International Conference on Environmental Science, Engineering & Technologies (CESET 2015)
5-6 May 2015, University of Tehran, Tehran, Iran

ارزیابی شاخص‌های انرژی و زیست محیطی تولید زعفران در استان خراسان جنوبی با روش ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: شهرستان بیرجند)

مجیدخانعلی[۱]*، بهزاد الهامی[۲]، مهران موحدی[۳]

۱- استادیار، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

چکیده

هدف از این تحقیق مقایسه الگوی مصرف انرژی و تبعات زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های کشاورزی در تولید زعفران با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات می‌باشد. اطلاعات موردنیاز یک دوره شش ساله زعفران، از ۴۹ مزرعه واقع در شهرستان بیرجند استان خراسان جنوبی از طریق پرسش‌نامه در سال زراعی ۹۳-۹۲ تهیه شد. بیشترین و کمترین سهم انرژی مصرفی در تولید زعفران به ترتیب مربوط به انرژی کود نیترات و کود فسفات بود. مقادیر شاخص‌های انرژی؛ نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص به ترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۰۳ کیلوگرم بر مگا ژول، ۳۳۲۸/۵۷۴ مگا ژول بر کیلوگرم و ۹۱۲۵۱/۷- مگا ژول بر هکتار محاسبه گردید. یک تن زغفران تولیدی و دروازه مزرعه به ترتیب به عنوان واحد عملکردی و مرز سامانه انتخاب شدند. بیشترین آسیب به محیط زیست در بخش شاخص مسمویت آب‌های آزاد صورت می‌گیرد. در میان مواد منتشر شده از سوخت دیزل، CO_2 با سهم ۹۰ درصد بیشترین اثرگذاری را بر شاخص مسمومیت خاک به همراه داشت. علف‌کش به کار رفته با وجود سهم ناچیز در انرژی مصرفی بیشترین تأثیر را بر شاخص مسمومیت انسان، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت خاک و نقصان لایه اوزون می‌گذارد. کودهای شیمیایی دارای بیشترین اثرگذاری بر شاخص‌های اختناق دریاچه‌ای، پتانسیل اسیدی شدن، گرمایش جهانی و تقلیل منابع آلی بودند. N_2O منتشر شده از کودهای شیمیایی با سهم ۸۰ درصد بیشترین تأثیر را بر شاخص اختناق دریاچه‌ای گذاشت.

کلمات کلیدی: ارزیابی چرخه حیات، شاخص انرژی، شاخص زیست محیطی، زعفران.

مقدمه

امروزه تولیدات کشاورزی عموماً بر پایه استفاده از منابع محدودی مثل سوخت‌های فسیلی، منابع آبی و دیگر نهاده‌های تجدیدناپذیر است. نگرانی‌هایی نیز در مورد مشکلات زیست محیطی مانند آلودگی آب، خاک، هوا، حاصلخیزی، فرسایش خاک و تقلیل منابع وجود دارد. باران اسیدی در برخی نقاط جهان باعث مسمومیت و صدمه به گیاهان، درختان، آبزیان و افزایش اسیدیته خاک می‌شود. از منابع عمده این اثر در کشاورزی، استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنه و درنتیجه انتشار اکسیدهای نیتروژن(NOx)، آمونیاک(NH3) و اکسید دی نیتروژن(N2O) به اتمسفر می‌باشد(میر حاجی و همکاران ۱۳۹۲).

بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰، ارزیابی چرخه حیات[1] عبارت از روشی است که در آن کلیه اثرات زیست محیطی مرتبط با یک محصول، در کل چرخه حیات آن از مرحله استخراج و یا جمع‌آوری مواد خام تا تولید، مصرف و سپس بازیافت، ضایعات حاصل و در نهایت دفع آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرند(Reddy et al 2007; Hauschild et al 1998).

درک انرژی مصرفی در سیستم کشاورزی و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن، امری حیاتی در رسیدن به تولید پایدار به‌حساب می‌آید. همچنین کاهش سریع منابع سوخت‌های فسیلی و تاثیرات مخرب استفاده از این سوخت‌ها بر تغییرات آب و هوایی، اهمیت مبحث ارزیابی چرخه حیات را بیش از پیش آشکار می‌سازد(Pennington et al 2000).

در ارزیابی چرخه حیات، شاخص‌های زیست محیطی مورد بررسی عبارتند از: پتانسیل اختناق دریاچه‌ای[2] (EU)، پتانسیل گرمایش جهانی[3] (GW)، پتانسیل اسیدی شدن[4] (AC)، نقصان لایه اوزون[5] (OD)، تقلیل منابع آلی[6] (AD)، مسمومیت انسانی[7] (HTP)، مسمومیت خاک[8] (TE)، مسمومیت آب‌های آزاد[9] (MAET) مسمومیت، آب‌های سطحی[10] و اکسیداسیون فتوشیمیایی[11] (FAET) (Reddy et al 2007; Hauschild et al 1998).

زعفران گونه‌ای است که از گل Crocus Sativus از راسته Iridaceae گرفته می‌شود (Kafi et al 2006). در حال حاضر ایران با سطح زیر کشت ۴۷۲۰۰ هکتار و تولید سالیانه ۱۶۰ تن (۹۰ درصد از سهم تولید زعفران جهانی) در جایگاه اول قرار دارد. استان خراسان جنوبی با عملکرد ۳۵ درصد از کل سهم زعفران کشور مقام دوم را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۹۲).

در ترکیه به بررسی انرژی‌های ورودی برای تولید چغندرقند در ۱۴۶ مزرعه پرداخته شد. بر طبق نتایج این تحقیق،کل انرژی مصرف‌شده برای تولید یک هکتار چغندرقند برابر با ۳۹۶۸۵/۵۱ مگا ژول می‌باشد که ۴۹ درصد انرژی ورودی مربوط به انرژی کود بوده است(Erdal et al 2007).

