مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی تولید زعفران در مناطق مختلف کشت استان خراسان (مطالعه موردی: فردوس، تربت‌حیدریه، فاروج)

فاطمه سعادت جوینده*[۱]، محمود دانشور کاخکی[۲]، محمود صبوحی صابونی[۳]، لیلی ابوالحسنی[۴]، حسین محمدی[۵]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد؛ f.saadat1371@gmail.com
[۲] استاد، دانشگاه فردوسی مشهد؛ daneshvar_k@yahoo.com
[۳] استاد، دانشگاه فردوسی مشهد ؛ msabuhi39@yahoo.com
[۴] استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد؛ l.abolhassany@gmail.com
[۵] دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد؛ mohammadi111@gmail.com

چکیده

در ایده کشاورزی پایدار، کشاورزی نه تنها زمینه تولید غذا برای امنیت غذایی است، بلکه نیاز به توجه به اثرات زیست‌محیطی در طی فرآیند تولید دارد. لذا هدف از این مطالعه، ارزیابی و مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی تولید زعفران در سه منطقه فردوس، تربت حیدریه و فاروج با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات است. نتایج نشان داد، میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید در فردوس، تربت حیدریه و فاروج به ترتیب ۱۰۲۳/۶۲، ۱۲۶۷/۲۲ و ۹۲۱/۴۹ کیلوگرم و میزان انتشار نیتروکسید به ترتیب ۷/۰۳، ۶/۱۰ و ۷/۱۶ کیلوگرم محاسبه شد. همچنین میزان انتشار متان به ترتیب ۵۱/۳۷، ۳۹/۵۸ و ۵۶/۴۸ کیلوگرم به دست آمد. مقدار پتانسیل گرمایش جهانی نیز به ترتیب معادل ۱۰۸۲/۰۳، ۱۳۱۲/۹۰ و ۹۸۵/۱۳ کیلوگرم کربن-دی‌اکسید تعیین شد. از مقایسه نتایج سه منطقه درمی‌یابیم که بیشترین میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید مربوط به تربت حیدریه و نیز بیشترین میزان انتشار نیتروکسید و متان مربوط به منطقه فاروج است. همچنین تربت حیدریه، بیشترین پتانسیل گرمایش جهانی را داراست. منابع اصلی انتشار در هرسه منطقه سوخت فسیلی، کود حیوانی و کود ازت تشخیص داده شد. لذا نوسازی و استفاده از ماشین‌آلات کم‌مصرف، مصرف سوخت‌های زیستی به‌جای فسیلی، مصرف کودها بر اساس آزمایش خاک و برگ جهت تعیین نیاز کودی گیاه، جایگزینی کود حیوانی پوسیده به‌جای تازه، توجه به نوع ترکیبات کودهای شیمیایی، جایگزینی نهاده‌های آلی و زیستی به‌جای کودهای شیمیایی، وضع استانداردهای سخت‌گیرانه زیست‌محیطی دولتی و آموزش و تربیت نیروی کار ماهر و متخصص پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: چرخه حیات، زعفران، گازهای گلخانه‌ای.

مقدمه

گرمایش جهانی[۲] و تغییر اقلیم[۳] ناشی از فعالیت‌های بشر از مشکلات عمده زیست‌محیطی قرن حاضر است که رفاه بشر را تهدید می‌کند (سلطانیه و احدی،۱۳۸۳). جمع‌بندی مدل‌های تجربی مورد بررسی در مورد تغییر اقلیم نشان می‌دهد که اگر میزان غلظت گازهـای گلخانه‌ای به همین طریق افزایش یابد، میانگین دمای کره زمین در آینده‌ای نزدیک به‌طور خطرناکی افزایش

