نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد شانزدهم، شماره ۱(۶۱)، بهار ۱۴۰۱، صفحه ۱۱۴-۹۹

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/JCEP.2022.1916810.1739

تعیین اثرات زیست‌محیطی تولید لوبیا با روش ارزیابی چرخه حیات در یاسوج (مقایسه روش آبیاری بارانی با غرقابی)

مدینه وهابی‌پور[۱]، غلامرضا سبزقبائی[۲*] و سولماز دشتی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۸

چکیده

در جوامع امروزی صنعتی شدن باعث استفاده‌ی روز افزون از ماشین آلات کشاورزی و مصرف بی‌رویه‌ی کود و سموم شیمیایی در کشاورزی شده است. ارزیابی چرخه حیات، یکی از روش های ارزیابی زیست محیطی است که امروزه به‌عنوان یکی از روش‌های استاندارد و پرکاربرد در ارزیابی فرآیندهای محیط زیستی، محصولات و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه از روش ارزیابی چرخه‌ی حیات برای ارزیابی اثرات زیست محیطی فرایند تولید لوبیا با دو روش آبیاری بارانی و غرقابی در سال زراعی ۹۶-۹۵ در قالب گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدی‌شدن، یوتروفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع آب در شهر یاسوج بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که شاخص نهایی سه گروه تاثیر ایجاد کننده اثرات زیست محیطی (گرمایش جهانی، اسیدی شدن و یوتروفیکاسیون خشکی) در کشت بارانی بیشتر از کشت غرقابی و شاخص نهایی سه گروه تاثیر تخلیه کننده منابع (تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع آب) در کشت غرقابی بیشتر از کشت بارانی بود. در هر دو کشت شاخص نهایی گروه تاثیر تخلیه‌ی منابع فسفات بیشترین مقدار را داشت. شاخص زیست محیطی برای روش آبیاری بارانی ۰/۶۳۴ و روش غرقابی ۰/۵۱۳ محاسبه شد و شاخص تخلیه منابع برای آبیاری بارانی ۱/۱۴ و برای آبیاری غرقابی ۲/۲۶ محاسبه گردید. حذف عملیات غیرضروری در مراحل کاشت و کاهش مصرف سوخت، آبیاری در ساعات پایانی و ابتدای روز که تبخیر کم است، استفاده از روش‌های بیولوژیک جهت حذف آفت‌ها و توجه به توصیه‌های عمومی مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند در کاهش اثرات زیست‌محیطی موثر واقع شود.

واژگان کلیدی: الکتریسیته، روش آبیاری، شاخص زیست محیطی، کود شیمیایی، گروه تاثیر.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد ارزیابی آمایش سرزمین، گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۳- دانشیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*** نگارنده‌ی مسئول** *Sabzghabaei@bkatu.ac.ir*

مقدمه

امروزه توجه به مفهوم مهم پایداری در تمام بخش‌های تولید و مصرف انرژی به خصوص در بخش کشاورزی بیشتر از گذشته احساس می‌شود. کشاورزی از طرفی با مصرف انرژی به‌صورت‌های مختلف سبب آلودگی محیط زیست شده و از طرفی با تولید انرژی سبب تامین نیاز غذایی جوامع بشری گردیده است. بنابراین، استفاده از روش‌ها و نهاده‌هایی که آلودگی کمتری برای انسان و محیط زیست داشته و کشاورزی پایدار را نیز تضمین کند مورد نیاز است. افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضا مستلزم بالا بردن میزان تولید در واحد سطح است. رقابت برای افزایش عملکرد موجب استفاده‌ی بیش از حد از کودها و سموم شیمیایی شده است. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی علاوه بر هزینه زیادی که بر کشاورز تحمیل می کند، اثرات زیان‌باری را نیز در پی دارد. به‌عنوان مثال کود اوره که به علت ارزان بودن به مقدار زیادی مصرف می‌شود بعد از استفاده در محصولاتی مانند پیاز و سیب‌زمینی به نیترات تبدیل شده و در آنها تجمع می‌یابد (Kafshani *et al.*, 2013). کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2021) طی مطالعه‌ای روی تعیین پیامدهای زیست‌محیطی بوم نظام‌های زراعی تحت مدیریت رایج و فشرده در خراسان نتیجه گرفتند که اگرچه تولید و عملکرد محصولات کشاورزی در قرن اخیر بهبود یافته ولی این دستاوردها مشکلات اجتماعی و زیست‌محیطی نظیر شور شدن و اسیدی شدن، آبشویی نیترات و تولید گازهای گلخانه‌ای به همراه داشته است. در دهه‌های اخیر، آگاهی زیست‌محیطی افراد و تقاضا برای کالاهای دوستدار محیط‌زیست باعث شده است تا دانشمندان حوزه کشاورزی توجه بیشتری به تولید پاک داشته باشند (Khoshnevisan *et al.*, 2015). کشت حبوبات در بسیاری از نقاط ایران و جهان به‌عنوان کشت تثبیت کننده نیتروژن شناخته شده است و بسیاری از کشاورزان تمایل به کشت مخلوط حبوبات با محصولات دیگر یا کشت آیش حبوبات با سایر محصولات جهت افزایش باروری زمین پیدا کردند. حبوبات همچنین با دارا بودن پروتئین بسیار یکی از اجزای اصلی سبد خانوارهای کم درآمد و کشورهای کمتر توسعه یافته نیز محسوب می‌شوند (Vahabipoor *et al.*, 2021).

رشد جمعیت در دو دهه‌ی اخیر باعث شده است تا مصرف مواد پروتئینی به‌ویژه گوشت قرمز افزایش چشمگیری یابد. براین اساس افزایش تولید حبوبات به‌عنوان مکمل منابع پروتئینی در برنامه‌ی توسعه‌ی اقتصادی کشور مورد توجه قرار گرفته است. دانه‌ی حبوبات با داشتن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین نقش مهمی در رژیم غذایی مردم دارد (Majnoon Hoseini, 2009). کشت حبوبات در سطح وسیعی از مزارع شهر یاسوج انجام می‌گیرد و علاوه بر رفع نیاز داخلی استان به استان‌های همجوار نیز صادر می‌شود. با ایجاد تاسیسات آبیاری بارانی، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از فروش محصول کمک شایانی به کشاورزی روستاییان نموده است (Anonymus, 2017).

