نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸ ص. ۲۸۵-۲۴۵

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 7, No. 2, Summer 2019, P. 245-285
Archive of SID

برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع زعفران (مطالعه موردی شهرستان تربت‌حیدریه)

امین نظام الاسلامی[۱]، لیلی ابولحسنی[۲*]، ناصر شاهنوشی فروشانی[۳]، علیرضا کرباسی[۳] و داریوش خضری مطلق[۴]

تاریخ دریافت: ۲۶ مهر ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۵ تیر ۱۳۹۷

نظام الاسلامی، ا.، ابولحسنی، ل.، شاهنوشی فروشانی، ن.، کرباسی، ع.، و خضری مطلق، د. ۱۳۹۸. برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع زعفران (مطالعه موردی شهرستان تربت‌حیدریه). زراعت و فناوری زعفران، ۷(۲): ۲۴۵-۲۸۵.

چکیده

تولید زعفران به‌عنوان یکی از گران‌قیمت‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، دارای مزیت نسبی بالایی می‌باشد. با توجه به اهمیت تولید این محصول در ایران به‌عنوان یک کالای مهم صادراتی غیرنفتی و راهبردی، برآورد هزینه‌های غیرمستقیم زیست‌محیطی مربوط به انتشار گازهای آلاینده آن ضروری است. هدف از این مطالعه محاسبه برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع زعفران در شهرستان تربت‌حیدریه بود. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها (همچون کودهای شیمیایی، آبیاری، نیروی کار، کود حیوانی و سوخت فسیلی) از پرسشنامه و مصاحبه حضوری در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ استفاده شد. برای بررسی رابطه بین ستانده خوب و بد از تابع فاصله که به‌صورت فرم ترانسلوگ که پارامتریک می‌باشد استفاده گردید. نتایج نشان داد که مقدار پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) ۳۶۹/۲۴ کیلوگرم معادل CO_2 به ازای یک کیلوگرم کلاله زعفران محاسبه شد. هزینه زیست‌محیطی گازهای گلخانه‌ای متان، اکسید نیتروژن و دی‌اکسید کربن در یک هکتار با توجه به یک دوره هفت‌ساله به ترتیب ۷۷٫۸۸۸٫۷۰۰، ۲۱۲٫۷۴۲٫۸۲۰ و ۷۶٫۲۸۹٫۲۰۰ ریال برآورد شد. درمجموع تولید زعفران هزینه‌ای معادل ۳۶۶٫۹۲۰٫۷۲۰ میلیون ریال بابت انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک دوره هفت‌ساله خسارت به محیط‌زیست وارد می‌کند. این میزان برای یک سال زراعی برای یک هکتار معادل با ۵۲٫۴۱۷٫۲۴۰ میلیون ریال است. حدود ۲۱٪ از درآمد به‌دست‌آمده در هکتار است. در پایان پیشنهاد می‌گردد برای کاهش اثرات زیست‌محیطی نظام تولید زعفران سیاست‌های مالیات بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نظام‌های خاک‌ورزی کاهش‌یافته موردبررسی و تحلیل قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تابع فاصله، پتانسیل گرمایش جهانی، ترانسلوگ.

۱ – دانشجو کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ – دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳ – استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴ – استادیار گروه آمار، دانشگاه میامی، ایالات متحده آمریکا
(*– نویسنده مسئول: l.abolhasani@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.101427.1264

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران بانام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق می‌باشد و در منطقه آب و هوایی مدیترانه و غرب آسیا از عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۵۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۱۰ درجه غربی تا ۸۰ درجه شرقی، در مناطق بسیار کم باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستان گرم هستند گسترش دارد (Kafi et al., 2002). این محصول یکی از گران‌قیمت‌ترین محصولات کشاورزی و دارویی جهان بوده و جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد (Kozehgaran et al., 2011). قابلیت استفاده از این محصول در اکثر فرآورده‌های غذایی، آشامیدنی، دارویی و حتی آرایشی وجود دارد و به همین دلیل موردتوجه بسیاری از صاحبان صنایع قرارگرفته است (Tohidi, 2014). این گیاه سازگاری قابل‌توجهی در برابر خشکی دارد، و نقش مهمی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه‌خشک ازجمله خراسان رضوی ایفا می‌کند (Tosan et al., 2015). بالا بودن ارزش اقتصادی زعفران، اشتغال‌زایی قابل ملاحظه، قابلیت نگهداری این محصول با هزینه اندک و درعین‌حال طولانی‌مدت، کوتاه بودن طول دوره کاشت، محدود بودن دفعات آبیاری و صادراتی بودن از اهم دلایلی است که رغبت کشاورزان را در منطقه خراسان نسبت به کشت زعفران افزایش داده است (Ebrahimi et al., 2009).

در زمینه تولید زعفران تقریباً تمامی مطالعات انجام‌شده (Karbasi & Rategaripour, 2014، مقدار ۰/۸۲=شاخص هزینه منابع داخلی)، (Rezagholizadeh & Aghaei, 2011، ۰/۸۷=مقدار شاخص منابع داخلی)، (Akbari et al., 2013، ۱۳۹۲، ایران بیش‌ترین میزان شاخص مزیت نسبی آشکارشده از مجموع کشورهای صادرکننده زعفران را دارد) و (Najarzadeh et al., 2010، ۰/۸۷=شاخص هزینه منابع داخلی) نشان می‌دهند که ایران در تولید زعفران مزیت نسبی بالایی دارد. اما نکته قابل‌توجه آن است که در تمامی این مطالعات هزینه‌های مستقیم تنها برآورد شده است. ولی با توجه به اهمیت تولید زعفران در ایران به‌عنوان یک کالای مهم صادراتی غیرنفتی و نقش آن به‌عنوان یک کالای راهبردی، برآورد هزینه‌های غیرمستقیم زیست‌محیطی مربوط به انتشار گازهای آلاینده ضروری است. با توجه به اینکه ایران یکی از ده کشور تولیدکننده‌ی دی‌اکسیدکربن در جهان است (IEA[1], 2012). با در نظر گرفتن این نکته، بخش کشاورزی ایران سهمی حدود ۳۶/۵ درصد اکسید نیتروژن از مجموع انتشار اکسید نیتروژن و تقریباً ۲ درصد از کل انتشار دی‌اکسید کربن و متان را دارا می‌باشد(Nikkhah et al., 2015)، که لزوم مطالعات گسترده‌تر درزمینه‌ی آثار زیست‌محیطی محصولات کشاورزی به‌خصوص محصولات راهبردی مانند زعفران مهم و ضروری به نظر می‌رسد.