---

[۱]- فاطمه سعادت جوینده- f.saadat1371@gmail.com

[2] Global Warming
[3] Climate Change

پیدا خواهد کرد (مرادی و پورقاسمیان،۱۳۹۶). طبق برآوردهای انجام گرفته، ۲۰ درصد از اثر گلخانه‌ای مربوط به فعالیت‌های کشاورزی است. مصرف کودها و سموم شیمیایی، سوخت‌های فسیلی، کاربرد کود دامی و سوزاندن بقایای آلی از جمله مهم‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه ای در بخش کشاورزی محسوب می‌شود (خرم‌دل و قلیزادگان،۱۳۹۴). در چند دهه اخیر، کشاورزی و امنیت غذایی[1] به دلیل مشکلات ناشی از تغییرات اقلیم به موضوعی مهم تبدیل شده است. در ایده کشاورزی پایدار، کشاورزی نه تنها زمینه تولید غذا برای امنیت غذایی است، بلکه نیاز به توجه به اثرات زیست‌محیطی در طی فرآیند تولید دارد (Kuo et al., 2014). با روند اخیر توسعه فرایندهای پایدارتر، نیاز واضحی به رویکردهای منظم برای ارزیابی زیست‌محیطی وجود دارد (Ewertowska et al., 2017). زعفران محصولی گران‌قیمت و باارزش صادراتی بالاست که تولید آن در صنایع زراعی ایران نقش مهمی دارد (Khanali et al., 2016). استان خراسان با بیش از ۹۹ هزار هکتار سطح زیر کشت زعفران، بیش از ۹۴ درصد تولید زعفران ایران را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی،۱۳۹۵). اهمیت این محصول از نظر تولید، سطح زیر کشت و درآمدزایی در اقتصاد کشاورزی استان خراسان، آگاهی از اقتصاد تولید، مصرف عوامل تولید و مسائل زیست‌محیطی ناشی از تولید آن را از اهمیت بالایی برخوردار کرده است چرا که به اعتقاد کارشناسان در بسیاری موارد ارزان و غیر واقعی بودن قیمت نهاده‌ها باعث استفاده غیر بهینه و نادرست از آنها توسط بهره‌برداران می‌شود که نتیجه آن کاهش بهره‌وری تولید و آلودگی محیط‌زیست خواهد بود (بریم‌نژاد و محتشمی، ۱۳۸۸). استفاده از کودهای شیمیایی در کشت زعفران نسبتا بالا است که نه تنها هزینه تولید و مصرف انرژی بلکه هزینه‌های سربار زیست‌محیطی را نیز افزایش می‌دهد. مدیریت زیست‌محیطی بهتر در کشت زعفران مسئله مهمی برای ارائه یک سیستم تولید پایدار می‌باشد (Khanali et al., 2017).

تاکنون مطالعات زیادی که وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی یک محصول را در مناطق مختلف تولید یک کشور مقایسه کرده باشند، منتشر نشده است. با توجه به اهمیت این نوع ارزیابی در تدوین سیاست‌های زیست‌محیطی موثرتر مطابق با شرایط هرمنطقه، هدف از این پژوهش ارزیابی و مقایسه میزان انتشار گازهای گلخانه ای و پتانسیل گرمایش جهانی تولید زعفران با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در سه شهرستان فردوس، تربت حیدریه و فاروج به‌عنوان سه منطقه مهم کشت به‌ترتیب در استان‌های خراسان جنوبی، رضوی و شمالی است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به‌منظور تعیین میزان انتشار هریک از گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 و نیز محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی از روش ارزیابی چرخه حیات استفاده شد. روش ارزیابی چرخه حیات عبارت است از گردآوری و ارزیابی نهاده‌ها، ستاده‌ها و آثار زیست‌محیطی احتمالی یک سیستم تولیدی در سرتاسر چرخه زندگی آن. این روش طبق استانداردهای ایزو ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ شامل چهار بخش است؛ تعیین هدف و دامنه، صورت‌برداری یا سیاهه چرخه زندگی، ارزیابی اثر و تفسیر نتایج (O'Brien et al., 2012).

بخش اول شامل شرح موضوع مطالعه، مرز سیستم و واحد کارکردی است. هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید زعفران در شهرستان‌های فردوس، تربت حیدریه و فاروج و گروه تأثیر مورد نظر ما گرمایش جهانی است. واحد مرجع، ۱ تن گل زعفران و مرز سیستم دروازه مزرعه در نظر گرفته شده است.

