

## Evaluating the Environmental Dimensions of Cucumber Greenhouses Using Life Cycle Assessment (Case Study: East-Azərbayjan Province)

ZAHRA ERAHIMPOUR<sup>1</sup>, VALI RASOOLI SHARABIANI<sup>2\*</sup>, EBRAHIM TAGHINEZHAD<sup>3</sup>

1. M.Sc. in Agricultural Mechanization, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Associate Professor in Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Assistant Professor in Department of Agricultural Machinery, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received: Jan. 25, 2019- Revised: Apr. 27, 2019- Accepted: May. 6, 2019)

### ABSTRACT

Agricultural production systems have a wide and varied range of energy consumption and environmental publications. Therefore, the study of environmental dimensions of any agricultural product is necessary. In this study, an integrated approach was used to assess and evaluate the greenhouse cucumber production process in East-Azərbayjan using life cycle assessment. The boundary of the system included all activities related to the production, transport and consumption of various inputs for the production of greenhouse cucumbers. Regarding the conditions of the study area, which has cold and dry air, information on spring cucumber cultivation was investigated. After collecting basic information, we calculated the life cycle log information (including three parts of consumption inputs, direct and indirect agricultural publications), and after obtaining indirect publications (Publication to Water, Publications to the Air and Publications to the Soil), the amount of pollutants were calculated in greenhouse cucumber production. According to the results of the study, the highest amount of contamination with 2914.81 kg of dichlorobenzene 861 was related to free water poisoning. The depletion of fossil resources with 1500 MJ was the second generation of pollutants, and the potential for global warming with a share of 183 Kg of carbon dioxide was the third largest pollutant.

**Keywords:** Greenhouse cucumber, Impact groups, Environmental pollution

## ارزیابی ابعاد زیست‌محیطی گلخانه‌های خیار با استفاده از ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

زهرا ابراهیم پور<sup>۱</sup>، ولی رسولی شریبانی<sup>۲\*</sup>، ابراهیم تقی نژاد<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. استادیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل،

ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۵ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۲/۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۲/۱۶)

### چکیده

در تحقیق حاضر با رویکردی تلفیقی و با استفاده از ارزیابی چرخه حیات به بررسی و ارزیابی فرآیند تولید خیار گلخانه‌ای در استان آذربایجان شرقی پرداخته شد. محاسبه اطلاعات سیاهه چرخه حیات (شامل سه قسمت نهاده‌های مصرفی، انتشارات مستقیم و غیرمستقیم مزرعه‌ای) پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه انجام شد. و بعد از به دست آوردن انتشارات غیر مستقیم (انتشارات به آب، انتشارات به هوا و انتشارات به خاک) مقدار آلاینده‌ها در تولید خیار گلخانه‌ای محاسبه گردید. طبق نتایج به دست آمده در بین گروه‌های اثر، به ازای تولید یک تن خیار گلخانه‌ای بیشترین مقدار آلاینده‌ها با میزان ۲۹۱۴۳/۸۶۱ کیلوگرم دی کلرو بنزن، مربوط به مسمومیت آب‌های آزاد بوده است. تخلیه منابع فسیلی با ۱۵۰۰ مگاژول در رده دوم تولید آلاینده‌ها قرار داشت و پتانسیل گرمایش زمین با سهم ۱۸۳ کیلو گرم کربن دی اکسید، رتبه سوم آلاینده‌ها را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: گروه‌های اثر، خیار گلخانه‌ای، آلودگی محیط زیست

### مقدمه

کرده‌اند. عملکرد محیط‌زیستی تولیدات و فرآیندها تبدیل به یک مسئله کلیدی شده است تا صنایع بتوانند اثرات محیط‌زیستی فعالیت‌های خود را به حداقل برسانند. بسیاری از صنایع، استفاده از استراتژی‌های بدون آلاینده‌گی و سیستم‌های مدیریت محیط زیست را برای بهبود عملکرد زیست محیطی مفید می‌دانند. یکی از این ابزارهای مدیریت محیط‌زیست، ارزیابی چرخه حیات<sup>۱</sup> می‌باشد. ارزیابی چرخه‌حیات یک رویکرد «گهواره تا گور» برای ارزیابی سیستم‌های صنعتی است. ارزیابی چرخه حیات امکان تخمین اثرات محیط‌زیستی تجمعی ناشی از همه مراحل چرخه حیات محصول را فراهم می‌آورد. ناودین و همکاران مطالعه‌ای را با هدف ارزیابی چرخه حیات کشت مخلوط نخود-گندم در غرب فرانسه انجام دادند. آن‌ها در نهایت به این نتیجه دست یافتند که کشت مخلوط نخود-گندم در مقایسه با کشت گندم به تنهایی آلودگی‌های زیست محیطی خیلی کمتری تولید می‌کند (Naudin et al., 2014).

Namdari et al. (2016) مطالعه‌ای را با هدف کاهش

اثرات زیست محیطی تولید چغندر قند با افزایش کارایی کشاورزان به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها در استان همدان انجام

استفاده بهینه از انرژی یکی از الزامات اصلی کشاورزی پایدار است. افزایش تقاضا برای تولید موادغذایی به دلیل افزایش جمعیت منجر به استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی، ماشین‌های کشاورزی، حشره‌کش‌ها و دیگر نهاده‌های تولید شده است که در نهایت باعث مشکلات زیست‌محیطی می‌شود و سلامت عمومی را تهدید می‌کند. استفاده کارآمد از انرژی باعث به حداقل رسیدن مشکلات زیست‌محیطی شده، از تخریب منابع طبیعی جلوگیری کرده و کشاورزی پایدار را به عنوان، یک سامانه‌ی تولیدی و اقتصادی ارتقا می‌دهد (Erdal et al., 2007). بر اساس مدل Tenkorang میزان مصرف کود شیمیایی در ایران تا سال ۱۴۰۰ به ۵ میلیون تن افزایش خواهد یافت (Koocheki et al., 2014). طبق برآوردهای انجام گرفته ۲۰ درصد از تولید گازهای گلخانه‌ای به فعالیت‌های کشاورزی مربوط است (Brentrup et al., 2001). و بخش کشاورزی با مصرف نهاده‌های زیاد و متفاوت اثرات زیست‌محیطی گسترده‌ای را تولید می‌کند (Brentrup et al., 2004) با افزایش آگاهی‌های محیط‌زیستی، فعالین عرصه‌های مختلف شروع به ارزیابی نحوه اثر فعالیت‌های خود بر محیط‌زیست

\* نویسنده مسئول: vrasooli@uma.ac.ir

با رعایت اصول قابل اعتماد و قابل تعمیم به کل جامعه است. برای تعیین حجم نمونه از فرمول آماری پیشنهاد شده توسط کوکران رابطه (۱) استفاده گردید (Mansourfar, 2010).