به‌طورکلی مطالعات اندکی به بررسی و ارزیابی آلودگی‌های ایجادشده ناشی از تولید زعفران پرداخته‌اند. ازجمله این مطالعات می‌توان به مطالعه خانعلی و همکاران (Khanali et al., 2016) اشاره کرد. در این مطالعه با استفاده از ارزیابی چرخه حیات تولید زعفران در استان‌های خراسان رضوی و خراسان جنوبی با در نظر گرفتن واحد عملکردی یک کیلو کلاله زعفران، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۲۹۶/۱۶ معادل کیلوگرم CO_2 به دست آوردند. بختیاری و همکاران (Bakhtiari et al., 2015) در مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید زعفران در استان خراسان جنوبی پرداختند. مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای با روش ارزیابی چرخه حیات، در یک دوره ۵ ساله در مزارع زعفران موردمحاسبه قرار گرفت. در این مطالعه

1-International Energy Agency

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص شد مقدار انتشار گازهای در یک هکتار بـه ازای تولیـد کلاله، بنه، گل و برگ‌هـا ۲۳۲۵ کیلـوگرم CO_2آلـودگی منتشـر می‌کند. ملافیلابی و همکـاران (Mola Filabi et al., 2015) بـه بررسی اثـرات زیسـت‌محیطـی نظـام تولیـد زعفـران در اسـتان خراسان بر مبنای کود نیتـروژن بـا توجـه بـه واحـد عملکـردی یک‌تن بنه پرداختند. در این مطالعه بالاترین پتانسـیل گرمـایش جهانی ۱۱۲۸/۲۸ کیلوگرم معادل CO_2برآورد شد که ایـن مقـدار مربوط به سطح کودی بیش از ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتـار بود. هم‌چنین در مطالعه‌ای خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2016) میزان انتشار آلاینـده‌هـای دارای پتانسـیل گرمـایش جهانی، شامل گازهـای CO_2، CH_4 و N_2O در شهرسـتان قـائن مربوط به مصرف بیش از ۱۵۰ تن کود دامی در هکتار به ترتیب برابر با ۸۹/۹۲، ۱۴۲۹/۰۲ و ۹۸۳/۲۱ کیلـوگرم معـادل CO_2 بـه ازای یک‌تن گل حاصل شد، این در حـالی اسـت کـه بـا همـین مقدار کـود دامـی در منطقـه تربـت‌حیدریـه میـزان انتشـار ایـن آلاینده‌هـا بـه ترتیـب برابـر بـا ۲۰۹/۵۰، ۳۳۳۰/۶۲ و ۲۲۹۱/۸۵ کیلوگرم معادل CO_2 به ازای یک‌تن گل به دست آمد. در زمینـه اقتصادی کردن اثرات زیست‌محیطـی زعفـران، تنهـا مطالعـه‌ی موجـود، مطالعـه‌ی خـرم‌دل و همکـاران (Khorramdel et al., 2017) می‌باشد. در این مطالعه هزینه زیسـت‌محیطـی گازهـای گلخانه‌ای CO_2 و N_2O منتشرشده از تولیـد زعفـران در اسـتان خراسان رضوی بـرای سـال ۱۳۹۴ درمجمـوع ۱۸٫۵۴۰٫۰۰۰ تـا ۸٫۸۸۰٫۰۰۰ ریال در یک هکتار، محاسبه شد، بنابراین مطالعـه و بررسی اقتصادی اثرات زیست‌محیطی ناشی از تولید زعفـران در بوم نظام‌های این محصول بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد.

از آنجایی‌که کود دامی یکی از نهاده‌های اصلی تولید زعفران بوده و یکی از مهم‌ترین اثرات زیست‌محیطی مصرف این نهـاده پتانسیل گرمایش جهـانی (GWP[1]) مـی‌باشـد (Khanali et al., 2016). لذا هدف این مطالعه سعی برآورد مجدد اندازه این اثـر و محاسبه هزینـه‌هـای زیسـت‌محیطـی آن درکشـت زعفـران در شهرستان تربت‌حیدریه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در این تحقیق، شهرسـتان تربـت‌حیدریـه است. این شهرستان با وسـعت ۶۱۷۵ کیلومترمربـع و در جنـوب غربـی مشـهد، بـه فاصـله ۱۴۲ کیلـومتری از مرکـز اسـتان در مدارهای ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه طـول شـرقی و ۳۴ درجـه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. آمار مؤید آن است به‌طور متوسـط در هرسال حدود ۳۰۰ تن کلاله زعفرانی در جهان تولید می‌شـود که ۲۵۰ تن آن تولید ایران است. از مجمـوع ۲۵۰ تـن زعفـران تولیـدی در ایـران ۲۰۰ تـن در اسـتان خراسـان رضـوی تولیـد می‌شود. شهرستان تربت‌حیدریه در این استان بالاترین سهم (۷۵ تن) در تولید زعفران را دارد. سطح زیر کشت زعفران در منطقـه تربت‌حیدریه ۲۱ هزار هکتار می‌باشد، کـه ایـن شهرسـتان را بـه قطب تولید زعفران در کشور و دنیا تبدیل کرده است (Saffaron Institute, 2013).

جمع‌آوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها در دو مرحله صورت گرفته: در مرحله اولیه برای شناخت مراحل تولید زعفران و شناسایی نهاده‌هـای اصـلی (کودهای شیمیایی، کود حیوانی، آبیاری، سوخت فسـیلی، نیـروی کار و...) که در تولید زعفران به کار گرفتـه مـی‌شـوند تعـداد ۱۵ مصاحبه با کارشناسان جهاد کشـاورزی، پژوهشـکده زعفـران در شهر تربت‌حیدریه و محققان این رشته صـورت گرفـت. درواقـع مصاحبه با کارشناسان تا زمانی کـه اطلاعـات جدیـد از بررسـی مصاحبه‌ها به دست می‌آمد، ادامه یافت. در مرحله دوم بر اسـاس نهاده‌های شناسایی‌شده در مرحله قبل، پرسشـنامه‌ای بـه‌منظـور

1–Global Warming Potential

www.SID.ir

Archive of SID

جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مصرف نهاده‌ها تهیه گردید. برای تعیین حجم نمونه با توجه به اینکه آمار مربوط به تعداد مزارع زعفران مشخص نبود، برای تعیین اندازه‌ی جامعه‌ی آماری از فرمول کوکران با جامعه نامعلوم (Smith, 2013) استفاده گردید.

$$n = \frac{z^2\sigma^2}{e^2} \qquad (۱)$$

که در آن z = مقدار متغیر نرمال در سطح اطمینان ۹۵٪، σ = واریانس به‌دست‌آمده از سطح زیر کشت و e = مقدار اشتباه مجاز.

جهت تعیین واریانس ابتدا ۳۰ پرسشنامه کامل شد که بر اساس آن واریانس جامعه به‌اندازه ۰/۰۶۵ برآورد گردید. بر این اساس حجم نمونه‌ای که بتواند نماینده‌ی جامعه‌ی آماری موردبررسی باشد، به تعداد ۱۰۰ مزرعه برآورد شد.

بااین‌حال، با توجه به مشکلات موجود در مصاحبه و عدم همکاری کشاورزان درنهایت تعداد ۸۱ پرسشنامه برای سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ کامل گردید. پس از تحلیل‌های اولیه تعدادی از پرسشنامه‌ها به دلیل ناقص بودن و با داشتن اطلاعات غیرمحتمل حذف شد و درنهایت تعداد ۵۷ پرسشنامه برای تحلیل‌های بعدی مورداستفاده قرار گرفت.

در این مقاله برای برآورد میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از روش ارزیابی چرخه حیات استفاده‌شده و در مرحله بعد با استفاده از رویکرد تابع فاصله قیمت سایه‌ای و هزینه زیست‌محیطی انتشارات فوق برآورد شد.