روش ارزیابی چرخه‌ی حیات در دو دهه اخیر به‌عنوان ابزاری مناسب برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در کشاورزی به کار برده شده است. این ابزار روش مناسبی برای مقایسه نظام‌های مختلف تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (Bojacá *et al.*, 2014). از این روش در ایران و

سایر کشورها برای تولید محصولات زراعی بسیاری از جمله گندم، جو، برنج، کلزا، چای، پنبه، خیار، توت فرنگی و ... استفاده شده اما برای کشت حبوبات تاکنون در ایران مطالعه‌ی جامعی درخصوص ارزیابی اثرات زیست‌محیطی انجام نگرفته است. در یونان ابلیوتیس و همکاران (Abeliotis *et al.*, 2013) با ارزیابی اثرات سه رقم لوبیا و سه روش کشت متفاوت به این نتیجه رسیدند که استفاده از کشاورزی ارگانیک موجب کاهش اثرات زیست‌محیطی مربوط به تخلیه منابع می شود. نای و همکاران (Nie *et al.*, 2010) عنوان کردند کشت مخلوط ذرت با گیاهان تثبیت کننده نیتروژن به‌عنوان راهکار پایداری برای جلوگیری از مصرف نیتروژن در نظام‌های زراعی است. فیروزی و نیکخواه (Firoozi and Nikkhah., 2016) نیز با بررسی اثرات زیست‌محیطی کشت بادام‌زمینی به این نتیجه دست یافتند که اثرات زیست‌محیطی کشت مخلوط بادام‌زمینی و لوبیا از کشت یک‌پارچه بادام‌زمینی کمتر بود. خوشنویسان و همکاران (Khoshnevisan *et al.*, 2013) با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم در اصفهان گزارش نمودند که دو نهاده الکتریسیته و کودهای شیمیایی بیشترین نقش را در تولید گازهای گلخانه‌ای دارا بودند.

ارزیابی اثرات کشت‌های مختلف با روش‌های استاندارد بین‌المللی و انتخاب نظام‌های دارای کمترین اثرات سوء زیست‌محیطی جهت ارزیابی پایداری کشاورزی ضروری است. در مورد کشت حبوبات در ایران تاکنون پژوهشی جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی انجام نگرفته است. این پژوهش سعی دارد اثرات زیست‌محیطی کشت لوبیا را به عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات زراعی در شهریاسوج با روش ارزیابی چرخه‌ی حیات بررسی نماید.

مواد و روش‌ها

شهر یاسوج با مختصات جغرافیایی ″۰۰ ′۳۶ °۵۱ طول شرقی و ″۰۰ ′۴۰ °۳۰ عرض شمالی، با ارتفاع ۱۸۷۰ متر از سطح دریا، و میانگین بارندگی سالانه ۷۳۸ میلی‌متر دارای آب و هوایی معتدل مایل به سرد، نیمه خشک، کوهستانی و نیمه جنگلی است (Jafari, 2000). شکل ۱ موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را در کشور و استان کهگیلویه و بویر احمد نمایش می‌دهد.

روستای مختار که در ۵ کیلومتری شهر یاسوج و در مجاورت رودخانه‌ی دایمی بشار واقع شده است قطب تولید حبوبات در شهر یاسوج است که در سال ۱۳۹۵ با ایجاد ایستگاه پمپاژ آب سطح وسیعی از زمین‌های دیم این منطقه به کشت آبی تبدیل شد. از مجموع ۷۸۰ هکتار سطح زیر کشت لوبیا (آمار مربوط به منطقه‌ی مختار در ۵ کیلومتری شهر یاسوج است) حدود ۵۰۰ هکتار به‌صورت بارانی و ۲۸۰ هکتار به‌صورت غرقابی آبیاری می‌شوند. میانگین عملکرد دانه و کاه در روش کشت غرقابی به‌ترتیب ۳۱۵۰ و ۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد دانه و کاه در روش بارانی به‌ترتیب ۳۳۰۰ و ۳۶۰۰ کیلوگرم در هکتار است (Anonymus, 2017). اطلاعات مورد نیاز درمورد سطح زیرکشت، میزان عملکرد، نحوه‌ی آبیاری و میزان مصرف نهاده‌ها از طریق مراجعه به اداره‌ی جهاد کشاورزی شهرستان بویراحمد، تهیه‌ی پرسش‌نامه و مصاحبه با تعدادی از کشاورزان به‌دست آمد. جامعه‌ی آماری در این پژوهش تعدادی از کارشناسان اداره‌ی جهاد کشاورزی شهر یاسوج و تعدادی از کشاورزان بودند. به دلیل کم‌بودن جامعه‌ی آماری (۱۵ نفر)

کل جامعه به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شد. سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) ارزیابی چرخه حیات را به‌صورت جمع‌آوری و ارزیابی ورودی‌ها، خروجی‌ها و اثرات زیست محیطی بالقوه یک نظام تولید در طول چرخه حیات آن تعریف می‌کند. بر اساس ایزو ۱۴۰۴۴ هر پروژه ارزیابی چرخه حیات شامل چهار مرحله الزامی است که عبارتند از: تعریف هدف و دامنه، تجزیه و تحلیل سیاهه (سیاهه نویسی)، ارزیابی پیـامد و تفسیر نتایج می‌باشد (Anonymus, 2006).

