۱۷	۰/۰۷۰۸	۰/۰۵۹۶	۰/۰۸۴۴	۰/۰۲۸۶	۰/۰۵۱۲	۰/۰۶۹۹
۱۳۹۰	۰/۰۲۲۰	۰/۰۲۶۱	۰/۰۱۸۸	۰/۰۵۴۶	۰/۰۶۰۷	۰/۰۶۹۰	۰/۰۷۳۳	۰/۰۵۸۴	۰/۰۵۳۱	۰/۰۶۵۰	۰/۰۴۶۰	۰/۰۶۶۳
۱۳۹۱	۰/۰۲۲۰	۰/۰۲۵۸	۰/۰۲۴۶	۰/۰۵۵۱	۰/۰۶۰۹	۰/۰۶۵۷	۰/۰۷۶۵	۰/۰۷۲۵	۰/۰۳۲۸	۰/۰۵۸۹	۰/۰۶۴۱	۰/۰۸۰۷
۱۳۹۲	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۴۴	۰/۰۲۸۲	۰/۰۵۵۰	۰/۰۶۳۷	۰/۰۶۸۹	۰/۰۷۳۳	۰/۰۷۳۴	۰/۰۹۷۹	۰/۰۹۳۱	۰/۰۸۸۷	۰/۰۸۶۵
۱۳۹۳	۰/۰۳۱۹	۰/۰۴۵۷	۰/۰۴۲۲	۰/۰۵۷۹	۰/۰۶۵۴	۰/۰۶۷۸	۰/۰۷۳۸	۰/۰۷۴۴	۰/۰۸۷۸	۰/۱۵۰۲	۰/۰۹۰۹	۰/۱۰۳۵
۱۳۹۴	۰/۰۱۹۴	۰/۰۳۲۲	۰/۰۳۹۹	۰/۰۶۴۸	۰/۰۶۹۹	۰/۰۶۴۹	۰/۰۷۶۵	۰/۰۷۸۵	۰/۰۹۲۷	۰/۱۳۷۸	۰/۰۶۲۹	۰/۱۰۵۷
۱۳۹۵	۰/۰۴۸۴	۰/۰۵۱۴	۰/۰۶۳۴	۰/۰۶۸۱	۰/۰۷۱۱	۰/۰۶۱۱	۰/۰۷۹۹	۰/۰۸۴۱	۰/۰۹۲۷	۰/۱۵۸۷	۰/۱۲۲۵	۰/۱۰۳۹
۱۳۹۶	۰/۰۵۷۳	۰/۰۴۷۱	۰/۱۲۷۴	۰/۰۶۳۴	۰/۰۶۷۰	۰/۰۵۹۶	۰/۰۸۲۸	۰/۰۸۵۷	۰/۰۴۵۰	۰/۲۰۰۴	۰/۱۶۷۷	۰/۱۰۵۷

جدول ۴- وزن‌های کسب شده برای شاخص‌ها در روش آنتروپی شانون

شاخص‌ها	مصرف کود نیتروژن در هکتار	مصرف کود فسفر در هکتار	مصرف کود پتاس در هکتار	مصرف قارچ‌کش در هکتار	مصرف آفت‌کش در هکتار	سطح زیرکشت	آیش	کشت بقولات	عملکرد گندم دیم	متوسط هزینه تولید	فعالیت‌های ترویجی	مصرف برق
E_i	۰/۹۲۵	۰/۹۳۴۴	۰/۹۰۳۹	۰/۹۹۰۵	۰/۹۹۵۲	۰/۹۹۸۱	۰/۹۹۸۷	۰/۹۹۶۲	۰/۹۷۳۹	۰/۸۶۰۱	۰/۹۶۲۰	۰/۹۷۵۶
d_i	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵۶	۰/۰۹۶۱	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۳۸	۰/۰۲۶۱	۰/۱۳۹۹	۰/۰۳۸۰	۰/۰۲۴۴
W_i	۰/۱۵۴۲	۰/۱۳۴۹	۰/۱۹۷۶	۰/۰۱۹۴	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۷۸	۰/۰۵۳۷	۰/۲۸۷۵	۰/۰۷۸۲	۰/۰۵۰۲