ارزیابی چرخه حیات (LCA[1])

در این مطالعه رویکرد ارزیابی چرخه حیات برای محاسبه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مورداستفاده قرار گرفت. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای شامل CO_2، CH_4 و N_2O بر اساس استاندارد (ISO[2], 2006) ۱۴۰۴ ISO از مطالعات برنتراپ و همکاران (Brentrup et al., 2004) و اوبرینو همکاران، (O'Brien et al., 2014) محاسبه‌شده است. ارزیابی چرخه حیات شامل چهار مرحله می‌باشد (O'Brien et al., 2014). مرحله اول ارزیابی چرخه حیات تعیین هدف و دامنه است. که مشخص کردن واحد مرجع می‌باشد. واحد مرجع، ورودی‌ها و خروجی تولید محصول را به هم مرتبط کرده و مرجعی برای مقایسه فراهم می‌کند. در این پژوهش واحد عملکردی[3] یک کیلوگرم کلاله زعفران در نظر گرفته شد. مرحله دوم تحلیل سیاهه چرخه زندگی است. شامل جمع‌آوری و سازمان‌دهی داده‌های ورودی و خروجی به‌منظور برآورد اهداف از پیش تعیین‌شده مطالعه است. جدول ۱ ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای درون مزرعه برای نهاده‌های مصرفی آورده شده است. سومین مرحله ارزیابی چرخه حیات است که هدف از ارزیابی اثرات، تفسیر بیشتر ورودی‌ها و خروجی سامانه تولید موردنظر می‌باشد که دارای سه مرحله طبقه‌بندی، نرمال‌سازی و وزن دهی است (Brentrup et al., 2004). در مرحله طبقه‌بندی هرکدام از مقادیر انتشاریافته به محیط‌زیست و همین‌طور منابع مورداستفاده در چرخه حیات محصول، به اثر زیست‌محیطی مربوطه نسبت داده می‌شود (Brentrup et al., 2004). در این مطالعه انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط تأثیر گرمایش جهانی مورد طبقه‌بندی قرار می‌گیرد. در جدول ۲ طبقه‌بندی اثر پتانسیل گرمایش جهانی نشان داده‌شده است. مرحله آخر ارزیابی چرخه حیات تفسیر نتایج می‌باشد.

1- Life Cycle Assessment

2-International Organization for Standardization

3- functional unit

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای
Table 1- Greenhouse gas of emission coefficients

نهاده‌ها Input	واحد Unit	دی‌اکسیدکربن CO_2	اکسیدنیتروژن N_2O	متان CH_4	منابع References
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	kg	3/1	0/00361	0/06	(Gholizadegan & Khorramdel, 2016)
کود فسفر Phosphorus fertilize	kg	0/2	0/00361	0/1233	(Gholizadegan & Khorramdel, 2016)
کود پتاس Potash fertilizer	kg	0/35	0/00361	0/1	(Gholizadegan & Khorramdel, 2016)
علف‌کش Herbicide	kg	10.73	---	---	(Muthu et al., 2014)
الکتریسیته Electricity	$Kw.h^{-1}$	0/4	---	---	(Muthu et al., 2014)
گازوئیل Gasoline	kg	2.66	---	---	(Muthu et al., 2014)

جدول ۲- طبقه‌بندی اثر پتانسیل گرمایش جهانی
Table 2– Characterization factor of global warming potential

ترکیب Combination	کارایی ترکیب Combining of efficiency	منابع References
دی‌اکسیدکربن CO_2	1	
اکسیدنیتروژن N_2O	310	(Brentrup et al., 2004)
متان CH_4	21	

تابع فاصله ستانده[1]

در مرحله بعد برای تعیین قیمت سایه‌ای گازهای آلاینده از تابع فاصله ستانده استفاده شد. تابع فاصله ستانده یکی از روش‌های برآورد قیمت سایه‌ای است که با استفاده از برآورد تابع تولید مرزی تصادفی (SFP[2]) به روش پارامتریک انجام می‌پذیرد (Aigner et al., 1977). از مزایای این روش علاوه بر برآورد قیمت سایه‌ای، برآورد کشش‌های تابع تولید است.از مهم‌ترین معایب روش پارامتریک این است که فرضیات باید قبل از برآورد مشخص گردد (Coelli & Perelman, 1999). تابع فاصله به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

چنانچه تولیدکننده محصولاتی را با برداری از نهاده‌ها که شامل $x=(x_1,....,x_N)$ و برداری از ستانده‌ها که شامل $u=(u_1,.....,u_M)$ تولید کند (Huang & Leung, 2007)، با فرض این‌که محصولات را می‌توان به دودسته‌ی مطلوب و نامطلوب تقسیم کرد، که تابع $P(x)$ مجموعه‌ای از نهاده‌ها و ستانده‌ها می‌باشد که فن‌آوری موجود تعیین‌کننده‌ی ترکیب مقادیر هرکدام از آن‌هاست.

$$P(x)=\{u:(x,u)\in T\} \qquad (۲)$$

در این تابع T فن‌آوری تولید است که به‌صورت معادله ۳ نمایش داده می‌شود.

$$T=\{(x,u):x\in R_+^N,u\in R_+^M)\} \qquad (۳)$$

در این رابطه نهاده‌ها (x) ستانده‌ها (u) را تولید می‌کنند که x عضوی از مجموعه R_+^N (مجموعه اعداد حقیقی مثبت بزرگ‌تر از صفر) و u عضوی از R_+^M (مجموعه اعداد حقیقی مثبت بزرگ‌تر از صفر) می‌باشند (Fare & Primont, 1995). درنهایت با تابع فاصله ستانده می‌توان فن‌آوری تولید چند محصولی و چند

1Distance function output
2 Stochastic frontier production function

www.SID.ir

Archive of SID

نهاده‌ای را برآورد کند (R_+^M و R_+^N در فضای اقلیدسی N و M بُعدی قرار دارند) که به‌صورت رابطه ۴ نمایش داده می‌شود.

$$D(x,u,t)=\min_{\theta}\left\{\theta:(\frac{u}{\theta})\in P(x),\theta\in R_+\right\} \quad (۴)$$
$$x\in R_+^N \ for\ all\ x\in R_+^N$$

θ پیش‌بینی‌های مربوط به مجموعه ستانده مشاهده شده در طی شعاعی از مبدأ به بزرگ‌ترین مجموع ستانده ایجادشده توسط مجموعه نهاده می‌باشد. $D(x,u,t)$ سنجه فاصله است. برای نشان دادن تغییرات فن‌آوری تولید یک‌روند زمانی بر متغیرها اعمال می‌کنیم که رابطه ۵ حاصل می‌گردد.

$$D(x,u,t)=\min_{\theta}\left\{\theta:(\frac{u}{\theta})\in P(x,t),\theta\in R_+\right\} \quad (۵)$$
$$x\in R_+^N \ for\ all\ x\in R_+^N$$

در این پژوهش برای بررسی رابطه بین ستانده خوب و بد از فرم ترانسلوگ به‌صورت پارامتریک استفاده شد. دلیل استفاده از این تابع وجود سه خصوصیت مهم در این تابع بوده است، که در توابع دیگر دیده نمی‌شود. این خصوصیات عبارت‌اند از: انعطاف‌پذیری، به‌آسانی موردمحاسبه است و اجازه می‌دهد قید و شرایط همگنی در مدل تحمیل شود.