مرحله‌ی اول: در مرحله‌ی اول هدف از انجام پژوهش، محصول مورد مطالعه، واحد کارکردی و مرز حوزه تعیین می‌گردد. به عبارتی بیان می‌گردد که اثرات زیست محیطی چه محصولی در چه منطقه‌ای در کدام مرحله‌ی حیات و با چه روشی قرار است مورد ارزیابی قرار گیرد. در این پژوهش روش آبیاری بارانی با روش آبیاری غرقابی مورد مقایسه قرار گرفت و واحد کارکردی معادل یک تن محصول خشک شامل دانه و کاه در نظر گرفته شد. مرز حوزه نیز دروازه‌ی مزرعه تعیین گردید.

مرحله‌ی دوم: در مرحله‌ی دوم تمام نهاده‌های ورودی و میزان انتشار آلاینده‌های ناشی از مصرف نهاده‌ها به ازای واحد کارکردی، به محیط‌زیست پذیرنده برآورد شد. همچنین، خروجی‌های کشت مورد نظر نیز تعیین گردید. منابع زیادی به‌منظور تحصیل ضرایب انتشار آلاینده‌ها در مراحل مختلف تولید وجود دارد. از جمله دستورالعمل‌های آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[1] و مجمع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی[2] که در اکثر پژوهش‌ها از این دو استفاده می‌کنند، اما نقش IPCC پررنگ‌تر است (Khoshnevisan *et al*., 2014). میزان انتشارات ناشی از نهاده‌ها مطابق روش‌های استفاده شده در منابع معتبر برآورد شد. میزان انتشار آلاینده‌های ناشی از مصرف هر کیلووات‌ساعت الکتریسیته از مطالعه‌ی اوبرین و همکاران (O'Brien *et al*., 2012)، انتشارات مربوط به کود اوره از نتایج مطالعات برنتراپ و همکاران (Brentrup *et al*., 2000)، گاسول و همکاران (Gasol *et al*., 2007) و اشنایدر و همکاران (Snyder *et al*., 2009)، انتشارات ناشی از احتراق سوخت دیزل از مطالعات تزیلیواکیس و همکاران (Tzilivakis *et al*., 2005) و دهقانی (Dehghani, 2007) و انتشار علف‌کش از نتایج مطالعات ون‌دن‌برگ و همکاران (van den berg *et al*., 1999) استفاده شد. در جدول ۱ نوع ترکیبات مهم منتشر شده از هر کدام از نهاده‌ها و مقدار آنها به ازای واحد هر نهاده ارایه شده است.

مرحله‌ی سوم: در مرحله‌ی سوم ۴ گام اساسی وجود دارد:

گام اول انتخاب گروه تاثیر: بیش از ده گروه تاثیر زیست‌محیطی در ارزیابی چرخه‌ی حیات وجود دارد که محققان با توجه به اطلاعاتی که از کشت مورد نظر و نوع نهاده‌های مصرف شده در اختیار دارند مختار به انتخاب تعداد یا تمام گروه‌های تاثیر هستند. گروه‌های تاثیر مورد بررسی در این مطالعه گرمایش جهانی، اسیدی شدن، یوتروفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع آبی بودند.

گام دوم طبقه‌بندی: در این مرحله ترکیبات مؤثر در هر گروه تاثیر به همراه کارایی ترکیبات بیان گردید. چون میزان تاثیر ترکیبات در هر گروه تاثیر باهم متفاوت است. برای هر ترکیب

۱ -US Environmental Protection Agency

۲ -Intergovernmental Panel on Climate Change

فاکتور مشخص‌سازی یا ضریب ویژگی‌سازی تعریف می‌شود. برای مثال در گروه پتانسیل گرمایش جهانی سه ترکیب CH_4, CO_2 و N_2O حضور دارند. فاکتور مشخص‌سازی CO_2=۱، CH_4=۲۱ و N_2O=۳۱۰ است. به‌عبارتی هر مولکول N_2O تقریبا ۳۱۰ برابر مولکول CO_2 در ایجاد گرمایش جهانی محیط تاثیر دارد. از ضرب مقدار آلاینده‌ها در فاکتور مشخص‌سازی در هر گروه تاثیر، شاخص طبقه‌بندی به‌دست می‌آید (Anonymus, 2006).

گام سوم نرمال‌سازی: در مرحله‌ی نرمال‌سازی شاخص طبقه‌بندی که در گام قبل محاسبه شد با تقسیم بر فاکتور نرمال‌سازی به مقداری بی‌بعد تبدیل گردید تا با یکسان شدن واحد گروه‌های تاثیر، امکان مقایسه‌ی شاخص گروه‌های تاثیر فراهم شود. این مرحله اختیاری است (Fallahpour *et al*., 2012).

گام چهارم وزن‌دهی: نتایج حاصل از مرحله‌ی نرمال‌سازی در عامل وزن‌دهی ضرب شدند و یک رقم نهایی برای میزان اثرات به‌دست آمد. به‌طوری‌که بزرگ‌تر بودن این فاکتور نشان دهنده این است که این گروه تأثیر، پتانسیل بیشتری برای لطمه به محیط‌زیست دارد (Nikkhah *et al*., 2015). وزن‌دهی می‌تواند بر روی داده‌های نرمال‌سازی شده یا نشده انجام گیرد. این مرحله نیز اختیاری می‌باشد و به‌عنوان نتیجه‌گیری نهایی ارزیابی چرخه حیات یک محصول یا فرآیند است.

مرحله چهارم تفسیر نتایج: در این مرحله نتایج به‌دست آمده تفسیر شده و شاخص‌های نهایی در قالب دو شاخص زیست محیطی (بوم شناختی) و شاخص تخلیه منابع دسته‌بندی شدند. شاخص زیست‌محیطی برابر با مجموع شاخص‌های نهایی گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدی شدن و یوتروفیکاسیون خشکی در نظر گرفته شد. هرچه میزان این شاخص بیشتر باشد سلامت انسان و محیط‌زیست با خطر بیشتری روبروست. شاخص تخلیه‌ی منابع نیز مجموع شاخص‌های نهایی گروه‌های تاثیر تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع آب درنظر گرفته شد. هرچه شاخص تخلیه منابع بیشتر باشد بیان می‌کند که منابع موجود رو به کاهش است و تامین نیازهای نسل آینده با مشکلات بیشتری روبه روست. جدول ۲ میزان نهاده‌های ورودی هر دو کشت را به ازای تولید یک تن محصول نمایش می‌دهد.