پس از محاسبه وزن شاخص‌ها، در گام بعد اقدام به نرمال‌سازی مقادیر اولیه شاخص‌ها می‌شود تا شاخص‌ها بدون واحد اندازه‌گیری شوند و امکان انجام عملیات ریاضی بر روی آنها فراهم گردد. نتایج نرمال‌سازی در جدول ۵ ارائه شده است. شاخص‌ها به نحوی نرمال شده‌اند که افزایش مقدار شاخص نرمال شده، در راستای پایداری باشد. بنابراین مقدار نرمال شده هر چه به یک نزدیکتر باشد پایداری بیشتر شاخص در آن سال و هر چه به صفر نزدیکتر باشد، پایداری کمتری را در آن سال نشان می‌دهد. به عنوان مثال با توجه به این که مقدار شاخص مصرف نیتروژن در هکتار در جدول ۵ نرمال شده، هر چه مقدار این شاخص افزایش یابد، پایداری نیز افزایش خواهد یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- نرمال‌سازی مقادیر اولیه شاخص‌ها

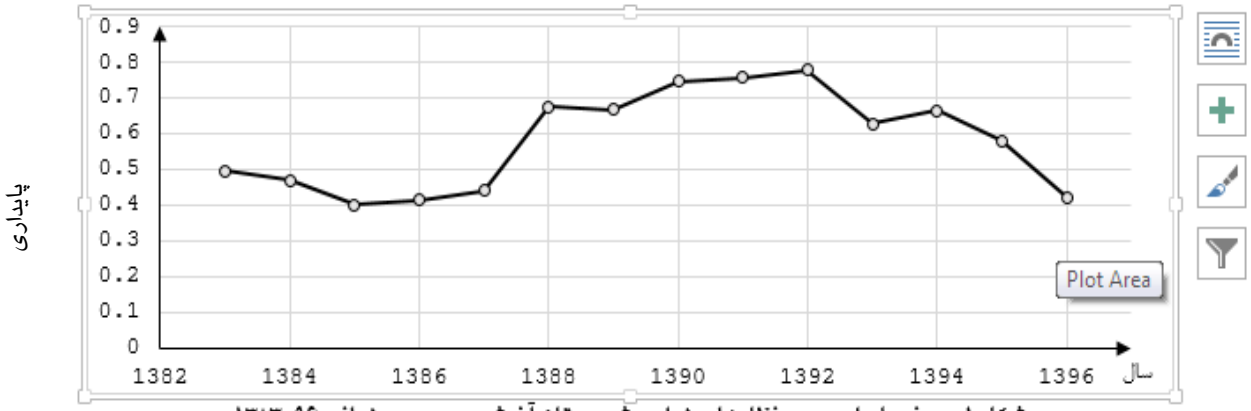
شاخص / سال	مصرف کود نیتروژن در هکتار	مصرف کود فسفر در هکتار	مصرف کود پتاس در هکتار	مصرف قارچ‌کش در هکتار	مصرف آفت‌کش در هکتار	سطح زیرکشت	آبیش	کشت بقولات	عملکرد گندم دیم	متوسط هزینه تولید	فعالیت‌های ترویجی	مصرف برق
۱۳۸۳	۰/۳۰۸۸	۰/۳۹۶۶	۰/۲۵۰۰	۰/۳۸۳۹	۰	۱	۰	۱	۰/۸۱۳۶	۰/۹۸۵۶	۰	۰
