مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵ (ص ۱۴۶-۱۳۹)

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

اله یار محمدی برسری[۱]، سعید فیروزی[۲]* و هاشم امین‌پناه[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 کیاشهر 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 به‌ترتیب 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 تاثیر اوتریفیکاسیون خشکی و تخلیه منابع فسفات کمک کند.

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

مقدمه

هندوانه با نام علمی *CitrullusVulgaris* 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 آنتی اکسیدانی 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 زمین های 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). در 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 نیتروکسید (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

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، اسیدیته، 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 آلایندگی آب‌های زیرزمینی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. Khoshnevisan *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 تاثیر 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 پرطرفداردر استان گیلان، مورد مطالعه قرار نگرفته است. شواهد حاکی از مصرف بی‌رویه انواع نهاده‌های شیمیایی 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 کیاشهر گیلان، با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در منطقه‌کیاشهر (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه) واقع در استان گیلان انجام گرفت. کیاشهر 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 معیارجامعه، d دقت احتمالی مطلوب، N حجم جامعه و n حجم نمونه است.

بر این اساس، تعداد ۵۸ پرسشنامه در بین کشاورزان هندوانه‌کار منطقه کیاشهر 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).

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*., 2007; Khoshnevisan *et al*., 2013). 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 انتشاریافته 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 (Brentrup *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 ۱۷درصد از کل نیتروژن مصرفی در قالب کود اوره به صورت NH_3-N تصعید می‌شود (Brentrup *et al*., 2000; Goebes *et al*., 2003). مطابق گزارش مجمع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی[1] 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[2] تعریف شد (جدول ۱). براساس ISO14040 گروه‌های تأثیر شامل گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری اراضی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس بودند (Brentrup *et al*., 2004 a,b; Finkbeiner *et al*., 2006).

به این ترتیب، ابتدا گروه‌های تأثیر فوق ممیزی و تأثیر کارکرد بوم‌نظام‌های تولید هندوانه به صورت کمی تعیین شد. این گروه‌های تأثیر که بسته به ماهیت ممکن است منبع[3] (R) یا عوامل انتشار یافته[4](E) از بوم‌نظام باشند در ضریب تأثیر مربوطه ضرب و تأثیر آن‌ها به ازای واحد عملکردی با استفاده از معادله (۳) مشخص گردید.

$$Ii = \sum (Rj, Ej) \times CFij$$

(رابطه ۳)

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

$$N_i = \frac{I_i}{I_{i,ref}}$$

(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 طوری‌که 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 (Brentrup *et al*., 2004a).

$$W_{ijk} = \frac{C_{ijk}}{T_{ijk}}$$

(رابطه ۵)

که در این معادله، W_{ijk}: وزن مربوط به شاخص i در منطقه j در سال k، C_{ijk}: 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.

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. Characteristic factor (CF)
3. Resource
4. Emission

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

گروه تأثیر (واحد)	آلاینده	کارایی هر ترکیب	منبع
گرمایش جهانی (kg CO_2eq)	CO_2, N_2O و CH_4	CO_2=1, CH_4=21, N_2O=310	(Snyder *et al*., 2009; Soltanali *et al*., 2015)
اسیدیته (kg SO_2eq)	SO_2, NO_X و NH_3	SO_2=1.2, NO_X=0.5, NH_3=1.6	(Brentrup *et al*., 2004a; Soltanali *et al*., 2015)
اوتریفیکاسیون (kg NOxeq)	NO_X و NH_3	NH_3=4.4, NO_X=1.2	(Brentrup *et al*., 2004a; Nikkhah *et al*., 2015)
تخلیه منابع فسیلی (MJ)	مصرف گازوئیل	۴۲/۸۶	(Brentrup *et al*., 2004a; Soltanali *et al*., 2015)
تخلیه منابع فسفات	مصرف فسفات	۰/۲۵	(Brentrup *et al*., 2004a; Nikkhah *et al*., 2015)
تخلیه منابع پتاس	مصرف پتاسیم	۰/۱۰۵	(Brentrup *et al*., 2004a; Nikkhah *et al*., 2015)

جدول ۲- فاکتورهای وزن‌دهی و نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه

