

اثرات زیست‌محیطی تولید هندوانه در استان گیلان به روش ارزیابی چرخه حیات

اله یار محمدی برسی^۱، سعید فیروزی^{۲*} و هاشم امین پناه^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مدیریت کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

۲. دانشیار گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

۳. دانشیار گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶)

چکیده

ایران جزء کشورهای با بیش‌ترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در جهان است. سهم قابل‌توجهی از مصرف انرژی‌های غیرتجدیدشونده و در نتیجه اثرات زیست‌محیطی حاصل از آن در ایران، به بخش کشاورزی اختصاص دارد. در این راستا، پژوهش حاضر به ارزیابی چرخه حیات تولید هندوانه به عنوان مهم‌ترین محصول جالیزی در استان گیلان پرداخته است. داده‌های اولیه از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۵۸ نفر از تولیدکنندگان هندوانه در منطقه کیشهر استان گیلان در سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. اثرات زیست‌محیطی در قالب شش گروه تاثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی با استفاده از ارزیابی چرخه حیات نشان داد که بیش‌ترین سهم اثرات زیست‌محیطی به ترتیب مربوط به گروه‌های تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی (۰/۱۸۵) و تخلیه منابع فسفات (۰/۱۱۶) بود. بنابراین، مدیریت مصرف بهینه کودهای شیمیایی به ویژه کود نیتروژن و فسفر و جایگزینی آن با انواع کودهای آلی و همچنین کاربرد کودهای زیستی می‌تواند به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی تولید هندوانه در استان گیلان در گروه‌های تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی و تخلیه منابع فسفات کمک کند.

واژه‌های کلیدی: اوتریفیکاسیون خشکی، آلاینده، تخلیه منابع، گرمایش جهانی، اثرات زیست‌محیطی.

مقدمه

هندوانه با نام علمی *Citrullus Vulgaris* محصول بومی اراضی خشک در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جنوب آفریقا است. ایران بعد از چین، بیش‌ترین سطح زیر کشت این محصول را در آسیا داراست و از نظر میزان تولید، در جایگاه سوم جهان قرار دارد. میزان تولید هندوانه و ارزش معادل آن در ایران به ترتیب ۳۸۰۰۰۰۰ میلیون تن و ۴۳۲۸۹۲ هزار دلار گزارش شده است (FAOSTAT, 2012). هندوانه از محصولات جالیزی بسیار پرطرفدار است که در بسیاری از نقاط ایران از جمله در استان گیلان، کشت می‌شود. میوه، آب و تخم این میوه در تغذیه انسان کاربردهای فراوانی دارد. اخیراً خواص آنتی‌اکسیدانی این میوه از نظر پزشکی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است (Meul et al., 2007). صد گرم میوه هندوانه حاوی ۳۰ کیلوکالری انرژی بوده و از ۰/۴ گرم پروتئین، ۰/۲ گرم چربی، ۶/۴ گرم قند، سه گرم فیبر، یک میلی‌گرم سدیم، ۷ میلی‌گرم

ویتامین C و ۵۹۰ واحد بین‌المللی ویتامین A تشکیل شده - است (Mirkazemi, 2014).

تولید محصولات کشاورزی به مصرف نهاده‌های زراعی وابسته است. امروزه به دلیل افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های زراعی و استانداردهای بالای زندگی، مصرف نهاده‌های با منشاء انرژی‌های تجدیدناپذیر به شکل چشم‌گیری افزایش یافته است (Ozkan et al., 2004; Khojastehpour et al., 2015). کنار اهمیت مدیریت صحیح در بهره‌برداری از منابع محدود و مصرف این نوع نهاده‌ها، توجه به اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها در سطح مزرعه و فعالیت‌های جنبی در بخش کشاورزی از موضوعات مهم روز است. تحقیقات نشان داده است که در حدود ۳۶/۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای مهم همچون نیترواکسید (N_2O) در ایران به بخش کشاورزی مربوط می‌شود (MOE, 2012). بنابراین، به منظور حفظ پایداری تولید در کشاورزی، ضروری است همزمان با گسترش فعالیت‌های کشاورزی در جهت رفع نیازهای درحال تغییر بشر، ذخایر منابع طبیعی و نیز کیفیت محیط زیست را حفظ نموده و حتی بهبود بخشید. کشاورزی پایدار تنها با تکیه بر حفظ منابع طبیعی و

* نویسنده مسئول: firoozi@iaurasht.ac.ir

در سامانه تولید هندوانه در استان گیلان می‌باشد. لذا در این پژوهش، با توجه به مسائل متعدد زیست‌محیطی که این استان با آنها مواجه است، اثرات زیست‌محیطی تولید این محصول در منطقه کیشهر گیلان، با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در منطقه کیشهر (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه) واقع در استان گیلان انجام گرفت. کیشهر در فاصله ۱۷ کیلومتری آستانه اشرفیه و ۵۰ کیلومتری رشت قرار دارد. این منطقه از مهمترین نواحی تولید هندوانه در استان گیلان به شمار می‌رود. این پژوهش دارای رویکردی کمی بوده که از لحاظ استفاده از نتایج و یافته‌ها، از نوع تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود. به منظور گردآوری داده‌ها از روش میدانی استفاده گردید. همچنین از نظر نحوه کنترل متغیرها، از نوع پیمایش توصیفی بود. حجم نمونه از طریق فرمول کوکران ۵۸ نفر تعیین شد (Snedecor & Cochran, 1989).

$$n = \frac{N(s \times t)^2}{(N-1)d^2 + (s \times t)^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$d = \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در این رابطه، t برابر با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵٪)، s پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d دقت احتمالی مطلوب، N حجم جامعه و n حجم نمونه است.