در ایجاد هرگروه تاثیر ترکیبات متفاوتی نقش دارند که میزان کارایی آنها یکسان نیست. لذا برای بیان میزان آسیب هر ترکیب به محیط زیست یک فاکتور تعیین می‌گردد که فاکتور مشخص‌سازی یا ضریب ویژگی‌سازی نام دارد. جدول ۳ ترکیبات مؤثر در هر گروه تاثیر و فاکتورهای مشخص‌سازی ترکیبات را نمایش می‌دهد. چون داده‌های مرحله‌ی طبقه‌بندی دارای واحد متفاوت هستند باید به واحدی بی‌بعد تبدیل شوند تا قابلیت مقایسه پیدا کنند. فاکتور نرمال‌سازی، داده‌های با واحد متفاوت را به داده‌های با واحد یکسان تبدیل می‌کند. جدول ۴ فاکتورهای نرمال‌سازی و وزن‌دهی گروه‌های تاثیر را نمایش می‌دهد.

نتایج و بحث

میزان مصرف نهاده‌ها به ازای تولید یک تن محصول در هر دو کشت در جدول ۲ نمایش داده شده است. در هر دو روش کشت از کود اوره و فسفات به‌مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، سوخت

به میزان ۲۲۴ لیتر و علف‌کش تریفلورالین به میزان ۲ لیتر استفاده شد. تفاوت کشت بارانی و غرقابی لوبیا در هر هکتار به‌دلیل یکسان بودن فرایند کاشت، داشت و برداشت، فقط در میزان مصرف آب و استفاده از الکتریسیته جهت پمپاژ آب در آبیاری بارانی بود. الکتریسیته با آزاد کردن آلاینده‌های مهمی مانند CO_2 و NOX و SO_2 یکی از مهم‌ترین نهاده‌ها در ایجاد گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدی شدن و یوتروفیکاسیون خشکی است. در آبیاری غرقابی میزان مصرف آب در هر هکتار ۲۴۰/۲ متر مکعب بیشتر از کشت بارانی بود. مصرف مقادیر بالای کود فسفات (۲۵۰ کیلوگرم در هر هکتار) سبب شده که گروه تاثیر تخلیه‌ی منابع فسفات در هر دو کشت بیشترین مقدار عددی را داشته باشد. این مقدار تقریباً ۲ و نیم برابر توصیه‌های عمومی مصرف کود فسفات در کشاورزی است. هنگامی که واحد کارکردی به جای واحد زمین، واحد جرم محصول در نظر گرفته می‌شود به‌دلیل عملکرد بیشتر کشت بارانی تمام نهاده‌های مصرفی به ازای تولید یک تن محصول در کشت غرقابی بیشتر از کشت بارانی بود بجز الکتریسیته که در کشت غرقابی استفاده نشده بود. بنابراین، هرچه میزان عملکرد یک کشت بیشتر باشد میزان اثرات مخرب آن بر محیط زیست کاهش می‌یابد. جدول ۵ میزان مواد منتشره به ازای تولید یک تن محصول را نمایش می‌دهد. از میان ترکیبات آلاینده در کشت بارانی ابتدا CO_2 سپس NH_3 و پس از آن SO_2 مهم‌ترین ترکیبات بودند. در کشت غرقابی پس از CO_2 ترکیب NH_3 و پس از آن NOX مهم بودند. در کشت بارانی الکتریسیته، کود اوره و سوخت دیزل، در کشت غرقابی سوخت دیزل، کود اوره و علف‌کش منشاء ایجاد اثرات زیست‌محیطی بودند.

مودری و همکاران (Moudrý *et al*., 2013) نیز بیان داشتند دلیل عمده تولید و انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه CO_2 و N_2O مربوط به مصرف سوخت‌های فسیلی، بکارگیری ماشین آلات برای عملیات زراعی و مصرف کودهای شیمیایی است. ارزیابی اثرات زیست محیطی کشت توت فرنگی در کردستان در دو سناریو رایج و ارگانیک نشان داد که در همه طبقات اثر، اثرات محیط زیستی کشت رایج بیشتر از کشت ارگانیک بود و در کشت رایج کودها و الکتریسیته بیشترین اثرات مخرب را به محیط زیست وارد می‌کنند (Mafakheri *et al*., 2017). نتایج ارزیابی چرخه‌ی حیات کشت حبوبات در جدول ۶ نمایش داده شده است. عدد ۱ شاخص‌های کشت بارانی و عدد ۲ شاخص‌های کشت غرقابی را نمایش می‌دهد. نتایج حاصل شده نشان داد در سه گروه تاثیر گرمایش جهانی، اسیدی شدن و یوتروفیکاسیون خشکی که مربوط به آلاینده‌های زیست محیطی است شاخص نهایی کشت بارانی بیشتر از شاخص کشت غرقابی بود. شاخص زیست محیطی ECO-X که از مجموع شاخص نهایی این سه گروه تاثیر به‌دست می‌آید برای کشت بارانی ۰/۶۳۴ و برای کشت غرقابی ۰/۵۱۳ به‌دست آمد. در هر سه گروه تاثیر تخلیه کننده منابع زیست محیطی شاخص نهایی کشت غرقابی بیشتر از شاخص نهایی کشت بارانی بود. مقدار شاخص تخلیه منابع RDI برای کشت غرقابی ۱/۲۶۵ و برای کشت بارانی ۱/۱۴۰ به‌دست آمد. نتایج رتبه‌بندی گروه‌های تاثیر مطابق جدول ۷ بوده است. شاخص نهایی گروه تاثیر تخلیه منابع فسفات در هر دو کشت بیشتر از سایر گروه‌های تاثیر بود. گرمایش جهانی در کشت غرقابی و تخلیه منابع فسیلی در کشت بارانی نیز کمترین

مقدار را دارا بودند. مطابق شکل ۲ از لحاظ مقادیر عددی، گروه‌های تاثیر یوتروفیکاسیون خشکی، اسیدی شدن، گرمایش جهانی و تخلیه منابع فسیلی در کشت بارانی بیشتر از کشت غرقابی و گروه‌های تاثیر تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع آب در کشت غرقابی بیشتر از بارانی بود. دلیل این امر راندمان پایین آبیاری غرقابی نسبت به آبیاری بارانی و عملکرد کمتر کشت غرقابی نسبت به کشت بارانی با وجود مقدار مصرف یکسان کود اوره و فسفات در هر هکتار بود.