در مرحله صورت‌برداری میزان مصرف نهاده‌ها با توجه به واحد عملکردی و مرز سامانه، تعیین می‌شود (Castanheira et al.,2010). بر اساس مشاهدات میدانی مرتبط با کودهای مورداستفاده در کشت زعفران، درجه خلوص کودهای شیمیایی ازت، فسفات و پتاس به‌ترتیب ٪۴۶ نیتروژن، ٪۴۶ فسفر و ٪۵۲ پتاسیم است. همچنین یک تن کود حیوانی شامل ۴ کیلوگرم

[1] Food Security

نیتروژن، ۳/۵ کیلوگرم فسفر و ۴ کیلوگرم پتاسیم می‌باشد (یافته‌های تحقیق). برای محاسبه میزان سوخت مصرفی ماشین آلات کشاورزی و برق مصرفی از روابط زیر استفاده شد:

(۱) سوخت مصرفی ماشین در هر ساعت × مجموع ساعات کار با ماشین=سوخت مصرفی (لیتر)[۱]

(۲) برق مصرفی (کیلو وات)[۲]× توان پمپ (اسب بخار)× ۰/۷۴۵=مجموع ساعات آبیاری

در مرحله سوم منابع مورداستفاده و آلاینده‌های محاسبه شده در طی مرحله صورت‌برداری، به تاثیرات زیست‌محیطی تبدیل می‌شوند. در این پژوهش اثر زیست‌محیطی مورد نظر ما، پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) است که بیان‌کننده تأثیر گازهای گلخانه‌ای بر جذب تابش گرما از جو است و در سه فاز انجام می‌شود؛ طبقه‌بندی، نرمال‌سازی و وزن‌دهی (O'Brien et al., 2012). فاز دوم و سوم در ارزیابی چرخه حیات الزامی نیست. در فاز اول هر اثر زیست‌محیطی به شکل یک گروه تأثیر فرض شده و ترکیبات مؤثر در آن قرار داده می‌شوند. پس از طبقه‌بندی اثرات، باید شاخص هر گروه تأثیر محاسبه شود (نیکخواه و همکاران،۱۳۹۲). در این مطالعه گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 بر گرم شدن کره زمین موثر هستند. ولی پتانسیل آنها در تغییر اقلیم متفاوت است و در نهایت شاخص این گروه (پتانسیل گرمایش جهانی) محاسبه می‌شود (Guinée et al., 2001).

در این پژوهش ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای برای نهاده‌های مورداستفاده، از مطالعات O'Brien et al. (2012)، Lal (2004)، Bakhtiari et al (2016)، Tzilivakis et al. (2005) و مرادی و پورقاسمیان (۱۳۹۶) استخراج شد.

پتانسیل گرمایش جهانی، یک کیلوگرم دی‌اکسیدکربن برابر ۱، یک کیلوگرم متان ۲۳ و یک کیلوگرم نیتروکسید ۲۹۶ است. کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (TGE) معادل کیلوگرم گاز کربن‌دی‌اکسید (که همان پتانسیل گرمایش جهانی کل است) از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$TGE = \sum_{i=1}^{n} GWP_i * m_i \qquad (۳)$$

که در آن i انواع مختلف گازهای گلخانه‌ای، m_i میزان انتشار گاز برحسب کیلوگرم و GWP_i پتانسیل هر گاز در گرمایش زمین می‌باشد (مطلبی،۱۳۸۶؛ Snyder et al., 2009).

در آخرین مرحله، نتایج تمام مراحل قبل مورد تفسیر قرار می‌گیرد و آلاینده‌ترین نهاده‌ها تعیین می‌شوند.

داده‌های این پژوهش با استفاده از پرسشنامه از شهرستان‌های فردوس، تربت حیدریه و فاروج جمع‌آوری شده است. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و فرمول کوکران تعداد ۹۴، ۹۵ و ۹۳ بهره‌بردار به‌ترتیب در شهرستان‌های فردوس، تربت حیدریه و فاروج پرسشنامه مورد نظر را تکمیل کردند[۳].

نتایج و بحث

میانگین تولید و مصرف نهاده‌ها برای یک دوره ۷ ساله در یک هکتار از مزارع زعفران محاسبه گردید. در این بین فردوس با ۲/۷۱ تن کمترین و تربت حیدریه با ۴/۰۹ تن بیشترین عملکرد را در تولید گل زعفران داشته‌اند. زعفران‌کاران تربت حیدریه بیشترین میزان مصرف کود ازت (۷۷۷/۲۵ کیلوگرم)، کود پتاس (۳۴۱/۴۵ کیلوگرم)، نیروی انسانی (۱۳۱۶/۰۴ نفر)، سوخت

[۱] ماشین‌آلات شامل؛ تراکتور رومانی با اسب بخار ۶۵ و مصرف ۱۲/۵۵ لیتر گازوئیل در هر ساعت، تیلر کاما با اسب بخار ۱۰ و مصرف ۱/۹۳ لیتر گازوئیل در هر ساعت، سم‌پاش فرغانی با موتور هوندا GX200 با اسب بخار ۵/۸ و مصرف ۱/۷ لیتر بنزین در هر ساعت (یافته‌های تحقیق؛ جهاد کشاورزی،۱۳۹۰).

