

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محصولات عمده کشاورزی در دهستان بلهرات نیشابور با استفاده از روش ارزیابی چرخه‌حیات

فرزانه معصوم‌خانی¹، لیلی ابوالحسنی^{2*}، سرور خرم‌دل³ و سید احمد محدث حسینی⁴

تاریخ دریافت: 1397/03/05

تاریخ پذیرش: 1397/07/20

معصوم‌خانی، ف.، ابوالحسنی، ل.، خرم‌دل، س.، و محدث حسینی، س.ا. 1398. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محصولات عمده کشاورزی در دهستان بلهرات نیشابور با استفاده از روش ارزیابی چرخه‌حیات. بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (3): 909-924.

چکیده

ارزیابی چرخه‌حیات (LCA) ابزاری مناسب برای بررسی اثرات زیست‌محیطی فرآیندهای تولید در بوم‌نظام‌های کشاورزی است که براساس دو مؤلفه مصرف نهاده‌ها و انتشار آلاینده‌ها به محیط تعیین می‌شود. این روش جزئیاتی را در ارتباط با چگونگی کاهش اثرات زیست‌محیطی و هم‌چنین افزایش پایداری در کشاورزی ارائه می‌دهد. هدف این مطالعه مقایسه اثرات زیست‌محیطی چهار محصول عمده شامل گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، هندوانه بذری (*Citrullus lanatus* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) در دهستان بلهرات نیشابور بود. میانگین میزان مصرف نهاده‌ها (اعم از کودها و سموم شیمیایی، سوخت فسیلی، الکتریسیته، آب، کود حیوانی و بذر) و عملکرد برای چهار محصول گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه در منطقه مورد مطالعه طی سال 1394 با استفاده از پرسشنامه تعیین شد. ارزیابی چرخه‌حیات در چهار گام تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه، ممیزی چرخه‌حیات، ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات و تفسیر نتایج محاسبه گردید. گروه‌های تأثیر شامل گرمایش جهانی، اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون خشکی و آبی بودند. واحد کارکردی معادل یک تن عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که پتانسیل گرمایش جهانی بیش‌ترین اثر زیست‌محیطی برای چهار محصول شامل گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به‌ترتیب برابر با 2678/95 و 4947/06، 694/32، 869/36 و 2/4، 3/08، واحد معادل کیلوگرم CO₂ به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی و هم‌چنین پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی این محصولات به‌ترتیب برابر با 11/08، 3/33، واحد معادل کیلوگرم PO₄ به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی، کم‌ترین اثر زیست‌محیطی را در هکتار به خود اختصاص داده است. به‌طور کلی از بین این چهار محصول، هندوانه بذری (Ecox1/14 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) و جو (Ecox 0/07 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص بوم‌شناخت را به خود اختصاص دادند. هندوانه بذری به‌دلیل داشتن عملکرد بسیار پایین نسبت به سایر محصولات، مصرف نهاده‌ها را پوشش نداده و به همین دلیل اثرات زیست‌محیطی بیش‌تری را منتشر نموده است. بر این اساس، با توجه به سهم بالای گروه تأثیر گرمایش جهانی، توصیه می‌شود انتخاب گونه‌های با اثرات زیست‌محیطی کم‌تر، مدیریت خاک‌ورزی کاهش یافته و مصرف کودهای آلی به‌عنوان راه‌کارهای جایگزین برای کودهای شیمیایی به‌منظور تخفیف این اثرات زیست‌محیطی مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون، گرمایش جهانی، پایداری، شاخص زیست‌محیطی

مقدمه

در عصر حاضر، محیط زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت‌الشعاع قرار داده است. به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط زیست است و آلودگی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه انسانی در قرن بیست و یکم می‌باشد (Najam et al., 2002).

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه فردوسی مشهد
3- دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
4- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
(*) نویسنده مسئول: (Email: l.abolhasani@um.ac.ir
Doi: 10.22067/jag.v11i3.72459

(Nemecek et al., 2011).

فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید غلات در استان خراسان با استفاده از LCA دریافته‌اند که با افزایش مصرف نیتروژن، اثرات زیست‌محیطی نیز افزایش یافت. در مطالعه‌ای براساس ارزیابی چرخه‌حیات برای تعیین اثرات زیست‌محیطی تولید گندم در گرگان و مقایسه این اثرات با اروپا مشخص گردید که تولید گندم منطقه مورد مطالعه دارای اثرات زیست‌محیطی قابل‌توجهی از نظر تخلیه اوتریفیکاسیون و اسیدیته است و از این نظر فاصله معنی‌داری با کشورهای اروپایی (حد مطلوب) دارد (Soltani et al., 2012).

با محاسبه LCA برای نظام‌های تولید ارگانیک و رایج گندم در آمریکا نشان داده شد که تولید یک کیلوگرم گندم در نظام ارگانیک، 30 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن کم‌تر نسبت به نظام رایج تولید کرد (Meisterling et al., 2009). نتایج مطالعه برنتراپ و همکاران (Brenttrup et al., 2004) نشان داد که شاخص نهایی LCA در نظام گندم زمستانه در آلمان، در شرایط مصرف کم‌تر از 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در حدود 0/22 تا 0/26 به‌ازای هر تن دانه محاسبه شد و با افزایش مصرف نیتروژن از 200 تا 390 کیلوگرم در هکتار، LCA افزایش یافت. آن‌ها همچنین بیان داشتند که در سطوح پایین مصرف کود، تغییر کاربری اراضی و در سطوح بالای مصرف اوتریفیکاسیون مهم‌ترین گروه‌های تأثیر در تشدید اثرات زیست‌محیطی بودند. مجموعه نتایج فوق به‌وضوح نشان می‌دهد که با محاسبه LCA می‌توان اطلاعات بسیار مفیدی را در مورد اثرات زیست‌محیطی نظام‌های مختلف تولیدی به‌دست آورد افزایش اثرات زیست‌محیطی تولید محصولات کشاورزی ضرورت این مطالعه را موجب شده است.

لازم به ذکر است سطح زیر کشت محصولات گندم، جو، هندوانه و یونجه در استان خراسان رضوی به‌ترتیب 300090، 175473، 293829 و 34692 هکتار در سال 95-1394 گزارش شده است. بر این اساس، از آن‌جا که ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محصولات عمده در دهستان بلهرات نیشابور شامل گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، هندوانه بذری (*Citrullus lanatus* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) در دهستان بلهرات به‌عنوان یکی از مناطق تولید این محصولات در استان خراسان رضوی، می‌تواند اطلاعات مفیدی را در خصوص مدیریت سیستم‌های تولیدی در

در پی اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی در طی سال‌های گذشته، محققان به‌دنبال راهکاری هستند تا از مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی جلوگیری نمایند (Malakouti & Motesharezhadeh, 1999; Baibordi et al., 2000). در طی سال‌های اخیر سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های کشاورزی به‌منظور تحقق توسعه پایدار، در دست بررسی می‌باشد. از دیدگاه زیست‌محیطی، فعالیت کشاورزی زمانی پایدار است که میزان انتشار آلودگی و مصرف منابع، بتواند در درازمدت به‌وسیله محیط طبیعی تحمل شود. بنابراین، برای ارزیابی اولیه اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی، بایستی به پایداری آن فعالیت در درازمدت توجه شود (OECD, 2001a; OECD, 2001b).