بر این اساس، تعداد ۵۸ پرسشنامه در بین کشاورزان هندوانه‌کار منطقه کیشهر گیلان، توزیع گردیده و پس از تکمیل، گردآوری شدند. پرسشنامه مذکور شامل پرسش‌هایی در زمینه مقادیر مصرف نهاده‌های تولیدی هندوانه از جمله سوخت‌های فسیلی و انواع کودهای شیمیایی بود. روایی پرسشنامه نیز از طریق بررسی جمعی از اساتید دانشگاهی استان گیلان مورد تایید قرار گرفت.

روش ارزیابی چرخه حیات

بر اساس روش ارائه شده در استاندارد ISO14040، محاسبات ارزیابی چرخه حیات در چهار گام شامل الف) تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه، ب) ممیزی چرخه حیات، ج) ارزیابی تأثیر چرخه حیات و د) تلفیق و تفسیر نتایج انجام گرفت (Khorramdel et al., 2014).

محیط زیست، سودمند و مستمر خواهد بود. این شیوه کشاورزی، اقتصادی‌ترین و در عین حال، سودمندترین شکل استفاده از انرژی و تبدیل آن به محصولات کشاورزی را با سعی در جهت حفظ کیفیت محیط زیست به دنبال دارد.

در این راستا، تحقیقاتی به منظور به بررسی اثرات زیست-محیطی تولید محصولات کشاورزیدر نقاط مختلف جهان و ایران انجام گرفته است. در پژوهشی، اثرات زیست‌محیطی تولید گندم در مرودشت در قالب چهار گروه تاثیر گرمایش جهانی، اسیدپته، اوتریفیکاسیون خشکی و تخلیه منابع فسیلی بررسی شد. نتایج نشان داد که در میان اثرات مورد مطالعه، اوتریفیکاسیون خشکی بیشترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را در پی داشت (Mirhaji et al., 2013). در پژوهش دیگری، اثرات زیست‌محیطی نظام‌های تولید گندم آبی و دیم در کل ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مصرف کود نیتروژن تا سطح ۲۲۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای بوم‌نظام-های آبی و دیم، موجب بهبود عملکرد دانه گردید، ولی مصرف سطوح بالاتر کود نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. بنابراین، مازاد مصرف کود نیتروژن، تنها اثرات مخرب زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت (Khorramdel et al., 2014). همچنین اثرات زیست‌محیطی فرآیند تولید محصول جالیزی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کلمبیا در شش بخش خزانه، زیرساخت‌ها، ماشین‌آلات، کوددهی، مدیریت آفات و مدیریت ضایعات مطالعه شد (Bojacá et al., 2014). نتایج حاکی از آن بود که کودهای شیمیایی بالاترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را دارا بودند. نتایج مطالعات Romero-Gomez et al. (2012) در خصوص اثرات زیست‌محیطی فرآیند تولید محصولات زراعی و گلخانه‌ای در کشور سوئیس نشان داد که انتخاب انواع کودهای شیمیایی و نحوه و میزان مصرف آن‌ها در جلوگیری از آلاینده‌های آب‌های زیرزمینی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. (Khoshtnevisan et al., 2012). نیز به مطالعه اثرات زیست‌محیطی تولید سیب‌زمینی در فریدون‌شهر اصفهان پرداختند. مطالعات آن‌ها نشان داد که کودهای شیمیایی و سوخت‌های فسیلی، بیشترین تأثیر را بر گرمایش جهانی در پی داشتند.

سطح زیرکشت هندوانه دیم و آبی در استان گیلان به ترتیب ۶۴۳ و ۲۹۱۰ هکتار است و به عنوان مهمترین محصول جالیزی در این استان به شمار می‌رود (JEAOG, 2015). مرور منابع نشان داد تاکنون اثرات زیست‌محیطی تولید این محصول جالیزی پرتعداد در استان گیلان، مورد مطالعه قرار نگرفته است. شواهد حاکی از مصرف بی‌رویه انواع نهاده‌های شیمیایی

شامل گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری اراضی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس بودند (Brenttrup et al., 2004 a,b; Finkbeiner et al., 2006).