۱۳۸۴	۰/۲۲۶۵	۰/۳۳۸۵	۰/۱۶۸۷	۰/۳۹۴۲	۰/۰۱۵۱	۰/۹۳۶	۰/۰۶۹۳	۰/۵۷۴۵	۰/۹۲۲۳	۰/۹۸۴۰	۰/۰۵۴۸	۰/۰۲۶۶
۱۳۸۵	۰	۰	۰/۱۹۲۷	۰/۴۶۷۰	۰/۱۱۵۹	۰/۸۷۵۷	۰/۱۲۳۷	۰/۴۰۹۲	۰/۸۱۳۶	۱	۰/۱۲۰۶	۰/۰۷۹۹
۱۳۸۶	۰/۲۳۲۷	۰/۱۶۶۲	۰	۰	۰/۵۹۲۰	۰/۷۹۱۲	۰/۱۳۶۰	۰/۵۱۷۸	۰/۸۱۷۵	۰/۹۷۴۶	۰/۱۳۷۰	۰/۱۶۳۴
۱۳۸۷	۰/۱۳۵۱	۰/۰۲۰۲	۰/۴۲۳۲	۰/۲۵۴۵	۰/۶۸۱۰	۰/۷۹۷۵	۰/۱۰۸۸	۰/۴۲۲۰	۰	۰/۹۹۵۰	۰/۲۲۸۸	۰/۲۳۰۹
۱۳۸۸	۰/۳۵۲۸	۰/۵۰۴۲	۱	۰/۷۵۰۷	۱	۰/۶۱۸۹	۰/۲۹۷۵	۰	۰/۳۹۱۳	۰/۹۶۰۲	۰/۱۳۹۵	۰/۳۶۰۵
۱۳۸۹	۰/۵۰۸۹	۰/۳۷۹۳	۰/۸۱۸۸	۰/۹۶۰۱	۰/۹۴۸۴	۰/۵۳۰۸	۰/۳۸۹۹	۰/۲۲۱۴	۰/۸۲۶۲	۰/۹۲۵۴	۰/۱۱۵۱	۰/۴۸۳۷
۱۳۹۰	۰/۹۷۶۶	۰/۹۰۷۱	۰/۹۰۶۳	۱	۰/۹۶۶۶	۰/۴۱۲۱	۰/۵۱۶۰	۰/۱۸۴۷	۰/۴۲۲۳	۰/۷۲۹۲	۰/۰۷۵۶	۰/۴۳۲۰
۱۳۹۱	۰/۹۷۶۶	۰/۹۰۹۶	۰/۸۶۷۱	۰/۹۹۰۹	۰/۹۶۰۸	۰/۲۶۷۶	۰/۶۸۰۱	۰/۵۹۱۷	۰/۱۶۰۲	۰/۷۶۲۴	۰/۲۱۲۹	۰/۶۴۰۳
۱۳۹۲	۱	۱	۰/۸۴۳۸	۰/۹۹۲۰	۰/۸۷۹۱	۰/۴۰۷۵	۰/۵۱۷۹	۰/۶۱۶۶	۱	۰/۵۷۷۸	۰/۳۹۹۸	۰/۷۲۳۰
۱۳۹۳	۰/۸۹۷۰	۰/۷۵۲۱	۰/۷۵۰۰	۰/۹۳۷۸	۰/۸۳۰۸	۰/۳۵۹۳	۰/۵۴۱۷	۰/۶۴۷۱	۰/۸۶۸۹	۰/۲۷۰۶	۰/۴۱۶۶	۰/۹۶۸۲
۱۳۹۴	۰/۹۹۸۲	۰/۸۵۹۰	۰/۷۶۵۶	۰/۸۰۴۹	۰/۶۹۶۱	۰/۲۳۲۰	۰/۶۷۸۲	۰/۷۶۴۶	۰/۹۳۲۰	۰/۳۳۷۰	۰/۲۰۳۶	۱
۱۳۹۵	۰/۷۶۳۲	۰/۷۰۷۱	۰/۶۰۹۴	۰/۷۴۳۴	۰/۶۶۲۶	۰/۰۶۵۱	۰/۸۵۰۷	۰/۹۲۴۳	۰/۹۳۲۰	۰/۲۲۴۴	۰/۶۵۶۹	۰/۹۷۴۶
۱۳۹۶	۰/۶۹۰۵	۰/۷۴۱۳	۰/۱۸۲۸	۰/۸۳۱۹	۰/۷۸۲۷	۰	۱	۰/۹۷۲۳	۰/۳۱۸۴	۰	۱	۱