به‌منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی روش‌های مختلفی وجود دارد (Schroder et al., 2003) که این روش‌ها در آغاز تأثیر مصرف نهاده‌ها در بوم‌نظام را به‌صورت اختصاصی در رابطه با یکی از پیامدهای آن به‌طور مثال، گرمایش جهانی و یا آب‌شویی ترکیبات نیتروژن‌دار مورد توجه قرار می‌دادند، ولی به‌تدریج با کامل شدن اطلاعات، کارکردهای زیست‌محیطی نیز مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین بررسی عملکرد زیست‌محیطی نظام‌های تولید امری مهم و ضروری برای بررسی پایداری نظام است (Eckert et al., 1999). از آن‌جا که این رهیافت‌ها عملکرد زیست‌محیطی نظام‌های مختلف تولیدی را نیز با یکدیگر مقایسه می‌کند، می‌توان نظام‌های متناسب از نظر کاهش آلودگی و مصرف بهینه منابع را معرفی کرد و از این طریق بهبود شرایط زیست‌محیطی را فراهم کرد (Consoli et al., 1993). در این راستا برخی محققان (Brenttrup et al., 2001; Brenttrup et al., 2004a; Roy et al., 2009; Finkbeiner et al., 2006) با توجه به دامنه کارکردهای رهیافت ارزیابی چرخه‌حیات (LCA¹)، این روش را مناسب‌ترین راهکار برای ارزیابی پایداری فعالیت‌های کشاورزی معرفی نمودند.

روش ارزیابی چرخه‌حیات، براساس محاسبه دو مؤلفه میزان مصرف منابع و انتشار آلاینده‌ها به محیط زیست تعیین می‌شود (Brenttrup et al., 2004a; Roy et al., 2009; Zeijts et al., 1999). در این رویکرد، کلیه اثرات زیست‌محیطی مرتبط با نظام تولیدی در گروه‌های تأثیر مؤثر بر آن در نظر گرفته می‌شود

جنوب به تپه ماهورهای نیزه بند، ساه کوه و کوه نمک و از غرب به حوضه آبریز دشت سبزوار محدود شده است (Naderianfar et al., 2012; Labaph, 2015). محصولات عمده منطقه مورد مطالعه شامل گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه می‌باشد که آبیاری این محصولات عمدتاً به‌روش سنتی انجام می‌گیرد.

جدول 1 میانگین میزان مصرف نهاده‌های مختلف تولید اعم از سوخت، کودها و سموم شیمیایی، بذر، کود دامی و الکتریسیته برای چهار محصول عمده دهستان بلهرات شامل گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه یکساله که در سال 1394 جمع‌آوری شده را نشان می‌دهد. از آن‌جا که واحد تحلیل این مطالعه، چاه آب می‌باشد و منطقه مورد مطالعه به‌طور کلی 58 چاه آب دارد، تعداد پرسشنامه‌ها با توجه به تعداد چاه‌ها انتخاب شده و اطلاعات مربوط به محصولات از کل زمین‌هایی که از این چاه‌ها آبیاری می‌شوند، جمع‌آوری شده است.

اختیار کشاورزان و محققان قرار دهد. لذا این مطالعه با هدف ارزیابی بوم‌نظام‌های تولید این چهار محصول و مقایسه این نظام‌ها با یکدیگر در دهستان بلهرات نیشابور با استفاده از رویکرد LCA انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده نیشابور با وسعت 7293/1 کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط 1480/5 متر از سطح دریا در شمال استان خراسان رضوی واقع شده است. دشت نیشابور جزئی از حوضه آبریز کالشور نیشابور می‌باشد که در دامنه جنوبی ارتفاعات بینالود و در شمال شرق کویر مرکزی واقع شده و دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد. این حوضه با مساحت 9349 کیلومتر مربع در طول جغرافیایی 17° 57' تا 30° 59' شرقی و عرض جغرافیایی 40° 35' تا 39° 36' شمالی واقع و از شمال به خط‌الرأس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلیا جوق ویال پلنگ، از

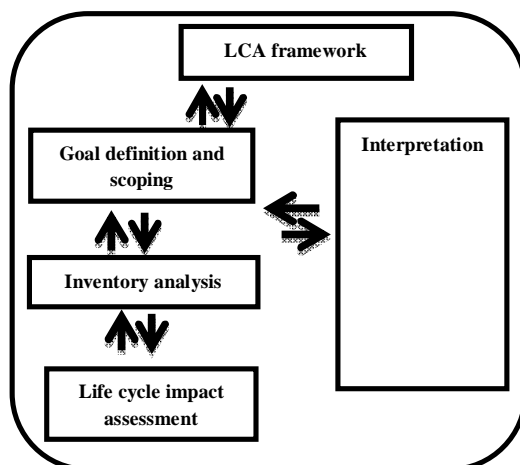
جدول 1- میانگین میزان مصرف نهاده‌ها و عملکرد اقتصادی در تولید محصولات عمده کشاورزی در دهستان بلهرات به‌ازای یک هکتار
Table 1- Average of inputs and economic yield per hectare for major agricultural crops in Belherat Rural District

نهاده Input	هندوانه بذری Seedy watermelon	جو Barley	گندم Wheat	یونجه Alfalfa
سوخت Fuel (l)	95.54	98.52	98.46	86.34
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers				
1- کود نیتروژن 1- Nitrogen (kg)	45.45	57.69	45.45	200
2- کود فسفر 2- Phosphorus (kg)	126	142.9	153	185.29
3- کود پتاس 3- Potash (kg)	145	121.66	103.33	150
علف‌کش Herbicide (l)	3	4.33	1.5	6
قارچ‌کش Fungicides (l)	1.85	0.72	0.76	0
آفت‌کش Pesticides (l)	8.75	2	1.58	3.5
الکتریسیته Electricity (kWh)	1704.66	1701.11	1971.3	4345.17
آب Water (m ³)	5144	5311.62	7043.2	14078.49
کود حیوانی Manure (t)	5.72	2.09	2.85	16.07
بذر (کیلوگرم) Seed (kg)	11.072	175.46	189.18	87.69
عملکرد (تن) Yield	0.64	3.08	2.9	5.24

کشاورزان و پر کردن 58 پرسشنامه (حاوی کلیه نهاده‌های آلی و شیمیایی و عملیات کاشت، داشت و برداشت طی تولید محصولات) جمع‌آوری شد.

ارزیابی چرخه‌حیات براساس روش ارائه شده در ISO14044 فرآیند سیستماتیک چهار مرحله‌ای شامل بخش تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه، ممیزی چرخه‌حیات، ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات و تفسیر نتایج می‌باشد (شکل 1).

عملکرد اقتصادی سه محصول گندم، جو و هندوانه بذری برحسب دانه و عملکرد اقتصادی محصول یونجه برحسب علوفه می‌باشد. از آن‌جا که این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با موضوع "تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی - اقتصادی نظام‌های مالکیت چاه- های آب کشاورزی دهستان بهرات نیشابور" استخراج شده و واحد تحلیل در آن چاه آب می‌باشد، با استفاده از سرشماری چاه‌های آب منطقه مورد مطالعه که تعداد آن‌ها 58 عدد بوده، داده‌ها جمع‌آوری شدند به‌طوری‌که، داده‌های مورد نیاز با استفاده از مراجعه حضوری به



شکل 1- چهارچوب روش ارزیابی چرخه‌حیات (ISO 14040, 1997)

Fig. 1- Life cycle assessment framework (ISO 14040, 1997)

محصول می‌باشد که این مواد برحسب واحد کارکردی محاسبه شد (ISO, 1997).

3- ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات: به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج بخش ممیزی، برای هر یک از گروه‌های تأثیر، فاکتور مشخص‌سازی تعریف شد. گروه‌های تأثیر در این مطالعه شامل اسیدی شدن، اوتریفیکاسیون (در بوم‌نظام‌های آبی و خشکی) و گرمایش جهانی می‌باشند (Finkbeiner et al., 2006; Brentrup et al., 2004).