به این ترتیب، ابتدا گروه‌های تأثیر فوق‌میزی و تأثیر کارکرد بوم‌نظام‌های تولید هندوانه به صورت کمی تعیین شد. این گروه‌های تأثیر که بسته به ماهیت ممکن است منبع^۳ (R) یا عوامل انتشار یافته^۴ (E) از بوم‌نظام باشند در ضریب تأثیر مربوطه ضرب و تأثیر آن‌ها به ازای واحد عملکردی با استفاده از معادله (۳) مشخص گردید.

$$I_i = \sum (R_j, E_j) \times CF_{ij} \quad (\text{رابطه ۳})$$

پس از آن، شاخص‌ها بر اساس دستورالعمل ISO با استفاده از معادله (۴) و بر اساس ضرایب موجود نرمال‌سازی شدند (جدول ۲).

$$N_i = \frac{I_i}{I_{i,ref}} \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در این معادله، N_i : مقدار نرمال‌شده شاخص مربوط به گروه تأثیر i به ازای واحد عملکردی، I_i : مقدار محاسبه شده (غیرنرمال) شاخص مربوط به گروه تأثیر i و $I_{i,ref}$: مقدار شاخص مربوط به هر گروه تأثیر در شرایط مرجع می‌باشد. برای درک بهتر مقادیر به دست آمده شاخص‌های طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر، در مرحله نرمال‌سازی بی‌بعد شدند.

برای درک بهتر میزان آسیب هر گروه تأثیر به محیط زیست شاخص‌ها، وزن‌دهی شدند؛ به طوری که بزرگ‌تر بودن این فاکتور نشان‌دهنده این است که این گروه تأثیر، پتانسیل بیشتری برای لطمه به محیط‌زیست دارد. بر این اساس، شاخص‌های نرمال‌شده با استفاده از معادله (۵) و بر اساس ضرایب مربوطه، وزن‌دهی شدند (جدول ۲) تا شدت تأثیر آن‌ها بر حسب وزن (W) هر گروه تأثیر در محاسبات لحاظ گردد (Brenttrup et al., 2004a).

$$W_{ijk} = \frac{C_{ijk}}{T_{ijk}} \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در این معادله، W_{ijk} : وزن مربوط به شاخص i در منطقه j در سال k : مقدار فعلی شاخص i در منطقه j در سال k و T_{ijk} : مقدار هدف برای شاخص i در منطقه j در سال k می‌باشد.

تعریف هدف و واحد عملکردی

هدف از این مطالعه، ارزیابی چرخه حیات تولید هندوانه در منطقه کیاشهر استان گیلان بود. واحد عملکردی نظام تولیدی هندوانه، معادل با یک تن محصول در نظر گرفته شد (Wang et al., 2013; Khoshnevisan et al., 2007). بر این اساس، میزان آلاینده‌ها و اثرات زیست‌محیطی مربوط به هر یک از گروه‌های تأثیر، به ازاء هر تن هندوانه تولیدی به عنوان واحد عملکردی تحقیق محاسبه و ارائه گردیدند.

ممیزی چرخه حیات

در این مرحله، میزان مصرف نهاده‌ها در بوم‌نظام تولید هندوانه در منطقه کیاشهر گیلان تعیین و بر حسب واحد عملکردی محاسبه شد. اثرات زیست‌محیطی نیز بر اساس استانداردهای بین‌المللی برآورد شدند (Finkbeiner et al., 2006). مصرف چهار نهاده سوخت دیزل، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاسیم به عنوان مهمترین نهاده‌های دارای اثرات منفی زیست-محیطی، در نظر گرفته شدند. میزان مصرف این نهاده‌ها و مقادیر آلاینده‌های انتشار یافته ناشی از کاربرد آنها بر مبنای واحد عملکردی محاسبه شدند.

از آن‌جا که میزان انتشار آلاینده‌ها به خاک، آب و هوا متفاوت است، لذا به جای اندازه‌گیری، از روش‌های مشخص برای تخمین میانگین انتشار استفاده شد (Brenttrup et al., 2004a). مهم‌ترین آلاینده‌های انتشار یافته از نیتروژن با منبع کود اوره NH_3 ، N_2O و NO_x هستند. طبق تحقیقات صورت گرفته ۱۷ درصد از کل نیتروژن مصرفی در قالب کود اوره به صورت $\text{NH}_3\text{-N}$ تصعید می‌شود (Brenttrup et al., 2000; Goebes et al., 2003). مطابق گزارش مجمع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی^۱ در سال ۲۰۰۶ میلادی، یک درصد از کل نیتروژن مصرف شده به صورت کود در کشاورزی به فرم N_2O -N انتشار یافت (Snyder et al., 2009). میزان انتشار NO_x به اتمسفر برابر ۱۰ درصد میزان N_2O در نظر گرفته شد (Gasol et al., 2007).

