Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 924-909

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 909-924

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

فرزانه معصوم‌خانی[1]، لیلی ابوالحسنی[2*]، سرور خرم‌دل[3] و سید احمد محدث حسینی[4]

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): 924-909.

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 869/36، 694/32، 4947/06 و 2678/95 واحد معادل کیلوگرم CO_2 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی و هم‌چنین پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی این محصولات به‌ترتیب برابر با 3/08، 2/4، 11/08، 3/33 واحد معادل کیلوگرم PO_4 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 بوم شناخت 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 اگروتکنولوژی 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 & Motesharezadeh, 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 (Brentrup et al., 2001; Brentrup et al., 2004a; Roy et al., 2009; Finkbeiner et al., 2006) با توجه به دامنه کارکردهای رهیافت ارزیابی چرخه‌حیات (LCA[1])، 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 (Brentrup 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 (Nemecek et al., 2011).

فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید غلات در استان خراسان با استفاده از LCA دریافتند 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 (Brentrup 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

1- Life Cycle Assessment

www.SID.ir

Archive of SID

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′ ^{0}57 تا 30′ ^{0}59 شرقی و عرض جغرافیایی 40′ ^{0}35 تا 39′ ^{0}36 شمالی واقع و از شمال به خط‌الرأس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلا جوق ویال پلنگ، از 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.

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
کودحیوانی 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

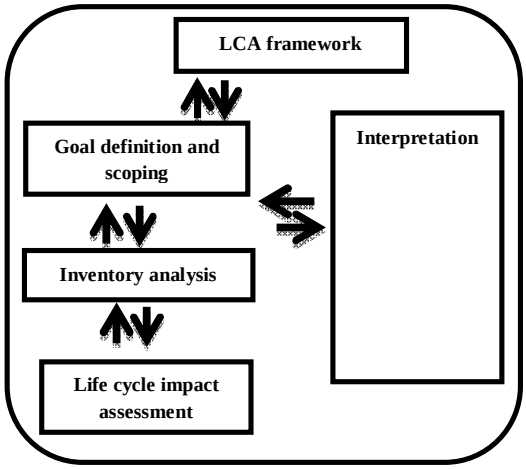
www.SID.ir

Archive of SID

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 بلهرات 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 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 (Brentrup et al., 2004; Khoshnevisan et al., 2013) یک فرآیند سیستماتیک چهار مرحله‌ای شامل بخش تعریف اهداف و حوزه عمل مطالعه، ممیزی چرخه‌حیات، ارزیابی تأثیر چرخه‌حیات و تفسیر نتایج می‌باشد (شکل 1).



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

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

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 کمّی 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 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).

3-1- 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

www.SID.ir

Archive of SID

(ISO, 2006).

2-3- 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).

3-3- اوتریفیکاسیون: از آن‌جا که منبع تشدید اوتریفیکاسیون در اکوسیستم‌های خشکی ورود NH_3 و NO_x 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).

جدول 2- ضرایب وزن‌دهی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه (Brentrup et al., 2004)

Table 2- Weightening 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_2O	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

به این ترتیب، ابتدا سه گروه فوق ممیزی و تأثیر کارکرد نظام‌های تولید محصولات عمده تعیین شد. این گروه‌های تأثیر که بسته به ماهیت ممکن است منبع یا عوامل انتشاریافته باشند در ضریب تأثیر مربوطه ضرب و تأثیر آن‌ها به‌ازای واحد کارکردی مشخص شد (معادله1). (Brentrup et al., 2004a).

$$ICI^{1}_{i}=\sum_j [Ej \text{ or } Rj] * CFi,j \qquad (1)$$

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

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

$$N_i=\frac{ICIi}{NVi} \qquad (2)$$

در این معادله، ICIi 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).

$$WF_{i,j,k}=\frac{CIi,j,k}{TIi,j,k} \qquad (3)$$

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

1- Impact Category Indicator (ICI)

www.SID.ir

Archive of SID

فعلی (j: 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 بوم شناخت (Eco-X) به‌عنوان معیار نهایی LCA ، با استفاده از معادله ذیل محاسبه شد (Brentrup et al., 2004).

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

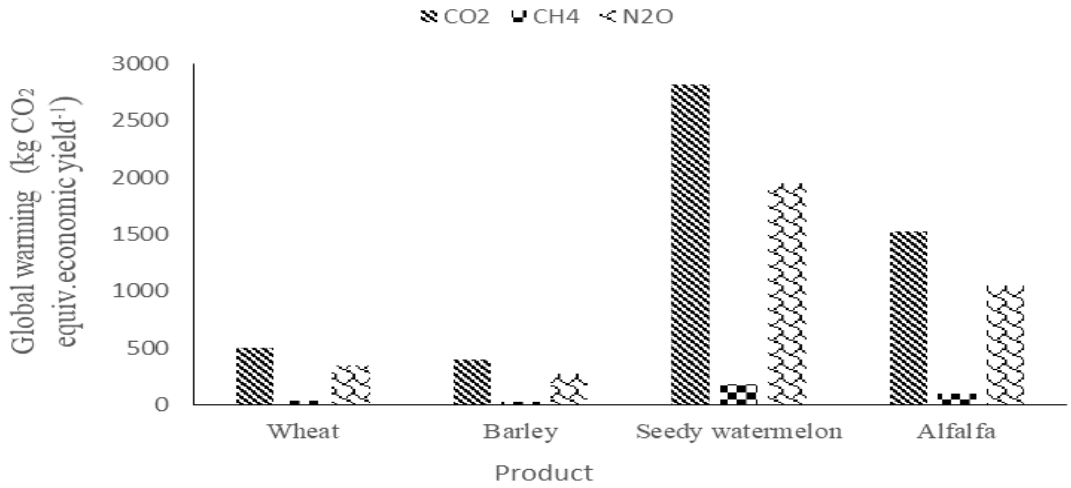
در این معادله، EcoX: شاخص زیست‌محیطی بوم شناخت به‌ازای واحدکارکردی، N_i: مقدار نرمال‌شده مربوط به هر گروه تأثیر و $Wf_{i,j,k}$: وزن مربوط به هر یک از مقادیر N_i می‌باشد.