1-3- گرمایش جهانی: تأثیر این گروه از طریق برآورد میزان تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای محاسبه می‌شود. گازهای گلخانه‌ای اصلی در مطالعات کشاورزی شامل CO_2 ، CH_4 و N_2O می‌باشند که در محاسبات براساس معادل CO_2 سنجیده می‌شوند

1- تعریف اهداف و حوزه عمل: در این مرحله، بعد از تعریف و توصیف فرآیند یا فعالیت مرز سیستم تحت مطالعه واحد کارکردی (برحسب یک تن عملکرد اقتصادی) مشخص شد (ISO, 1997). بر این اساس، واحد کارکردی برای چهار محصول گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه معادل یک تن عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شد. عملکرد اقتصادی سه محصول گندم، جو و هندوانه بذری برحسب دانه و عملکرد اقتصادی محصول یونجه برحسب علوفه می‌باشد.

2- ممیزی چرخه‌حیات: این مرحله شامل شناسایی و کمی کردن کلیه منابع مورد استفاده برای تولید محصول مثل آب، مواد خام و فرآوری شده و کلیه مواد منتشر شده به محیط زیست شامل انتشار انواع آلاینده‌ها به هوا، خاک و آب و ضایعات ناشی از تولید و مصرف

(ISO, 2006).

3-3- اوتریفیکاسیون: از آن‌جا که منبع تشدید

اوتریفیکاسیون در اکوسیستم‌های خشکی ورود NO_x و NH_3 و برای اکوسیستم‌های آبی ورود ترکیبات نیتروژن و فسفر به آب‌های سطحی می‌باشد، لذا این تأثیر برای اکوسیستم‌های خشکی و آبی به‌طور جداگانه برآورد می‌گردد (Brentrup et al., 2004).

3-2- اسیدی شدن: شاخص مربوط به این گروه تأثیر

براساس میزان ورود املاح یا ترکیبات معدنی به خاک برآورد و براساس SO_2 یکسان‌سازی می‌گردد (Biswas et al., 2010; Brentrup et al., 2004).

جدول 2- ضرایب وزن‌دهی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه (Brentrup et al., 2004)
Table 2- Weighting coefficients for each studied impact categories (Brentrup et al., 2004)

پتانسیل گرمایش جهانی Global warming potential (kg CO ₂ equivalent per kg emission)	
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
پتانسیل اسیدی شدن Acidification potential (in kg SO ₂ equivalent per kg emission)	
SO ₂	1
NO _x	0.28
NH ₃	1.30
پتانسیل اوتریفیکاسیون در بوم‌نظام‌های آبی Aquatic eutrophication potential (kg PO ₄ equivalent per kg emission)	
P	1
NO ₃	0.1
NO _x	0.13
NH ₄	0.33
NH ₃	0.35
N	0.42
پتانسیل اوتریفیکاسیون در بوم‌نظام‌های خشکی Terrestrial eutrophication potential (kg NO _x equivalent per kg emission)	
NO _x	1
NH ₃	5

پس از آن، شاخص‌ها با استفاده از ضرایب براساس معادله 2 نرمال‌سازی شدند (Brentrup et al., 2004a).

$$N_i = \frac{ICI_i}{NVI} \quad (2)$$

در این معادله، ICI_i شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر i ، که از مرحله قبل به‌دست آمده، NVI فاکتور نرمال‌سازی برای منطقه مرجع برای هر گروه تأثیر i و N_i شاخص نرمال‌سازی گروه تأثیر i می‌باشد.

سپس شاخص‌های نرمال شده با استفاده از معادله (3) وزن‌دهی شدند تا شدت تأثیر آن‌ها برحسب وزن (W) لحاظ گردد (Brentrup et al., 2004a).

$$WF_{i,j,k} = \frac{CI_{i,j,k}}{TI_{i,j,k}} \quad (3)$$

که در این معادله، $WF_{i,j,k}$: فاکتور وزن‌دهی، $CI_{i,j,k}$: شاخص

به این ترتیب، ابتدا سه گروه فوق‌میزی و تأثیر کارکرد نظام-های تولید محصولات عمده تعیین شد. این گروه‌های تأثیر که بسته به ماهیت ممکن است منبع یا عوامل انتشار یافته باشند در ضریب تأثیر مربوطه ضرب و تأثیر آن‌ها به‌ازای واحد کارکردی مشخص شد (معادله 1). (Brentrup et al., 2004a).

$$ICI_i^1 = \sum_j [E_j \text{ or } R_j] * CFI_{i,j} \quad (1)$$

در این معادله، R_j یا E_j انتشار ترکیب j یا مصرف j به‌ازای هر واحد کارکردی، $CFI_{i,j}$ فاکتور طبقه‌بندی برای ترکیب j یا منبع j سهمیم در گروه تأثیر i می‌باشد. فاکتور طبقه‌بندی در هر گروه تأثیر نشان‌دهنده پتانسیل آن ترکیب در ایجاد اثر مربوطه می‌باشد.

1- Impact Category Indicator (ICI)

3/08، 0/6 و 5/2 تن در هکتار می‌باشد (جدول 1). در مطالعه سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2012) مقایسه شش مزرعه گندم نشان داد که متوسط عملکرد برای محصول گندم برابر 3/8 تن در هکتار است و همچنین بالاترین و کم‌ترین عملکرد این محصول به ترتیب برابر با 5/2 و 2/5 تن در هکتار می‌باشد. علاوه بر این نتایج مطالعه خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) نشان داد، بالاترین عملکرد گندم برابر با 3/8 تن در شرایط مصرف 200-220 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. هم‌چنین در ارتباط با محصول جو مطالعه خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) اذعان داشتند، بالاترین عملکرد جو با 3/2 تن در هکتار برای سطح بیش‌تر از 220 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید. **گروه تأثیر گرمایش جهانی:** در شکل 3 پتانسیل گرمایش-جهانی و سهم گازهای مربوط به این گروه تأثیر در تولید محصولات مورد مطالعه نشان داده شده است.

فعلی (z: منطقه، k: سال) و $TI_{i,j,k}$: شاخص هدف می‌باشد.

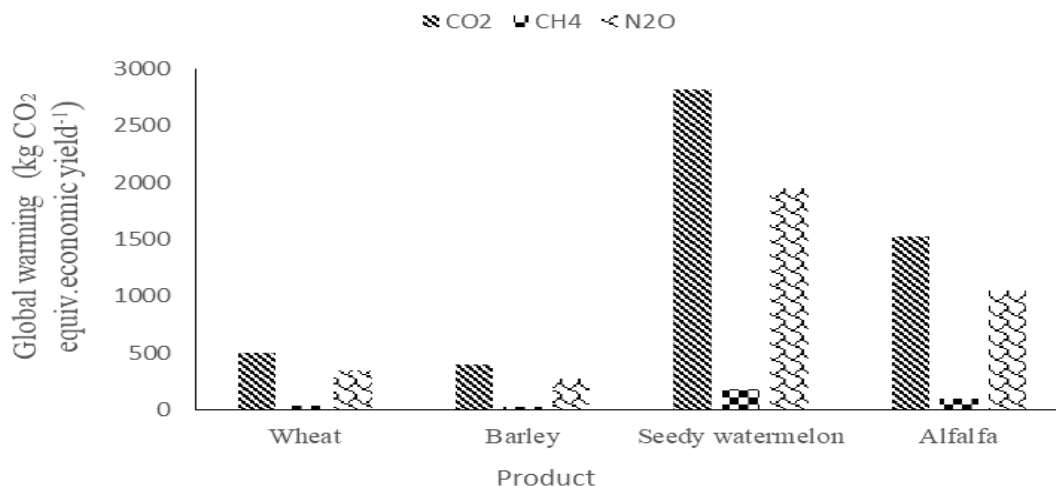
4- تفسیر نتایج: در این مرحله نتایج مراحل تجزیه و تحلیل و ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات توسط شاخص زیست‌محیطی تحت عنوان شاخص بوم‌شناخت (Eco-X) به‌عنوان معیار نهایی LCA، با استفاده از معادله ذیل محاسبه شد (Brenttrup et al., 2004).

$$EcoX = \sum Ni * Wfi, j, k \quad (4)$$

در این معادله، EcoX: شاخص زیست‌محیطی بوم‌شناخت به‌ازای واحد کارکردی، N_i : مقدار نرمال‌شده مربوط به هر گروه تأثیر و $Wf_{i,j,k}$: وزن مربوط به هر یک از مقادیر N_i می‌باشد. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، دسته‌بندی اطلاعات و محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام و شکل‌ها نیز ترسیم شدند.