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2 + t^2S^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن  $N$ ، اندازه جامعه آماری یا تعداد گلخانه داران منطقه مورد مطالعه،  $t$  ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول  $t$  استیودنت به دست می آید.  $S$  بر آورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه،  $d$  دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و  $n$  حجم نمونه است. که در نهایت ۱۳۵ گلخانه خیار استان که تقریباً دارای شرایط محیطی و کشت یکسانی بودند به عنوان نمونه انتخاب شد و اطلاعات آن‌ها جمع آوری گردید.

یکی از مراحل که در یک پروژه ارزیابی چرخه حیات هر فرآیند یا محصول باید صورت پذیرد، تعیین واحد کارکردی<sup>۱</sup> می باشد. واحد کارکردی مبنایی است که تمامی محاسبات در طول چرخه حیات محصول بر اساس آن انجام می پذیرد. نمسک و همکاران سه واحد کارکردی متفاوت برای ارزیابی محصولات زراعی پیشنهاد کرده اند. (۱) بر اساس واحد سطح، (۲) بر اساس واحد پول و (۳) بر اساس وزن ماده تولیدی (Nemecek et al., 2011). در این مطالعه واحد کارکردی بر اساس واحد سطح در نظر گرفته شده است، بدین معنا که تمامی آلاینده‌های انتشار یافته بر پایه نهاده‌های مصرفی برای یک هکتار محاسبه و گزارش می شود.

#### محاسبه سیاهه‌های چرخه ارزیابی حیات

اطلاعات سیاهه چرخ حیات در این مطالعه شامل سه قسمت نهاده‌های مصرفی، انتشارات مستقیم در گلخانه و انتشارات غیرمستقیم مربوط به مرحله تولید نهاده‌ها در کارخانه است. همه انتشارات مستقیم (موادی که مستقیماً در مزرعه ساطع می شوند) و غیر مستقیم مزرعه‌ای (مثلاً فرآیندهایی که برای تولید نهاده‌های کشاورزی صورت گرفته است) با استفاده از پایگاه جهانی اطلاعات ارزیابی چرخه حیات محصولات غذایی، آماده شده توسط Nemecek et al. (2014) و پایگاه های داده‌های اکواینونت<sup>۲</sup> موجود در نرم افزار سیماپرو<sup>۳</sup> نسخه ۸,۳,۰,۰ محاسبه شدند (Weidema et al., 2013). برای ارزیابی اثرات زیست محیطی از بین مجموعه روش‌های مختلف نرمالسازی و وزن دهی مرتبط با *CML-IA baseline V3.04* از روش *World2000* به دلیل جدید بودن و سازگاری بیشتر با شرایط

دادند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که شاخص نهایی برای تولید یک تن چغندرقد در منطقه برای گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع فسیلی و تخلیه منابع آبی به ترتیب برابر ۰/۱۳۸، ۲/۰۵۵، ۰/۱۹۱ و ۲/۹۷۰ می باشد. در بین گروه‌های تأثیر مورد بررسی، تخلیه منابع آبی بیشترین اثر را دارد. با وجود تحقیقات گسترده‌ای که در زمینه مصرف و بهینه سازی انرژی تولیدات گلخانه‌ای در ایران صورت گرفته است اما کمتر، از منظر ارزیابی چرخه حیات و پیامدهای زیست محیطی ناشی از آن، با تأثیر گذاری بر روی بخش‌های مختلف محیط زیست، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج اکثر تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد که بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی در بخش کشاورزی را انرژی‌های تجدیدپذیر و به ویژه کودهای شیمیایی و سوخت‌های فسیلی تشکیل می دهند. لذا بررسی تولید گلخانه‌ای خیار از منظر زیست محیطی و مواد منتشر شده از این بخش در حفظ محیط زیست و رسیدن به کشاورزی پایدار گره‌گشا خواهد بود.

#### مواد روش ها

تحقیق حاضر در استان آذربایجان شرقی صورت گرفته است. استان آذربایجان شرقی که در گوشه شمال غرب کشور واقع گردیده است و از نظر موقعیت جغرافیایی در محدوده ۴۵ درجه و ۷ دقیقه الی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه الی ۳۹ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. این استان با مساحتی برابر ۴۵۴۹۰/۸۸ کیلومتر مربع (حدود ۲/۸۱ درصد مساحت کل کشور) می باشد و از لحاظ وسعت در بین استان‌های کشور در رتبه دهم قرار دارد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان شرقی

#### نحوه جمع آوری داده‌های میدانی

به علت گسترده بودن جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق، نمونه برداری انجام شد. در این مطالعه از روش نمونه گیری تصادفی ساده استفاده شده است. نمونه گیری تصادفی در واقع آسان ترین روش نمونه گیری است و نتایج این روش نمونه گیری

به آب را داشت. در این مطالعه علت مقدار بالای انتشار کربن دی اکسید ناشی از، کار کارگری زیاد در جریان تولید محصول به خصوص زمان برداشت می باشد. و همچنین مقدار مصرف بالای کود اوره دومین عامل انتشار بالای کربن دی اکسید است. و علت مقدار بالای انتشار آمونیاک  $NH_3$  ناشی از مصرف بالای کود نیتروژن و کود دامی بوده و بخش کمی از انتشار آن به سوخت گازوئیل مربوط می شود. علت بالای انتشار نیترات در قسمت انتشارات به آب، به مصرف بالای کود نیتروژن در کودهای شیمیایی و کود دامی بر می گردد.

#### محاسبه شاخص های آلاینده‌گی

به منظور بررسی میزان تاثیر نهاده های مصرفی در کشت خیار گلخانه ای بر روی بخش های اثر ابتدا باید نرمال سازی انجام گیرد. نرمال سازی، محاسبه اهمیت نتایج شاخص ها در ارتباط با برخی اطلاعات مرجع است. توجه به نرمال سازی برای درک بهتر میزان ارتباط با نتایج شاخص سیستم تحت مطالعه است به عبارت دیگر در این بخش اهمیت یا بزرگی شاخص های محاسبه شده با توجه به اطلاعات مرجع محاسبه می شود. بخش های اثر نرمال شده به ازای تولید یک تن خیار گلخانه ای در استان آذربایجان شرقی در سال ۹۵ در جدول (۲) نشان داده شده است.

مقادیری که برای هر کدام از گروه های تاثیر به دست آمده است، حاصل مجموع اثرات هر کدام از نهاده هایی است که در لیست سیاهه موجود بود. هر کدام از نهاده ها اثری مشخص بر گروه های تاثیر دارند.