تابع کاب‌داگلاس خصوصیات اول را ندارد. این تابع نمی‌تواند کشش‌های تولید را در هر سه ناحیه تولید محاسبه کند (Coelli et al., 1999). به‌عبارت‌دیگر، این فرم تنها یک ناحیه تولیدی را برای هر نهاده نشان می‌دهد و قادر به تبیین هر سه ناحیه از تابع تولید نیست (Griffin et al., 1987). تابع ترانسنتدنتال دربرگیرنده تابع کاب‌داگلاس است. که کشش‌های نهاده‌های تولید را به‌صورت ثابت برآورد نمی‌کند و مقدار آن‌ها تنها به میزان همان نهاده بستگی دارد (Halter et al., 1957). تابع ترانسلوگ علاوه بر متغیرهای اصلی ضرایب روابط متقابل متغیرها را نیز برآورد می‌کند. همچنین اجازه می‌دهد کشش‌های تولیدی بسته به سطح مصرف نهاده تغییر کند. برآورد کشش در هرکدام از نواحی تولید با استفاده از تابع ترانسلوگ قابل انجام است (Christenson et al., 1971). فرم تابع ترانسلوگ، به دلیل جامعیت و انعطاف‌پذیری رایج‌ترین شکل و مناسب برای فرم تابع فاصله است (Fare et al., 1993).

شکل تابع ترانسلوگ به کار گرفته‌شده در این مطالعه به‌صورت رابطه ۶ است.

$$-LnY_1=\alpha_0+\sum_{m=2}^{4}\alpha_m LnY_m^*+\sum_{k=1}^{5}\beta_k LnX_k+$$
$$0.5\sum_{m}^{4}\sum_{m'}^{4}\alpha_{mm'}LnY_m^*LnY_{m'}^*+$$
$$0.5\sum_{k=1}^{5}\sum_{k'=1}^{5}\beta_{kk'}LnX_kLnX_{k'}+ \quad (۶)$$
$$\sum_{k=1}^{5}\sum_{m=2}^{4}\gamma_{km}LnX_kLnY_m^*+u+\varepsilon$$

با توجه به رابطه ۵ u جمله اخلال غیر تصادفی غیر منفی $u\sim N(\mu,\delta_u^2)$ و ε جمله اخلال تصادفی با توزیع نرمال $\varepsilon\sim N(0,\sigma_\varepsilon^2)$ می‌باشند. در این مطالعه Y۱ میزان عملکرد در هکتار زعفران برای هفت سال (در این پژوهش زعفران محصولی هفت‌ساله در نظر گرفته شد) و Y۲، Y۳ و Y۴ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب متان، اکسید نیتروژن و دی‌اکسید کربن در هر هکتار برای مدت هفت سال می‌باشد. همچنین متغیرهای مستقل شامل X۱ کود حیوانی (تن در هکتار)، X۲ سوخت فسیلی مورداستفاده (لیتر در هکتار)، X۳ آبیاری (ساعت در هکتار)، X۴ مقدار کود شیمیایی مورداستفاده (کیلوگرم در هکتار) و X۵ نیروی کار (نفر در هکتار) درمجموع هفت سال می‌باشد. همچنین Y_m^* ستانده نامطلوب نرمال شده ($Y_m^*=\frac{Y_m}{Y_1}$)، می‌باشد.

پس از برآورد رابطه ۶ پارامترهای مفقودشده را از روابط جدول ۳ به دست می‌آید. سپس از برآورد پارامترهای مفقودشده معادله تابع فاصله به‌صورت رابطه ۷ تشکیل می‌شود و ضرایب با توجه به آن حاصل می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اعمال شرایط همگنی بر تابع فاصله
Table 3- The homogeneity and symmetry conditions are imosed on distance function

$\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4=1$	$\alpha_{24}=\alpha_{42}$	$\alpha_{14}=\alpha_{41}$
$\alpha_{11}+\alpha_{12}+\alpha_{13}+\alpha_{14}=0$	$\alpha_{34}=\alpha_{43}$	$\alpha_{23}=\alpha_{32}$
$\alpha_{12}+\alpha_{22}+\alpha_{23}+\alpha_{24}=0$	$\beta_{kk'}=\beta_{kk'}$	
$\alpha_{13}+\alpha_{23}+\alpha_{33}+\alpha_{34}=0$	$\alpha_{12}=\alpha_{21}$	
$\gamma_{k1}+\gamma_{k2}+\gamma_{k3}+\gamma_{k4}+\gamma_{k5}=0$	$\alpha_{13}=\alpha_{31}$	

نتایج و بحث

محاسبه ارزیابی چرخه حیات

در جدول ۴ مقدار نهاده‌های مورداستفاده در یک هکتار برای تولید کلاله زعفران آورده شده است. مقدار انتشار گازهای آلاینده با استفاده روش ارزیابی چرخه حیات برای گازهای آلاینده CO_2، N_2O و CH_4 به ترتیب در درون مزرعه: ۱۵۹/۲۶ ، ۷۸/۶۸ و ۱۳۱/۳۰ کیلوگرم معادل CO_2 به ازای یک کیلوگرم کلاله زعفران و مقدار پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) ۳۶۹/۲۴ کیلوگرم معادل CO_2 محاسبه گردید. در پتانسیل گرمایش جهانی بیش‌ترین سهم مربوط به گاز CO_2 و کمترین آن مربوط به گاز N_2O است. مقدار پتانسیل گرمایش جهانی در مقایسه با پژوهش خانعلی و همکاران (Khanali et al., 2016) که ۲۹۶/۱۶ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن به ازای یک کیلو کلاله زعفران به دست آمد پایین‌تر از مقاله حاضر حاصل شد. هم‌چنین در مطالعه‌ی دیگری بختیاری و همکاران (Bakhtiari et al., 2015) به تجزیه‌وتحلیل انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید زعفران پرداختند. منطقه مورد انتخاب‌شده در این پژوهش استان خراسان رضوی و خراسان جنوبی برای سال زراعی ۲۰۱۳-۲۰۱۲ بود. که مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای با روش ارزیابی چرخه حیات، در یک هکتار به ازای تولید کلاله، بنه، گل و برگ‌ها ۲۳۲۵ معادل کیلوگرم به دست آمد. که علت تفاوت در مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بامطالعه حاضر واحد عملکردی

$$LnD=\alpha_0+\sum_{m=1}^{4}\alpha_m LnY_m+\sum_{k=1}^{5}\beta_k LnX_k+0.5\sum_{m=1}^{4}\sum_{m'=1}^{4}\alpha_{mm'}LnY_m LnY_{m'}+0.5\sum_{k=1}^{5}\sum_{k'=1}^{5}\beta_{kk'}LnX_k LnX_{k'}+\sum_{k=1}^{5}\sum_{m=1}^{4}\gamma_{km}LnX_k LnY_m+\varepsilon \quad (۷)$$

درنهایت قیمت سایه‌ای طبق رابطه ۸ (Fare et al., 1993) که از معادله ۷ مشتق گرفته می‌شود، محاسبه می‌گردد. در این رابطه P_{Ym} = قیمت سایه‌ای گازهای آلاینده در هفت سال در هکتار، P_{Y1} = قیمت ستانده خوب در هفت سال در هکتار، Y_1 میزان عملکرد محصول در یک دوره هفت‌ساله در هکتار، $\partial D(X,Y)$ = سنجه فاصله و Y_m میزان انتشار گازهای آلاینده می‌باشد که از روش ارزیابی چرخه حیات محاسبه‌شده است. نرم‌افزارهای مورداستفاده در این پژوهش STATA۱۳ و EXCEL۲۰۱۰ می‌باشد.

$$P_{Ym}=P_{Y1}\times\frac{\frac{\partial D(X,Y)}{\partial Y_m}}{\frac{\partial D(X,Y)}{\partial Y_1}} \quad (۸)$$

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت آن است.