در مطالعه‌ای که در مورد محصول سویا در استان گلستان صورت گرفت، پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید یک کیلوگرم سویا، ۹۷۵ گرم معادل CO_2 برآورد شد که سهم خاک‌ورزی، کاشت، کاربرد سموم، کود شیمیایی، آبیاری، برداشت و مدیریت بقایای گیاهی به ترتیب ۳۵، ۹، ۲۶، ۵۲۴، ۳۰۱، ۴۱و ۹۱ گرم معادل CO_2 به‌دست آمد. همچنین آتش زدن بقایای گیاهی و انتقال بقایای گیاهی، به ترتیب باعث بیش‌ترین و کمترین انتشار گازهای CO_2، CH_4 و N_2O می‌شود (Mohammadi et all 2013).

در استان اصفهان ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی کشت گندم با رویکرد چرخه حیات صورت پذیرفت و در سطح یک هکتار، با استفاده از ضرایب پتانسیل گرمایش جهانی ۲۷۱۱/۵۸ کیلوگرم معادل CO_2 برآورد شد که سهم الکتریسیته، کود نیتروژن، سوخت و ماشین به ترتیب ۷۴، ۱۱/۷، ۷/۵و ۴/۵ درصد در آلایندگی زیست محیطی برآورد شدند (Khoshnevisan et al 2013).

[1] Life Cycle Assessment
[2] Eutrophication Impact
[3] Global warming potaential
[4] Acidification potential
[5] Ozone layer depletion
[6] Abiotic Depletion
[7] Human Toxicity
[8] Terrestrial Ecotoxicity
[9] Marine aquatic ecotoxicity
[10] Fresh water aquatic ecotox.
[11] Photochemical Oxidation

با توجه به اینکه کشت زعفران در ایران از لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت بوده و در زمره مهمترین محصولات صادراتی کشور جای می‌گیرد، در این مطالعه به بررسی شاخص‌های انرژی و بررسی پیامدهای زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده‌ها در ارتباط با شاخص‌های زیست محیطی، شامل پتانسیل گرمایش جهانی، پتانسیل اختناق دریاچه‌ای، مسمومیت انسانی، پتانسیل اسیدی شدن، نقصان لایه اوزون، تقلیل منابع آلی، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت آب‌های سطحی و مسمومیت خاک ناشی از تولید یک تن زعفران با روش ارزیابی چرخه حیات پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

نحوه کشت زعفران

زعفران گیاهی با چرخه زندگی هفت تا ده ساله است که عملکرد آن در هر سال متفاوت می‌باشد(Sepaskhah et al 2008). در این پژوهش به مطالعه کشت شش سال اول این محصول پرداخته می‌شود، زیرا فرض شده که کشت این گیاه در شش سال اول توجیه اقتصادی دارد. پیاز زعفران در سال اول پاشیده شده و در سال‌های بعدی عملیات داشت (آبیاری، کودپاشی، سم‌پاشی) بر روی آن انجام می‌گردد. خاک مناسب برای کشت زعفران در این منطقه از نوع سندی کلی[12]بوده که سه هفته قبل از آماده‌سازی زمین با کود حیوانی به منظور غنی شدن خاک ترکیب می‌گردد. کشت زعفران در منطقه مورد مطالعه تنها در مرحله آماده‌سازی زمین، عملیات سم‌پاشی و کنترل علف‌های هرز به شکل مکانیزه انجام می‌پذیرد و در بقیه مراحل از نیروی انسانی استفاده می‌گردد.

جمع‌آوری اطلاعات

شهرستان بیرجند واقع در استان خراسان جنوبی بین ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۷ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است (سالنامه آماری استان خراسان ۱۳۹۰).

اطلاعات مورد نیاز زعفران شهرستان بیرجند مربوط به شش سال زراعی، در پاییز ۱۳۹۳ از مزارع این شهرستان جمع‌آوری شد. اطلاعات لازم از قبیل میزان مصرف هر نهاده در یک هکتار، عملکرد محصول و سود حاصله از طریق پرسشنامه و گفتگوی مستقیم با کشاورزان گردآوری شد. با استفاده از رابطه کوکران[13] (رابطه ۱) تعداد پرسشنامه‌ها معین گردید(منصورفر ۱۳۹۰).

(۱)

$$n=\frac{Nt^2S^2}{Nd^2+t^2S^2}$$

که در آن N تعداد منابع در جامعه هدف، t ضریب اطمینان قابل قبول (۱/۹۶)، S^2 واریانس صفت در جمعیت، d دقت خطای قابل قبول در اندازه نمونه ۵ درصد برای قابلیت اطمینان ۹۵ درصد و n اندازه نمونه‌ها است. بر این اساس تعداد ۴۹ پرسشنامه تهیه شد. به منظور تعیین میزان انرژی معادل نهاده‌ها و ستانده، از هم ارزهای انرژی استفاده گردید(Kitani 1999; . Esengun et al 2007). اطلاعات خارج‌شده از پرسشنامه و هم ارزهای انرژی، وارد برنامه Excel گردید و انرژی ورودی و خروجی محصول محاسبه شد.

بررسی شاخص‌های انرژی

[12] Sandyclay
[13] Cochran

شاخص‌های انرژی ابزاری هستند که امکان مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر و مطالعه جزءبه‌جزء آن‌ها را فراهم می‌کنند. چهار شاخص مهم انرژی که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را مهیا می‌کند، شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده خالص انرژی می‌باشد. (روابط ۲تا ۵) (Moore 2010).

(۲) نسبت انرژی = انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار) / انرژی خروجی(مگاژول بر هکتار)

(۳) بهره وری انرژی = انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار)/ عملکرد(کیلوگرم بر هکتار)

(۴) انرژی ویژه = عملکرد(کیلوگرم بر هکتار)/ انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار)

(۵) افزوده خالص انرژی = انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار) – انرژی خروجی(مگاژول بر هکتار)