#### تحلیل هریک از گروه های اثر

##### تقلیل منابع غیر آلی<sup>۲</sup>

در بخش اثر تقلیل منابع غیر آلی به بررسی میزان مصرف منابع غیر آلی در طول چرخه حیات محصولات می پردازد. طبق نتایج به دست آمده در جدول (۲) مقدار آلاینده گی زیست محیطی تقلیل منابع غیر آلی برابر  $0/00036$  کیلو گرم آنتیموان معادل قرار دارد و طبق نتایج شکل (۲) کود پتاسیم با سهم  $0/00013$  و کود فسفات با سهم  $0/00083$  بیشترین اثر و محصول خیار با کمترین اثر بر آلاینده گی زیستی تقلیل منابع غیر آلی را داشتند در واقع می توان گفت کود های شیمیایی و دامی با  $84\%$  بیشترین تاثیر را داشتند. (Gasol et al. (2007) با ارزیابی چرخه حیات کلزا به منظور تولید انرژی زیستی در اسپانیا بیشترین اثر زیست محیطی را به دلیل استفاده زیاد از انواع کودهای شیمیایی بویژه کودهای نیتروژنه به تخلیه منابع غیر قابل تجدید مربوط دانستند.

ایران استفاده شد که به وسیله مرکز علوم محیط زیست دانشگاه لیدن<sup>۱</sup> هلند توسعه داده شده است (Khoshnevisan et al., 2013). البته در نرمال سازی و وزن دهی داده ها در صورت وجود داده های ملی از آن ها به جای داده های جهانی استفاده می شد.

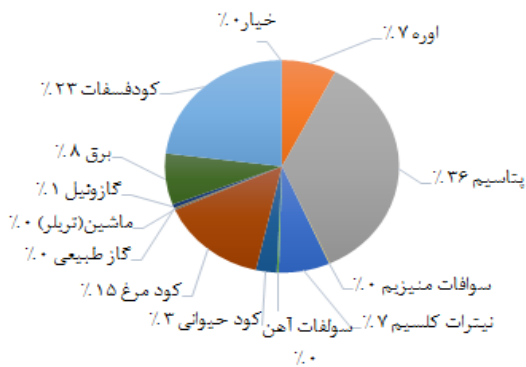
به منظور ارزیابی زیست محیطی کشت محصول مورد مطالعه، چرخه حیات این محصول از مرحله استخراج مواد اولیه تا برداشت در گلخانه مورد مطالعه قرار گرفت. که از مواد اولیه در نظر گرفته شده می توان به کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)، کود حیوانی، نیروی کارگری، سوخت مصرفی (گاز طبیعی، گازوئیل) و الکتریسیته اشاره نمود به طوری که متوسط مقادیر نهاده های ورودی در هکتار به عنوان سیاهه چرخه حیات یعنی به عنوان ورودی نرم افزار برای تولید محصول خیار به کار گرفته شدند. قابل ذکر هست که در این نرم افزار آلاینده گی های ایجاد شده در حین تولید هر یک از نهاده ها و همچنین حین مصرف آن ها برای تولید محصول محاسبه گردید، که آلاینده گی ها در حین تولید نهاده ها توسط خود نرم افزار و آلاینده گی در حین مصرف به واسطه یک سری فرمول محاسبه گردید.

#### نتایج و بحث

##### انتشارات مستقیم از کشت محصول مورد مطالعه

مقادیر انتشارات به هوا برای تولید محصول خیار گلخانه ای در جدول (۱) آورده شده است. در میان انتشارات مختلف به هوا، کربن دی اکسید ناشی از نیروی انسانی (کارگر) با سهم  $10151/91$  کیلو گرم بر هکتار در صدر انتشارات به هوا قرار دارد. و بعد از آن آمونیوم ناشی از کود های نیتروژن و کود حیوانی و گازوئیل قرار دارد و کادمیم ناشی از سوخت گازوئیل با سهم  $2/39 \times 10^{-7}$  کمترین مقدار انتشارات هوا را به خود اختصاص داده است. در قسمت انتشارات به آب، نیترات ناشی از کود نیتروژن با  $65/62$  کیلوگرم بر هکتار بیشترین سهم در انتشارات به هوا را دارد. در قسمت انتشارات به خاک سم کنفیدور (ایمیداکوبود) با سهم  $3/15$  کیلو گرم بر هکتار بیشترین سهم در انتشارات به خاک را دارد.

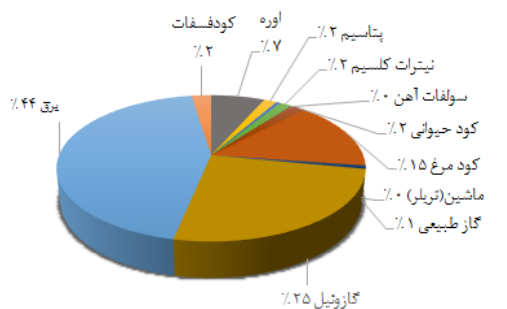
در مطالعه Ghaderpour et al. (2016b) که در مورد اثرات زیست محیطی یونجه، سیب، نخود انجام دادند نیز کربن دی اکسید به ترتیب با سهم  $377/42$ ،  $712/8$  و  $469$  کیلوگرم در هکتار ناشی از نیروی انسانی بیشترین سهم را در انتشارات به هوا برآورد کردند. در مطالعه Mousavi-Avval et al. (2016) که در مورد اثرات زیست محیطی کلزا در استان مازندران انجام دادند نیز نیترات با سهم  $204/24$  کیلوگرم بر هکتار بیشترین انتشارات



شکل ۲. سهم هریک از نهاده ها در تقلیل منابع آلی

### تخلیه منابع فسیلی<sup>۱</sup>

طبق نتایج به دست آمده در جدول (۲) مقدار آلاینده‌گی زیست محیطی تخلیه منابع فسیلی برابر ۱۵۰۰/۵۷۸ مگاژول است. و طبق شکل (۳) از میان نهاده های مصرفی الکتریسیته و گازوئیل بیشترین سهم را در ایجاد آلاینده‌گی در تخلیه منابع فسیلی بر عهده داشتند. (Mirhaji et al. (2012) در خراسان جنوبی به بررسی ارزیابی زیست محیطی تولید چغندر قند با روش ارزیابی چرخه‌ی حیات پرداختند. آن‌ها از ارزیابی چرخه‌ی حیات برای ارزیابی اثرات زیست محیطی گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع فسیلی و تخلیه منابع آبی بهره گرفتند. نتایج ارزیابی آن‌ها نشان داد که شاخص نهایی زیست محیطی برای گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع فسیلی و تخلیه منابع آبی به ترتیب ۰/۰۰۰۳، ۰/۰۰۲، ۰/۰۲۵، ۰/۰۷۳ به دست آمد.