جدول ٤- متوسط مقدار نهاده‌های مصرفی برای تولید کلاله زعفران در هکتار

Table 4- The average amount of inputs to produce saffron stigma per hectare

نهاده‌ها Inputs	واحد Unit	مقدار Amount	انحراف معیار S.D	نهاده‌ها Inputs	واحد Unit	مقدار Amount	انحراف معیار S.D
کود ازت Nitrogen fertilizer	k	121/2	61/02	سوخت فسیلی Gasoline	l	199/73	153/73
کود فسفر Phosphorus fertilize	k	77/04	72/98	الکتریسیته Electricity	$kw.hr^{-1}$	113/04	540/51
کود پتاس Potash fertilizer	k	84/42	93/21	نیروی کار Labor	People	126	30/79
کود حیوانی Manure	T	21/12	20/79	آبیاری Irrigation	h	5/94	6/3
ریزمغذی Micronutrient	L	1/56	2/1	بنه Corm	t	7/25	1/6
علف‌کش Herbicide	k	0/54	1/01	--	--	--	--

Research findings * یافته های پژوهش

نتایج تابع فاصله

جدول ۵ نتایج برآورد تابع تولید (رابطه ۶) محاسبه‌شده است را نشان می‌دهد. بر طبق محاسبات انجام‌شده،۲۰ ضریب از میان ضرایب برآورد شده در سطح ۵٪ و ۱۰٪ معنی‌دار می‌باشند. ازآنجایی‌که متغیر وابسته در این تابع عملکرد زعفران در یک هکتار، در یک دوره هفت‌ساله می‌باشد، ضرایب برآورد شده این تابع نشان‌دهنده‌ی تأثیر هرکدام از این نهاده‌ها بر عملکرد زعفران است.

آماره‌های $sigma_u$ و $sigma_v$ به ترتیب مقدار ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۳ به‌دست آمدند که پارامترهای توزیع جز اختلاف تصادفی الگو می‌باشند، مقادیر برآورد شده هر دو جز خطا به شکل معنی‌داری معادل صفر می‌باشند. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت اختلاف بین واحدهای ناشی از عوامل خارج از کنترل مدیر بوده است (Ghorbani et al., 2008).

مطابق با نتایج حاصل از تخمین مدل، برخی از نهاده‌های تولید تأثیر مثبت و برخی تأثیر منفی بر عملکرد تولید دارند. نتایج مدل نشان می‌دهد که نهاده‌های کود حیوانی (X۱)، سوخت فسیلی (X۲) و کود شیمیایی (X۴) به‌صورت مثبت عملکرد زعفران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از طرف دیگر، نهاده‌های آبیاری (X۳) و نیروی کار (X۵) به‌صورت منفی بر عملکرد تولید زعفران تأثیرگذار هستند.

از آنجایی‌که تابع تولید شکل لگاریتمی دارد، ضرایب برآورد شده در این تابع کشش‌های تولید را نشان می‌دهند. ازآنجاکه مطالعه انجام‌گرفته در رابطه تابع تولید زعفران می‌باشد. به نظر می‌رسد مقایسه‌ی نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه با نتیجه‌ی مطالعه‌ی انجام‌شده در منطقه‌ی خراسان جنوبی (Sardashi et al., 2014) می‌تواند نتایج بیشتری را در رابطه با کشت زعفران توضیح دهد. نتایج هر دو مطالعه در جدول ۶ آورده شده است.

مقایسه‌ی نتایج به‌دست‌آمده در دو مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزان زعفران کار در مصرف کود حیوانی ناهمگون استفاده می‌کنند، به‌طوری‌که در منطقه‌ی خراسان جنوبی و منطقه تربت‌حیدریه از کود حیوانی بی‌رویه استفاده می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- نتایج برآورد اقتصادسنجی تابع تولید به روش تابع مرزی تصادفی(SFA)

Table 5– The results of the estimation of the production function's economy through the stochastic frontier analysis (SFA)

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره معنی‌داری Probe	کشش Elasticity	متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره معنی‌داری Probe	کشش Elasticity
Intercept	-64.16	0.007	--	LnY_2LnX_4	0.01	0.75	0.01
LnY_1	-40.29	#	-40.29	LnY_2LnX_5	0.05	0.19	0.05
LnY_2	-6.62	0.00	-6.62	LnY_3LnX_1	-1.03	0.41	-1.03
LnY_3	61.52	NS	61.52	LnY_3LnX_2	-3.34	0.00	-3.34
LnY_4	-13.60	0.13	-13.60	LnY_3LnX_3	0.22	0.80	0.22
LnX_1	2.53	0.53	2.53	LnY_3LnX_4	-0.33	0.72	-0.33
LnX_2	6.7	0.03	6.7	LnY_3LnX_5	0.33	0.65	0.33
LnX_3	-1.20	0.68	-1.20	LnY_4LnX_1	-0.21	0.48	-0.21
LnX_4	0.43	0.90	0.43	LnY_4LnX_2	1.50	0.001	1.50
LnX_5	-3.32	0.30	-3.32	LnY_4LnX_3	0.45	0.002	0.45
LnY_1LnY_1	4.2	#	4.2	LnY_4LnX_4	-0.002	0.85	-0.002
LnY_1LnY_2	-3.39	#	-3.39	LnY_4LnX_5	0.003	0.83	0.003
LnY_1LnY_3	6.37	#	6.37	LnX_1LnX_1	0.30	0.00	0.30
LnY_1LnY_4	7.27	#	7.27	LnX_2LnX_2	-0.67	0.00	-0.67
LnY_2LnY_2	-0.001	0.98	-0.001	LnX_3LnX_3	0.04	0.41	0.04
LnY_2LnY_3	4.61	0.00	4.61	LnX_4LnX_4	0.10	0.23	0.10
LnY_2LnY_4	-1.22	0.001	-1.22	LnX_5LnX_5	0.19	0.02	0.19
LnY_3LnY_3	-22.48	0.00	-22.48	LnX_3LnX_4	0.12	0.18	0.12
LnY_3LnY_4	11.49	0.07	11.49	LnX_4LnX_5	0.079	0.45	0.079
LnY_4LnY_4	-2.99	0.003	-2.99	LnX_1LnX_2	0.63	0.06	0.63
LnY_1LnX_1	1.40	#	1.40	LnX_1LnX_3	-0.04	0.55	-0.04
LnY_1LnX_2	1.62	#	1.62	LnX_1LnX_4	-0.04	0.14	-0.04
LnY_1LnX_3	-0.64	#	-0.64	LnX_1LnX_5	-0.01	0.94	-0.01
LnY_1LnX_4	0.36	#	0.36	LnX_2LnX_3	-0.60	0.01	-0.60
LnY_1LnX_5	-0.45	#	-0.45	LnX_2LnX_4	0.02	0.82	0.02
LnY_2LnX_1	-0.16	0.067	-0.16	LnX_2LnX_5	0.13	0.44	0.13
LnY_2LnX_2	0.21	0.01	0.21	LnX_3LnX_5	-0.11	0.02	-0.11
LnY_2LnX_3	0.088	0.008	0.088	----	---	---	---

ns= بدون معنی Non significant =ns #= غیرقابل برآورد #=Non estimation *یافته های پژوهش *Research findings