مراحل مطالعاتی چرخه حیات

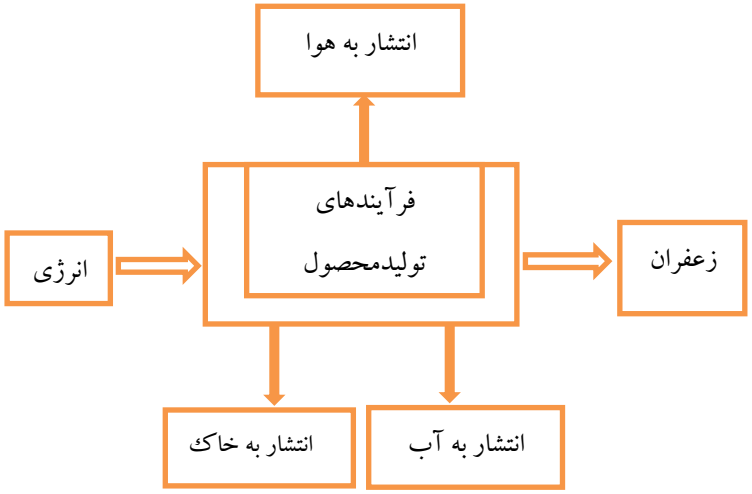
اصول ارزیابی چرخه حیات ارائه شده استانداردهای (۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴) ISO، چهار مرحله اصلی را برای هر پروژه ارزیابی چرخه زندگی الزامی کرده است(ISO 14040 2006).

اولین گام در ارزیابی چرخه حیات، تعیین هدف و مشخص کردن چهار چوب کلی کار از قبیل واحدهای عملکردی[14]، مرزهای سامانه و بخش‌های اثر[15] می‌باشد. در مرحله تحلیل سیاهه[16]، منابع استفاده شده و انتشار آلاینده‌ها در کل یا بخشی از دوره حیات محصول که با توجه به مرزهای سامانه تعیین می‌شوند، در نظر گفته می‌شود. به منظور ارزیابی تاثیرات چرخه حیات، انتشار آلاینده-های مهم در بخش‌های اثر گذار ارائه می‌شود. در نهایت، تمامی نتایج به منظور نتیجه گیری و ارائه راه کارهای مدیریتی تحلیل می-شود. در این مطالعه، واحد عملکردی یک تن در نظر گرفته شد. واحد عملکردی، کمیت عملکردهای تعیین شده به منظور دستیابی بهتر به ارزیابی چرخه حیات را مشخص می‌کند.

سامانه تولید زعفران مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است. دروازه مزرعه به منزله مرز سامانه تعیین شد. با توجه به محدوده این مرز، کودهای شیمیایی، کود دامی، علف‌کش مصرفی و سوخت دیزل به منزله ورودی سامانه و محصول تولیدی همراه با انتشار آلاینده‌ها به آب، خاک و هوا به منزله خروجی از سامانه در نظر گرفته شدند.

اطلاعات سیاهه از دو طریق پرسشنامه (نهاده‌های مصرفی در مزرعه) و بانک اطلاعاتی اکوینونت[17] (فرآیندهای تولیدکننده موادمصرفی) گرفته شد و به کمک نرم افزار سیماپرو 8.0.3.14، به تجزیه و تحلیل داده‌های اولیه پرداخته شد. روش ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی بر اساس CML2[18] صورت گرفته است.

[14] Functional Unit
[15] The effect
[16] Inventory Analysis
[17] Ecoinvent ®2.0 database
[18] Center of environmental science

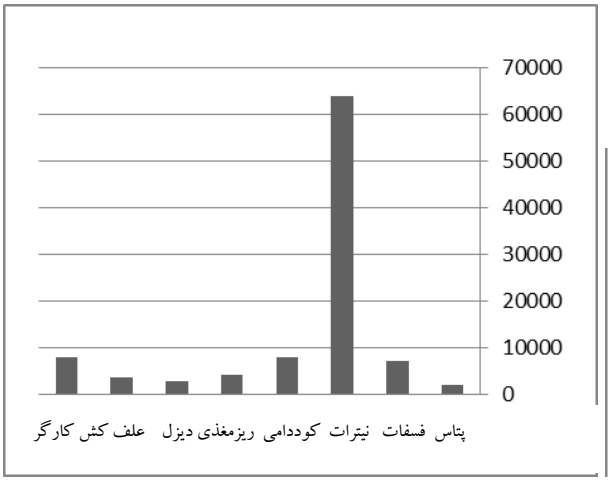


شکل ۱. انتخاب دروازه مزرعه به منزله مرز سامانه زعفران.

نتایج و بحث

تحلیل انرژی نهاده- ستانده در تولید زعفران

متوسط مقادیر نهاده‌های مصرفی، عملکرد محصول و انرژی ورودی و خروجی در تولید زعفران طی شش سال زراعی با توجه به محدوده مرز سامانه در جدول (۱) نمایش داده شده است. بر این اساس، متوسط کل انرژی ورودی به مرز سامانه زعفران ۹۱۶۶۸/۹۳ مگا ژول بر هکتار می‌باشد. کود شیمیایی نیترات با ۶۳۷۳۷ مگا ژول بر هکتار (۶۴ درصد)، بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده و پس از آن کود دامی، نیروی کارگری و کود فسفات به ترتیب با ۸، ۸ و ۷ درصد در رده‌های بعدی مصرف انرژی قرار دارند. سهم بالای کودهای شیمیایی در انرژی مصرفی نشان دهنده مدیریت نادرست استفاده از این کودها می‌باشد که علاوه بر کاهش راندمان انرژی، اثر سوء بر شاخص‌های زیست محیطی دارد (شکل ۱). متوسط عملکرد محصول و مقدار انرژی خروجی محاسبه شده به ترتیب ۲۷/۵۴ کیلوگرم بر هکتار و ۴۱۷/۲۳۱ مگا ژول بر هکتار به‌دست آمد. همچنین سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر از انرژی‌های مصرف شده به ترتیب، ۸۳۲۵۲/۳ مگا ژول بر هکتار (۸۳ درصد) و ۱۵۵۹۲/۳۸ مگا ژول بر هکتار (۱۷ درصد) در محدوده مرز سامانه کشت زعفران برآورد گردید (شکل ۲).



شکل ۲. میزان هر یک از نهاده‌های مصرفی در تولید زعفران.

شکل ۳. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر.

تحلیل شاخص‌های انرژی در تولید زعفران

جدول (۲) متوسط شاخص‌های؛ نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی در تولید زعفران را در طی شش سال زراعی نمایش می‌دهد. به ازای تولید یک هکتار زعفران، ۳۳۲۸ مگا ژول انرژی مصرف می‌شود. همچنین انرژی مصرف‌شده ۹۱۲۵۱ مگا ژول بیشتر از انرژی تولیدی زعفران در سطح یک هکتار می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام شده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که در صورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی به خصوص نیترات می‌توان نسبت انرژی را افزایش داد.