ارزیابی تأثیر چرخه حیات

هدف از اجرای این بخش، تجزیه و تحلیل کمی نتایج بخش ممیزی چرخه حیات بود. بدین منظور، برای هر یک از گروه‌های تأثیر ناشی از کارکرد بوم‌نظام، یک ضریب فاکتور مشخص‌سازی^۲ تعریف شد (جدول ۱). براساس ISO14040 گروه‌های تأثیر

3. Resource
4. Emission

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. Characteristic factor (CF)

جدول ۱- طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه در تولید هندوانه در منطقه کیشهر گیلان

منبع	کارایی هر ترکیب	آلاینده	گروه تأثیر (واحد)
(Snyder <i>et al.</i> , 2009; Soltanali <i>et al.</i> , 2015)	CO ₂ =1, CH ₄ =21, N ₂ O=310	CH ₄ و CO ₂ , N ₂ O	گرمایش جهانی (kg CO ₂ eq)
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a; Soltanali <i>et al.</i> , 2015)	SO ₂ =1.2, NO _x =0.5, NH ₃ =1.6	NH ₃ و SO ₂ , NO _x	اسیدیته (kg SO ₂ eq)
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a; Nikkhah <i>et al.</i> , 2015)	NH ₃ =4.4, NO _x =1.2	NH ₃ و NO _x	اوتریفیکاسیون (kg NO _x eq)
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a; Soltanali <i>et al.</i> , 2015)	۴۲/۸۶	مصرف گازوئیل	تخلیه منابع فسیلی (MJ)
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a; Nikkhah <i>et al.</i> , 2015)	۰/۲۵	مصرف فسفات	تخلیه منابع فسفات
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a; Nikkhah <i>et al.</i> , 2015)	۰/۱۰۵	مصرف پتاسیم	تخلیه منابع پتاس

جدول ۲- فاکتورهای وزن‌دهی و نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه

منبع	فاکتور وزن‌دهی	فاکتور نرمال‌سازی (واحد)	گروه تأثیر
(Mirhaji <i>et al.</i> , 2013; Nikkhah <i>et al.</i> , 2015)	۱/۰۵	(kg ۸۱۴۳CO ₂ eq)	گرمایش جهانی
(Mirhaji <i>et al.</i> , 2013; Soltanali <i>et al.</i> , 2015)	۱/۸	۵۲ (kg SO ₂ eq)	اسیدیته
(Mirhaji <i>et al.</i> , 2013; Nikkhah <i>et al.</i> , 2015)	۱/۴	۶۳ (kg NO _x eq)	اوتریفیکاسیون
(Mirhaji <i>et al.</i> , 2013; Soltanali <i>et al.</i> , 2015)	۱/۱۴	۳۹۱۶۷ (MJ)	تخلیه منابع فسیلی
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a)	۱/۲۰	(kg P ₂ O ₅ ۷/۶۶eq)	تخلیه منابع فسفات
(Brentrup <i>et al.</i> , 2004a)	۰/۳۰	(kg K ₂ O ۸/۱۴eq)	تخلیه منابع پتاس

تلفیق و تفسیر نتایج

سایر گروه‌های تأثیر متفاوت است، گروه‌های تأثیر به صورت مستقیم روی سلامتی طبیعت و انسان اثر می‌گذارند؛ در حالی- که تخلیه منابع برای تولید آینده خطرناک است. شاخص تخلیه منابع با استفاده از معادله (۷) محاسبه شد (Soltanali *et al.*, 2015b; Khojastehpour *et al.*, 2015):

$$RDI = \sum_i (N_i \times WF_i) \quad (\text{رابطه ۷})$$

که در این معادله، RDI: شاخص تخلیه منابع است. در ابتدا داده‌های خام استخراج شده از پرسشنامه‌ها وارد نرم افزار EXCEL 2007 شدند، سپس با استفاده از نرم‌افزار JMP8 تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

آلاینده‌های انتشار یافته

بررسی‌های اولیه بیانگر آن بود که بیش از ۸۵ درصد قطعات هندوانه‌کاری مورد مطالعه در منطقه کیشهر گیلان زیر ۰/۵

شاخص‌های نهایی در قالب دو گروه شاخص زیست‌محیطی و شاخص تخلیه منابع دسته‌بندی شدند. شاخص زیست‌محیطی در این مطالعه برابر با مجموع شاخص‌های نهایی چهار گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی و تغییر کاربری اراضی در نظر گرفته شد. در آخرین مرحله، شاخص زیست‌محیطی تحت عنوان شاخص بوم‌شناخت (Eco-Index) که معیار نهایی LCA می‌باشد با استفاده از معادله (۶) محاسبه شد (Brentrup *et al.*, 2004a):