نتایج و بحث

عملکرد: متوسط عملکرد اقتصادی برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه در منطقه بلهرات نیشابور به ترتیب برابر 2/9



شکل 3- پتانسیل گروه تأثیر گرمایش جهانی به‌ازای یک واحد کارکردی برای محصولات عمده در دهستان بلهرات نیشابور

Fig. 3- Global warming potential for one functional unit of major crops in Belherat Rural District

و یونجه به ترتیب برابر 496/53، 396/63، 2824/16 و 1529/57 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی می‌باشد. مهم‌ترین منبع ایجاد این گاز سوخت فسیلی ماشین‌آلات و نیتروژن موجود در کودهای حیوانی و کودهای شیمیایی نیتروژنه می-

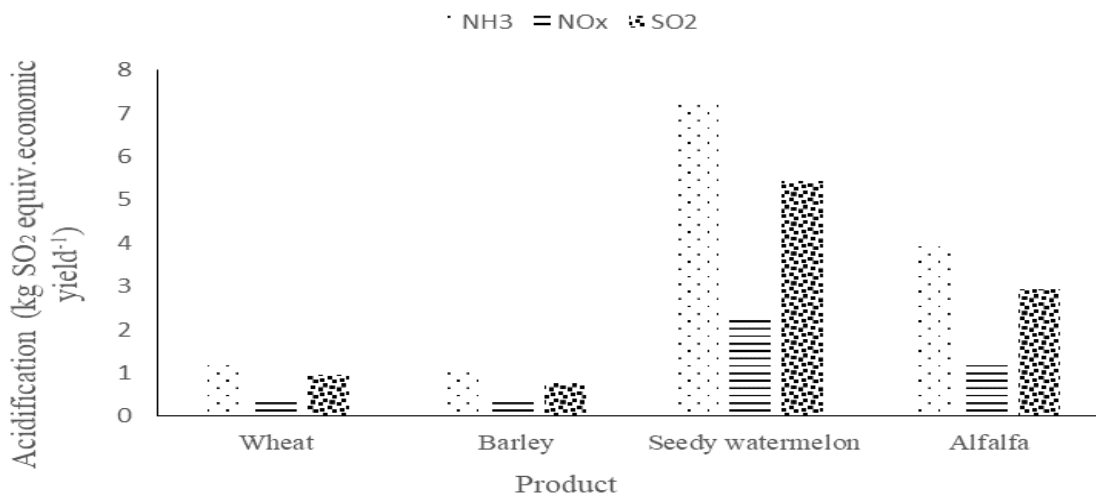
نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده آن است که تقریباً در تمامی محصولات مورد مطالعه تولید و انتشار دی‌اکسید کربن بیش‌ترین سهم را در ایجاد اثر پتانسیل گرمایش جهانی به خود اختصاص داد، به‌طوری که مقدار این آلاینده در محصولات گندم، جو، هندوانه بذری

کودهای شیمیایی برای تولید این محصول می باشد (جدول 1). همچنین این محصول بالاترین تولید آلاینده های CH_4 و N_2O را نیز به دنبال داشته است (شکل 3). در مطالعه ای فلاح پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) با بررسی تولید گندم در خراسان اظهار داشتند که بیشترین پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید این محصول برابر با 1164/12 کیلوگرم معادل دی اکسید کربن به ازای یک تن دانه برای سطح کود نیتروژن 180-160 کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در مطالعه خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) بالاترین پتانسیل گرمایش جهانی جو معادل 898/24 کیلوگرم معادل دی-اکسید کربن به ازای یک تن دانه برای سطح کودی 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار محاسبه گردید. مقادیر این شاخص برای تولید هندوانه در منطقه کیشهر استان گیلان برابر 115/35 کیلوگرم معادل CO_2 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی گزارش گردید (Barsari et al, 2016).

گروه تأثیر اسیدی شدن: در شکل 4 میزان اثر پتانسیل اسیدی شدن و سهم گازهای مربوطه در تولید محصولات عمده کشاورزی در منطقه بلهرات نیشابور نشان داده شده است.

باشد (Brenttrup et al., 2004b). همچنین نتایج نشان داد که انتشار N_2O از تولید محصولات مختلف مورد مطالعه سهم قابل توجهی را در پیامد زیست محیطی پتانسیل گرمایش جهانی به خود اختصاص داده است و مقادیر آن برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به ترتیب برابر 341/58، 272/74، 1945/02 و 1053/06 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی است. آلاینده CH_4 نیز برای هر کدام از محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به ترتیب برابر 31/23، 24/94، 177/87 و 96/30 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی می باشد (شکل 3).

پتانسیل گرمایش جهانی برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به ترتیب معادل 694/32، 869/36، 4947/06 و 2678/95 کیلوگرم دی اکسید کربن (CO_2) به ازای تولید یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه شد. با مقایسه مقدار عددی پتانسیل گرمایش جهانی چهار محصول نام برده مشخص است هندوانه بذری بالاترین میزان تولید دی اکسید کربن به ازای یک تن دانه را به خود اختصاص داد به طوری که حدود پنج برابر محصول گندم و جو و دو برابر یونجه، دی اکسید کربن بیش تری تولید می کند. دلیل این امر مصرف زیاد



شکل 4- پتانسیل گروه تأثیر اسیدی شدن در تولید محصولات عمده نیشابور
 Fig. 4- Acidification potential per functional unit of major products of Neyshabour (kg.ha⁻¹)

هندوانه بذری و یونجه و همچنین SO_2 با اختصاص مقادیر 0/95، 0/76، 5/42 و 2/93 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی به ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه بیشترین سهم را در

نتایج نشان دهنده آن است که در تمامی محصولات مورد مطالعه در منطقه بلهرات نیشابور NH_3 با مقادیر 1/01، 1/26، 7/22 و 3/91 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی به ترتیب برای محصولات گندم، جو،