تاثیر نهاده‌های مصرفی بر شاخص‌های زیست محیطی در کشت زعفران

تاثیر نهاده‌های مصرفی بر شاخص اختناق دریاچه‌ای در شکل (۴) نشان داده شده است. موثرترین عامل بر این شاخص، انتشارآلاینده‌های کود نیترات بود. آلاینده‌های منتشر شده از کود نیترات شامل اکسید دی نیتروژن، اکسیدهای نیتروژن و آمونیوم می‌باشد که اکسیدهای نیتروژن با سهم ۸۰ درصد بیشترین تاثیر را بر این شاخص گذاشته است. در ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی که روی تولید گوجه فرنگی در مزرعه صورت گرفت، مشخص شد که کود شیمیایی در مرحله تولید بیشترین تاثیر را بر اختناق دریاچه‌ای داشته است (Blanco-Martinez et al, 2011).

جدول ۱. مقدار نهاده‌های مصرفی، ستانده و میزان انرژی آن‌ها برای تولید یک هکتار زعفران در محدوده مرز سامانه.

نهاده/ ستانده واحد		مقداردر واحد ha	انرژی معادل MJ/Unit	انرژی کل MJ/ha
الف)نهاده‌ها				
۱-کارگری	hr	۳۹۶۰/۴	۱/۹۶	۷۷۶۲/۳۸۴
۲- علف‌کش	L	۱۲/۲	۲۹۲	۳۵۶۲/۴
۳- سوخت دیزل	L	۵۸	۴۷/۸	۲۷۷۲/۴
۴- کود شیمیایی	kg			
پتاس		۱۴۶/۲	۱۳/۷	۲۰۰۲/۹۴
نیترات		۸۱۶/۱	۷۸/۱	۶۳۷۳۷/۴۱
فسفات		۴۱۳/۴	۱۷/۴	۷۱۹۳/۱۶
۵- کوددامی	ton	۲۶/۱	۳۰۰	۷۸۳۰

۶- ریزمغذی	kg	۳۳/۲	۱۲۰	۳۹۸۴
ب) ستانده				
۱- زعفران	kg	۲۷/۵۴	۱۵/۱۵	۴۱۷/۲۳۱

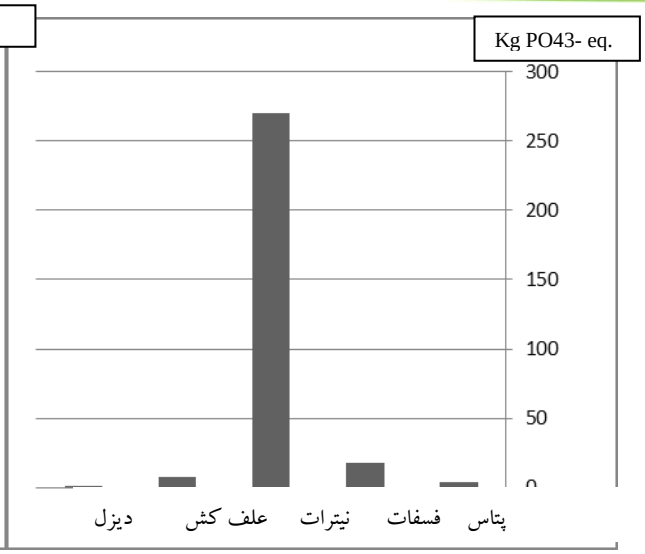
جدول ۲. متوسط شاخص‌های انرژی تولید زعفران در طی شش سال زراعی.

شاخص‌های انرژی	واحد	میزان انرژی
نسبت انرژی	-	۰/۰۰۴
بهره‌وری انرژی	Kg/MJ	۰/۰۰۰۳
انرژی ویژه	MJ/kg	۳۳۲۸/۵۷۴
افزوده خالص انرژی	MJ/ha	-۹۱۲۵۱/۷

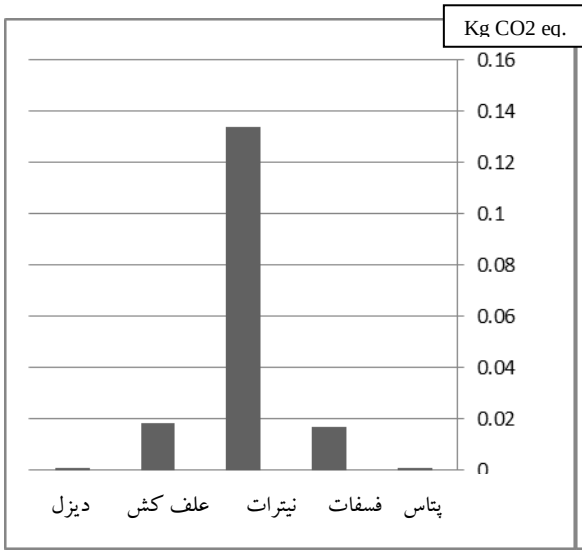
کود نیترات با سهم ۹۰ درصد بر شاخص گرمایش جهانی تاثیر چشمگیری داشته است (شکل ۵). در میان آلاینده‌های انتشار یافته از این کود، اکسید دی نیتروژن با سهم ۷۵ درصد بیشترین تاثیر را یر این شاخص گذاشته است. درمطالعه‌ای در کشور سوئیس نشان داده شدکه به ترتیب، اکسید دی نیتروژن و کربن دی اکسید منتشر شده از کودهای شیمیایی و سوخت دیزل بیشترین تاثیر را بر پتانسیل گرمایش جهانی داشته‌اند(Nemecek et al, 2011).

در رابطه با شاخص پتانسیل اسیدی شدن، کودهای ازت و فسفات به ترتیب با سهم ۶۹ و ۲۴ درصد بیشترین تاثیر را بر این شاخص داشتند (شکل ۶). اکسید دی نیتروژن منتشر یافته از کودهای شیمیایی با سهم ۷۰ درصد بیشترین تاثیر را بر این شاخص داشته است.