$$EcoX = \sum Ni \times Wi \quad (\text{رابطه ۶})$$

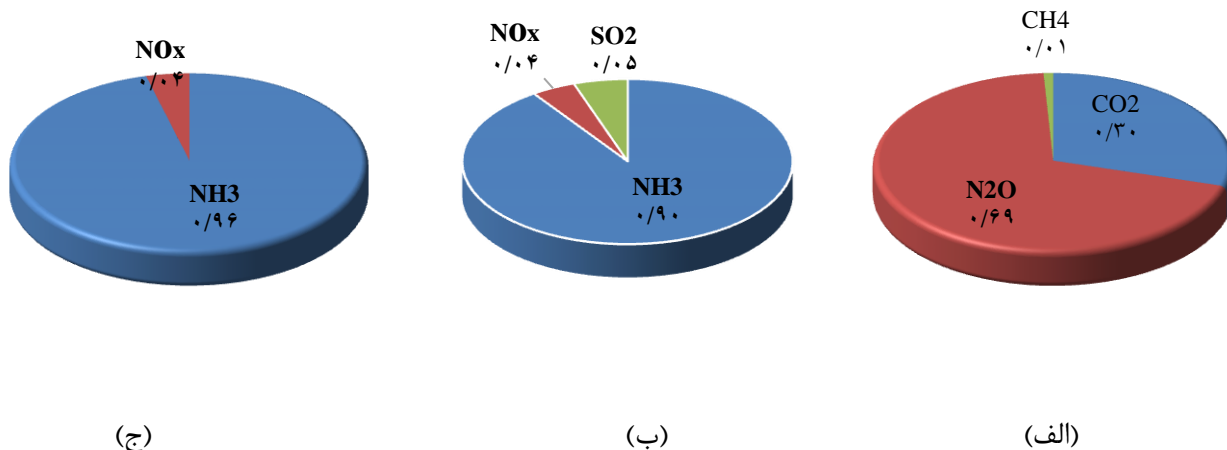
که در این معادله، EcoX: شاخص زیست‌محیطی بوم-شناخت به ازای واحد عملکردی، N_i : مقدار نرمال شده هر گروه تأثیر و W_i : وزن مربوط به هر یک از مقادیر N_i می‌باشد. به طور کلی، مشکلات مربوط به تخلیه منابع با مشکلات

در شكل ۱ ميزان تأثير هر يك از آلاينده‌هاي انتشار يافته براي توليد يك تن هندوانه در منطقه كياشهر گيلان در قالب گروه‌هاي تأثير مختلف نشان داده شده‌اند. همان‌گونه كه در اين شكل ملاحظه مي‌شود، آلاينده NH_3 بيش‌ترين سهم آلايندگي محيط زيست را در قالب گروه تأثير اسيديته و اوتريفيكاسيون خشكي در توليد هندوانه به خود اختصاص داده‌ است.

جدول ۳. ميزان انتشار انواع آلاينده‌ها به ازاي يك تن عملكرد در نظام توليد

هندوانه در منطقه كياشهر استان گيلان	
نوع آلاينده	ميزان انتشار (كيلوگرم)
NH_3	۱/۸۶
SO_2	۰/۰۵
N_2O	۰/۳۲
NO_x	۰/۱۰
CO_2	۱۶/۴۷
CH_4	۰/۰۲

هكتار و مابقي بين ۰/۵ تا ۱ هكتار بودند. ميانگين مصرف كودهاي نيتروژن، فسفات و پتاسيم به ترتيب ۱۷۳/۲۱، ۵۶/۳۷، ۲۸/۴۵ كيلوگرم در هكتار بودند. همچنين ميانگين مصرف سوخت ديزل ۳۸/۰۴ ليتر در هكتار تعيين گرديد. براي اساس، ميزان انتشار آلاينده‌هاي خروجي توليد هندوانه در استان گيلان در جدول ۳ ارائه شده است. ميزان انتشار آلاينده‌هاي زيست محيطي NH_3 ، CO_2 ، N_2O ، NO_x ، CH_4 و SO_2 براي توليد يك تن هندوانه در منطقه كياشهر استان گيلان به ترتيب ۱/۸۶، ۱۶/۴۷، ۰/۳۲، ۰/۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۵ كيلوگرم به دست آمد. در اين ميان، با توجه به اين كه كارايي آلاينده N_2O در قالب گروه تأثير گرمایش جهانی ۳۱۰ برابر گاز CO_2 است (جدول ۱) و از آنجايي كه در حدود ۳۶ درصد از انتشار جهانی گاز N_2O به بخش كشاورزي مربوط مي‌شود (MOE, 2012)، لذا بكارگيري راهكارهاي مناسب مديريتي به منظور كنترل مستقيم و غيرمستقيم اين آلاينده مهم زيست محيطي، اهميت ويژه‌اي پيدا مي‌كند.



شكل ۱- سهم انتشار آلاينده‌ها براي گروه‌هاي تأثير (الف) گرمایش جهانی، (ب) اسيديته و (ج) اوتريفيكاسيون خشكي به ازاي يك واحد عملكردی در توليد هندوانه در گيلان

گزارش شده فوق كمتري است. در اين ميان، هندوانه محصول رقيب بادام زميني در منطقه كياشهر گيلان است. شاخص طبقه‌بندي گروه تأثير گرمایش جهانی توليد هندوانه در اين منطقه از شاخص طبقه‌بندي گزارش شده براي بادام زميني ($281/16 kgCO_2eq$) كمتري است. در هر صورت، بايد توجه داشت كه بخش عمده كمتربودن اين شاخص نسبت به بادام زميني در استان گيلان، تنها مرهون عملكرد بالاي اين محصول در مقايسه با عملكرد بادام زميني است.