با بررسی روند تغییر مقدار شاخص‌ها در طول زمان می‌توان آنها را در قالب سه گروه تقسیم‌بندی کرد: گروه اول شاخص‌هایی نظیر مصرف برق، فعالیت‌های ترویجی و آبیش هستند که در طول زمان در حال افزایش می‌باشند و پایداری را افزایش می‌دهند. گروه دوم شامل متوسط هزینه تولید و سطح زیرکشت است که در حال کاهش بوده و پایداری را کاهش می‌دهند. دسته سوم شامل متغیرهای مصرف کود و سموم شیمیایی در هکتار، کشت بقولات و عملکرد گندم دیم است که روند ثابتی در طول دوره مورد بررسی ندارند. مصرف کود و سموم شیمیایی و کشت بقولات در ابتدای دوره بسیار زیاد است اما در طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۸ شدیداً کاهش یافته و سپس دوباره افزایش می‌یابد.

در نهایت میزان پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در بازه زمانی ۹۶-۱۳۸۳، با استفاده از فرمول (۱۳) محاسبه شد که شکل (۱) نتایج این بخش را نشان می‌دهد. با توجه به کمیت و روند رشد یا کاهش میزان پایداری محاسبه شده، دوره زمانی مورد بررسی را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد؛ دوره اول ۸۵-۱۳۸۳. در این دوره میزان پایداری محاسبه شده بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه، در سال‌های اولیه رو به کاهش داشته است و در سال ۱۳۸۵ به بدترین حالت خود در ۱۴ سال گذشته می‌رسد. دوره دوم: ۹۲-۱۳۸۵. در طول این بازه زمانی پایداری با نرخ کندی رو به افزایش داشته است. سال ۱۳۹۲ نقطه اوج نمودار است که بیشترین میزان پایداری را در طی دوره مورد بررسی نشان می‌دهد و در نهایت دوره سوم: ۹۶-۱۳۹۲. در طول این مدت روند پایداری دوباره نزولی شده و در سال ۱۳۹۶ به کمترین میزان می‌رسد. بررسی مقدار شاخص‌ها در سال‌های مختلف نشان می‌دهد، افزایش شدید هزینه‌های تولید از سال ۱۳۹۲ به بعد و نیز افزایش مصرف کودها و سموم شیمیایی بعد از یک دوره کاهش، از علل اصلی این ناپایداری می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



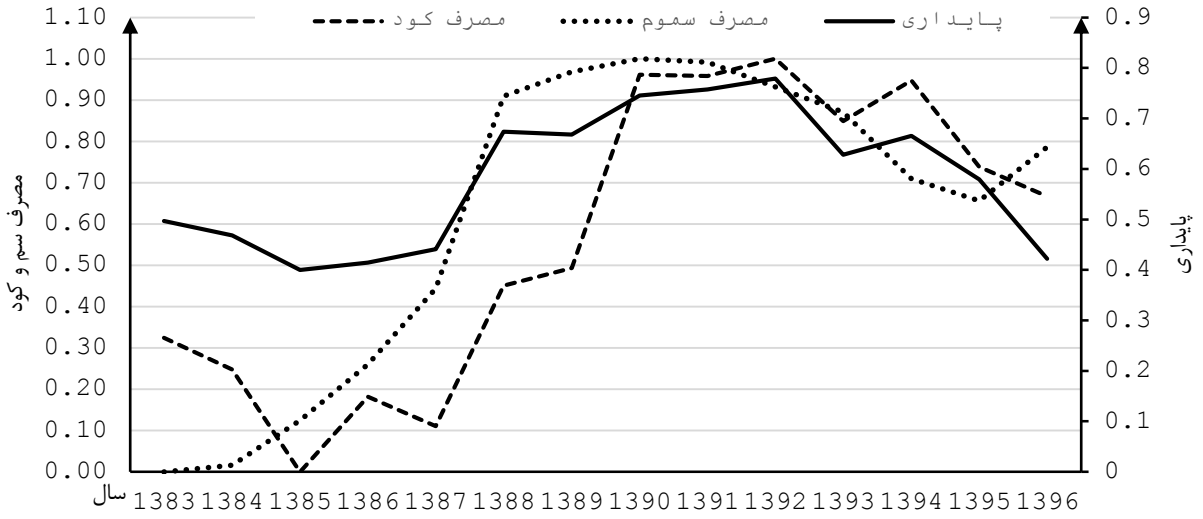
شکل ۱- روند پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۳