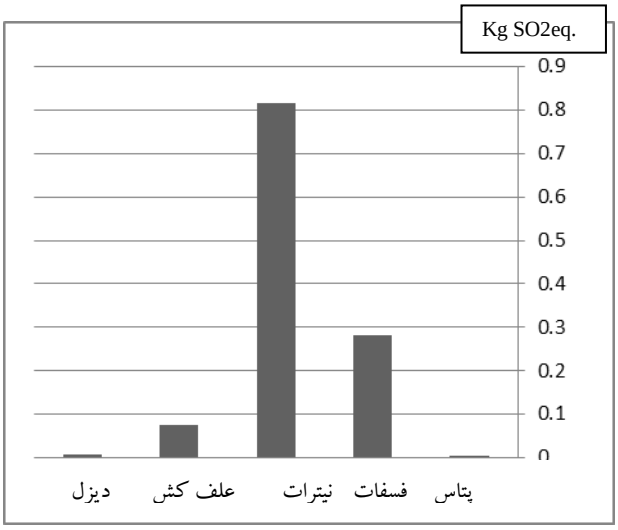
در شکل (۷) تاثیر نهاده‌های مصرفی بر شاخص مسمومیت انسان‌ها، نشان داده شده است. علف‌کش مصرفی با سهم ۸۲ درصد بیشترین اثر را بر این شاخص داشته است. در میان انتشارات سوخت دیزل از قبیل CO2، SO2، CO، Cr، CH4، N2O ، NOx و NMVOCs (Sahle and Potting 2013) ، کرومیوم با سهم ۷۰ درصد ، بیشترین تاثیر را بر این شاخص می‌گذارد. تاثیر حشره کش‌ها برای محصولات کشت شده در گلخانه‌های پلاستیکی بیشتر از مزارع است. اما در مورد کاربرد علف‌کش‌ها نتیجه حاصل شده کاملا بر عکس است(خوشنویسان و همکاران، ۱۳۹۲).



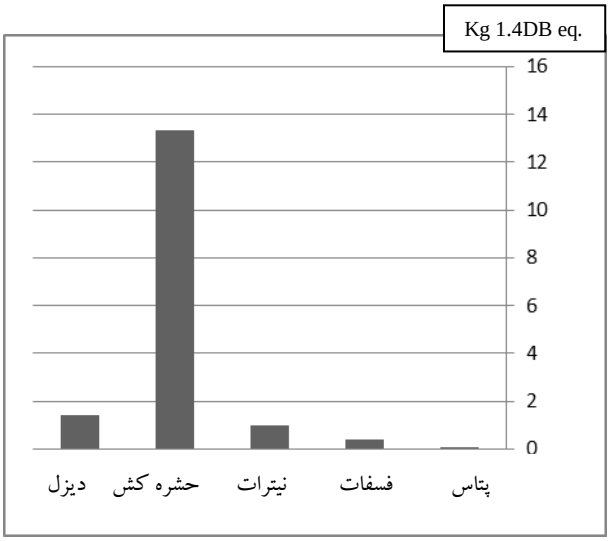
شکل ۴. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر اختناق دریاچه‌ای.



شکل ۵: تاثیر نهاده‌های مصرفی بر گرمایش جهانی



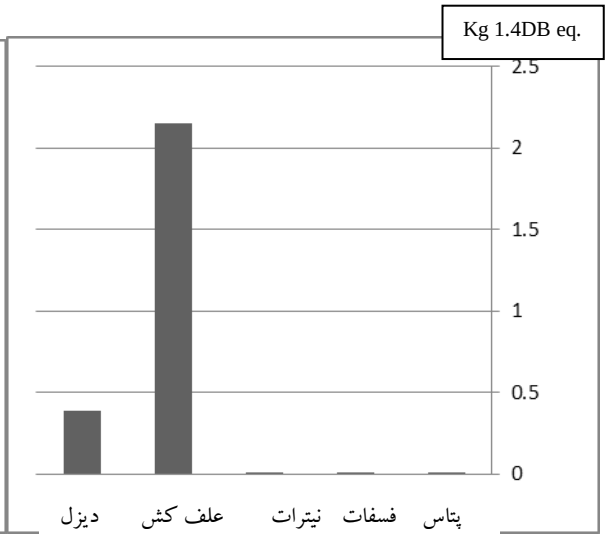
شکل ۶.تاثیر نهاده‌های مصرفی بر اسیدی شدن



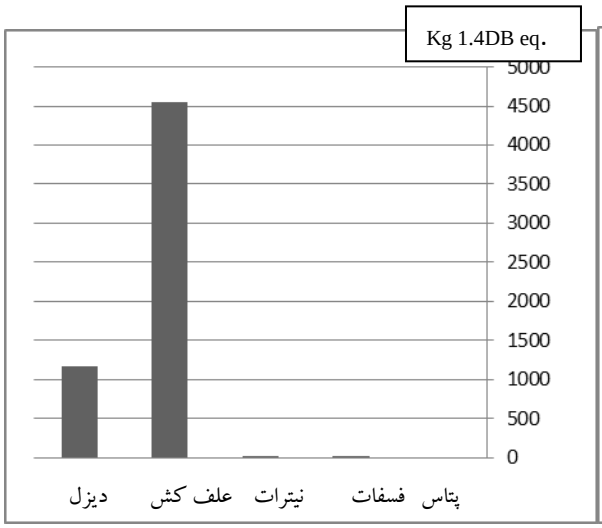
شکل۷. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر مسمومیت انسانی

تاثیر نهاده‌های مصرفی بر مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد و مسمومیت خاک در شکل‌های(۱۰تا۱۲) نشان داده شده است. در هر سه شاخص کودهای شیمیایی نسبتا بی تاثیر بوده اند. علف‌کش مصرفی از نوع سوپر گالانت[19] و سوخت دیزل به ترتیب با سهم ۸۰تا ۸۵ و ۱۵ تا ۲۰ درصد بر این سه شاخص اثر گذار بوده‌اند. در میان مواد منتشر شده از سوخت دیزل آلاینده CO2 به ازای تولید یک تن زعفران بیشترین تاثیر را بر مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد و مسمومیت خاک به ترتیب با سهم ۸۸، ۸۵ و ۹۰ درصد داشته است. در برخی از کشورهای اروپایی نظیر سوئیس پرداخت مستقیم به کشاورز برای حمایت از او در کشت‌های ارگانیک و کشت‌های بدون سم و کودهای شیمیایی به منظور حفظ محیط زیست صورت می‌گیرد(Nemecek et al 2011).