شاخص طبقه‌بندي گروه تأثير اسيديته به ازاي هر تن

شاخص‌هاي زيست محيطي

شاخص طبقه‌بندي گروه تأثير گرمایش جهانی براي توليد هندوانه به ازاي يك واحد عملكردی برابر با $115/35 kgCO_2eq$ محاسبه شد (جدول ۴). مقادير اين شاخص براي توليد بادام زميني در استان گيلان و توليد گندم در مرودشت ايران، چين و سوئيس به ترتيب برابر با $281/16 kgCO_2eq$ ، $262/1$ ، $119/5$ و 381 گزارش گرديد (Charles *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007; Mirhaje *et al.*, 2013; Nikkhah *et al.*, 2015). شاخص طبقه‌بندي توليد هندوانه در منطقه كياشهر گيلان از مقادير

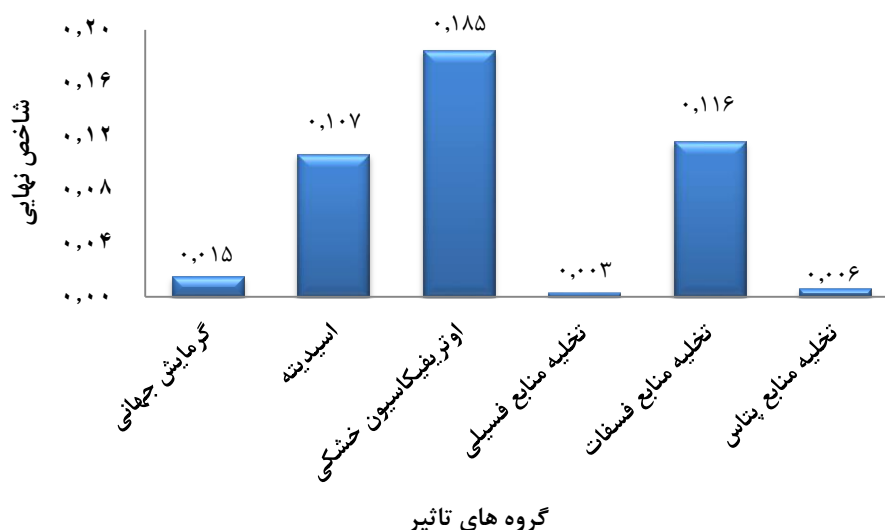
شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی برابر با $8/31 \text{ kgNO}_x\text{eq}$ برای یک تن هندوانه محاسبه شد (جدول ۴). این شاخص برای تولید یک تن بادام‌زمینی در گیلان معادل $14/2 \text{ kgNO}_x\text{eq}$ گزارش شد. شاخص اوتریفیکاسیون (آبی و خشکی) برای تولید یک تن کلزا و آفتابگردان در شیلی به ترتیب برابر با $7/2 \text{ kgPO}_4\text{eq}$ و ۹ گزارش شدند (Irriate et al., 2010; Nikkhah et al., 2015). در نتیجه اثرات مخرب زیست-محیطی در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی برای تولید یک تن هندوانه در منطقه کیشهر استان گیلان از تولید کلزا در شیلی بیش‌تر و از بادام زمینی به عنوان محصول رقیب هندوانه در منطقه کیشهر و آفتابگردان در شیلی کم‌تر بود.

شاخص نهایی اثرات زیست‌محیطی و تخلیه منابع تولید یک تن هندوانه در استان گیلان در قالب گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس به ترتیب $0/015$ ، $0/107$ ، $0/185$ ، $0/107$ ، $0/116$ و $0/006$ محاسبه شدند (شکل ۲). بدین ترتیب، مشخص است که اوتریفیکاسیون خشکی بیش‌ترین تأثیر سوء زیست‌محیطی را در تولید هندوانه در استان گیلان به همراه داشته است. پس از این گروه، بالاترین پتانسیل آسیب به محیط زیست در تولید هندوانه در استان گیلان مربوط به گروه تأثیر تخلیه منابع فسفات بود.

هندوانه در نظام تولید هندوانه در منطقه کیشهر گیلان برابر با $3/09 \text{ kgSO}_2\text{eq}$ تعیین گردید (جدول ۴). شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته برای تولید یک واحد تن محصول برای بادام زمینی در استان گیلان، گندم در مناطق مرودشت، گرگان و چین به ترتیب برابر با $5/6$ ، $7/3$ ، $6/7$ و 4 گزارش شدند (Charles et al., 2006; Wang et al., 2007; Soltani et al., 2010; Mirhaji et al., 2013; Nikkhah et al., 2015). مقایسه نتایج نشان داد که برای تولید یک تن هندوانه در منطقه کیشهر گیلان نسبت به محصولات ذکر شده، اثرات مخرب زیست‌محیطی کم‌تری در قالب گروه تأثیر اسیدیته ایجاد می‌شود.