شکل ۱- روند پایداری بوم نظام‌های زراعی شهرستان آذرشهر در دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۳

برای بررسی بیشتر رابطه بین مصرف کود و سموم شیمیایی و پایداری، نمودار این سه مورد با هم رسم شد (شکل ۲). برای رسم شکل از داده‌های نرمال شده مصرف کود (مجموع نیتروژن، فسفر و پتاس) و سموم (مجموع آفت‌کش و قارچ‌کش‌ها) شیمیایی استفاده شد. لذا مقادیر مصرف بدون واحد اندازه‌گیری است. از آنجا که مقادیر شاخص‌های مصرف سموم و کود شیمیایی به صورتی نرمال شده‌اند که افزایش مقدار شاخص نشان‌دهنده کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی است، بنابراین شکل (۲) نشان می‌دهد رابطه مثبتی بین کاهش مصرف این نهاده‌های شیمیایی و پایداری وجود دارد. مصرف سموم و کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی گرچه سبب افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود، ولی بدنبال خود آثار مخربی نظیر آلوده کردن محیط‌زیست و مخصوصاً آب‌های زیرزمینی، تجمع مواد آلاینده نظیر نیترات در محصولات زراعی و در نتیجه به خطر افتادن سلامت و بهداشت انسان و دام را به دنبال دارد. گزارش تهیه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی جهت تعیین پتانسیل حاصلخیزی مزارع گندم شهرستان آذرشهر در سال ۱۳۸۵، نشان می‌دهد اکثر اراضی این شهرستان از مقدار بالای فسفر و پتاسیم در گندم‌زارها رنج می‌برند. با توجه به این که به طور متوسط بیش از ۵۰ درصد اراضی زیرکشت آبی و دیم شهرستان آذرشهر به کشت گندم اختصاص دارد، این نتایج قابلیت تعمیم به کل اراضی کشاورزی را دارد. در نتیجه نظر به هزینه‌ی بالایی که برای تأمین و مصرف این کودهای شیمیایی گذاشته می‌شود و در اکثر موارد عدم نیاز اراضی کشاورزی به چنین نهاده‌هایی، باید از مصرف بی‌رویه‌ی این کودها جلوگیری شود تا هم از صرف هزینه و وقت و هم از آلوده شدن محیط‌زیست و زمین‌های کشاورزی به کودهای شیمیایی جلوگیری شود. از آنجا که میزان مصرف کود و سموم شیمیایی شدیداً متأثر از یارانه‌های پرداختی به این بخش است، لذا اصلاح سیاست‌های پرداخت یارانه به نهاده‌های کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در بهبود وضعیت پایداری بوم نظام‌های زراعی این شهرستان داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- روند زمانی مصرف کود و سموم شیمیایی و پایداری در شهرستان آذرشهر

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه پیشنهاد می‌شود نظارت بیشتری بر توزیع و مصرف سموم و کودهای شیمیایی توسط دولت و نهادهای نظارتی صورت گیرد. با وجود کارایی و اثربخشی کودهای شیمیایی در افزایش تولیدات زراعی، در صورتی که استفاده از این کودها همراه با آگاهی‌های لازم در زمینه میزان و زمان استفاده نباشد، نتیجه مورد نظر حاصل نمی‌شود. آشنا نمودن کشاورزان با مصرف صحیح کودهای شیمیایی و روش‌های مبارزه غیرشیمیایی (زراعی، مکانیکی و بیولوژیکی) با آفات باید مورد توجه مروجین و کارشناسان کشاورزی قرار گیرد. همچنین ضمن افزایش استفاده از عملیات کشاورزی پایدار نظیر کشت بقولات و آیش‌گذاری اراضی کشاورزی، فعالیت‌های ترویجی در جهت افزایش آگاهی و دانش کشاورزان صورت گیرد.