در رابطه با مصرف آب کشاورزی، به‌طورکلی زعفران کاران در منطقه تربت‌حیدریه به‌صورت نامناسب از این نهاده استفاده می‌کنند. ولی در منطقه خراسان جنوبی از این نهاده به‌صورت مناسب استفاده می‌نمایند. در مورد نهاده کود شیمیایی مانند (نیتروژن)، زارعین زعفران از این نهاده استفاده متوازنی می‌کنند که دیده می‌شود زارعین زعفران در خراسان جنوبی و منطقه تربت‌حیدریه از آن استفاده مناسب می‌کنند.

درنهایت قیمت سایه‌ای گازهای گلخانه‌ای (درون مزرعه) به ازای یک کیلوگرم کلاله زعفران در شکل ۱ آورده شده است. (برآورد رابطه ۸). با توجه به شکل ۱ هزینه فرصت کاهش یک

www.SID.ir

Archive of SID

کیلو گاز دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن از طریق کاهش ستانده مطلوب به ترتیب ۱۰۷۴۰، ۱۲۹۴۰ و ۷۴۲۲۰ ریال است. به‌عبارت‌دیگر برای کاهش یک کیلو گاز دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن به ترتیب باید از تولید کلاله زعفران خشک به ارزش ۱۰۷۴۰، ۱۲۹۴۰ و ۷۴۲۲۰ ریال کاسته شود. ازآنجایی‌که برای تولید یک کیلوگرم کلاله زعفران به‌طور متوسط ۳۶۹/۲۴ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن گاز گلخانه‌ای تولید می‌شود. قیمت یک کیلو کلاله زعفران ۴۵٫۰۰۰٫۰۰۰ میلیون ریال می‌باشد، هزینه فوق ۷۵٪ ارزش تولیدشده می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر با احتساب هزینه‌های زیست‌محیطی مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای سود خالص زعفران ۷۵٪ کاهش پیدا می‌کند. در مجموع هزینه فرصت کاهش یک کیلو گازهای گلخانه‌ای ۹۷۹۰۰ ریال است (به ازای یک کیلو کلاله زعفران). که ۱۰/۹۷٪، ۱۳/۲۱٪ و ۷۵/۸۱٪ از این هزینه متعلق به گازهای دی‌اکسید کربن ، متان و اکسید نیتروژن است. از این‌رو مطالعات ازاین‌دست می‌تواند سهم به‌سزایی در کاهش این انتشارات فراهم کند.

جدول ٦- مقایسه کشش‌های تولید محاسبه‌شده در مقاله حاضر با مقاله سردشتی و همکاران (Sardashti et al., 2014)

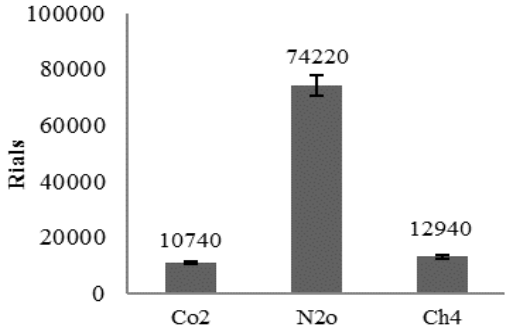
Table 6– The comparison of calculated elasticity in the present article and the article of (Sardashti et al., 2014)

نهاده Input	مقدار کشش‌های مطالعه حاضر The amount of elasticity of the present paper	ناحیه تولید Productionarea	مقدار کشش‌های مقاله سردشتی و همکاران، (۱۳۹۳) The amount of elasticity mentioned in Sardashty et al., (2014)	ناحیه تولید Production area
کود حیوانی Manure	2.53	ناحیه‌ی اول The first area	-0.00	ناحیه‌ی سوم The third area
آبیاری Irrigation	-1.20	ناحیه‌ی سوم The third area	0.53	ناحیه‌ی دوم The second area
کود شیمیایی Fertilizer	0.43	ناحیه‌ی دوم The second area	0.16	ناحیه‌ی دوم The second area

درنهایت در شکل ۲ هزینه کل ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای نظام تولید زعفران در یک هکتار به ازای یک دوره هفت‌ساله آورده شده است. مطابق با شکل ۲ به ترتیب ۲۰/۷۹٪، ۵۷/۹۸٪ و ۲۱/۲۲٪ هزینه زیست‌محیطی کل متعلق به گاز دی‌اکسید کربن، اکسید نیتروژن و متان می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد (مطابق با شکل ۲) که درمجموع تولید زعفران هزینه‌ای معادل ۳۶۶٫۹۲۰٫۷۲۰ میلیون ریال بابت انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک دوره هفت‌ساله، در یک هکتار به محیط‌زیست خسارت وارد می‌کند. این میزان برای یک هکتار برابر است با ۵۲٫۴۱۷٫۲۴۰ میلیون ریال. در مطالعه‌ای خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2017) هزینه ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2 و N_2O نظام تولید زعفران، برای استان خراسان رضوی درمجموع به‌طور متوسط ۱۳٫۷۱۰٫۰۰۰ ریال در هکتار، در سال ۱۳۹۴ محاسبه نمودند. در این مطالعه فقط هزینه کل گازهای گلخانه‌ای CO_2 و N_2O برآورد شده است، ولی در پژوهش حاضر هزینه کل گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 محاسبه گردید. هزینه کل گازهای گلخانه در یک هکتار در مطالعه اخیر نسبت به مطالعه (Khorramdel et al., 2017) حدود ۳/۸۲ بیشتر محاسبه شده است.

www.SID.ir

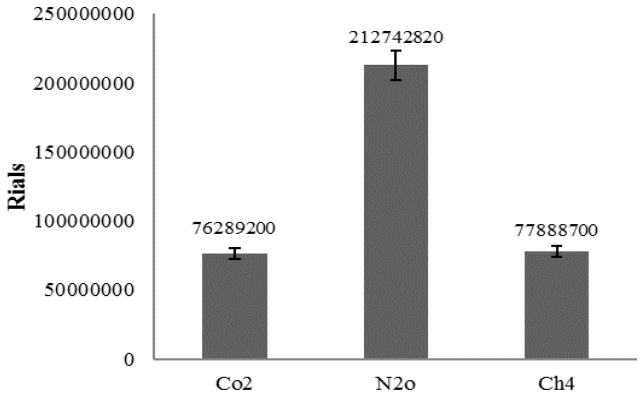
Archive of SID



شکل ۱- قیمت سایه‌ای گازهای گلخانه‌ای در مزارع زعفران، به ریال

Figure 1- The shadow price of greenhouse gases in saffron farms, Rial.