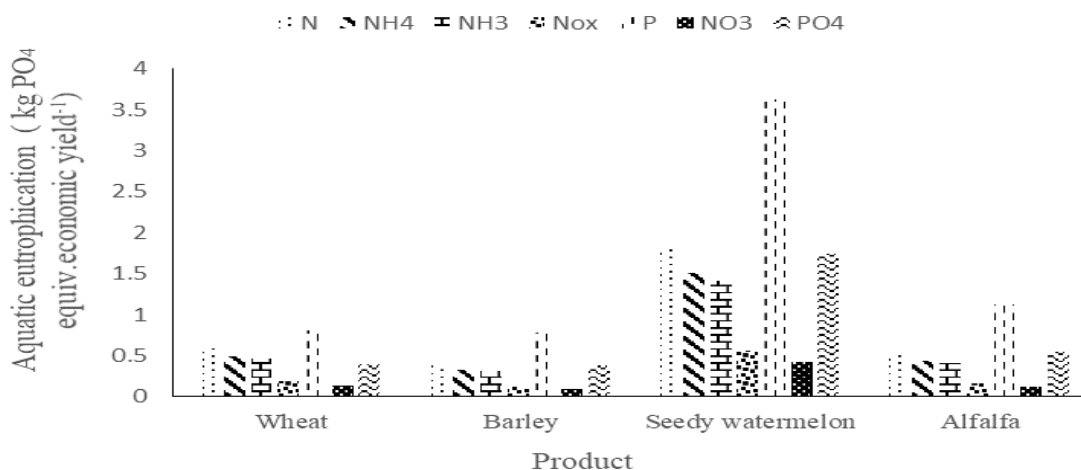
کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر با 1/53 کیلوگرم معادل دی‌اکسید-گوگرد به‌ازای یک تن دانه برای محصول گندم به‌دست آمد. در مطالعه‌ای دیگر، این محققان گزارش نمودند که بالاترین پتانسیل-اسیدی‌شدن برای تولید جو برابر با 1/64 کیلوگرم معادل دی-اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه برای مقدار 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2015). فلاح-پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) گزارش نمودند که بالاترین میزان اسیدی‌شدن در گندم برابر با 1/95 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه برای سطح کود نیتروژن 180-160 کیلوگرم در هکتار در استان خراسان گزارش نمودند. هم‌چنین بالاترین پتانسیل اسیدی‌شدن برای تولید جو در استان خراسان معادل 1/89 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه برای مقدار 220 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. شاخص گروه تأثیر اسیدی‌شدن برای تولید یک تن محصول برای هندوانه در کیشهر گیلان برابر با 3/09 کیلوگرم (SO₂) گزارش شد (Yarmohammadi et al., 2016).

گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی: در شکل 5 میزان پتانسیل

گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی در تولید محصولات عمده در منطقه بلهرات نیشابور نشان داده شده است.

ایجاد اثر پتانسیل‌اسیدی‌شدن دارند. در این اثر زیست‌محیطی مقادیر مربوط به آلاینده NO_x نیز برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به‌ترتیب برابر 0/39، 0/31، 2/25 و 1/22 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی است (شکل 5). مهم‌ترین منبع انتشار این آلاینده‌ها در بوم‌نظام‌های زراعی، نیتروژن مصرفی حاصل از کودهای حیوانی و کودهای شیمیایی نیتروژنه است (Brenttrup et al., 2004b).

پتانسیل اسیدی‌شدن محصولات عمده مورد مطالعه در منطقه بلهرات نیشابور گندم، جو، هندوانه‌بذری و یونجه به‌ترتیب معادل 2/61، 2/09، 14/9 و 8/07 کیلوگرم دی‌اکسیدگوگرد (SO₂) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه گردید. همان‌گونه که در شکل 5 مشاهده می‌شود، NH₃ بیش‌ترین سهم را در بین آلاینده‌های گروه تأثیر اسیدی‌شدن به خود اختصاص داد و هم‌چنین بالاترین سهم اثرات زیست‌محیطی در مقایسه محصولات مورد مطالعه، برای محصول هندوانه بذری به‌دست آمد. به‌طوری‌که سهم این گروه تأثیر در محصول هندوانه بذری حدود 7 برابر گندم و جو و حدود دو برابر یونجه می‌باشد (جدول 5) و دلیل این امر نیز مصرف زیاد کودهای شیمیایی برای تولید این محصول است (جدول 1). نتایج مطالعه خرم-دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) نشان دادند که بیش‌ترین پتانسیل‌اسیدی‌شدن برای سطح کودی بیش از 220



شکل 5- پتانسیل گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی در تولید محصولات عمده نیشابور

Fig. 5- Potential of aquatic eutrophication per functional unit of major products of Neyshabour (kg.ha⁻¹)

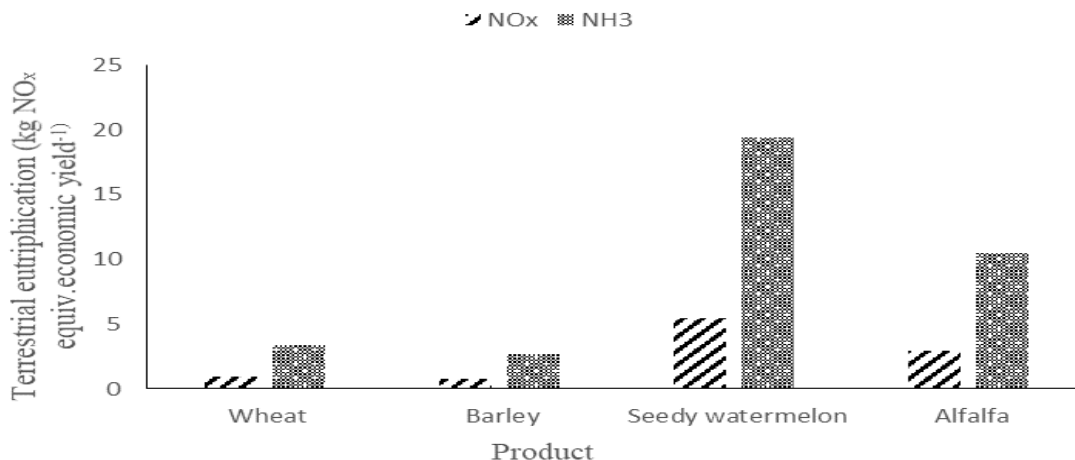
زیست‌محیطی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی به محیط زیست دارند

فسفر (P) و آمونیاک (NH₃) سهم عمده‌ای در انتشار پیامدهای

(Khorramdel et al., 2014) نشان داد که بیشترین پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی برای سطح کودی بیش از 220 کیلوگرم نیتروژن در هکتار را 2/41 کیلوگرم معادل PO_4 به ازای یک تن دانه برای محصول گندم به دست آمد. در مطالعه‌ای دیگر، بالاترین پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی برای محصول جو 2/42 کیلوگرم معادل PO_4 به ازای یک تن دانه برای سطح 140-180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (Khorramdel et al., 2015). انتشار آمونیاک (NH_3) بیشترین سهم را در تشدید پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی دارد و مهم‌ترین نهاد مصرفی در تولید این گاز، نیتروژن موجود در کود حیوانی و کود شیمیایی نیتروژن می‌باشد (Brentrup et al., 2004b).

گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی: در شکل 6 میزان اثر گروه تأثیر پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی در تولید محصولات عمده کشاورزی در منطقه بلهرات نیشابور نشان داده شده است.

(Brentrup et al., 2004b). آلاینده فسفر با اختصاص مقادیر 0/81، 0/78، 3/62 و 1/12 و آلاینده آمونیاک نیز با مقادیر 0/46، 0/30، 1/41، 0/41 به ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به ازای یک تن عملکرد اقتصادی سهم عمده‌ای در این گروه تأثیر دارند. پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی محصولات مورد مطالعه شامل گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه در منطقه بلهرات نیشابور به ترتیب معادل 3/08، 2/4، 11/08 و 3/33 کیلوگرم معادل PO_4 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه گردید. با مقایسه محصولات می‌توان به این نتیجه رسید که انتشار آلاینده P علاوه بر اینکه بیشترین سهم را در بین آلاینده‌ها دارد، بیشترین سهم را در تولید محصول هندوانه-بذری به خود اختصاص داده است. تولید و انتشار P در هندوانه بذری حدود پنج برابر محصول گندم و جو و سه برابر محصول یونجه محاسبه گردید (شکل 5). نتایج مطالعه خرم‌دل و همکاران



شکل 6- پتانسیل گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی در تولید محصولات عمده نیشابور
 Fig. 6- Potential of terrestrial eutrophication per functional unit of major products of Neyshabour ($kg \cdot ha^{-1}$)