کیوان‌راد و همکاران (Keyvan Rad *et al.*, 2021) با ارزیابی عملکرد گیاه بامیه تحت فواصل آبیاری و تاریخ کاشت دریافتند از آنجا که برگ عامل جذب تشعشع فتوسنتزی توسط گیاه است، بنابراین، چنین برمی‌آید که میزان آبیاری باعث افزایش تعداد برگ و بهبود اجزای عملکرد از جمله افزایش تعداد شاخه جانبی شده است که در نهایت، منجر به افزایش عملکرد میوه می‌گردد.

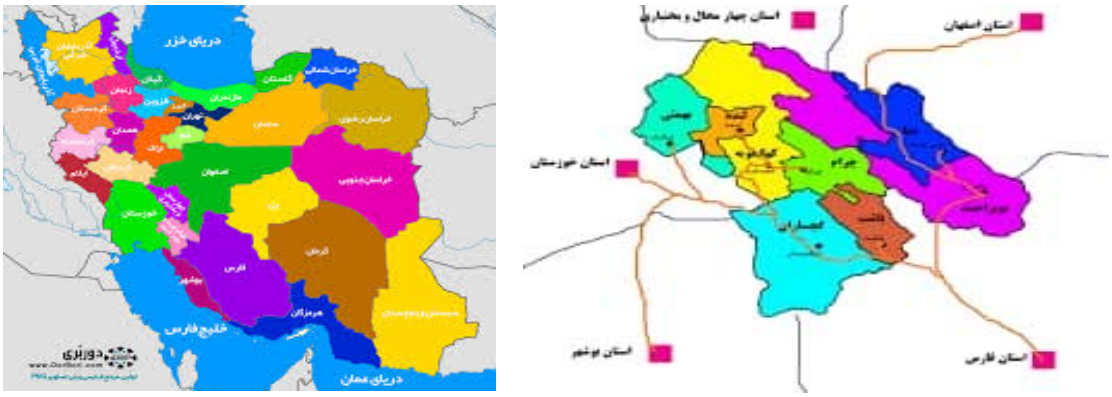
خواجوی و همکاران (Khajavi *et al.*, 2019) بیان داشتند سیستم‌های آبیاری هوشمند مبتنی بر سنسور آب و خاک باعث بهینه شدن آبیاری در منطقه ریشه گیاه شده و به دنبال آن رشد سریع گیاه را نیز به دنبال دارد. از مزایای دیگر تکنیک‌های آبیاری هوشمند، راحتی و آسان بودن آن می‌باشد. این سیستم سازگار با نیازهای گیاه و درخت می‌باشد و مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری به شرایط آب و هوا در طول فصل و شرایط خود گیاه بستگی دارد. این طرح نه تنها مدیریت درستی بر منابع آب و خاک دارد بلکه به صرفه‌جویی قابل توجه منابع آب در مقایسه با آبیاری سنتی منجر خواهد شد.

در میان عوامل مؤثر بر شاخص زیست محیطی گروه تاثیر یوتروفیکاسیون خشکی در هر دو کشت بیشترین تاثیر را داشت (شکل ۳) و گروه تاثیر تخلیه منابع فسفات مهم‌ترین نقش را در شاخص تخلیه منابع دارا بود (شکل ۴).

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از روش آبیاری بارانی در کاشت محصولات کشاورزی به‌دلیل راندمان بالاتر نسبت به روش غرقابی در اکثر مناطق کشور و دنیا رو به افزایش است. اما این روش در کنار مزایای بسیاری که هم برای کشاورز و هم برای محیط زیست دارد معایبی نیز دارد که نمی‌توان از آنها صرف‌نظر کرد. مصرف الکتریسیته جهت پمپاژ آب سبب آزاد شدن آلاینده‌های مهمی می‌شود که در بحث گرمایش جهانی بسیار حایز اهمیت هستند. با جایگزین کردن سوخت‌های طبیعی در این امر می‌توان اثرات به وجود آمده را کاهش داد. یکی دیگر از نهاده‌های مهم تاثیرگذار بر محیط‌زیست مصرف سوخت دیزل جهت انجام عملیات کشاورزی بود. به‌کارگیری ماشین‌آلات فرسوده جهت انجام عملیات خاک‌ورزی، سم‌پاشی، برداشت و به کارگیری روش‌های شخم قدیمی سبب شده تا مقادیر زیادی سوخت در کشاورزی مصرف شود که نه از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و نه توجیه زیست محیطی دارد. بنابراین، باید تصمیماتی اتخاذ شود تا روش‌های شخم کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی ترویج شده تا ضمن کاهش مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌های ناشی از آن، از فرسایش خاک جلوگیری شود.

لازم است کشاورزان نسبت به تغییر روش آبیاری اقدام کنند و از روش‌های هوشمند آبیاری جهت کاهش مصرف آب استفاده کنند. آموزش کشاورزان جهت تولید محصولات ارگانیک و استفاده کمتر از نهاده‌ها و آموزش مصرف کنندگان جهت خرید محصولات ارگانیک نیز یکی از مهم‌ترین راهکارهای موثر جهت کاهش ایجاد اثرات منفی زیست محیطی است.