گروه تأثیر	فاکتور نرمال‌سازی (واحد)	فاکتور وزن‌دهی	منبع
گرمایش جهانی	(kg ۸۱۴۳CO_2eq)	۱/۰۵	(Mirhaji *et al*., 2013; Nikkhah *et al*., 2015)
اسیدیته	۵۲ (kg SO_2eq)	۱/۸	(Mirhaji *et al*., 2013; Soltanali *et al*., 2015)
اوتریفیکاسیون	۶۳ (kg NOxeq)	۱/۴	(Mirhaji *et al*., 2013; Nikkhah *et al*., 2015)
تخلیه منابع فسیلی	۳۹۱۶۷ (MJ)	۱/۱۴	(Mirhaji*et al*., 2013; Soltanali *et al*., 2015)
تخلیه منابع فسفات	(kg P_2O_5 ۷/۶۶eq)	۱/۲۰	(Brentrup *et al*., 2004a)
تخلیه منابع پتاس	(kg K_2O ۸/۱۴eq)	۰/۳۰	(Brentrup *et al*., 2004a)

تلفیق و تفسیر نتایج

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، اوتریفیکاسون 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*., 2004*a*):

$$EcoX = \sum Ni \times W_i$$

(رابطه ۶)

که در این معادله، $EcoX$: شاخص زیست‌محیطی بوم-شناخت به ازای واحد عملکردی، N_i: مقدار نرمال‌شده 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 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 خطرساز است. شاخص تخلیه منابع با استفاده از معادله (۷) محاسبه شد (Soltanali *et al*., 2015; Khojastehpour *et al*., 2015b):

$$RDI = \sum_i (N_i \times WF_i)$$

(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

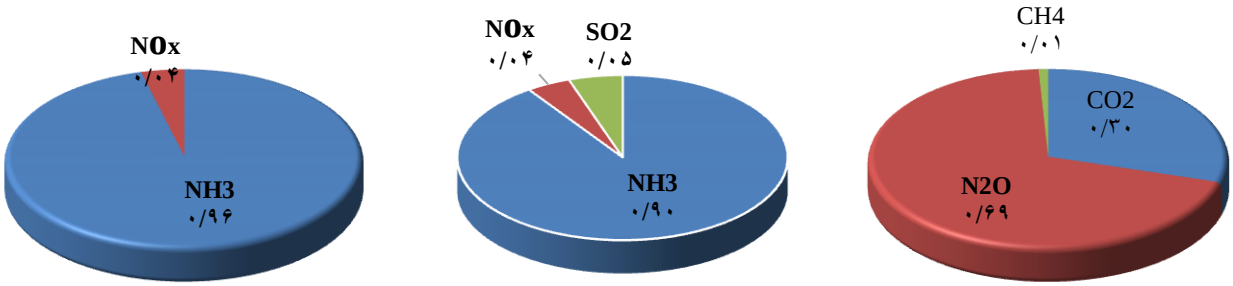
بررسی‌های اولیه بیانگر آن بود که بیش از ۸۵ درصد قطعات هندوانه‌کاری مورد مطالعه در منطقه کیاشهر گیلان زیر ۰/۵

هکتار و مابقی بین ۰/۵ تا ۱ هکتار بودند. میانگین مصرف کودهای نیتروژن، فسفات و پتاسیم به ترتیب ۱۷۳/۲۱، ۵۶/۳۷، و ۲۸/۴۵ کیلوگرم در هکتار بودند. همچنین میانگین مصرف سوخت دیزل ۳۸/۰۴ لیتر در هکتار تعیین گردید. براین اساس، میزان انتشار آلاینده‌های خروجی تولید هندوانه در استان گیلان در جدول ۳ ارائه شده است. میزان انتشار آلاینده‌های زیست محیطی NH_3، CO_2، N_2O، NOx، CH_4 و SO_2 برای تولید یک تن هندوانه در منطقه کیاشهر استان گیلان به ترتیب ۱/۸۶، ۱۶/۴۷، ۰/۳۲، ۰/۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۵ کیلوگرم به دست آمد. در این میان، با توجه به این که کارایی آلاینده N_2O در قالب گروه تأثیر گرمایش جهانی ۳۱۰ برابر گاز CO_2 است (جدول ۱) و از آنجایی که در حدود ۳۶ درصد از انتشار جهانی گاز N_2O به بخش کشاورزی مربوط می‌شود (MOE, 2012)، لذا بکارگیری راهکارهای مناسب مدیریتی به منظور کنترل مستقیم و غیرمستقیم این آلاینده مهم زیست محیطی، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند.