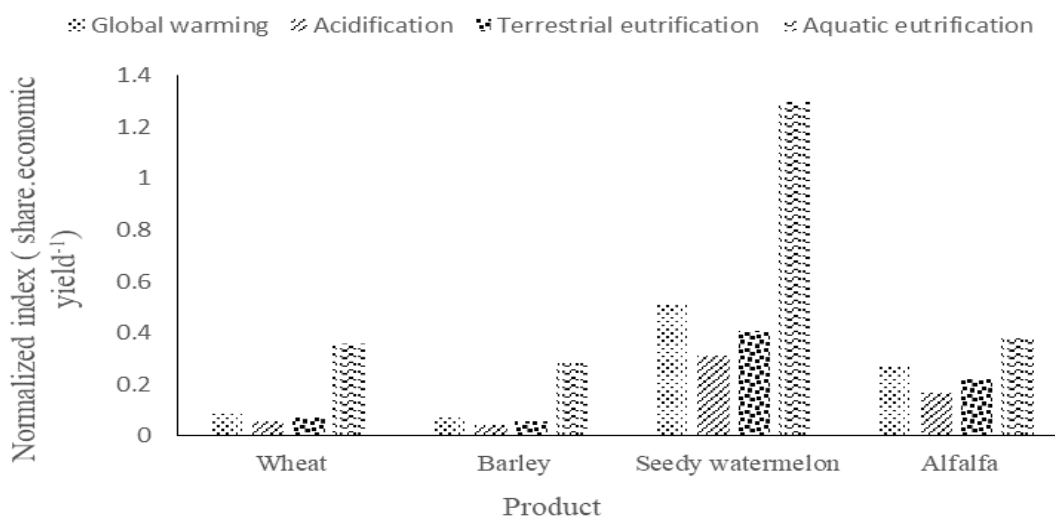
منتشر می‌کند، بطوریکه انتشار این آلاینده در این محصول حدود شش برابر گندم و جو و دو برابر یونجه است (شکل 6). علاوه بر این، تولید این محصول NO_x بیش‌تری نیز نسبت به سایر محصولات را در محیط زیست منتشر می‌کند. مقادیر این آلاینده برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به ترتیب برابر 0/95، 0/76، 5/42 و 2/93 به ازای یک تن عملکرد اقتصادی است (شکل 6). خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) بیشترین پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی برای سطح کودی بیش از 220 کیلوگرم

پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی در محصولات عمده در منطقه بلهرات نیشابور شامل گندم، جو، هندوانه-بذری و یونجه به ترتیب معادل 4/36، 3/48، 24/84 و 13/45 کیلوگرم NO_x به ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه گردید. در این گروه تأثیر، NH_3 با مقادیر 3/41، 2/72، 19/42 و 10/51 به ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه بیشترین سهم را به ازای یک تن عملکرد اقتصادی داشت. در مقایسه محصولات مختلف نیز مشخص گردید که تولید هندوانه بذری بیشترین مقدار NH_3 را به محیط زیست

کیاشهر گیلان برای تولید هندوانه معادل 8/31 کیلوگرم (NO_x) به‌ازای یک تن هندوانه محاسبه شد (Yarmohammadi Barsari et al., 2016).

شاخص نرمال‌سازی: در شکل 7 شاخص نرمال شده چهار اثر زیست‌محیطی برای محصولات عمده منطقه بلهرات نیشابور نشان داده است.

نیترژن در هکتار برابر با 1/11 کیلوگرم معادل NO_x به‌ازای یک تن دانه برای محصول گندم محاسبه کردند. نتایج دیگر مطالعه این محققان (Khorramdel et al., 2015) نشان داد که بیش‌ترین پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی برای تولید جو 2/73 کیلوگرم معادل NO_x به‌ازای یک تن دانه برای سطح 140-180 کیلوگرم نیترژن در هکتار حاصل شد. شاخص گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی در



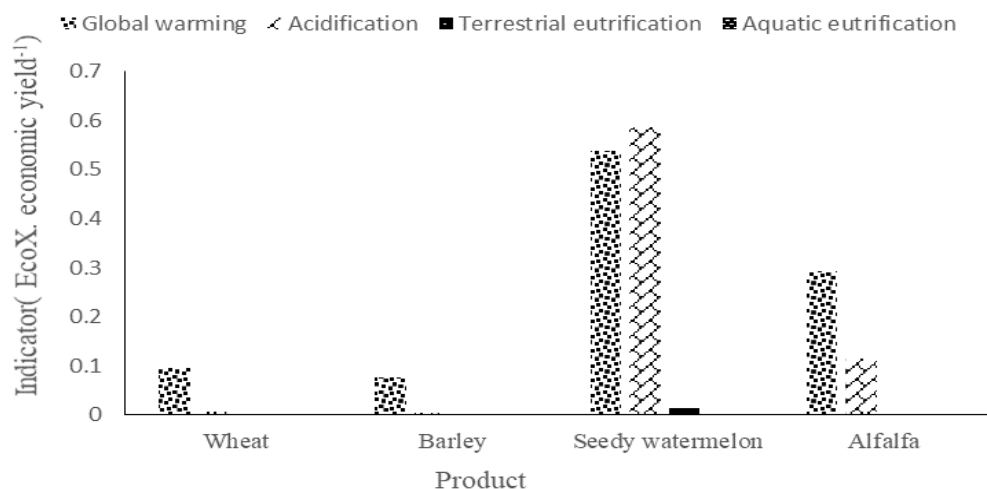
شکل 7- شاخص نرمال‌سازی در تولید محصولات عمده نیشابور
Fig. 7- Normalized indicator values per functional unit of major products of Neyshabour (kg.ha⁻¹)

مطالعه برابر با 0/07 - 1/14 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه شد. بیش‌ترین سهم از اثرات زیست‌محیطی محصول هندوانه بذری مربوط به گروه تأثیر اسیدی شدن (EcoX 0/58) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) و پایین‌ترین میزان اثر زیست‌محیطی در این محصول برای گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی (EcoX 0/002) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) است. همچنین در محصول جو بالاترین اثر در گروه تأثیر گرمایش جهانی (EcoX 0/07) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) و پایین‌ترین اثر در گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی (EcoX 0/0001) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) مشاهده شد.

نتایج مقایسه محصولات عمده منطقه بلهرات نیشابور نشان داد که هندوانه‌بذری بالاترین و جو پایین‌ترین شاخص نرمال شده را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در شاخص نرمال شده هندوانه‌بذری گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی با 1/29 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی بالاترین و اثر اسیدی شدن با 0/31 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی کم‌ترین سهم را به خود اختصاص داد. همچنین گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی با 0/28 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی بیش‌ترین و گروه تأثیر اسیدی شدن با 0/04 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی کم‌ترین سهم را در شاخص نرمال شده جو به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی دارا بودند (شکل 7).

مجموع شاخص زیست‌محیطی: در شکل 8 مجموع شاخص زیست‌محیطی محصولات عمده در منطقه بلهرات نیشابور ارائه شده است.