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در کشور و استان کهگیلویه و بویراحمد

Figure 1- Location of the study area in the country and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces

جدول ۱- میزان انتشارات ناشی از هر واحد نهاده

Table 1- The amount of emissions from each input unit

ترکیبات Compounds	مقدار در هر کیلوگرم کود Amoun in per kilogram of fertilizer	مقدار در هر کیلو وات الکتریسیته Amount in per kilowatt of electricity	مقدار در هر لیتر سوخت Amount in per liter of fuel
CO_2	------	0.580	2.73
N_2O	0.0046	------	$18.1*10^{-6}$
CH_4	-------	------	$173*10^{-6}$
S_2O	-------	$276*10^{-5}$	0.004
NH_3	0.782	$1*10^{-5}$	------
NOX	0.00046	$1*10^{-5}$	0.0222

جدول ۲- میزان مصرف نهاده‌ها به ازای تولید یک تن محصول

Table 2- Consumption of inputs per ton of product

نهاده Input		واحد Unit	کشت غرقابی Flood cultivation	کشت بارانی Rainy cultivation
Water	آب	M^3	1578.46	1338.26
Fuel	سوخت	L	34.46	32.46
Urea fertilizer	کود اوره	KG	38.46	36.23
Phosphate fertilizer	کود فسفات	KG	38.46	36.23
Electricity	الکتریسیته	KWH	-------	619.56
Herbicide	علف کش	L	0.307	0.298

جدول ۳- فاکتورهای مشخص‌سازی (کارایی) ترکیبات در گروه‌های تاثیر (Nikkhah *et al*., 2015)

Table 3 - Determining factors (efficiency) of compounds in impact groups (Nikkhah *et al.*, 2015)

گروه تاثیر Impact group	واحد Unit	نام آلاینده Pollutants name	کارایی هر ترکیب Performance of each combination
گرمایش جهانی Global warming	kg CO_2 eq	CO_2 CH_4 N_2O Herbicide	CO_2 =1 CH_4 =21 N_2O =310 Herbicide =6.۳
اسیدی شدن Acidification	Kg SO_2 eq	SO_2 NOX NH_3	SO_2=1.2 NOX=.5 NH_3=1.6
یوتروفیکاسیون خشکی Land eutrophication	kg Nox eq	NH_3 NOX	NH_3=4.3 NOX=1.2
تخلیه ی منابع فسیلی Disposal of fossil resources	MJ	Consumption of diesel	42.86
تخلیه ی منابع آب Drainage of water resources	M^3	Water consumption	1
تخلیه ی منابع فسفات Discharge of phosphate resources	kg p_2o_5 eq	Phosphate consumption	0.25

جدول ۴- فاکتورهای نرمال‌سازی و وزن‌دهی گروه‌های تاثیر

Table 4- Normalization factors and weighting of impact groups

گروه تاثیر Impact group	فاکتور نرمال‌سازی Normalization factor	فاکتور وزن‌دهی Weighting factor	منبع Refrence
گرمایش جهانی global warming	8143 kg co_2 eq	1.05	Mirhaji *et al*., 2013
اسیدی‌شدن Acidification	52 kg so_2 eq	1.8	Brentrup *et al*., 2004 a
یوتروفیکاسیون خشکی Land eutrophication	63 kg nox eq	1.4	Fallahpour *et al*., 2012
تخلیه ی منابع فسیلی Disposal of fossil resources	39167 MJ	1.14	Soltani *et al*., 2013
تخلیه ی منابع فسفات Discharge of phosphate resources	7.66 kg p_2o_5 eq	1.2	Nikkhah *et al*., 2015
تخلیه منابع آب Drainage of water resources	626.36 M^3	0.21	Wang *et al*., 2010

جدول ۵- میزان مواد منتشر شده و تخلیه کننده منابع به ازای تولید یک تن محصول برحسب کیلوگرم

Table 5- The amount of emitted materials and depleted resources per production of one ton of product in kg

نام ترکیب Combination name	کشت غرقابی Flood cultivation	کشت بارانی Rainy cultivation
CO_2	94.076	481.955
NH_3	3.007	2.836
SO_2	0.1378	1.84
NOX	0.782	1.486
N_2O	0.17762	0.16658
CH_4	0.00596	0.00561
P_2O_5	17.69	16.66
Diesel fuel	34.46	32.46
Water	1578.46	1338.26
Herbicide	0.123	0.116

جدول ۶- شاخص‌های ارزیابی چرخه‌ی حیات کشت حبوبات در شهر یاسوج

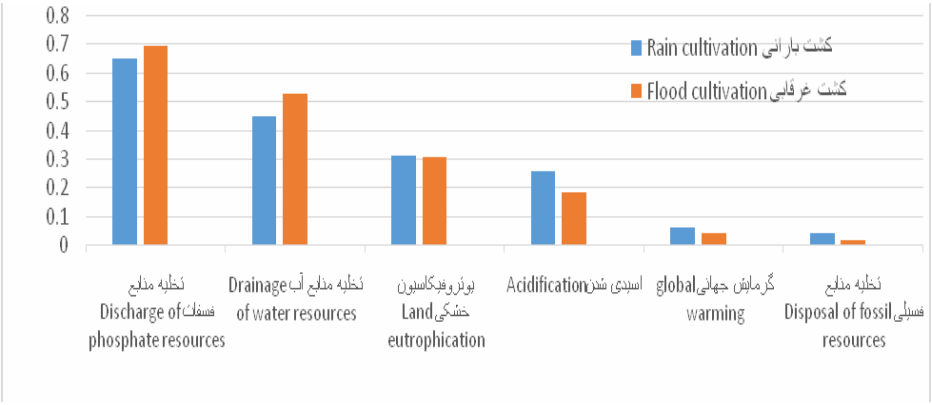
Table 6- Evaluation indicators of grain life cycle in Yasuj city