***Research findings** *یافته های پژوهش



شکل ۲- هزینه زیست‌محیطی گازهای گلخانه‌ای، در یک هکتار برای یک دوره هفت‌ساله، ریال

Figure 2- Environmental cost of greenhouse gases per hectare, over a period of 7 years, Rial.

***Research findings** *یافته های پژوهش

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه‌ی حاضر را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

با ثابت ماندن سایر نهاده‌ها و شرایط کشت، تنها افزایش نهاده‌هایی چون کود حیوانی (X۱)، سوخت فسیلی (X۲) و کود شیمیایی (X۴) عملکرد تولید را افزایش می‌دهند و متغیرهای آبیاری (X۳) و استفاده بیشتر از نیروی کار (X۵) عملکرد تولید را نه‌تنها افزایش نمی‌دهند بلکه آن را کاهش می‌دهند.

بیشترین تأثیر در عملکرد زعفران مربوط به نهاده‌های کود حیوانی (X۱)، سوخت فسیلی (X۲)، کود شیمیایی (X۴)، آبیاری (X۳) و استفاده بیشتر از نیروی کار (X۵) می‌باشد که به ترتیب با کشش تولید ۲,۵۳، ۶,۷، ۰,۴۳، ۱,۲۰- و ۳,۳۲- هستند. متغیرهای کود حیوانی و سوخت فسیلی، در ناحیه اول تولید می‌باشند و متغیر کود شیمیایی در ناحیه دوم تولید است. همچنین متغیر آبیاری و نیروی کار در ناحیه سوم تولید قرار دارند. مصرف بی‌رویه آب در محصولات کشاورزی همچون انار (Eslami et al., 2012)، گندم آبی (Nalabandi et al., 2014) و برنج (Molaei et al., 2017) نیز دیده می‌شود.

نتایج برآورد قیمت سایه‌ای نشان می‌دهد که هزینه انتشار گاز N_2O بیش‌ترین مقدار (۳۶٪ بیشتر از گاز CO_2) می‌باشد. علی‌رغم اینکه اثر پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از تولید زعفران قابل‌توجه می‌باشد، اما میزان این اثر در تولید زعفران

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به محصول رایج این منطقه مانند چغندرقند (Soltani et al., 2015) و گندم آب و دیم (Khorram del et al., 2014)، کمتر است. در پایان با توجه به نتایج که نشان‌دهنده‌ی مصرف بی‌رویه‌ی کود شیمیایی است، پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثرات زیست‌محیطی نظام تولید زعفران و کاهش مصرف این نهاده، سیاست‌های مالیات بر کود موردتوجه و تحلیل قرار گیرد.

منابع

Aghaei, M., and Rezagholizadeh, M. 2011. Iran's comparative advantage in production of saffron. Journal of Agricultural Economics and Development (Science and Technology) 25 (1): 121-132. (In Persian with English Summary).

Aigner, D.J., and Chu, S.F. 1968. On estimating the industry production function. The American Economic Review 58 (4): 826-839.

Akbari, H., Akbari, Z., and Alireza Loo, A. 2013. A discussion study of comparative advantage of Iranian saffron export. First National Conference on Management and Accounting in the New World of Business, Economics and Culture Ali Abad, Iran, 29 August 2013. (In Persian).

Bakhtiari, A.A., Hematian, A., and Sharifi, A. 2015. Energy analyses and greenhouse gas emissions assessment for saffron production cycle. Environmental Science and Pollution Research 22 (20): 16184-16201.

Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H., and Lammel, J. 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. European Journal of Agronomy 20 (3): 247-264.

Christenson, L.R., Jorgenson, D.W., and Lau, L.J. 1971. Conjugate duality and the transcendental logarithmic function. Econometrica 39 (4): 255-256.

Coelli, T., and Perelman, S. 1999. A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways. European Journal of Operational Research 117 (2): 326-339.

Coelli, T., Perelman, S., and Romano, E. 1999. Accounting for environmental influences in stochastic frontier models: with application to international airlines. Journal of Productivity Analysis 11 (3): 251-273.

Ebrahimi, A., Bouzarjamhari, P., and Razavani Moghaddam, P. 2009. The role of crop cultivation of saffron in rural economy. M.Sc. Thesis, Faculty of Literature and Humanities, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).

Eslami, I., Mehrabi, A., Zehtabian, GH., and GHorbani, M. 2012. Estimation of agricultural water demand function in pomegranate gardens in Charkhob Village of Yazd. Journal of Rangeland and Watershed Management. Iranian Journal of Natural Resources 66 (1): 17-26. (In Persian).

Fare, R., Grosskopf, S., Lovell, C.K., and Yaisawarng, S. 1993. Derivation of shadow prices for undesirable outputs: a distance function approach. The Review of Economics and Statistics 374-380.

Fare, R., and Primont, D. 1995. Multi-output Production and Duality: Theory and Applications. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.

سپاسگزاری

در پایان از آقایان، مهدی رضایی، محمدرضا اکرمی و رحیم سهرابی چوکانلو که کمک شایانی در جهت تکمیل پرسشنامه نمودند، کمال قدرانی و تشکر را داریم.

www.SID.ir

Archive of SID

Ghorbani, M., Darijani, A.S., Koocheki, A.S., and Motallbi, M. 2008. Estimated environmental costs of greenhouse gas emissions in dairy cattle of Mashhad. Agricultural Economics and Development 17 (66): 43-68. (In Persian).

Griffin, R.C., Montgomery, J.M., and Rister, M.E. 1987. Selecting functional form in production function analysis. Western Journal of Agricultural Economics 216-227.

Grosskopf, S. 1996. Statistical inference and nonparametric efficiency: A selective survey. Journal of Productivity Analysis 7 (2): 161-176.

Halter, A.N., Carter, H.O., and Hocking, J.G. 1957. A Note on the Transcendental Production Function cx 1 a 1 e b 1 x 1 x 2 a 2 e b 2 x 2. Journal of Farm Economics 39 (4): 966-974.

Huang, H., and Leung, P. 2007. Modeling protected species as an undesirable output: The case of sea turtle interactions in Hawaii's longline fishery. Journal of Environmental Management 84 (4): 523-533.

ISO, I. 2006. 14040: Environmental management–life cycle assessment–principles and framework. London: British Standards Institution.

Kafi, M., Hemmati Kakhki, A., and Karbasi, A. 2002. History, Economic Significance and Area under Cultivation, Production and Applications of saffron Iran, Technology of Production and Processing. Ferdowsi University Press, Mashhad. p. 21-38. (In Persian).

Karbasi, A., and Rategaripour, F. 2014. Evaluation of comparative advantage on production and export of saffron. Saffron Agriculture and Technology Journal 2 (1): 59-74. (In Persian with English Summary).

Khanali, M., Elhami, A., and Movahedi, M. 2015. Evaluation of energy and environmental indicators of saffron production in Southern Khorasan Province by Life Cycle Assessment Method (Case Study: Birjand). International Conference on Science, Engineering and Environmental Technologies, Tehran, Iran, 15-16 May 2015. (In Persian).

Khanali, M., Farahani, S.S., Shojaei, H., and Elhami, B. 2017. Life cycle environmental impacts of saffron production in Iran. Environmental Science and Pollution Research 24: 4812–4821.