دامنه شاخص زیست‌محیطی تولید محصولات عمده منطقه مورد



شکل 8- مجموع شاخص زیست محیطی (EcoX) تولید محصولات عمده نیشابور
 Fig. 8- Aggregated environmental indicators (EcoX) per functional unit of major products of Neyshabour (kg.ha⁻¹)

اوتریفیکاسیون گزارش گردید. هم چنین بیشترین اثرات زیست-محیطی تولید گندم در خراسان مربوط به گروه تأثیر گرمایش جهانی بود. شاخص نهایی بوم شناخت با استفاده از رویکرد LCA نشان دهنده مجموع آثار زیست محیطی انتشار آلاینده ها به بخش های مختلف محیط زیست است (Brenttrup et al., 2004). نتایج مطالعه فلاح پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) نشان داد که بالاترین اثرات زیست محیطی تولید جو در استان خراسان رضوی مربوط به گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی است. در این مطالعه دامنه اثرات زیست محیطی برای جو در استان خراسان 0/024-0/174 EcoX به ازای یک تن به دست آمد. هم چنین خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) با ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید جو دامنه اثرات زیست محیطی این محصول را 0/27-0/46 EcoX به ازای یک تن گزارش نمودند، هم چنین گروه های تأثیر گرمایش-جهانی و اسیدی شدن به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در شاخص زیست محیطی دارند.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه روی مقایسه اثرات زیست محیطی تولید چهار محصول گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه در دهستان بههرات نیشابور نشان داد که بالاترین اثرات زیست محیطی مربوط به گروه

بالاترین و پایینترین اثر زیست محیطی به ترتیب مربوط به هندوانه بذری و جو است (شکل 8). از آنجا که در روش LCA، اثرات زیست محیطی محصولات بر اساس عملکرد آنها گزارش می-شود و در مطالعه حاضر همان گونه که در جدول 1 گزارش شده عملکرد هندوانه بذری نسبت به سایر محصولات بسیار پایین تر بوده و دلیل اصلی بالا بودن اثرات زیست محیطی آن نسبت به سایر محصولات می باشد. اثرات زیست محیطی به دلیل استفاده از نهاده ها منتشر می شود که عملکرد محصول می تواند مصرف نهاده ها را پوشش دهد اما اگر محصولی هم چون هندوانه بذری که در این مطالعه تقریباً مشابه سایر محصولات از نهاده هایی مانند کودهای شیمیایی استفاده کرده اما عملکرد پایینی دارد، بدان معناست که نتوانسته اثرات زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده ها را به خوبی پوشش دهد، بنابراین در مقایسه با سایر محصولات آسیب بیشتری به محیط زیست وارد می کند. خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) دامنه شاخص بوم شناخت تولید گندم در کشور را 0/55-0/47 EcoX به ازای یک تن دانه محاسبه نمودند. در این مطالعه گروه تأثیر گرمایش جهانی و اوتریفیکاسیون خشکی به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در این شاخص داشتند. بر اساس نتایج مطالعه فلاح-پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012)، بیشترین اثرات زیست محیطی تولید گندم در استان خراسان برای گروه تأثیر

می‌شود روش‌های ترویجی مناسب هم‌چون به‌کارگیری خاک‌ورزی-های کاهش یافته و حفاظتی از طریق کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، بهره‌گیری از راهکارهای مدیریت پایدار تغذیه گیاهی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی، کشت مخلوط، تناوب زراعی با بقولات و انتخاب گیاهان با اثرات زیست‌محیطی کم‌تر در الگوی کشت منطقه جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی به کشاورزان آموزش داده شود.

سپاسگزاری

از کشاورزان دهستان بلهرات و سایر مسئولین بخش میان‌جلگه که در این مطالعه ما را یاری کردند کمال تشکر را داریم.

تأثیر گرمایش جهانی بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین اثرات نهایی زیست‌محیطی به‌ترتیب برای تولید هندوانه بذری و جو به‌دست آمد. این نکته نیز حائز اهمیت است که رتبه‌بندی محصولات عمده از لحاظ اثرات زیست‌محیطی در مطالعه حاضر به‌ترتیب مربوط به تولید هندوانه بذری، یونجه، گندم و جو می‌باشد. دلیل بالا بودن اثرات زیست‌محیطی هندوانه بذری نسبت به سایر محصولات همان‌گونه که در بخش نتایج و بحث به آن اشاره شد، عملکرد پایین این محصول می‌باشد. هم‌چنین گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی و اوتریفیکاسیون آبی به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در تشدید اثرات زیست-محیطی دارند که این پیامدها ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی از جمله کودها و سموم شیمیایی و سوخت‌های فسیلی است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود کشاورزان مصرف کودهای حیوانی را به‌عنوان جایگزینی برای کود شیمیایی مدنظر قرار دهند. هم‌چنین پیشنهاد

فهرست منابع

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hoseinpour, R., Abdshah, H., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2017. Statistics of Agri-Jihad. <http://amar.maj.ir>. (In Persian)
- Baibordi, M., Malakouti, M.J., AmirMokri, H., and Nafisi, M. 2000. Production and consumption of fertilizers in line with the objectives of sustainable agriculture. Train and equip the human resources department, the Research, Education and Extension Organization, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian)
- Bennett, R., Phipps, R., and Strange, A. 2006. An application of life-cycle assessment for environmental planning and management the potential environmental and human health impacts of growing genetically-modified herbicide-tolerant sugar beet. *Journal of Environmental Planning and Management* 49: 59-74.
- Biswas, W.K., Graham, J., Kelly, K., and John, M.B. 2010. Global warming contributions from wheat, sheep meat and wool production in Victoria, Australia: A life cycle assessment. *Journal of Cleaner production* 18: 1-7.
- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., and Lammel, J. 2004a. Environmental impact 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.
- 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 forms of nitrogen fertilisers. *European Journal of Agronomy* 14: 221-233.
- Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A.A., Oude, N., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Quay, B., Séguin, J., and Vignon, B. 1993. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice.
- Cowell, S.J., and Clift, R. 2000. A methodology for assessing soil quantity and quality in life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* 8: 321-331.
- Eckert, H., Breitschuh, G., and Sauerbeck, D. 1999. Kriterien einer umweltverträglichen Landbewirtschaftung (KUL)-ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben (Criteria of Environmentally friendly land use (KUL)-a method for the environmental evaluation of farms). *Journal of Agriculture Biotechnology Research* 52: 57-76.
- Fallahpour, F., Aminghafouri, A., Behbahani, A.G., and Bannayan, M. 2012. The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Environment Development and Sustainability* 14: 979-992.

- Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R.B.H., Christiansen, K., and 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.
- Haas, G., Wetterich, F., and Kopke, U. 2001. Comparing intensive extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Journal of Agriculture Ecosystems and Environment* 83: 43–53.
- Halleux, H., Lassaux, S., Renzoni, R., and Germain, A. 2008. Comparative life cycle assessment of two biofuels ethanol from sugar beet with a preface by Jorg Schweinle. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 13: 184-190.
- ISO (International Organization for Standardization). 1997. Environmental management-Life cycle assessment Principles and framework. International Standard ISO 14040 Geneva.
- Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., and Amin Ghafari, A. 2014. Evaluation of environmental impacts for wheat agroecosystems of Iran by using life cycle assessment methodology. *Cereal Research* 4: 27-44. (In Persian with English Summary)
- Khorramdel, S. 2012. Evaluation of the potential of carbon sequestration and Life Cycle Assessment (LCA) approach in different management systems for corn. PhD Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
- Khorramdel, S., Ghorbani, R., and Amin Ghafari, A. 2015. Comparison of environmental impacts for dryland and irrigated barley agroecosystems of Iran by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Journal of Plant Production Research* 22: 243-264. (In Persian with English Summary)
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H., and Clark, S. 2014. Environmental impact assessment of tomato and cucumber cultivation in greenhouses using life cycle assessment and adaptive neuro-fuzzy inference system. *Journal of Cleaner Production* 73: 183-192. (In Persian with English Summary)
- Kronvang, B., Rubak, G.H., and Heckrath, G., Kasmaprueet, S., Paengjuntuek, W., Saikhwan, P., and Phungrassami, H. 2009. Life cycle assessment of milled rice production: case study in Thailand. *European Journal of Scientific Research* 30: 95-203.
- Labaph Khaniky, M., 2015. Neishabur interactions and the way of silk in Sassanidera. *Archaeological Studies* 6: 87-97.
- Malakouti, M., and Motesharezadeh, B. 1999. The trend of consumption of fertilizers in Iran (goals and policies), Technical Bulletin No. 64, Train and equip the human resources department. Ministry of Agricultural Jihad, Iran. (In Persian)
- Mattsson, B., and Wallén, E. 2003. Environmental LCA of organic potatoes. *Proceedings of the 26th International Horticultural Congress, ISHS, Acta Horticulturae* 90: 1-10.
- Meisterling, K., Samaras, C., and Schweizer, V. 2009. Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production* 17: 222–230.
- Motesharezadeh, B., and Malakouti, M. 2001. The production and consumption of chemical fertilizers in the country is an important step towards achieving self-sufficiency and sustainable agriculture, Technical Bulletin No. 209, Train and equip the human resources department. Ministry of Agricultural Jihad, Iran. (In Persian)
- Motiee Langroudi, H., Faragi Sabokbar, H.A., Ghadiri Masoum, M., and Bakhshi, Z. 2017. Spatial Analysis of Distribution of Rural Settlements in Sabzevar-Neyshabur based on existing ecological resources. *Human Geography Research* 49: 227-242.
- Naderianfar, M., Ansari, H., Ziaie, A., and Davari, K. 2012. Evaluating the groundwater level fluctuations under different climatic conditions in the basin Neyshabour. *Journal of Irrigation and Water Engineering Researches* 1: 22-37. (In Persian with English Summary)
- Najam, A., Poling, J.M., Yamagishi, N., Straub, D.G., Sarno, J., De Ritter, S.M., and Kim, E.M. 2002. From Rio to Johannesburg Progress and Prospects. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 44: 26-38.
- Nemecek, T.D., Dubois, O., Huguenin, E., and Gaillard, G. 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Journal of Agricultural Systems* 104: 217-232.
- OECD. 2001a. Environmental Indicators for Agriculture Methods and Results. OECD Publications, Paris, France 3: 409.
- OECD. 2001b. Multifunctionality: Towards an Analytical Framework. OECD Publications, Paris, France, pp. 160.
- Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., Xu, Q., Okadome, H., Nakamura, N., and Shiina, T. 2009. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering* 90: 1-10.
- Roy, P.D., Nei, T., Orikasa, Q.X., and Okadome, H. 2009. A review of cycle life assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering* 90: 1-10.

- Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., Ten Berge, H.F.M., Van Keulen, H., and Neeteson, J.J. 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20: 33-44.
- Soltani, A., Torabi, B., Galeshi, S., and Zeinali, E. 2012. Analyzing Wheat yield constraints in Gorgan with comparative performance analysis (CPA) method. *Journal of Crop Production* 4:1-17. (In Persian with English Summary)
- Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., and Jaggard, K. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. *Journal of Agricultural Systems* 85: 101-119.
- Yarmohammadi Barsari, E., Firousi, S., Amin Panah, H. 2016. Environmental impacts of watermelon production in Guilan Province by life cycle assessment. *Iranian Journal of Engineering Biotechnology Researches* 47: 139-146. (In Persian with English Summary)
- Zeijts, H.V, Leneman, H., and Sleswijk, A.W. 1999. Fitting fertilization in LCA: allocation to crops in a cropping plan. *Cleaner Production* 7: 69-74.



Evaluation of Environmental Impacts of Major Agricultural Products of Belherat Rural District of Neyshabour using Life Cycle Assessment

F. Masoumkhani¹, L. Abolhasani^{2*}, S. Khorramdel³ and S.A. Mohaddes Hosseini⁴

Submitted: 26-05-2018

Accepted: 12-10-2018

Masoumkhani, F., Abolhasani, L., Khorramdel, S., and Mohaddes Hosseini, S.A. 2019. Evaluation of environmental impacts of major agricultural products of Belherat rural district of Neyshabour using life cycle assessment. *Journal of Agroecology*. 11(3): 924-909.

Introduction

Life cycle assessment (LCA) is a common tool for environmentally assessing various agricultural systems based on type and quantity of input consumption and emissions generated during the production. LCA is a method assessing the environmental performance of a given production. The method has been recently developed, providing some detailed information on how to mitigate environmental impacts as well as how to improve sustainability of existing agricultural systems. The aim of this study was to compare environmental impacts of four major crops of wheat, barley, seed water melon and alfalfa in Belherat Rural District of Neyshabur.

Materials and Methods

Using the LCA, four steps including goal definition and scoping, inventory analysis, life cycle impact assessment and integration and interpretation were taken. The system boundary contains production processes, chemical fertilizers, manure, herbicides, pesticides, irrigation (electricity), seed, fuel and other inputs. Functional unit was equivalent to one ton of economic yield, and all inputs, pollutants and average of economic yields were quantified based on one ton of economic yield. Global warming, acidification and aquatic and terrestrial eutrophication were considered as three important impact categories. The coefficient factors (CF) and weighting factors were used to calculate the environmental index (Ecox). A higher Ecox score represents a higher environmental impact.

Results and Discussion

Average economic yields of wheat, barley, seed water melon and alfalfa in Belherat Rural District of Neyshabur were 2.9, 3.1, 0.6 and 5.2 t.ha⁻¹, respectively. The results showed that the global warming potential was a high environmental impact for all four crops including wheat (with 869.4 kg CO₂-equiv. per one tonne economical yield), barley (with 694.3kg CO₂-equiv. per one tonne economical yield), seed watermelon (with 4947.1 kg CO₂-equiv. per one tonne economical yield) and alfalfa (with 2678.9 kg CO₂-equiv. per one tonne economical yield), and the aquatic eutrophication potential was the lowest environmental impact such as wheat (with 3.08 kg PO₄-equiv. per one tonne economical yield), barley (with 2.4 kg PO₄-equiv. per one tonne economical yield), seed watermelon (with 11.1 kg PO₄-equiv. per one tonne economical yield) and alfalfa (with 3.3 kg PO₄-equiv. per one tonne economical yield), respectively. Among the three emissions of CO₂, CH₄ and N₂O generating the global warming potential, the CO₂ had the highest proportion. Fossil fuels and nitrogen-based fertilizers are the main sources of the CO₂ emission. Among the four crops, seed water melon generated the highest amount of CO₂ – almost five times more than other crops- due to the high use of chemical fertilizers. In general, between these four crops, seed watermelon (Ecox 1.14 per tonne of economical yield) and barley (Ecox 0.07 per tonne of economical yield) were created the highest and lowest environmental impacts,

1 and 2- Master student and Assistant Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

3-Associate Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

4- Assistant Professor of Agricultural Economics, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran,

(*- Corresponding Author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)

Doi: 10.22067/jag.v11i3.72459

respectively. In producing seed watermelon, acidification potential – with 0.58 ECOX for one tonne of economic yield- was found as the highest environmental impact. This environmental impact of seed watermelon was seven times more than wheat and barely a long with about two times more than alfalfa. Among the three emissions of SO₂, NH₃ and NO_x associated with creating acidification potential, NH₃ comprised the largest proportion followed by SO₂. Nitrogen- based fertilizers were found the major source of NH₃ and SO₂ emissions. The high environmental impact of seed watermelon is due to its low economic yield that does not cover its input consumption.

Conclusion

Considering the high contribution of the global warming potential to environmental impacts for these production systems in Belherat Rural District, it is recommended for the study area to manage the use of chemical fertilizers. It is also suggested that effective extension approaches such as conservation agriculture by reducing the consumption of fossil fuels, sustainable nutrition strategies aimed at replacing organic fertilizers with chemical fertilizers are provided to farmers to justify the harmful effects of pollutants on the environment.

Keywords: Acidification, Environmental indicator, Eutrophication, Global warming, Sustainability