گروه تاثیر Impact group	واحد اندازه گیری Unit of measurement	شاخص طبقه بندی Classification index	شاخص نرمالسازی Normalization index	شاخص وزن دهی Weighting index
گرمایش جهانی global warming	kg CO_2 eq	1= 500.443 2= 150.051	1= .0614 2= .0184	1= .064 2=.019
اسیدی‌شدن Acidification	kg so_2 eq	1= 7.488 2= 5.367	1= .144 2= .103	1= .259 2= .186
یوتروفیکاسیون Land eutrophication	kg Nox eq	1= 13.978 2= 13.868	1= .221 2= .220	1= .311 2= .308
تخلیه ی منابع فسیلی Disposal of fossil resources	Mj	1=1391.2 2= 1476.9	1= .035 2= .038	۰۴۰۱= . ۰۴۳۲= .
تخلیه ی منابع فسفات Discharge of phosphate resources	kg p_2o_5 eq	1= 4.16 2= 4.422	.۵۴۴۱= .۵۷۷2=	.۶۵۲۱= .۶۹۳2=
تخلیه منابع آب Drainage of water resources	M^3	۱۳۳۸,۲۶۱= ۱۵۷۸,۴۶2=	۲,۱۳۶۱= ۲,۵۲۰2=	.۴۴۸۱= .۵۲۹2=

جدول ۷- رتبه‌بندی گروه‌های تاثیر

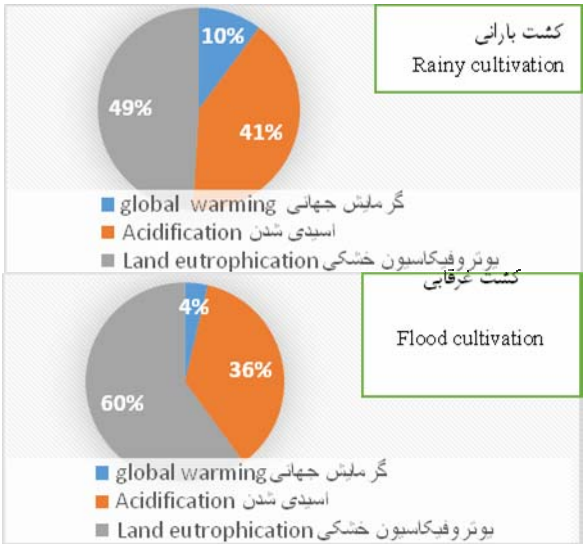
Table 7- Ranking of impact groups

رتبه Rank	کشت غرقابی Flood cultivation	کشت بارانی Rainy cultivation
1	تخلیه منابع فسفات Discharge of phosphate resources	تخلیه منابع فسفات Discharge of phosphate resources
2	تخلیه منابع آب Drainage of water resources	تخلیه منابع آب Drainage of water resources
3	یوتروفیکاسیون خشکی Land eutrophication	یوتروفیکاسیون خشکی Land eutrophication
4	اسیدی شدن Acidification	اسیدی شدن Acidification
5	تخلیه منابع فسیلی Disposal of fossil resources	گرمایش جهانی Global warming
6	گرمایش جهانی Global warming	تخلیه منابع فسیلی Disposal of fossil resources



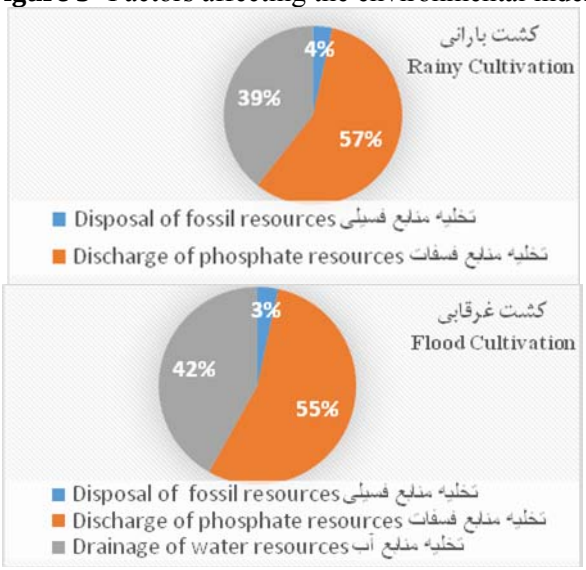
شکل ۲- شاخص وزن‌دهی (نهایی) گروه‌های تاثیر

Figure 2 - Weighting index (final) of impact groups



شکل ۳- عوامل موثر بر شاخص زیست محیطی

Figure 3- Factors affecting the environmental index



شکل ۴- عوامل موثر بر شاخص تخلیه منابع

Figure 4- Factors affecting resource depletion index

References منابع مورد استفاده

- Abeliotis, K., V. Detsis, and C. Pappia. 2013. Life cycle assessment of bean production in the Prespa National Park, Greece. *Journal of Cleaner Production.* 41: 89-96.
- Anonymus. 2006. ISO 14040. Environmental management life cycle assessment principles and framework. *The International Journal of Life Cycle Assessment.* 11(2).
- Anonymus. 2017. Agricultural Jihad Organization of Boyer-Ahmad. Agriculture Department.
- Bojacá, C.R., K.A.G. Wyckhuys, and E. Schrevens. 2014. Life cycle assessment of Colombian greenhouse tomato production based on farmer-level survey data. *Journal of Cleaner Production*. 69: 26-33.
- Brentrup, F., J. Küsters, J. Lammel, and H. Kuhlmann. 2000. Methods to estimate on field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. *The International Journal of Life Cycle Assessment.* 5(6): 349-357.
- Dehghani, H. 2007. Guide to air quality, principles of meteorology and air pollution. Publications of Ghashie. Tehran, Iran, 402 pp. (In Persian).
- Fallahpour, F., A. Aminghafouri, A. Ghalegolab Behbahani, and M. Bannayan. 2012. The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Environment, Development and Sustainability.* 14: 979-992.
- Firoozi, S., and A. Nikkhah. 2016. Evaluation of peanut cultivation life cycle in single-vessel and bean mixed systems. *Journal of Plant Ecophysiology*. 7(22): 268-279.
- Gasol, C.M., X. Gabarrell, A. Anton, M. Rigola, J. Carrasco, M.J. Ciria, and J. Rieradevall. 2007. Life cycle assessment of a *Brassica carinata* bioenergy cropping system in southern Europe. *Biomass and Bioenergy.* 31: 543-555.
- Jafari. A. 2000. Iranian geology. Volume 3, Geographical Encyclopedia of Iran, Ch 1, Tehran, Geology, P 2005.
- Kafshani, A., M. Yahi, M.H. Entezari, A. Hesanzadeh, L. Mohabat, A. Torabi. 2013. Comparison of nitrate in vegetables irrigated with Zayandehrood water and well water. *Journal of Health Research.* 2:196-201. (In Persian).
- Keyvan Rad, S., H. Madani, H. Heidari Sharifabad, M. Mahmoudi, and Gh. Noor Mohammadi. 2021. Yield and yield components of okra (*Abelmoschus esculentus* L) affected by irrigation intervals and planting date. *Journal of Crop Ecophysiology*. 3(59): 377-392. (In Persian).
- Khajavi, M., N. Khajavi, and N. Shajarian. 2019. Investigation of optimal water consumption in agriculture using intelligent irrigation systems. Third International Conference on Architecture, Civil Engineering, Agriculture and Environment. Sofia.WWW.ACAECONF.COM.