Khanali, M., Movahedi, M., Yousefi, M., Jahangiri, S., and Khoshnevisan, B., 2016. Investigating energy balance and carbon footprint in saffron cultivation–a case study in Iran. Journal of Cleaner Production 115: 162-171.

Khorramdel, S., Abolhassani, L., and Azam Rahmati, A. 2016. The investigating environmental impact of saffron production system using life cycle assessment method (Case Study: Torbat-e Heydarieh and Qaen). Saffron Research Journal (Two Quarterly) 4 (2): 248-292. (In Persian with English Summary).

Khorramdel, S., and Gholizadegan, E. 2016. Study of greenhouse gas emissions and global warming potential of potato production systems. The first international conference and the 4th National Conference on Environmental Research and Agriculture in Iran, 5 November 2016. (In Persian).

Khorramdel, S., Rezvani Moghadam, P., Amin Ghafouri, A., and Golizadegan Ehsan Abad, AS. 2014. Life Cycle Assessment (LCA) of wheat production systems in the country. First National Congress on Food Health: Production, Conversion, Consumption, Karaj, Iran, 24 October 2014. (In Persian).

Khorramdel, S., Rezvani Moghadam, P., and Amin Ghafouri, A. 2017. Economic evaluation of services and functions of saffron production systems in Khorasan Razavi province. Scientific Journal of Saffron Agriculture and Technology. (In Persian with English

www.SID.ir

Archive of SID

Summary).

Kozehgaran, S., Mousavi Baygi, M., Sanaee Nejad, H., and Behdani M. 2011. Survey the minimum, Average and maximum temperature in South Khorasan to identify areas susceptible to cultivating saffron using GIS. Water and Soil Journal (Science and Technology) 25 (4): 895-907. (In Persian with English Summary).

Mola Filabi, A., Khoramdel, S., Aminghafori, A., and Hosseini, M., 2015. Evaluation of environmental impacts for saffron agroecosystems of Khorasan based on nitrogen fertilizer by using Life Cycle Assessment (LCA). Journal of Saffron Research 2 (2): 152-166. (In Persian with English Summary).

Molaei, M., Hesari, N., and Javanbakht, A. 2017. Estimation of environmental efficiency of input-oriented agricultural products (Case Study: environmental efficiency of rice production). Journal of Agricultural Economics 11 (2): 157-172. (In Persian).

Muthu, S.S. 2014. Assessment of carbon footprint in different industrial sectors (2). Springer Science and Business.

Najarzadeh, R., Reed, M.R., Saghaian, S.H., Aghaei, M., and Rezagholizadeh, M. 2010. A Study of Iran's Comparative Advantage in Saffron, the Red Gold. Agricultural and Applied Economics Association, In 2010 Annual Meeting, Denver, Colorado (No. 61583), USA, 25-27 July 2010.

Nalabandi, L., Dashti, GH., and Ajali, J. 2014. Comparative assessment of factors using economy of wheat production in small and large farms of Ahar County. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 23 (2): 85-96. (In Persian with English Summary).

Nikkhah, A., Emadi, B., and Firouzi, S. 2015. Greenhouse gas emissions footprint of agricultural production in Guilan province of Iran. Sustainable Energy Technologies and Assessments 12: 10-14.

O'Brien, D., Shalloo, L., Crosson, P., Donnellan, T., Farrelly, N., Finnan, J., Hanrahan, K., Lalor, S., Lanigan, G., Thorne, F., and Schulte, R. 2014. An evaluation of the effect of greenhouse gas accounting methods on a marginal abatement cost curve for Irish agricultural greenhouse gas emissions. Environmental Science and Policy 39: 107-118.

Saffron Institute. 2013. Article. Available at website http://si.torbath.ac.ir/article

Sardashi Hatami, Z., Bakhshi, M., and Jami Al ahmadi, M. 2014. Economic analysis of saffron production in Southern Khorasan Province. Ecological Agriculture Magazine 4 (1): 33-42. (In Persian with English Summary).

Smith, S.M. 2013. Determining Sample Size. Retrieved February, 23.

Soltani, A., Bazrgar, A., Koocheki, A., Zeinali, A., Ghaemi, A.S., and Hajjarpour, A. 2015. Life Cycle Assessment (LCA) in different systems in Khorasan. Journal of Crops Production 8 (1): 43-62. (In Persian with English Summary).

Tohidi, Z. 2014. Study of how to plant and harvest saffron in Iran. Third National Conference Scientific and Research Achievements on saffron, Torbat-e Heydarieh, Iran, 5-6 December 2014. (In Persian).

Tosan, M., Alizadeh, A., Ansari, H., and Rezvani Moghaddam, P. 2015. Performance evaluation identification of susceptible areas of saffron cultivation in Khorasan Razavi province based on temperature indices. Saffron Agriculture and Technology Journal 3 (1): 1-12. (In Persian with English Summary).

International Energy Agency (IEA). 2016. Statistics. Available at Website www.iea.org

www.SID.ir

Archive of SID

Estimating environmental costs of greenhouse gas emissions in saffron production systems (case study: Torbat Hadiriyah)

Amin Nezamoleslami[1], Lili Abolhassani[2], Naser Shahnoushi Foroushani[3], Alireza Karbasi[3] and Dariush Khezrimotlagh[4]*

Submitted: 18 October 2017 **Accepted:** 26 June 2018

Nezamoleslami, A., Abolhassani, L., Shahnoushi Foroushani, N., Karbasi, A., and Khezrimotlagh, D. 2019. Estimating environmental costs of greenhouse gas emissions in saffron production systems (case study: Torbat Hadiriyah). Saffron Agronomy & Technology, 7(2): 245-285.

Abstract

The production of saffron as one of the most expensive agricultural and pharmaceutical products in the world has a high comparative advantage. Considering the importance of producing this product in Iran as an important non-oil export commodity and its role as a strategic, the estimation of the indirect environmental costs associated with the emission of its pollutants is necessary. The purpose of this study was to calculate the environmental costs of greenhouse gas emissions in Saffron farms in the Torbat Hadiriyah township. In order to collect data (such as chemical fertilizers, irrigation, labor, animal manure and gasoline) a questionnaire and face-to-face interviews were used in the crop years 2017 and 2018.To investigate the relationship between good and bad output, the distance function is used as a parametric form of the translog. The results show that global warming potential (GWP) was calculated to be 369/24 kg equivalent to CO2 per kilogram of saffron straw. Also the environmental cost of greenhouse gases, methane, nitrous oxide and carbon dioxide per hectare, according to a seven-year period, are: 77/888/700, 212/742/820 and 76/289/200 Rials, respectively. In total, the production of saffron over a seven-year period imposes an expense of 366/920/720 million Rials on the environment regarding the emission of greenhouse gases. This is equal to 52/417/240 million Rials for a crop year in per one hectare. About 21% of the income earned per hectare. In the end, it is suggested that the tax policy on fertilizers and soil tillage systems be reviewed and analyzed to reduce the environmental impacts of the saffron production system.

Keywords: Distance function, Global warming potential, Translog.

1 - M.Sc. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture,Ferdowsi University of Mashhad
2 - Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3 - Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4 - Assistant Professor, Department of Statistics, Miami University, United States of America.
(*Corresponding author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2018.101427.1264

www.SID.ir