[۲] برای مزارع با چاه عمیق، پمپ شناور با اسب بخار ۱۵ به کار می‌رود. هر اسب بخار معادل ۰/۷۴۵ کیلووات است.

[۳] - تعداد بهره‌برداران ۴۷۵۰ در فردوس، ۱۷۱۳۰ در تربت حیدریه و ۳۸۰۰ در فاروج در نظر گرفته شد.

فسیلی (۱۳۹۵/۹۱ لیتر) و علف‌کش (۳/۹۳ لیتر) را در یک هکتار زمین تحت کشت زعفران داشتند. زعفران‌کاران فردوس بیشترین میزان مصرف کود فسفات (۵۴۴/۲۹ کیلوگرم) و بیشترین ساعات آبیاری (۸۲۷/۸۱ ساعت) را در یک هکتار زمین داشتند. بیشترین میزان مصرف پیاز (۹/۱۹ تن)، کود ریزمغذی (۱۲۷/۵۷ کیلوگرم)، کود حیوانی (۲۲۵/۹۷ تن) و الکتریسیته (۱۹۶۰/۳۱ کیلووات) مربوط به زعفران‌کاران فاروج بود.

همچنین میانگین عملکرد فاروج ۳/۳۲ تن گل و میانگین‌های مصرف پیاز فردوس و تربت حیدریه به‌ترتیب ۳/۲۳ و ۷/۱۷ تن، مصرف کود ازت فردوس و فاروج به‌ترتیب ۳۶۸/۰۲ و ۶۳۱/۶۲ کیلوگرم، مصرف کود فسفات تربت حیدریه و فاروج به‌ترتیب ۲۸۶/۶۳ و ۳۲۵/۲۱ کیلوگرم، مصرف کود پتاس فردوس و فاروج به‌ترتیب ۵۸/۷۲ و ۱۹۱/۱۳ کیلوگرم، مصرف کود ریزمغذی فردوس و تربت حیدریه به‌ترتیب ۳۷/۴۰ و ۹/۲۸ کیلوگرم، مصرف کود حیوانی فردوس و تربت حیدریه به‌ترتیب ۱۶۸/۶۷ و ۱۹۹/۳۹ تن، ساعت آبیاری تربت حیدریه و فاروج به‌ترتیب ۱۸۹/۸۷ و ۳۶۱/۴۳ ساعت، نیروی انسانی فردوس و فاروج به‌ترتیب ۱۲۰۷/۲۷ و ۸۲۰/۵۹ نفر، سوخت فسیلی فردوس و فاروج به‌ترتیب ۳۸۹/۹۸ و ۳۲۰/۶۱ لیتر، الکتریسیته فردوس و تربت حیدریه به‌ترتیب ۱۸۱۸/۶۸ و ۷۹۸/۱۵ کیلووات، و مصرف علف‌کش فردوس و فاروج به‌ترتیب ۱/۹۲ و ۳/۳۵ لیتر بود.

بر اساس میانگین ساعات کار با ادوات کشاورزی بنزینی و گازوئیلی، ساعات عملیات شخم‌زنی (تراکتور)، سله‌شکنی (تیلر) و سم‌پاشی (سم‌پاش فرغانی) برای فردوس به‌ترتیب ۱۵/۸۹، ۸۴/۱۱ و ۱۶/۵۸ ساعت و برای فاروج به‌ترتیب ۱۱/۵۸، ۷۱/۱۹ و ۲۲/۳۱ ساعت بود. در نمونه مورد نظر تربت حیدریه تمام عملیات فوق توسط تراکتور صورت گرفت و میانگین ساعات شخم، سله‌شکنی و سم‌پاشی به‌ترتیب معادل ۱۷/۷۴، ۷۴/۴۰ و ۱۹/۲۳ بود که همین عامل را می‌توان علت مصرف بالای سوخت فسیلی در تربت حیدریه دانست.