شکل ۳. سهم هر یک از نهاده ها در تخلیه منابع فسیلی

### پتانسیل اسیدی شدن<sup>۲</sup>

در مطالعه حاضر مقصود از اسیدیته، بررسی عوامل مؤثر بر باران اسیدی می باشد. در گروه تاثیر پتانسیل اسیدی شدن طبق نتایج جدول (۲) بار آلاینده‌گی زیست محیطی پتانسیل اسیدی شدن برابر ۱/۶۹۹ گیلوگرم سولفور دی اکسید معادل است. طبق شکل (۴) عملکرد محصول خیار با سهم ۰/۹۳۸ بیشترین تاثیر و ماشین آلات با سهم ۰/۰۰۰۹ کمترین اثر را در آلاینده‌گی پتانسیل

جدول ۱. انتشارات مستقیم مزرعه در کشت خیار گلخانه‌ای استان آذربایجان شرقی به هوا

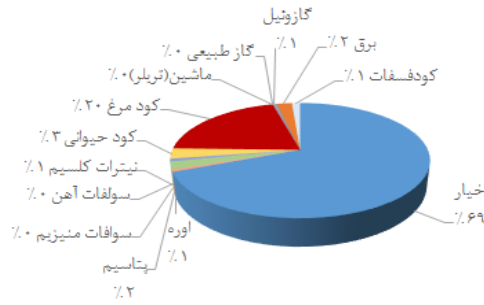
| انتشارات مستقیم                       | واحد بر هکتار | مقدار    |
|---------------------------------------|---------------|----------|
| انتشار به هوا                         |               |          |
| Carbon dioxide                        | Kg            | ۱۰۱۵۱/۹۱ |
| Sulfur dioxide                        | Kg            | ۰/۰۲۴۱   |
| Benzene                               | Kg            | ۰/۰۰۱۷۴  |
| Methane                               | Kg            | ۰/۰۰۳۰۸  |
| Cadmium                               | Kg            | ۲/۳۹e-۰۷ |
| Chromium                              | Kg            | ۱/۱۹e-۰۶ |
| Copper                                | Kg            | ۴/۰۶e-۰۵ |
| Nickel                                | Kg            | ۱/۶۷e-۰۶ |
| Benzo(a)pyrene                        | Kg            | ۷/۱۶e-۰۷ |
| Ammonia                               | Kg            | ۸۷/۷۵۳   |
| Selenium                              | Kg            | ۲/۳۹e-۰۷ |
| PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons | Kg            | ۷/۸۵e-۰۵ |
| Carbon monoxide                       | Kg            | ۰/۱۵     |
| Particulates, < 2.5um                 | Kg            | ۰/۱۰۷    |
| Dinitrogen monoxide                   | Kg            | ۸/۹۰۰۰   |
| Hydrocarbons, unspecified             | Kg            | ۰/۰۶۸    |
| Zinc                                  | Kg            | ۲/۳۹e-۰۵ |
| Nitrogen oxides                       | Kg            | ۱/۰۶     |
| انتشارات به آب                        |               |          |
| Nitrate                               | Kg            | ۶۵/۶۲۰   |
| Phosphorus                            | Kg            | ۹/۰۴۱    |
| انتشارات به خاک                       |               |          |
| Imidacloprid                          | Kg            | ۳/۱۵     |
| Pymetrozine                           | Kg            | ۰/۵      |
| Abamectin                             | Kg            | ۱/۸      |
| Penconazole                           | Kg            | ۱/۸      |

جدول ۲. مقدار هریک از بخش‌های اثر به ازای تولید یک تن خیار گلخانه‌ای در استان آذربایجان شرقی

| بخش های تاثیر         | اختصار | واحد                                | مقدار کل               |
|-----------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|
| تقلیل منابع غیر آلی   | AD     | kg Sb eq                            | ۰/۰۰۰۰۳۶۳۶             |
| تخلیه منابع فسیلی     | AD     | MJ                                  | ۱۵۰۰/۵۷۸               |
| پتانسیل گرمایش جهانی  | GWP    | kg CO <sub>2</sub> eq               | ۱۸۳/۰۰۳۶۱              |
| تخریب لایه اوزون      | ODP    | kg CFC-11 eq                        | ۱/۲۱۷*۱۰ <sup>-۵</sup> |
| پتانسیل مسمومیت انسان | HTP    | kg 1,4-DB eq                        | ۱۸۶۲۶۶۸۱               |
| مسمومیت آب های سطحی   | FWAE   | kg 1,4-DB eq                        | ۷/۹۲۹۳۲۹               |
| مسمومیت آب های آزد    | MAE    | kg 1,4-DB eq                        | ۲۹۱۴۳/۸۶۱              |
| مسمومیت خاک           | TE     | kg 1,4-DB eq.1                      | ۱/۸۲۴۳۲۵۱              |
| اکسیداسیون فتوشیمیایی | PO     | kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq | ۰/۰۳۵۸۹۹۴              |
| اسیدی شدن             | AP     | kg SO <sub>2</sub> eq               | ۱/۶۹۹۶۹۶۳              |
| اختناق دریاچه ای      | Eu     | kg PO <sub>2-4</sub> eq             | ۰/۶۵۱۵۶۰۸              |

اسیدی شدن داشتند.

در تحقیق بنتراپ و همکاران نیز انتشار  $NH_3$  از مصرف اوره مهمترین عامل در ایجاد اثر اسیدیته بوده است *Brentrup et al* (2004). (، 2004). Gasol et al. (2007) با ارزیابی چرخه حیات کلزا به منظور تولید انرژی زیستی در اسپانیا بیشترین اثر زیست محیطی را به دلیل استفاده زیاد از انواع کودهای شیمیایی ویژه کودهای نیتروژنه به تخلیه منابع غیرقابل تجدید مربوط دانستند. Wang et al. (2010) با ارزیابی چرخه حیات برای برنج در چین، بیشترین اثر زیست محیطی تولید این گیاه زراعی را برای تخلیه منابع آبی گزارش نمودند.