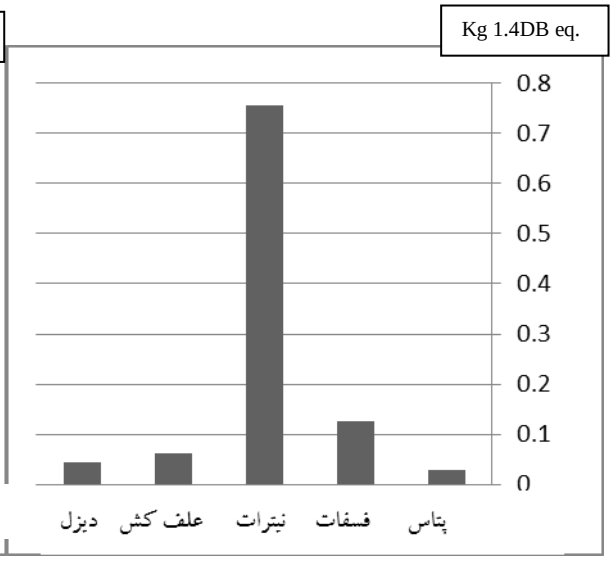
[19] Super Galant



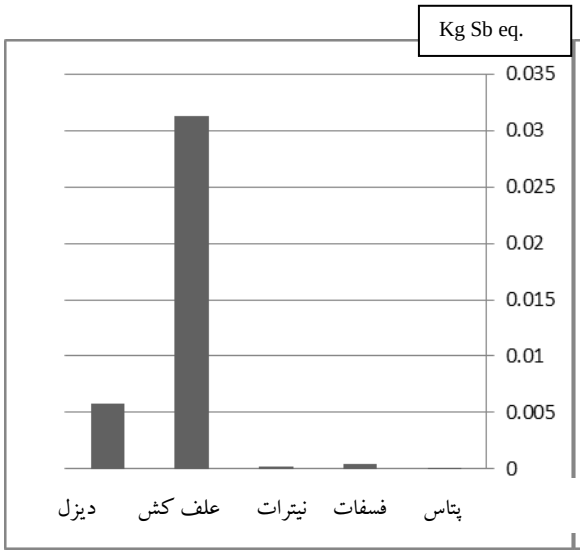
شکل ۷. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر مسمومیت آب‌های سطحی.



شکل ۸.تاثیر نهاده‌های مصرفی بر مسمومیت آب‌های آزاد.



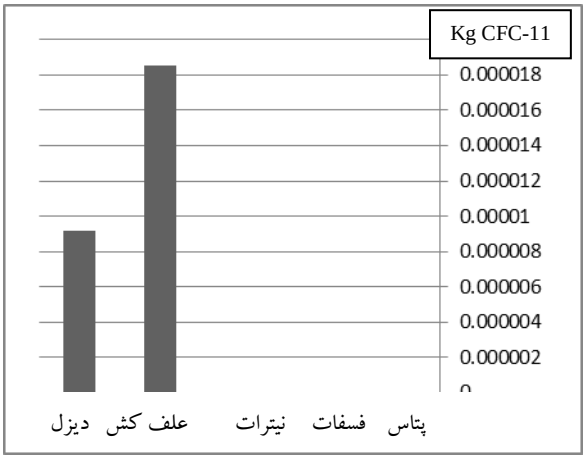
شکل ۹. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر مسمومیت خاک



شکل ۱۰. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر تقلیل منابع آلی

در رابطه با تقلیل منابع آلی، کود ازت با سهم ۷۴ درصد بیشترین تاثیر را بر این شاخص به ازای یک تن زعفران تولیدی گذاشته است (شکل ۱۰). اکسید دی نیتروژن انتشار یافته از این کود با سهم ۷۰ درصد اثر آشکاری بر این شاخص داشته است. برخی از تحقیقات حاکی بر این است که در اثر مصرف الکتریسیته و گازطبیعی در سطح صنعتی برای تولید مواد غذایی، منابع آلی تا ۲۶ درصد تقلیل یافته‌اند (CalderónIglesias et al, 2010).

کودهای شیمیایی بر شاخص نقصان لایه اوزون هیچ واکنشی نشان ندادند. در این قسمت علف‌کش مصرفی و سوخت دیزل به ترتیب با سهم ۶۷ و ۳۳ درصد بر این شاخص اثر گذار بوده‌اند (شکل ۱۱). کربن دی اکسید انتشار یافته از سوخت دیزل نسبت به دیگر آلاینده‌های این سوخت با سهم ۷۵ درصد بیشترین تاثیر را به ازای یک تن زعفران تولیدی بر نقصان لایه اوزون نشان داده است.



شکل ۱۱. تاثیر نهاده‌های مصرفی بر نقصان لایه اوزون.

میزان شاخص‌های زیست محیطی در تولید زعفران با احتساب انتشارات مزرعه‌ای

متوسط شاخص‌های زیست محیطی محاسبه شده در کشت زعفران به ازای هر تن محصول تولیدی دریک دوره شش ساله در جدول (۳) نشان داده شده است. علف‌کش سوپر گالانت با وجود سهم ناچیز در انرژی مصرفی، بیشترین آسیب را در بخش مسمومیت آب‌های آزاد با سهم ۵۷۰۹/۱۷۶ کیلوگرم معادل DB^{20} ۱/۴ وارد می‌نماید. در بخش پتانسیل گرمایش جهانی به دلیل اکسید دی نیتروژن موجود در کود نیترات، ۴۸۵۳/۵ کیلوگرم معادل CO_2 ، تولید شده است.

در مطالعه‌ای که بر روی انتشار آلایندگی‌های گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در سوئد صورت گرفت، نشان داده شد که به‌ازاء هر ۴۲ گیگاژول انرژی مصرفی در این گلخانه‌ها، ۳۳۰۰ کیلوگرم معادلCO_2 منتشر خواهد شد(Carlsson-Kanyama, 1998).