بالا بودن هزینه‌های تولید از علل اصلی ناپایداری کشاورزی در سال‌های اخیر است، حمایت اقتصادی از کشاورزان در قالب اعطای وام‌های کشاورزی کم‌بهره، تشویق زارعین به ایجاد تعاونی‌های تولید در جهت کاهش هزینه‌ها و ... می‌تواند در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش پایداری کشاورزی نقش مثبتی داشته باشد. افزایش استفاده از برق در بخش کشاورزی به جای سایر انرژی‌های تجدیدناپذیر نظیر نفت‌گاز می‌تواند نقش مؤثری در افزایش پایداری بوم نظام‌های زراعی داشته باشد. از آنجا که بخش عمده مصرف برق در کشاورزی مربوط به الکتروپمپ‌ها به منظور پمپاژ آب چاه‌های کشاورزی است، برقدار کردن چاه‌های آب کشاورزی می‌تواند منجر به کاهش آلودگی زیست‌محیطی ناشی از عدم استفاده از سوخت‌های فسیلی، کاهش قابل ملاحظه هزینه‌های کشاورزی و در نهایت کاهش میزان آب برداشتی از سفره‌های آب زیرزمینی به جهت نصب کنتور اشاره کرد. از این رو توصیه می‌شود دولت از طریق مشوق‌های مالی نظیر اعطای تسهیلات بانکی و تخفیفات قیمت، استفاده از این نوع انرژی را گسترش دهد. افزایش استفاده از واریته‌های پرمحصول به منظور افزایش عملکرد و درآمد زارعین، بدون افزایش سطح زیرکشت از دیگر عوامل افزایش پایداری کشاورزی است، لذا توصیه می‌شود تهیه و توزیع ارقام پرمحصول در جهت افزایش پایداری کشاورزی، در دستورالعمل کاری دولت قرار گیرد.

در این مطالعه بسیاری از شاخص‌های مفید به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات، کنار گذاشته شدند؛ ایجاد بانک اطلاعات کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در پیشبرد مطالعات آتی و استخراج نتایج دقیق‌تر داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Anabestani AA and Khosrovbaygi R. 2011. Measurement and evaluation of environmental sustainability in rural areas using multi- criteria decision making techniques promethee case study: villages of Komijan County. Geographical Planning Of Space Quarterly Journal, 2(3):51-72. (In Persian).

Asgharpour MJ. 2014. Multiple Criteria Decision Making, University of Tehran Press. 12th Edition. Tehran, Iran. (In Persian).

Azar A and Rajabzadeh A. 2013. Applied Decision Making MADM Approach. Negahe Danesh Publication, 6th Edition.Tehran, Iran. (In Persian).

Bagherzadeh A. 2017. A review of the electricity consumption in the agricultural sector. Ministry of Agriculture, Institute for Planning Research. Agriculture and Rural Development. (In Persian).

Bareimani F and Asgarei S. 2010. Determining the intensity of environmental instability in rural settlements of Sistan by multi criteria evaluation model. Geography and development, 8(19): 127-144. (In Persian).

Brans JP and Mareschal B. 1994. The PROMCALC-GAIA decision support system for multicriteria decision aid; Decision Support Systems, 12(4/5): 297-310.

Cook D, Saviolidis, NM, Daviasdottir B and Johannsdottir L. (20017). Measuring countries' environmental sustainability performance-the development of a nation-specific indicator set. Ecological Indicators, 74: 463-478.

East Azarbaijan Agricultural Jihad Organization. 2006. Final report of the plan for determining the potential of wheat field production using GIS in Azarshahr. 2006. Technical and administrative assistant - Agriculture management.

East Azerbaijan Governor. 2019. Statistical Yearbook in 2005-2018, Tabriz, Iran. (In Persian).

East Azerbaijan Regional Water. 2015. Analytical reports of water resources. (In Persian).