بر اساس اطلاعات مربوط به منبع تامین آب؛ در فردوس، تربت حیدریه و فاروج به ترتیب ۶۱/۷۰، ۴۵/۲۶ و ۵۲/۶۹ درصد از مزارع توسط قنات آبیاری می‌شوند و برای سایر مزارع با توجه به خشک‌شدن قنات‌ها و کم‌آبی‌های شدید، آب از طریق چاه‌های عمیق تامین می‌شود.

جدول ۱ نتایج حاصل از چرخه حیات به ازای یک تن گل زعفران برای یک دوره ۷ ساله را ارائه می‌دهد. از مقایسه نتایج سه منطقه پی می‌بریم که بیشترین میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید مربوط به تربت حیدریه و بیشترین میزان انتشار نیتروکسید و متان مربوط به منطقه فاروج است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، تربت حیدریه بیشترین پتانسیل گرمایش جهانی را دارا می‌باشد. با بررسی انتشارات مربوط به ورودی‌های مختلف[1]، در می‌یابیم که در شهرستان‌های فردوس و فاروج منابع اصلی انتشار، کود حیوانی و به‌دنبال آن سوخت فسیلی و کود ازت می‌باشند. به طوری که در فردوس ۴۴/۲۱ درصد از کل انتشارات از طریق کود حیوانی و ۳۵/۹۶ درصد از طریق سوخت فسیلی و ۱۰/۵۴ درصد از طریق کود ازت صورت می‌گیرد. در فاروج ۵۶/۸۵، ۲۳/۲۰ و ۱۳/۶۶ درصد از کل انتشارات به ترتیب ناشی از کود حیوانی، سوخت فسیلی و کود ازت می‌باشد. در تربت حیدریه منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای سوخت فسیلی و به دنبال آن کود حیوانی هستند. به طوری که ۶۱/۲۱ درصد از کل انتشارات ناشی از سوخت فسیلی و ۲۷/۱۶ درصد آن از طریق کود حیوانی حاصل می‌شود.

[1]- بنا به اختصار از ارائه نتایج کامل این بخش صرف نظر شد.

جدول ۱: میزان انتشار و پتانسیل گرمایش جهانی به ازای یک تن گل زعفران (دوره ۷ ساله)

شهرستان	گاز	میانگین (کیلوگرم کربن دی‌اکسید)
فردوس	CO_2	۱۰۲۳/۶۲
	N_2O	۷/۰۳
	CH_4	۵۱/۳۷
	GWP	۱۰۸۲/۰۳
تربت‌حیدریه	CO_2	۱۲۶۷/۲۲
	N_2O	۶/۱۰
	CH_4	۳۹/۵۸
	GWP	۱۳۱۲/۹۰
فاروج	CO_2	۹۲۱/۴۹
	N_2O	۷/۱۶
	CH_4	۵۶/۴۸
	GWP	۹۸۵/۱۳

ماخذ: یافته‌های تحقیق

براساس پژوهشی مقدار کل انتشارات گازهای گلخانه‌ای برای یک تن گل زعفران معادل ۲۳۲۵/۵ کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید، محاسبه شد و الکتریسیته، کودهای شیمیایی و سوخت فسیلی، اصلی‌ترین منابع انتشار شناخته شدند (Bakhtiari et al., 2016). همچنین ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۳) پتانسیل گرمایش جهانی ۱ کیلو زعفران خشک را معادل ۲۰۳/۴ کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید محاسبه کردند که با در نظر گرفتن واحد عملکردی ۱ تن گل زعفران، این مقدار تقریباً معادل ۲۹۰۵ کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید خواهد بود.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین انتشارات CO_2 توسط تربت حیدریه و بیشترین انتشارات N_2O و CH_4 توسط فاروج صورت گرفته است و در این بین تربت حیدریه دارای بیشترین پتانسیل گرمایش جهانی است. همچنین دریافتیم که در شهرستان‌های فردوس و فاروج منابع اصلی انتشار، کود حیوانی و به دنبال آن سوخت فسیلی و کود ازت می‌باشند و در تربت حیدریه منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای سوخت فسیلی و به دنبال آن کود حیوانی هستند. براین اساس، نوسازی و استفاده از ماشین‌آلات کم‌مصرف، مصرف سوخت‌های زیستی به جای فسیلی، مصرف کودها بر اساس آزمایش خاک و برگ جهت تعیین نیاز کودی گیاه، جایگزینی کود حیوانی پوسیده به‌جای تازه، توجه به نوع ترکیبات کودهای شیمیایی، جایگزینی نهاده‌های آلی و زیستی به جای کودهای شیمیایی، وضع استانداردهای سخت‌گیرانه زیست‌محیطی دولتی و آموزش و تربیت نیروی کار ماهر و متخصص پیشنهاد می‌شود.