جدول ۴- شاخص‌های طبقه‌بندی و نرمال‌سازی برای تولید هندوانه در منطقه کیشهر استان گیلان

شاخص‌های نرمال‌سازی	شاخص طبقه‌بندی	گروه‌های تأثیر
۰/۰۱۴	$115/35 \text{ (kg CO}_2\text{eq)}$	گرمایش جهانی
۰/۰۵۹	$3/09 \text{ (kg SO}_2\text{eq)}$	اسیدیته
۰/۱۳۲	$8/31 \text{ (kg NO}_x\text{eq)}$	اوتریفیکاسیون خشکی
۰/۰۰۳	$112/19 \text{ (MJ)}$	تخلیه منابع فسیلی
۰/۰۹۶	$0/74 \text{ (kg P}_2\text{O}_5)$	تخلیه منابع فسفات
۰/۰۱۹	$0/16 \text{ (kg K}_2\text{O)}$	تخلیه منابع پتاسیم



شکل ۲- شاخص نهایی اثرات زیست‌محیطی در تولید یک تن هندوانه در استان گیلان

برای تولید گندم با مصرف ۱۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و با در نظر گرفتن این چهار گروه تأثیر، شاخص زیست‌محیطی حدود $0/2$ محاسبه شد (Brenttrup et al., 2004b). شاخص

شاخص زیست‌محیطی برای تولید هندوانه در منطقه کیشهر گیلان شامل سه گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی معادل $0/31$ به دست آمد (شکل ۲).

بیان داشتند که مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی برای کاربرد کودهای نیتروژن‌دار مشاهده شد. (Brenttrup et al., 2004b) نیز با ارزیابی چرخه حیات برای بوم‌نظام‌های تولید گندم در شرایط استفاده از سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن‌دار پی بردند که در سطوح پایین و بالای مصرف این کود، بیشترین تأثیرات زیست‌محیطی تولید یک واحد عملکردی گندم به ترتیب برای گروه‌های تأثیر تغییرکاربری زمین و اوتریفیکاسیون خشکی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید هندوانه در منطقه کیشهر استان گیلان با استفاده از ارزیابی چرخه حیات نشان داد که بیشترین سهم اثرات زیست‌محیطی به‌ترتیب به گروه‌های تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی (۰/۱۸۵) و تخلیه منابع فسفات (۰/۱۱۶) مربوط بود. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد با بکارگیری روش‌های مختلف مدیریت نظام زراعی بر مبنای مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی و جایگزین کردن انواع کودهای شیمیایی با انواع نهاده‌های آلی و استفاده از کودهای زیستی به‌منظور بهبود قابلیت جذب کود نیتروژن خاک، به کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از تولید این محصول بر گروه‌های تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی و گرمایش جهانی کمک گردد.

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت برای حمایت مالی از این پژوهش، قدردانی می‌گردد. همچنین نویسندگان مقاله، بر خود لازم می‌دانند از مساعدت مسئولین و پرسنل محترم سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان آستانه اشرفیه، صمیمانه تشکر نمایند.

REFERENCES

- Bojacá, C. R., Wyckhuys, K. A. G. & Schrevels, E. (2014) "Life cycle assessment of Colombian greenhouse tomato production based on farmer-level survey data, *Journal of Cleaner Production*, 69, 26-33.
- Brenttrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H. & Lammel, J. (2004a). Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology, I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. *European Journal of Agronomy*, 20, 247-264.
- Brenttrup, F., Küsters, J., Lammel, J. & Kuhlmann, H. (2000). Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. *The*

زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در استان گیلان نیز معادل ۰/۵۵ گزارش گردید (Nikkhah et al., 2015). از دلایل شاخص زیست‌محیطی نسبتاً بالای تولید هندوانه در استان گیلان، مصرف نسبتاً زیاد کودهای شیمیایی است. با توجه به پتانسیل آلودگی زیاد تأمین نیتروژن از منبع کود اوره پیشنهاد می‌گردد که برای تولید هندوانه در منطقه از کودهای آلی، کودهای زیستی^۱ با پتانسیل آلودگی زیست‌محیطی کمتر و یا از گیاهان خانواده بقولات در تناوب کشت با هندوانه به منظور تأمین بخشی از نیاز نیتروژن هندوانه استفاده شود (Graham & Vance, 2000). به علاوه، بررسی‌ها بیانگر آن است که اغلب کشاورزان هندوانه‌کار در منطقه کیشهر، از مقدار مصرف بهینه کودهای شیمیایی بی‌اطلاع‌اند. بنابراین، اجرای برنامه‌های آموزشی ترویجی مناسب، به منظور اطلاع‌رسانی در زمینه اهمیت آزمایش خاک و نیاز کودی هندوانه، تأثیر چشمگیری بر کاهش خطرات زیست‌محیطی این محصول جالبی‌پرفردار در استان گیلان خواهد داشت.

شاخص تخلیه منابع (تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاس) برای تولید یک تن هندوانه در استان گیلان ۰/۱۲ به دست آمد. با توجه به مصرف کم‌تر سوخت در تولید هندوانه نسبت به تولید بادام زمینی در استان گیلان، این شاخص برای تولید هندوانه در منطقه کم‌تر بود. (Gasol et al., 2007) با ارزیابی چرخه حیات کلزا به منظور تولید انرژی زیستی در اسپانیا، بیشترین اثر زیست‌محیطی را به دلیل استفاده زیاد از انواع کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنه به تخلیه منابع غیرقابل تجدید نسبت دادند. (Wang et al., 2007) در ارزیابی چرخه حیات تولید ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی چین

1. Bio-fertilizers

International Journal of Life Cycle Assessment, 5(6), 349-357.