در شکل ۱ میزان تأثیر هر یک از آلاینده‌های انتشار یافته برای تولید یک تن هندوانه در منطقه کیاشهر گیلان در قالب گروه‌های تأثیر مختلف نشان داده شده‌اند. همان‌گونه که در این شکل ملاحظه می‌شود، آلاینده NH_3 بیش‌ترین سهم آلایندگی محیط زیست را در قالب گروه تأثیر اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی در تولید هندوانه به خود اختصاص داده‌است.

جدول ۳. میزان انتشار انواع آلاینده‌ها به ازای یک تن عملکرد در نظام تولید هندوانه در منطقه کیاشهر استان گیلان

نوع آلاینده	میزان انتشار (کیلوگرم)
NH_3	۱/۸۶
SO_2	۰/۰۵
N_2O	۰/۳۲
NO_x	۰/۱۰
CO_2	۱۶/۴۷
CH_4	۰/۰۲



(ج) (ب) (الف)

شکل ۱- سهم انتشار آلاینده‌ها برای گروه‌های تأثیر الف) گرمایش جهانی، ب) اسیدیته و ج) اوتریفیکاسیون خشکی به ازای یک واحد عملکردی در تولید هندوانه در گیلان

شاخص‌های زیست‌محیطی

شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر گرمایش جهانی برای تولید هندوانه به ازای یک واحد عملکردی برابر با ۱۱۵/۳۵$kgCO_2eq$ محاسبه شد (جدول ۴). مقادیر این شاخص برای تولید بادام زمینی در استان گیلان و تولید گندم در مرودشت ایران، چین و سوئیس به ترتیب برابر با ۲۸۱/۱۶$kgCO_2eq$، ۲۶۲/۱، ۱۱۹/۵ و ۳۸۱ گزارش گردید (Charles *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007; Mirhaje *et al.*, 2013; Nikkhah *et al.*, 2015). شاخص طبقه‌بندی تولید هندوانه در منطقه کیاشهر گیلان از مقادیر گزارش شده فوق کمتر است. در این میان، هندوانه محصول رقیب بادام زمینی در منطقه کیاشهر گیلان است. شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر گرمایش جهانی تولید هنداونه در این منطقه از شاخص طبقه‌بندی گزارش شده برای بادام زمینی (۲۸۱/۱۶$kgCO_2eq$) کمتر است. در هر صورت، باید توجه داشت که بخش عمده کمتربودن این شاخص نسبت به بادام‌زمینی در استان گیلان، تنها مرهون عملکرد بالای این محصول در مقایسه با عملکرد بادام زمینی است.

شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته به ازای هر تن

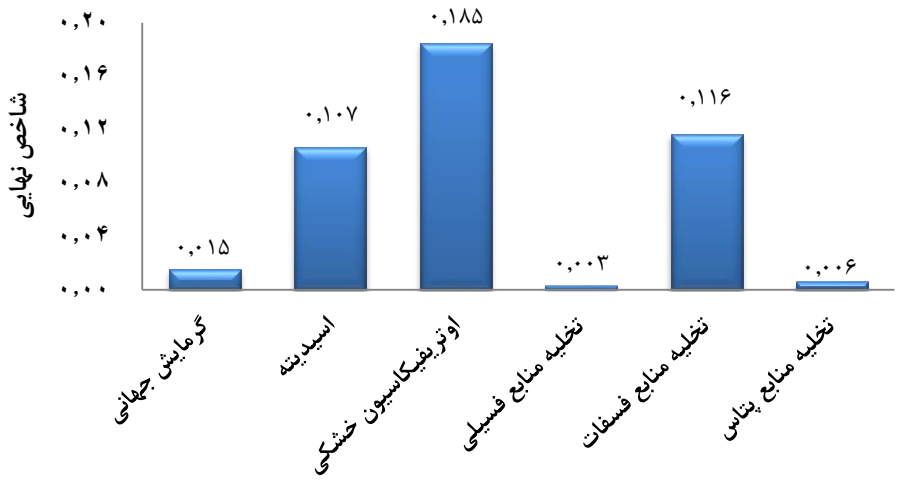
هندوانه در نظام تولید هندوانه در منطقه کیاشهر گیلان برابر با ۳/۰۹ $kgSO_2eq$ تعیین گردید (جدول ۴). شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته برای تولید یک واحد تن محصول برای بادام زمینی در استان گیلان، گندم در مناطق مرودشت، گرگان و چین به ترتیب برابر با $kgSO_2eq$ ۷/۳، ۵/۶، ۶/۷ و ۴ گزارش شدند (Charles *et al*., 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 کیاشهر گیلان نسبت به محصولات ذکر شده، اثرات مخرب زیست‌محیطی کم‌تری در قالب گروه تاثیر اسیدیته ایجاد می شود.