منابع

بریم‌نژاد، و. محتشمی، ت. ۱۳۸۸ . مطالعه کارایی فنی تولید گندم در ایران:مطالعه موردی. مجله علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. (۱)۱. ۷۵-۹۴.

خرم‌دل، س. قلیزادگان احسان آباد، ع. ۱۳۹۴. مطالعه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی نظام‌های تولید سیب‌زمینی. اولین همایش بین‌المللی و چهارمین همایش ملی پژوهش‌های محیط‌زیست و کشاورزی ایران.

سلطانیه، م. احدی، م. ۱۳۸۳. گرمایش جهانی کنوانسیون تغییر آب و هوا و تعهدات بین‌المللی. پنجمین همایش ملی دو سالانه انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران.

مرادی، ر. پورقاسمیان، ن. ۱۳۹۶. بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات مهم استان کرمان:I-غلات. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی, (۲)۹, ۳۸۹-۴۰۵.

مطلبی، م. ۱۳۸۶. برآورد و ارزش‌گذاری گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری استان خراسان رضوی و بازشناسی عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی مشهد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.۱۳۲-۱۳۳.

ملافیلابی، ع.، خرم‌دل، س.، امین غفوری، الف.، و حسینی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثرات زیست‌محیطی نظام تولید زعفران در استان خراسان بر مبنای کود نیتروژن با استفاده از ارزیابی چرخه حیات. نشریه پژوهش‌های زعفران. ۲ (۲): ۱۵۲ تا ۱۶۶.

نیکخواه، ا.، طاهری راد، ع.، خجسته پور، م.، عمادی، ب.، و پیمان، ح. ۱۳۹۲. اثرات زیست‌محیطی تولید بادام‌زمینی در آستانه اشرفیه استان گیلان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی.۶(۲). ۳۷۳-۳۸۲.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۰-۱۳۹۵.

Bakhtiari, A. A., Hematian, A., & Sharifi, A. (2016). Energy analyses and greenhouse gas emissions assessment for saffron production cycle. Environmental Science and Pollution Research, 22(20), 16184-16201.

Castanheira, É. G., Dias, A. C., Arroja, L., & Amaro, R. (2010). The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. Agricultural Systems, 103(7), 498-507.

Ewertowska, A., Pozo, C., Gavaldà, J., Jiménez, L., & Guillén-Gosálbez, G. (2017). Combined use of life cycle assessment, data envelopment analysis and Monte Carlo simulation for quantifying environmental efficiencies under uncertainty. Journal of Cleaner Production, 166, 771-783

Guinée, J. (2001). Handbook on life cycle assessment—operational guide to the ISO standards. The international journal of life cycle assessment, 6(5), 255-255. Guinée, J. (2001). Handbook on life cycle assessment—operational guide to the ISO standards. The international journal of life cycle assessment, 6(5), 255-255.

Khanali, M., Farahani, S. S., Shojaei, H., & Elhami, B. (2017). Life cycle environmental impacts of saffron production in Iran. Environmental Science and Pollution Research, 24(5), 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, pp.162-171.

Kuo, H. F., Chen, H. L., & Tsou, K. W. (2014). Analysis of farming environmental efficiency using a DEA model with undesirable outputs. Apcbee Procedia, 10, 154-158.

Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. Environment international, 30(7), 981-990.

O'Brien, D., Shalloo, L., Patton, J., Buckley, F., Grainger, C., & Wallace, M. (2012). A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. Agricultural Systems, 107, 33-46.

Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., Jensen, T. L., & Fixen, P. E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, 133(3), 247-266.

Tzilivakis, J., Warner, D. J., May, M., Lewis, K. A., & Jaggard, K. (2005). An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agricultural Systems, 85(2), 101-119.