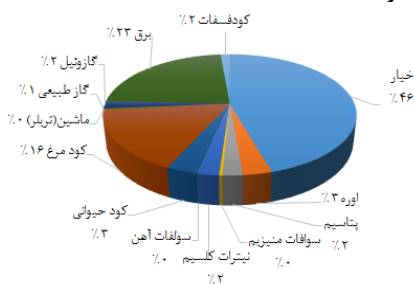


شکل ۵. سهم هر یک از نهاده ها در اختناق دریاچه ای

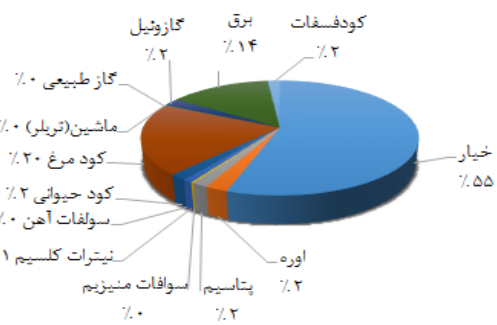
### پتانسیل گرمایش جهانی<sup>۲</sup>

این شاخص جزء مهمترین شاخص ها در ارزیابی چرخه حیات است. شاخص پتانسیل گرمایش جهانی به منظور بیان سهم گازهای منتشر شده از سامانه های زراعی که سبب ایجاد مشکلات زیست محیطی می شود استفاده می گردد. نتایج بررسی نشان می دهد جدول (۲) بار زیستی پتانسیل گرمایش جهانی ۱۸۳ کیلو گرم کربن دی اکسید معادل قرار دارد. در پتانسیل گرمایش جهانی طبق شکل (۶) خیار با سهم ۸۳/۳۰۶ بیشترین تاثیر و ماشین با سهم ۰/۱۶ کمترین تاثیر داشته اند. البته مقدار برق مصرفی و کودهای دامی محسوس به طوری که ۱۹٪ از اثرات را کود های دامی به خود اختصاص داده اند و از طرفی بیشترین انتشارات آمونیاک با سهم ۱۲٪ از کود دامی صورت می گیرد.

Ghaderpour (2016) مقدار پتانسیل گرمایش جهانی را در کشت نخود ۱۶ کیلوگرم معادل دی اکسید کربن به دست آوردند و علت بالای آن را عملکرد محصول نخود بیان کردند. در تحقیقی Dadras (2015) موثرترین عامل بر پتانسیل گرمایش جهانی استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه کود نیترات با سهم ۷۶ درصد را محاسبه کردند. انتشارات متان و دی نیتروژن منوکسید با سهم ۷۰/۴۴ و ۱۹/۷۶ درصد در کشت کلزا باعث بیشترین مقدار در این گروه اثر بوده و سهم انتشارات متان و دی نیتروژن منوکسید از بار زیست محیطی این گروه اثر برای گندم ۶۹/۹۳ و ۱۹/۹۵ و برای ذرت دانه ای ۶۷/۷۶ و ۱۹/۷ درصد به دست آورده بودند



شکل ۶. سهم هر یک از نهاده ها در پتانسیل گرمایش جهانی



شکل ۴. سهم هر یک از نهاده ها در پتانسیل اسیدی شدن

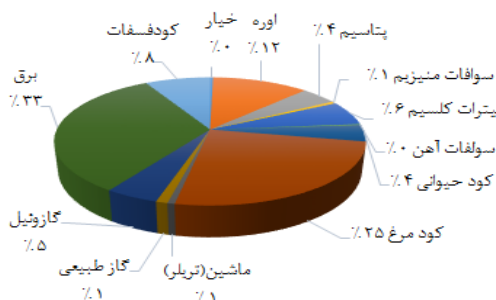
### پتانسیل اختناق دریاچه ای<sup>۱</sup>

یکی از جدی ترین تهدیدهای زیست محیطی اکوسیستم های آبی پدیده اختناق دریاچه ای (اوتروفیکاسیون) است که فقط در دریاچه ها، خلیج ها، حوضچه های تثبیت و بعضی اوقات در رودخانه هایی که با سرعت کم در حرکت می باشند رخ می دهد. پتانسیل اختناق دریاچه ای پوشش دهنده تاثیرات ناشی از مصرف ریز مغذی های استفاده شده است که مهمترین آنها ازت و فسفر می باشد.

نتایج بررسی نشان می دهد جدول (۲) که بار زیستی اثر پتانسیل اختناق ۰/۵۶۱۵ کیلوگرم یون فسفات معادل می باشد. در مورد اختناق طبق شکل (۵) دریاچه ای خیار با سهم ۰/۴۴۹ بیشترین تاثیر و ماشین آلات با سهم ۱۰<sup>-۵</sup> \* ۸ کمترین تاثیر را به خود اختصاص دادند.

*Brentrup et al.* (2004) نیز با ارزیابی چرخه حیات برای بوم نظام های تولید گندم در شرایط استفاده از سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن دار پی بردند که در سطوح پایین و بالای مصرف این کود، بیشترین تاثیر زیست محیطی تولید یک واحد کارکردی گندم به ترتیب برای گروه های مؤثر کاربری زمین و اوتروفیکاسیون مشاهده شد.

مسمومیت انسانی، انتشارات آلاینده ها ناشی از سوختن گازوئیل به هوا، با سهم ۷۴/۲۰، در کشت کلزا، در کشت ذرت دانه ای انتشارات آلاینده ها ناشی از سوختن گازوئیل به هوا، با سهم ۷۵/۳۴، و برای کشت گندم برابر با ۷۴/۰۹، بیشترین عامل میزان تاثیر را بر روی آلاینده گی مسمومیت انسانی بیان کردند. در مطالعه انجام گرفته بر روی یونجه، سیب، چغندر و نخود تقریباً در بخش های اثر به جز اختناق دریاچه ای، بیشترین سهم آلاینده گی ناشی از نهاده الکتروسیته می باشد (Ghaderpour *et al.*, 2016a).



شکل (۸) سهم هر یک از نهاده ها در پتانسیل مسمومیت انسانی

### مسمومیت آب های سطحی<sup>۳</sup>

مسمومیت آب های سطحی اشاره به تاثیر مواد سمی منتشر شده به اکوسیستم های آب های سطحی است.

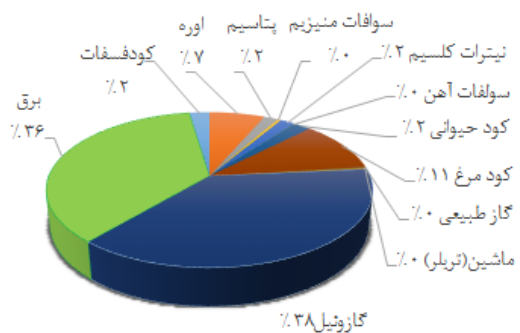
نتایج بررسی نشان می دهد طبق جدول (۲) که میزان آلاینده گی زیست محیطی مسمومیت های آب های سطحی برابر ۷/۹۲۹، ۱/۴- دی کلروبنزن معادل کیلوگرم است.