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

گروه‌های تاثیر	شاخص‌طبقه‌بندی	شاخص‌های نرمال‌سازی
گرمایش جهانی	(kg CO_2eq)۱۱۵/۳۵	۰/۰۱۴
اسیدیته	(kg SO_2eq)۳/۰۹	۰/۰۵۹
اوتریفیکاسیون خشکی	(kg NOxeq)۸/۳۱	۰/۱۳۲
تخلیه منابع فسیلی	(MJ)۱۱۲/۱۹	۰/۰۰۳
تخلیه منابع فسفات	(kg P_2O_5)۰/۷۴	۰/۰۹۶
تخلیه منابع پتاسیم	(kg K_2O)۰/۱۶	۰/۰۱۹

شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی برابر با ۸/۳۱ $kgNO_xeq$ برای یک تن هندوانه محاسبه شد (جدول ۴). این شاخص برای تولید یک تن بادام‌زمینی در گیلان معادل ۱۴/۲ $kgNO_xeq$ گزارش شد. شاخص اوتریفیکاسیون (آبی و خشکی) برای تولید یک تن کلزا و آفتابگردان در شیلی به ترتیب برابر با ۷/۲ $kgPO_4eq$ 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 کیاشهر استان گیلان از تولید کلزا در شیلی بیش‌تر و از بادام زمینی به عنوان محصول رقیب هندوانه در منطقه کیاشهر 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 ۰/۰۱۵، ۰/۱۰۷، ۰/۱۸۵، ۰/۰۰۳، ۰/۱۱۶ و ۰/۰۰۶ محاسبه شدند (شکل ۲). بدین‌ترتیب، 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.



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

شاخص زیست‌محیطی برای تولید هندوانه در منطقه کیاشهر گیلان شامل سه گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی معادل ۰/۳۱ به دست آمد (شکل ۲). برای تولید گندم با مصرف ۱۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و با در نظر گرفتن این چهار گروه تأثیر، شاخص زیست‌محیطی حدود ۰/۲ محاسبه شد (Brentrup *et al*., 2004b). شاخص

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 می گرددکه برای تولید هندوانه در منطقه از کودهای آلی، کودهای زیستی[1] با پتانسیل آلودگی زیست‌محیطی کمتر و یا از گیاهان خانواده بقولات در تناوب کشت با هندوانه به منظور تامین بخشی از نیاز نیتروژن هندوانه استفاده شود (Graham & Vance, 2000). به علاوه، بررسی‌ها بیانگر آن است که اغلب کشاورزان هندوانه‌کار در منطقه کیاشهر، 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، تاثیر چشمگیری بر کاهش خطرات زیست‌محیطی این محصول جالیزی پرطرفدار 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 چرخهٔ 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 غیرقابل‌تجدید نسبت دادند. Wang *et al*. (2007) در ارزیابی چرخهٔ حیات تولید ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی چین بیان داشتند که مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی برای کاربرد کودهای نیتروژن‌دار مشاهده شد. Brentrup *et al*. (2004*b*) نیز با ارزیابی چرخهٔ 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 تاثیر تغییرکاربری زمین و اوتریفیکاسیون خشکی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید هندوانه در منطقه کیاشهر 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 تاثیر اوتریفیکاسیون خشکی و گرمایش جهانی کمک گردد.

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاداسلامی 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.

1. Bio-fertilizers

REFERENCES

Bojacá, C. R., Wyckhuys, K. A. G. & Schrevens, E. (2014) "Life cycle assessment of Colombian greenhouse tomato production based on farmer-level survey data, *Journal of Cleaner Production*, 69, 26-33.

Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H. & Lammel, J. (2004a). Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology, I. Theorical concept of a LCA method tailored to crop production. *European Journal of Agronomy*, 20, 247-264.

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

Brentrup, 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 Produc*tion, 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 screenhouse 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.