Fabbrizzi KP, Rice CW, Schlegel A, Peterson D, Sweeney DW and Thompson C. 2007. Soil Carbon Sequestration in Kansas: Long-Term Effect of Tillage, N Fertilization and Crop Rotation. Kansas State University, 1-44.

Ghodrati N, Karami A, Kazemiyeh F and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2018. Management strategies of agricultural production units to deal with ecological changes of Urmia Lake (case study: Azar Shahr). Agriculture Knowledge and Sustainable Production, 28(1): 199-214. (In Persian).

Husseini Iraqi H. 1997. Agriculture for the future; low application and sustainable agriculture. Compiled by Reijntjes c, Haverkort B and Annwaters B. Agriculture and development economics chapter. Sustainable Agricultural Development Committee. No. 4, pp. 168-113. (In Persian).

Hwang CL and Yoon K. 1985. Multiple Attribute Decision Making; Springer – Verlag.

Jihad-e-Agriculture Organization of East Azerbaijan Province. 2018. Statistical reports of Agriculture in 2005-2018. Jihad organization, Tabriz, Iran. (In Persian).

Kalantari K. 2008. Regional development planning. Khoshbin publications, Tehran, Iran. (In Persian).

Kara Y and Kone AC. 2012. The analytic hierarchy process (AHP) approach for assessment of regional environmental sustainability. Proceedings of the Berlin Conference on the human Dimensions of Global Environmental Changes, Berlin.

Kunimitsu y. 2012. Causative factors for changes in total factor productivity of Japanese agriculture under the era of climatic uncertainty. Selected paper prepared for presentation at the Southern agricultural economics association annual meeting, Birmingham.

www.SID.ir

Archive of SID

Maleki S, Ahmadi R, Monfared S and Matougi M. 2014. The Survey of environmental sustainable development in counties of Khuzestan Province. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data, 23(90): 61-72. (In Persian).

Manafi M. 2017. Evaluation of natural resource and agricultural sustainability using composite indicators in East Azerbaijan province. Ph. D. thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian).

Mohammadi H, Rostami M and MirzaeiTalarposhti R. 2018. Comparison of agroecosystem health in Northern provinces of Iran 2002-11. Journal of Agroecology. 8(1): 1-14. (In Persian).

Nezami A, Bagheri R, Azim-zade M, Mahmoudi A and Bozorgmehr A. 2013. Evaluation of legumes as substituting crops for fallow in wheat-based rotation on North Khorasan province. Iranian journal of Pulses Research, 4(1): 21-30. (In Persian).

Pourzand F and Bakhshode M. 2012. Evaluating Agricultural Sustainability of Fars Province: application of Compromise Programming Approach. Journal of Agricultural Economics Research, 4(1): 1-26. (In Persian).

Qian L and Xueping H. (2007). Assessment of the agricultural sustainability of Shaanxi Province China. Journal of Ecological Economy, (3):60-66.

Salimi Torkmani H. 2011. The study of the environmental problems of the Urmiyeh Lake is from the perspective of international environmental law. Strategic Quarterly. Twentieth century P. 202-117.

Statistical Center of Iran. 2014. General Agricultural Census 2014. Detailed results of the General Agricultural Census of the whole country.

Sabiha N, Salim R, Rahman S and Rola-Rubzen MF. 2016. Measuring environmental sustainability in agriculture: a composite environmental impact index approach. Environmental Management, 166: 84-93.

Shooshtarian A, Zibaei M and Soltani GR. 2011. Investigating the sustainability of farming systems regarding economic and environmental objectives: case study of Kamfirooz region. Journal of Agricultural Economics, 4(4): 1-28. (In Persian).

Van Cauwenbergh N, Biala K, Bielders C, Brouckaert V, Franchois L, Cidad VG, Hermy M, Mathijs E, Muy BS, Reijnders J, Sauvenier X, Valckx J, Vanclooster M, Van der Veken B, Wauters E and Peeters A. 2007. SAFE - a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, (120): 229–242.

Walters D and Shrubsole D. 2003. Agricultural drainage and wetland management in Ontario, Journal of Environmental Management, 69(4): 369–379.

www.SID.ir