کود مرغی با سهم ۴/۳۶۸ بیشترین اثر و خیار با سهم ۱۰٪ کمترین اثر را بر روی آلاینده گی مسمومیت های آب های سطحی داشته ند. در ارتباط با اثر کود های مصرفی می توان طبق شکل (۹) گفت که کود ها در حالت کلی با ۸۹٪ بیشترین تاثیر را بر روی این گروه اثر داشتند. که انتشارات آمونیاک از مصرف کودها با سهم ۷۴/۶۶ کیلوگرم بر هکتار مهم ترین عامل بوده است. در مورد انتشار آمونیاک به صورت تصعید از اوره می توان گفت، تصعید آمونیاک یک فرآیند فیزیکی و شیمیایی است و بیشتر از انتشار N<sub>2</sub>O به مدیریت مصرف کود حساس است. انتشار آمونیاک از کود اوره بیشتر از سایر کودهاست و متأسفانه از کود اوره، به میزان زیادی در کشور استفاده شده و استفاده از سایر کودهای نیتروژنه بسیار کم می باشد. برای کاهش انتشار آمونیاک ابتدا باید خاک زراعی را از لحاظ داشتن شرایط اعم از pH و CEC خاک بررسی کرد و اقدام به اصلاح خاک نمود. مصرف اوره در هوای خنک و مخلوط نمودن آن نیز از روش های مدیریتی مناسب جهت کاهش تصعید است.

### تخریب لایه اوزن<sup>۱</sup>

اوزن سپر محافظتی زمین در برابر تابش های زیان آور خورشید می باشد. این لایه به عنوان یک فیلتر طبیعی نور، اشعه های زیان بار خورشید مخصوصاً UV-B را تا حدی جذب می کند. پتانسیل تخریب لایه اوزن تأثیر مواد انتشار یافته در از بین بردن لایه اوزن را کمی می کند.

طبق نتایج به دست آمده در جدول (۲) میزان آلاینده گی تخریب لایه اوزن ۱۰<sup>-۵</sup> \* ۱/۲۱، ۱۱- کلروفلوروکربن کیلوگرم معادل قرار دارد. طبق شکل (۷) سوخت گازوئیل با سهم ۱۰<sup>-۶</sup> \* ۴/۵۹ بیشترین اثر و خیار با سهم صفر کمترین تاثیر را بر تخریب لایه اوزن داشته ند. دی اکسید کربن با سهمی برابر ۹۸٪ بیشترین مقدار انتشار را بین انتشارات گازوئیل دارد. ولت بالای مصرف برق برای راه انداختن پمپ ها آب و سیستم های گرمایشی و سرمایشی (فن ها) است. در مطالعه ای به ازای یک تن تولید ذرت دانه ای، کلزا و گندم به ترتیب بار زیست محیطی لایه اوزن را با مقدار ۰/۰۰۰۰۰۸۴۷ و ۰/۰۰۰۰۰۲۵۷ و ۰/۰۰۰۰۰۸۱۱ کیلوگرم CFC-11 معادل محاسبه کردند (Dadras, 2015). یکی از بخش های تولید کننده گازهای مخرب لایه اوزن بخش دفع آفات کشاورزی می باشد (Nemecek *et al.*, 2011).



شکل ۷. سهم هر یک از نهاده ها در تخریب لایه اوزن

### مسمومیت انسانی<sup>۲</sup>

پتانسیل مسمومیت انسان ها شاخصی است برای بررسی تاثیر مواد سمی منتشر شده از مصرف نهاده ها که بر روی انسان ها تاثیر گذار می باشند. نتایج بررسی در جدول (۲) نشان می دهد مقدار آلاینده گی زیست محیطی مسمومیت انسانی ۱/۶۲۶ کیلوگرم ۱/۴- دی کلروبنزن معادل قرار دارد. طبق شکل (۸) برق با سهم ۶/۰۶ بیشترین میزان اثر و خیار با سهم ۰/۰۷ کمترین میزان اثر بر آلاینده گی مسمومیت انسانی را داشته ند.

(Dadras (2015) در بررسی آلاینده گی ها در مورد شاخص

تاثیر را بر روی آلاینده‌گی مسمومیت آب های آزاد داشته‌اند. در این گروه اثر هم مثل گروه مسمومیت آب های سطحی کود های مصرفی بیشترین سهم، در ایجاد آلاینده‌گی را به خود اختصاص دادند. به طوری که از ۷۸٪ سهم کل کود ها ۴۰ درصد ناشی از کود حیوانی و ۲۱٪ ناشی از کود فسفات بود. و این در حالی است که در انتشارات به آب ۸۸٪ انتشارات مربوط به نیترات و ۱۲٪ مربوط به فسفات است. افزایش بیش از حد مصرف کودهای نیتروژنه در مزارع باعث افزایش انتشار آلاینده‌ها به محیط شده مسمومیت آب های آزاد را افزایش می‌دهد.

Dadras (2015) در مورد شاخص مسمومیت آب‌های آزاد انتشارات مواد شیمیایی به آب در مرحله تولید کودهای فسفاته به نیتروژنه با سهم ۷۳/۱۹ درصد بیشترین سهم را محاسبه کردند. به طوری که سهم این نهاده ها در کشت ذرت ۷۳/۵۶ و ۷۲/۸۹ درصد بوده است.

### مسمومیت خاک<sup>۲</sup>

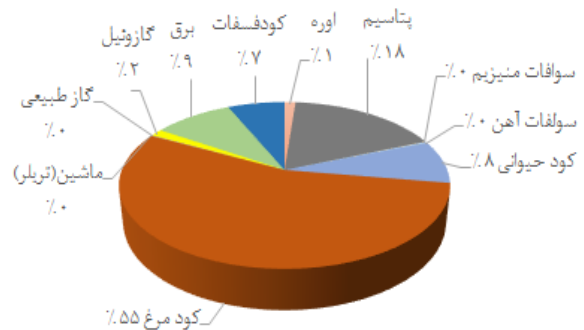
سمیت خاک اشاره به تاثیر مواد سمی منتشر شده به اکوسیستم- های خاکی است. پتانسیل مسمومیت خاک شاخصی برای بررسی تاثیر مواد سمی منتشر شده از مصرف نهاده‌ها که بر روی موجودات خاکی تاثیر گذار هستند. بررسی ها نشان می‌دهد در جدول (۲) که میزان آلاینده‌گی های زیستی مسمومیت خاک ۱/۸۲۴ دی کلرو بنزن کیلو گرم است.

طبق شکل (۱۱) کود مرغ با سهم ۰/۲۳۸ بیشترین اثر و خیار با سهم  $10^{-6} \times 5/3$  کمترین اثر را در ایجاد آلاینده‌گی مسمومیت خاک را داشته است و درمیان انتشارات به خاک، بیشترین سهم انتشار ناشی از مصرف زیاد سم (Imidacloprid) با سهم ۳/۱۵ کیلوگر در هکتار بوده است. در این گروه اثر هم کودهای مصرفی با ۹۱٪ بیشترین سهم در ایجاد آلاینده‌گی را دارند به طوری که کودها دامی با ۶۷٪ و کود پتاسیم ۱۴٪ و کود فسفات با ۹٪ بیشترین سهم ها را به خود اختصاص دادند.