در استان گیلان مطالعه ای بر روی محصول برنج انجام شد و گزارش گردید که به‌علت انجام عملیات کاشت و برداشت توسط ماشین در مزارع یکپارچه، انتشار گازهای آلاینده محیط زیست به‌جزء گاز CO، به‌روش یکپارچه بیش‌تر از روش سنتی است و در هر دو سامانه به ترتیب الکتریسیته، کودهای شیمیایی نیترات و پتاس بیش‌ترین سهم را در گرمایش زمین دارند. همچنین در تولید یک تن برنج، پتانسیل گرمایش جهانی برای یک دوره ۱۰۰ساله برای مزارع یکپارچه و سنتی به ترتیب ۷۶۲/۹۸ و ۱۳۱۲/۲۲ کیلوگرم معادل CO_2 به‌دست آمد (Khoshnevisan et al, 2013).

جدول۳. شاخص‌های زیست محیطی در تولید زعفران با احتساب انتشارات مزرعه‌ای

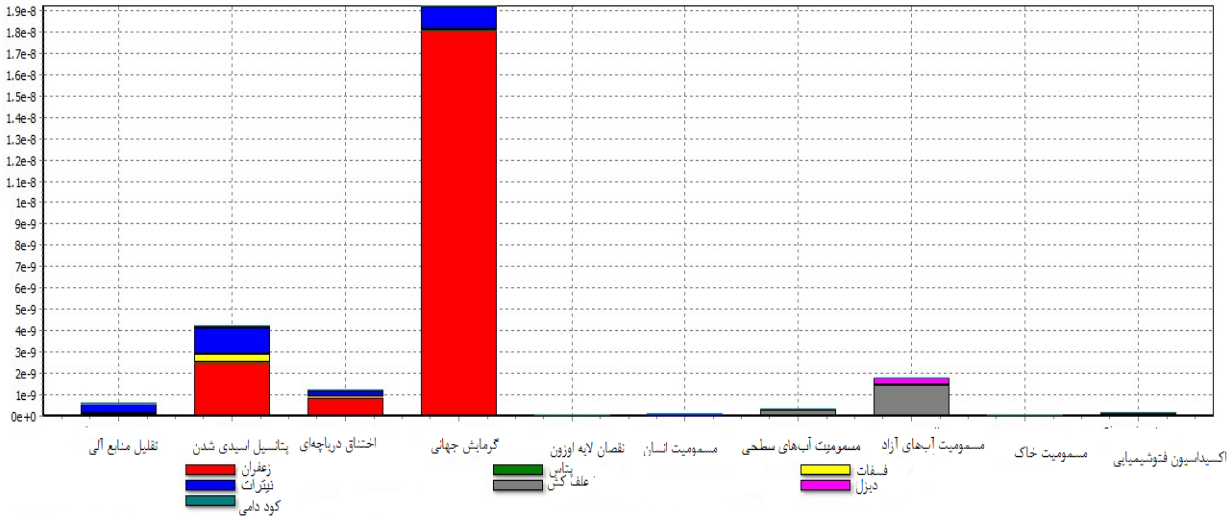
شاخص‌های اثر	واحد	انتشارات مزرعه‌ای	شاخص اثر به ازای تولید یک تن زعفران
اختناق دریاچه‌ای	$Kg_{PO_4}3-eq.$	۰/۴۳۳۱۷	۰/۶۰۳۵۹۴

[20] Dichloro Benzen

گرمایش جهانی	Kg CO2 eq.	۴۵۵۳/۶۶۹	۴۸۵۳/۵۳۱
مسمومیت آب‌های آزاد	Kg1.4-DB eq.	۵/۰۱۴۶۹۳	۵۷۰۹/۱۷۶
مسمومیت آب‌های سطحی	Kg1.4-DB eq.	۰/۰۰۲۴۴۲	۲/۵۴۷۵۱۴
مسمومیت انسانی	Kg1.4-DB eq.	۸/۵۵۵۹۴۹	۲۴/۷۴۸۶۱
مسمومیت خاک	Kg1.4-DB eq.	۰/۰۰۰۰۸۸۳	۰/۰۳۷۸۳۸
نقصان لایه اوزون	Kg CFC-11 eq.	–	۰/۰۰۰۰۲۷۷
تقلیل منابع آلی	KgSb eq.	–	۱/۰۱۷۲۲۲
پتانسیل اسیدی شدن	$KgSO_2$ eq.	۱/۶۶۸۹۶۳	۲/۸۵۳۸۷۲
اکسیداسیون فتوشیمیایی	Kg C_2H_4eq.	۰/۰۰۰۵۲۶	۰/۰۳۰۸۹۴

به منظور تحلیل بهتر نتایج به‌دست آمده و اهمیت یا بزرگی شاخص‌های محاسبه شده، نمودار نرمال سازی در شکل (۱۳) نشان داده شده است. این نمودار، نتیجه شاخص را با تقسیم آن بر یک مقدار مرجع انتخاب شده تغییر می‌دهد.

شایان ذکر است که در این مطالعه و مطالعات مشابه که با رویکرد ارزیابی چرخه حیات صورت می‌گیرد، در بخش گرمایش جهانی تنها میزان انتشار کربن در نظر گرفته می‌شود و جذب دی‌اکسید کربن توسط گیاه مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. به‌عبارتی میزان دی‌اکسید کربن معادل که در فرآیندهای تولید و مصرف نهاده‌ها منتشر شده است مدنظر قرار می‌گیرد.



شکل ۱۲. نرمال سازی شاخص‌های اثر به ازای یک تن زعفران تولیدی

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که متوسط مصرف انرژی برای تولید زعفران در یک دوره شش ساله برابر با ۹۱۶۶۸/۹۳ مگا ژول بر هکتار می‌باشد که کود نیترات بیشترین سهم انرژی مصرفی(۶۴ درصد) را به خود اختصاص داده و پس از آن، کود دامی، نیروی

کارگری، کود فسفات، علف‌کش سوپرگالانت، ریزمغذی‌ها، سوخت دیزل و کود پتاس به ترتیب با ۸، ۸، ۷، ۴، ۴، ۳و ۲ درصد قرار دارند.