- Brenttrup, F., Kusters, J., Lammel, J., Barraclough, P. & Kuhlmann, H. (2004b). Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology, II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. *European Journal of Agronomy*, 20, 265-279.
- Charles, R., Jolliet, O., Gaillard, G. & Pellet, D. (2006). Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113, 216-225.

- FAOSTAT (2012). Annual statistics of agricultural production of Iran (Islamic republic of) <http://faostat.fao.org/site/site/339/default.aspx>
- Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R. B. H., Christiansen, K. & Klüppel, H. J. (2006). The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, 80–85.
- Gasol, C. M., Gabarrell, X., Anton, A., Rigola, M., Carrasco, J., Ciria, M. J. & Rieradevall, J. (2007). Life cycle assessment of a Brassica carinata bioenergy cropping system in southern Europe. *Biomass and Bioenergy* 31, 543-555.
- Goebes, M. D., Strader, R. & Davidson, C. (2003). An ammonia emission inventory for fertilizer application in the United States. *Atmospheric Environment*, 37(18), 2539-2550.
- Graham, P. H. & Vance, C. P. (2000). Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research*, 65,93-06.
- Iriarte, A., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2010). Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. *Journal of Cleaner Production*, 18(4), 336-345.
- JEAOG, Jihad e Agriculture Organization of Guilan Province (2015). Annual statistics of Agricultural production of Guilan province, Iran. Office of Information and Technology, Winter 2015, pp. 32. (In Farsi)
- Khojastehpour, M., Taheri-Rad, A., & Nikkhah, A. (2015b). Life cycle assessment of cotton production in Golestan province based on the production of biomass, energy and net income, *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 46, 2: 95-104.
- Khojastehpour, M., Nikkhah, A. & Hashemabadi, D. (2015a). A Comparative study of energy use and greenhouse gas emissions of canola production, *International Journal of Agricultural Management and Development*, 2015, 5(1), 51-58.
- Khorramdel, S., Rezvani-Moghaddam, P. & Amin-Ghafori, A. (2014). Evaluation of environmental impacts for wheat Agroecosystems of Iran by using Life Cycle Assessment methodology. *Cereal Research*, 4(1), 27-44. (In Farsi)
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S. & Mousazadeh, H. (2013). Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production. *European Journal of Agronomy*, 50, 29-37.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Keyhani, A. & Movahedi, M. (2012). Evaluation of energy indices and environmental impacts of potato production with the life cycle approach: Case of Fereydounshahr city in Isfahan Province. *Biosystem engineerin of Iran*, 44(1), 57-66.
- Meul, M., Nevens, F. Reheul D. & Hofman G. (2007): Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119, 135-44.
- Mirhaji, H., Khojastehpour, M. & Abaspour-fard, M. H. (2013). Environmental effects of wheat production in the Marvdasht region. *Journal of Natural Environment*, 66(2), 223-232. (In Farsi)
- Mirkazemi, F. (2014). A review on the watermelon cultivation. Third millennium Agricultural development Company. Research and Development Section, pp. 9. (In Farsi)
- MOE, Ministry Of Energy. (2012). Energy balance in Iran. From <http://www.moe.gov.ir>
- Nikkhah, A., Khojastehpour, M., Emadi, B., Taheri-Rad, A. & Khorramdel S. (2015). Environmental Impacts of Peanut Production System using Life Cycle Assessment Methodology, *Journal of Cleaner Production*, 92, 84-90.
- Ozkan, B., Akcaoz, H. & Fert, C. (2004). Energy input–output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29, 39–51.
- Romero-Gomez, M., Suarez-Rey, E. M., Anton, A., Castilla, N., & Soriano, T. (2012). Environmental impact of greenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis: the case study of green bean production. *Journal of Cleaner Production* 28, 63-69.
- Saberi, M., Zolfagharan, A., AzariNasrabad, A. & Atarodi, B. (2006). Effect of Salinity on Yield and Yield Components of Watermelon Cultivars. *Seed and Plant improvement Journal*, 22(1),103-111. (In Farsi)
- Snedecor, G. W. & Cochran, W. G. (1989). *Statistical methods* (8th ed). Iowa: Iowa State University Press.
- 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 and Environment*, 133(3–4), 247-266.
- Soltanali, H., Emadi, B., Rohani, A., Khojastehpour, M. & Nikkhah, A. (2015). Life Cycle Assessment Modeling of Milk Production in Iran. 2015. *Information Processing in Agriculture*, 5 (1), 51-58.
- Soltani, A., Rajabi, M. H., Zeinali, E. & Soltani, E. (2010). Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production* 3(3), 201-218. (In Farsi)
- Wang, M, Wu, W., Liu, W. & Bao, Y. (2007). Life cycle assessment of the winter wheat-summer maize production system on the North China Plain. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14, 400-407.