Dadras et al. (2015) در مورد شاخص مسمومیت خاک در کشت کلزا، انتشارات آلاینده‌های ناشی از تولید بذر کلزا با سهم ۴۵/۸۲ درصد و بعد از آن انتشارات ناشی از تولید کود اوره با سهم ۳۴/۵۹ و در کشت ذرت سهم انتشار را تولید کود اوره با سهم ۷۱/۸۴ درصد و پس از آن انتشارات ناشی از مصرف زیاد سم کشاورزی (آترازین) با مقدار ۱۰/۰۱ درص محاسبه کردند. همچنین سهم انتشار آلاینده‌های ناشی از تولید بذر کلزا و تولید کود اوره در کشت گندم به ترتیب ۴۶/۴۵ و ۳۳/۱ به دست آوردند.

در تحقیقی (Dadras et al. (2015) در مورد شاخص مسمومیت آب‌های سطحی انتشارات مواد شیمیایی به آب در مرحله تولید کودهای فسفاته و نیتروژنه و همچنین تولید سموم شیمیایی با سهم ۷۴/۱۵ بیشترین سهم از آلاینده‌گی‌ها را در این گروه در کشت کلزا و سهم انتشارات مواد شیمیایی به آب در کشت ذرت ۷۴/۱ درصد و در کشت گندم ۴۳/۵ درصد بیان کردند.

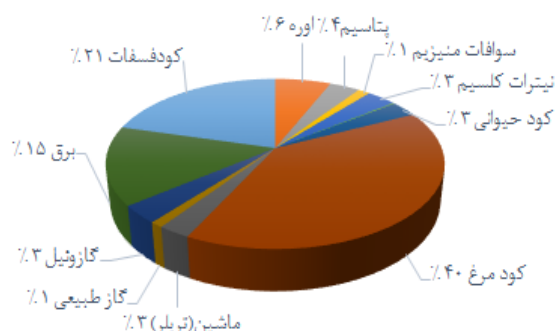
Khoshnevisan et al. (2013) شاخص مسمومیت آب‌های سطحی را به ازای یک تن توت فرنگی تولیدی در قالب دو کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای به ترتیب ۲۵/۹ و ۵/۸۳ کیلوگرم DB ۱/۴ برآورد کردند.



شکل ۹. سهم هر یک از نهاده ها در مسمومیت آب های سطحی

### مسمومیت آب‌های آزاد<sup>۱</sup>

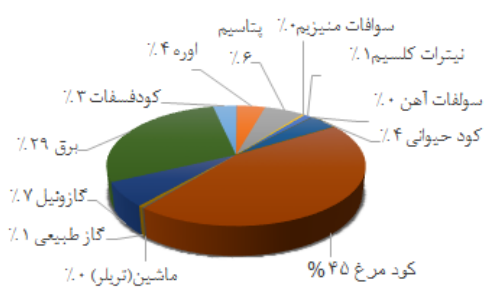
مسمومیت آب‌های آزاد اشاره به تاثیر مواد سمی منتشر شده به اکوسیستم های آب‌های آزاد است. تحقیقات انجام شده حاکی از بیشتر بودن شاخص مسمومیت آب‌های آزاد نسبت به شاخص های زیست محیطی دیگر می‌باشد (Khoshnevisan et al., 2013).



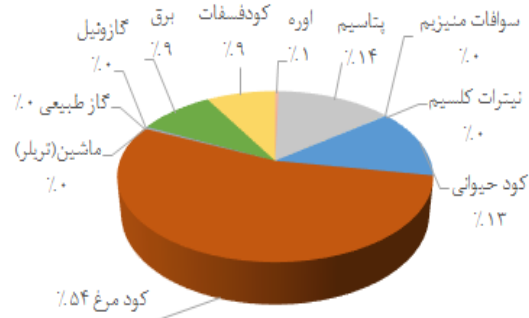
شکل ۱۰. سهم هر یک از نهاده ها در مسمومیت آب های آزاد

نتایج بررسی نشان می‌دهد در جدول (۲) که میزان آلاینده‌گی های زیست محیطی مسمومیت آب های آزاد برابر ۲۹۱۴۳/۸۶ دی کلرو بنزن کیلو گرم معادل است. طبق شکل (۱۰) کود مرغ با سهم ۱۱۵۲۱/۳۵ و خیار با سهم ۰/۳۲ کمترین





شکل ۱۲. سهم هر یک از نهاده ها در آلاینده گی اکسیداسیون فتوشیمیایی



شکل ۱۱. سهم هر یک از نهاده ها در مسمومیت خاکی

### نتیجه گیری

در حالت کلی می توان نتیجه گرفت که بیشترین عامل تاثیر گذار بر روی آلاینده گی بخش های اثر؛ تقلیل منابع آلی، مسمومیت آب های سطحی، مسمومیت آب های آزاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی کودهای مصرفی می باشند. که در این مطالعه به دلیل استفاده کمتر از کودهای شیمیایی و استفاده بیشتر از کود حیوانی، اثر کودهای شیمیایی بر روی شاخص پتانسیل گرمایش جهانی پایین است. مدیریت مصرف کودهای شیمیایی و حیوانی می تواند روش خوبی برای کاهش اثرات زیست محیطی باشد.

عملکرد محصول تولیدی (خیار) در بخش های اثر پتانسیل گرمایش جهانی، پتانسیل اسیدی شدن، و اختناق دریاچه ای، بیشترین اثر را داشته است. در حالی که در بقیه بخش ها کمترین اثر را داشته است. الکتریسیته نیز در ایجاد آلودگی در بخش های اثر؛ تخلیه منابع و پتانسیل مسمومیت انسانی بیشترین نقش را ایفا کردند. به علت استفاده بیشتر از گاز طبیعی سوخت در گلخانه ها، مصرف سوخت دیزل کمتر شده و آلاینده گی ناشی از آن فقط در بخش اثر لایه ازون مشاهده گردید. به طور متوسط به علت کمتر استفاده شدن ماشین آلات در گلخانه ها و اصلا استفاده نشدن در گلخانه های هیدروپونیک، ماشین آلات تقریبا در کل کمترین اثر را در ایجاد آلاینده گی ها از بین کل کود ها، عملکرد خیار، سوخت و الکتریسیته داشتند و در بین کودهای مصرفی کود آهن (سولفات آهن) کمترین مقدار را به خود اختصاص داده بود.