همچنین متوسط شاخص‌های انرژی در دوره شش ساله کشت زعفران از قبیل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی به ترتیب، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۰۳ کیلوگرم بر مگا ژول، ۳۳۲۸/۵۷۴ مگا ژول بر کیلوگرم و ۹۱۲۵۱/۷- مگا ژول بر هکتار برآورد شدند.

علف‌کش مصرفی با وجود سهم ناچیز در انرژی ورودی تاثیر ۶۷ درصدی بر شاخص مسمومیت آب‌های آزاد داشته است که با تعویض نوع علف‌کش می‌توان این مقدار را کاهش داد. همچنین به علت انتشارات شدید کودهای شیمیایی به خصوص نیترات، شاخص گرمایش جهانی به شدت افزایش یافته است. نکته قابل ذکر در مورد کودهای شیمیایی در این است که علاوه بر مدیریت صحیح مصرف این کودها، به‌نوع ترکیبات موجود در آن‌ها نیز باید توجه ویژه‌ای شود. در برخی از شرایط میزان مصرف کود عامل بالا بودن سطح آلایندگی نبوده و نوع ترکیبات به‌کار رفته سبب انتشار بارهای محیطی می‌گردد و تغییر نوع کود و نه تغییر میزان مصرف آن می‌تواند این تأثیرات را تا حد قابل توجهی کاهش دهد.

منابع

۱- بی نام(۱۳۹۱). آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی.

۲- بی نام (۱۳۹۱). سالنامه آماری استان خراسان.

۳- خوش نویسان، ب.، رفیعی، ش.، امید،ش.، کیهانی،ع. و موحدی،م. (۱۳۹۲). ارزیابی شاخص‌های انرژی و زیست محیطی کشت سیب زمینی با رویکرد چرخه زندگی در شهرستان فریدون شهر اصفهان. مجله مهندسی بیوسیستم ایران؛ دانشگاه تهران، ۹۲(۱)، ۵۷-۶۶.

۴- میر حاجی،ح.، خجسته پور،م.، عباس فر،م.ح. و مهدوی شهری،س.م.(۱۳۹۲). ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید چغندر با روش ارزیابی چرخه حیات در استان خراسان جنوبی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۹۲(۴)، ۱۲۱-۱۲۰.

5- Blanco.Martinez, J., Munoz, P., Anton, A. and Rieradewall, J. (2011). Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and standard Multi-tunnel greenhouse, with compost or minerak fertilizers,from an agricultural and environmental standpoint. Journak of cleaner production 19,985-997.

6- CalderónIglesias , L.A. L., Laca, A., Herrero, M. and Díaz , M.(2010). The utility of Life Cycle Assessment in the ready meal food industry. Resources, Conservation and Recycling 54 (12), 1196-1207.

7- Carlsson-Kanyama, A.(1998). Climate change and dietary choices — how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced? Food Policy 23, 277-293.

8- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H. and Gündüz, O.(2007). Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32, 35-41.

9- Esengun, K., Gündüz, O. and Erdal,G.(2007). Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management 48,592-598.

10- Hauschild, M. and Wenzel, H.(1998). Environmental assessment of products.Scientific Background. London, NY: Chapman and Hall.

11- ISO 14040. (2006) . Invironmental Management- Life Cycle assessment- Principles and famework.
12- Kafi, M., Koocheki, A., Rashed, M.and Nassiri, M. (2006).Saffron (Crocus sativus) production and processing. Science Publishers Enfield, NH.
13- Khoshnevisan, B., Rafiee, SH., Omid, M., Yousefi, M. and Movahedi, M. (2013). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. Journal of Energy. 52, 333-338.
14- Khoshnevisan, B., Rajaeifar, M.A., Clark,S., Shamahirband, SH., Anuar. N.B. and Mohd-Shuib, N.L.(2013).Evaluation of traditional and consolidated rice farms in Guilan Province,Iran,using life cycle assessment and fuzzy modeling .Science of the Total Environment. 481, 242–251
15- Kitani, O.(1999). Energy and biomass engineering, CIGR handbook of agricultural engineering. NY: ASAE Publications, St Joseph, MI.
16- Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Dalgaard, T., Marie Trydeman Knudsen, M T., Keyhani, A., Mousavi-Avval, S. and Hermansen, J.(2013). Potential greenhouse gas emission reductions in soybean farming: A combined use of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis Journal of Cleaner Production.
17- Moore, S.R.(2010). Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. Renewable Agriculture and Food Systems 25, 181-188.
18- Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O. and Gaillard, G.(2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. Agricultural Systems 104, 217-232.
19- Pennington, D.W., PottingFinnveden, J. E., Lindeijer, G., Jolliete, O., Rydberg, T. and Rebitzer, G.(2004). Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice. Environ. Int. 30: 721–739.
20- Reddy, K.R. and Hodges, H.F.(2007). Climate Change and Global Crop roductivity. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran.15,39-48.
21- Sahle, A. and Potting, J.(2013). Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation. Science of The Total Environment. 443, 163-172.
22- Sepaskhah, A., Dehbozorgi, F. and Kamgar-Haghighi, A.(2008). Optimal irrigation water and saffron corm planting intensity under two cultivation practices in a semi-arid region. Biosystems Engineering 101, 452-462.

کنفرانس بین المللی علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست (CESET)

۱۵ و ۱۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ دانشگاه تهران

بدین وسیله گواهی می شود

مجید خانعلی، بهزاد الهامی، مهران موحدی

مقاله ارزشمند با عنوان

ارزیابی شاخص‌های انرژی و زیست محیطی تولید زعفران در استان خراسان جنوبی با روش ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: شهرستان بیرجند)

را در کنفرانس بین المللی علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست (CESET 2015) که در اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ در محل دانشگاه تهران برگزار گردیده است، ارائه نموده اند.

مهندس حمیدرضا غربی
دبیر اجرایی کنفرانس

دکتر محمدحسین نیک سخن
دبیر علمی کنفرانس

دکتر مجتبی اردستانی
رئیس کنفرانس