- Khoshnevisan, B., E. Bolandnazar, S. Shamshirband, H. Motamed, N. Badrul, L. Mat, M.L.M. Kiah. 2015. Decreasing environmental impacts of cropping systems using life cycle assessment (LCA) and multi-objective genetic algorithm. *Journal of CleanerProduction.* 86: 67–77.
- Khoshnevisan, B., M.A. Rajaeifar, S. Clark, S. Shamahirband, N.B. Anuar, N.L. Shuib, and A. Gani. 2014. 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.
- Khoshnevisan, B., S. Rafiee, M. Omid, M. Yousefi, and M. Movahedi. 2013. Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy.* 52: 333-338.
- Koocheki, A., S. Khorramdel, and L. Jafari. 2021. Evaluation of environmental consequences for agroecosystems under conventional management in Khorasan province. *Journal of Agroecology*. 13(2): 211-235. (In Persian).
- Mafakheri, S., H. Veisi, O. Noori, and A. Mahdavi Damghani. 2017. Environmental impact assessment of strawberry production in two conventional and organic production systems: (Case Study: Kurdistan province). *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production.* 27(2): 197-208. (In Persian).
- Majnoon Hoseini, N. 2009. Grain legume production. Jehad University of Tehran. P. 294. (In Persian).
- Moudrý, J., Z. Jelínková, R. Plch, J. Moudrý, P. Konvalina, and R. Hyšpler. 2013. The emissions of greenhouse gases produced during growing and processing of wheat products in the Czech Republic. *Journal of Food Agriculture and Environment.* 11(1): 1133-1136.
- Nie, S.W., W.S. Gao, Y. Chen, Q. Sui, and A.E. Eneji. 2010. Use of life cycle assessment methodology for determining phytoremediation potentials of maize-based cropping systems in fields with nitrogen fertilizer over dose. *Journal of Cleaner Production*. 18: 1530-1534.
- Nikkhah, A., M. Khojastehpour, B. Emadi, A. Taheri-Rad, and S. Khorramdel. 2015. Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology. *Journal of Cleaner Production.* 92: 84-90.
- O'Brien, D., L. Shalloo, J. Patton, F. Buckley, C. Grainger, and M. Wallace. 2012. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. *Agricultural Systems.* 107: 33-46.
- Snyder, C.S., T.W. Bruulsema, T.L. Jensen, and P.E. Fixen. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 133(34): 247-266.
- Tzilivakis, J., D.J. Warner, M. May, K.A. Lewis, and K. Jaggard. 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.

- Vahabipoor, M, and Gh. Sabzghabaei, and S. Dashti. 2021. Determining the environmental environment of bean and lentil production by life cycle assessment method (Case study: Yasuj city). *Agricultural Knowledge and Sustainable Production* (*Agricultural Knowledge*). 31(2): 303-316.
- van den Berg, F., R. Kubiak, W.G. Benjey, M.S.I. Majewski, S.R. Yates, and G.L. Reeves. 1999. Emission of pesticides into water, air, and soil. *Pollution*. 441: 431–240.
- Wang, M., X. Xia, Q. Zhang, and J. Liu. 2010. Life cycle assessment of a rice production system in Taihu region, China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology.* 17: 157-161.

Research Article DOI: 10.30495/JCEP.2022.1916810.1739

Determinination of the Environmental Effects of Bean Production by Life Cycle Assessment Method in Yasuj (by Comparing Sprinkler Irrigation Method Versus Flooding)

Madineh Vahabipoor[1], GolamReza Sabzghabaei[2*] and Solmaz Dashti[3]

Received: July 2020 , Revised: 13 February 2021, Accepted: 28 March 2021

Abstract

Industrialization of todays societies, resulted in increased use of machinery and excessive use of fertilizers and chemical pesticides in agriculture. Life cycle assessment is one of the environmental assessment methods that is used to assess processes, products and services. Life cycle assessment method in this study is used to evaluate the environmental effects of bean production with sprinkler and flood irrigation methods in the crop year of 2016-2017 using the effects of global warming, acidification, land euotrophication, depletion of fossil, phosphate and water resources exploited in Yasuj city. The results showed that the final index of the three groups of environmental impact factors (global warming, acidification and land euotrophication) in rainfed more than flood farming and the indices of the three groups of resource depletion effects (fossil, phosphate and water depletions in both croppimg system. The environmental indices for sprinkler, flooding and flood irrigations were 0.634, 0.513, 1.14 and 2.26 respectively. Elimination of unnecessary operations in the planting process and reduction of fuel consumption, irrigation in the last hours and the beginning of the day when evaporation is low, the use of biological methods to remove pests and attention to general recommendations for chemical fertilizers can be effective in reducing environmental effects.

Key words: Electricity, Environmental Index, Fertilizer, Impact Group, Irrigation method.

1- Graduated Student, Assessment and Land Use Planning, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
3- Associate Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
**Corresponding Author: Sabzghabaei@bkatu.ac.ir*