### REFERENCES

Bare, J.C., Norris, G.A., Pennington, D.W., and McKone. T. (2003). TRACI: The tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *J. Ind. Ecol.* 6: 49-78

Brentrup F., Küsters J., Kuhlmann H. and Lammel J. (2001). Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different

### پتانسیل اکسیداسیون فتوشیمیایی<sup>۱</sup>

پتانسیل اکسیداسیون فتوشیمیایی به طور عمده ناشی از تشکیل اوزن در لایه تحتانی اتمسفر می باشد (Soltani *et al.*, 2010). البته در طبیعت اوزن به مقدار کم تولید می شود، ولی در شرایط انتشار آلاینده ها، تولید آن افزایش می یابد و می تواند اثرات سوئی بر سلامت انسان و اکوسیستم بگذارد. از نشانه های قابل رویت مجاورت با اوزن صدماتی از جمله آسیب آشکار به برگ ها، کاهش رشد گیاهان و محصولات کشاورزی و در نتیجه افزایش تنش های زیستی می باشد (Bare *et al.*, 2003). نتایج بررسی نشان می دهد (جدول ۲) گروه اثر اکسیداسیون فتوشیمیایی آلاینده گی زیست محیطی ۰/۰۳۵ کیلو گرم اتیلن معادل را داراست.

طبق شکل (۱۲) کود مرغ با سهم ۰/۰۱۵ بیشترین اثر و خیار با ۱۰-۵\* ۳/۵ کمترین اثر را بر روی آلاینده گی زیست محیطی اکسیداسیون فتوشیمیایی را دارند. در این گروه اثر هم کود های مصرفی با ۰/۰۶۶ بیشترین اثر را قبل از برق با ۰/۰۲۹ داشتند. در تحقیقی Dadras *et al.* (2015) بار زیست محیطی اکسیداسیون فتوشیمیایی کلزا را ۱/۳۵۲۵۳۴ برای گندم ۰/۶۳۱۷۲۶ و ذرت دانه ای ۰/۶۱۰۹۵۳ کیلوگرم اتیلن محاسبه کردند. شاخص اکسیداسیون فتوشیمیایی (دودمه)، برای کلزا و آفتاب گردان به ازای یک تن محصول تولیدی را به ترتیب کیلوگرم ۰/۲۴ و ۱/۱ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> برآورد شد. و شاخص اکسیداسیون فتوشیمیایی به ازای تولید هر تن گندم در گرگان معادل ۰/۵ کیلوگرم C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> برآورد شد.

forms of nitrogen fertilizers. *European Journal of Agronomy*, 14: 221-233.

Brentrup F., Küsters J., Lammel J. and Kuhlmann H. (2004). 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

- Dadras Sofiani, S. (2015). *Evaluation of the life cycle of some crops in the dominant cropping pattern of Moghan*. Master's thesis for energy mechanization engineering, Tabriz University, Tabriz. (in Farsi)
- Dadras Sofiani, S.; Abdi, R.; Maysami, M. A.; Hataf, H. (2015). Comparison and Evaluation of Environmental Sustainability of Organic and Conventional Olive Culture Using the Life Cycle Assessment. In: *Proceedings of the Second International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges, The focus of agriculture, natural resources and the environment and tourism*. (in Farsi)
- Erdal G., Esengün K., Erdal H., Gündüz O. (2007). Energy use and economic analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy* 32:35-41
- Gasol, C. M., Gabarrell, X., Anton, A., Rigola, M., Carrasco, J., Ciria, P., Solano, M.L., and Rieradevall, J. (2007). Life cycle assessment of a Brassica carinata bioenergy cropping system in Southern Europe. *Biomass and Bioenergy* 31: 543-555
- Ghaderpour, O. (2016). *The Effect of Agricultural Reduced Water on Energy Indicators and Appropriate Solutions*. Master's Thesis in Agricultural-Energy Mechanization Engineering, University of Tehran. (in Farsi)
- Ghaderpour, O.; Rafiei, S. (2016 a). Analysis and Modeling of Energy and Performance of Dry Chickpea Production in Bokan County. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 47, 4, (p. 711-720). (in Farsi)
- Ghaderpour, O.; Rafiei, S.; Sharifi, M. (2016 b). Analysis and prediction of energy and cost of alfalfa crop production using Multilayer Adaptive Neural Fuzzy Inference System in Bokan. In: *Proceedings of the Second National Conference on Mechanization and Modern Technologies in Agriculture*. (in Farsi)
- Khoshnevisan B., Rafiee S., Omid M., Mousazadeh H. (2013). Regression modeling of field emissions in wheat production using a life cycle assessment (LCA) approach. *Electronic Journal of Energy & Environment*. 1:9-19.
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Kiani, M, R. (2014). Long-term forecasting of demand for fertilizers in agriculture. *Journal of Agricultural Ecology*. 4 (1),1-14. (In Farsi)
- Mansourfar K. *Advanced statistical methods*. (2010). Tehran University Press. (in Farsi)
- Mirhaji H., Khojastehpour M., Abbaspour Fard M., Mahdavi Shahri S.M. (2012). Evaluation of environmental impacts of sugar beet production (*Beta vulgaris* L.) with Hayat cycle method (case study: Farms of South Khorasan province). *Journal of Agricultural Ecology*. 4 (2): 120-112. (in Farsi)
- Mousavi-Avval S.H., Rafiee S., Sharifi M., Hosseinpour S., Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A. (2016). Application of multi-objective genetic algorithms for optimization of energy, economics and environmental life cycle assessment in oilseed production. *Journal of Cleaner Production*. 140:808.
- Namdari, M.; Rafiei, Sh.; Hosseinpour, S. (2016). Decreasing Environmental Burden by improving efficiency of sugar beet production using data envelopment analysis approach. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*. 47:2 (353-361). (in Farsi)
- Naudin C., van der Werf H.M., Jeuffroy M.-H., Corre-Hellou G. (2014). Life cycle assessment applied to pea-wheat intercrops: a new method for handling the impacts of co-products. *Journal of Cleaner Production*. 73:80
- Nemecek T., Bengoa X., Lansche J., Mouron P., Rossi V., Humbert S. (2014). *Methodological Guidelines for the Life Cycle Inventory of Agricultural Products*. World Food LCA Database (WFLDB). Quantis and Agroscope, Version 2.0, July. Lausanne and Zurich, Switzerland.
- Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems* 104, 217-232.
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B., Chervet, A., (2011b). Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems* 104, 233-45.
- Soltani A., M.H. Rajabi, E. Zeinali and E. Soltani. (2010). Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan. *Journal of crop Production*. Volume 3 (3) 201-218. (in Farsi)
- Wang, M., Xia, X., Zhang, Q., and Liu, J. (2010). Life cycle assessment of a rice production system in Taihu region, China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 17(2): 157- 161
- Weidema B.P., Bauer C., Hirschier R., Mutel C., Nemecek T., Reinhard J., Vadenbo C., Wernet G. (2013) *Overview and methodology: Data quality guideline for the ecoinvent database*. version 3, Swiss Centre for Life Cycle Inventories.