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 به‌ترتیب برابر 2/9، 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 به‌ترتیب برابر با 5/2 و 2/5 تن در هکتار می‌باشد. علاوه‌براین نتایج مطالعه خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) نشان داد، بالاترین عملکرد گندم برابر با 3/8 تن در شرایط مصرف 220-200 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 گرمایش‌جهانی: در شکل 3 پتانسیل گرمایش-جهانی و سهم گازهای مربوط به این گروه تأثیر در تولید محصولات مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل 3- پتانسیل گروه تأثیر گرمایش‌جهانی 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

نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده آن است که تقریباً در تمامی محصولات مورد مطالعه تولید و انتشار دی‌اکسیدکربن بیش‌ترین سهم را در ایجاد اثر پتانسیل گرمایش‌جهانی به خود اختصاص داد، به‌طوری‌که مقدار این آلاینده در محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به‌ترتیب 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-

www.SID.ir

Archive of SID

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

پتانسیل گرمایش‌جهانی برای محصولات گندم، جو، هندوانه‌بذری و یونجه به‌ترتیب معادل 869/36، 694/32، 4947/06 و 2678/95 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن (CO_2) به‌ازای تولید یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه شد. با مقایسه مقدار عددی پتانسیل گرمایش‌جهانی چهار محصول نام‌برده مشخص است هندوانه بذری بالاترین میزان تولید دی‌اکسیدکربن به‌ازای یک تن دانه را به خود اختصاص داد به‌طوری‌که حدود پنج برابر محصول گندم و جو و دو برابر یونجه، دی‌اکسیدکربن بیش‌تری تولید می‌کند. دلیل این امر مصرف زیاد کودهای شیمیایی برای تولید این محصول می‌باشد (جدول 1). هم‌چنین این محصول بالاترین تولید آلاینده‌های CH_4 و N_2O را نیز به دنبال داشته است (شکل 3). در مطالعه‌ای فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) با بررسی تولید گندم در خراسان اظهار داشتند که بیش‌ترین پتانسیل گرمایش‌جهانی برای تولید این محصول برابر با 1164/12 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به‌ازای یک تن دانه برای سطح کود نیتروژن 180-160 کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در مطالعه خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) بالاترین پتانسیل گرمایش‌جهانی جو معادل 898/24 کیلوگرم معادل دی-اکسیدکربن به‌ازای یک تن دانه برای سطح کودی 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار محاسبه گردید. مقادیر این شاخص برای تولید هندوانه در منطقه کیاشهر استان گیلان برابر 115/35 کیلوگرم معادلCO_2 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی گزارش گردید (Barsari et al, 2016).

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

شکل 4- پتانسیل گروه تأثیر اسیدی‌شدن در تولید محصولات عمده نیشابور
Fig. 4- Acidification potential per functional unit of major products of Neyshabour (kg.ha^{-1})

نتایج نشان‌دهنده آن است که در تمامی محصولات مورد مطالعه در منطقه بلهرات نیشابور NH_3 با مقادیر 1/26، 1/01، 7/22 و 3/91 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی به‌ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه‌بذری و یونجه و هم‌چنین SO_2 با اختصاص مقادیر 0/95، 0/76، 5/42 و 2/93 به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی به‌ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه‌بذری و یونجه بیش‌ترین سهم را در

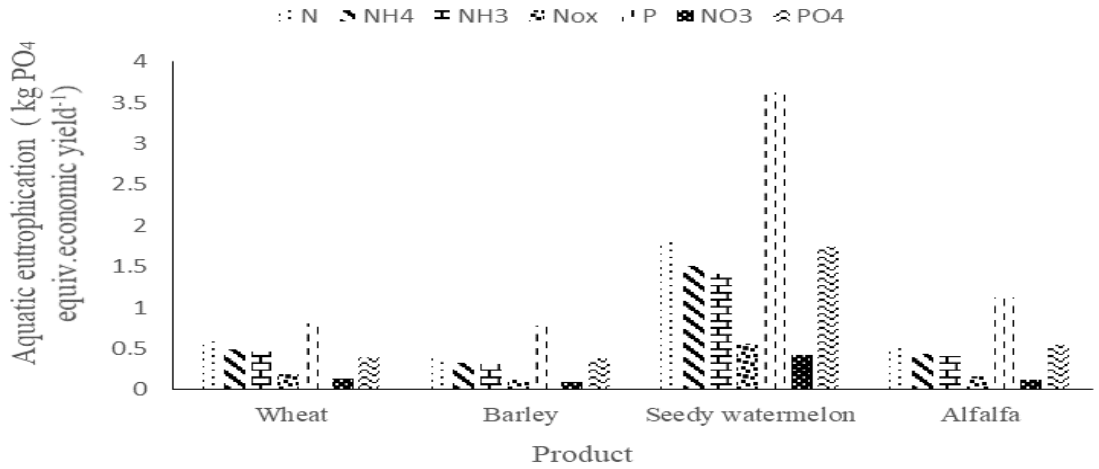
www.SID.ir

Archive of SID

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 وکودهای شیمیایی نیتروژنه است (Brentrup 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 (SO_2) به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه گردید. همان‌گونه که در شکل 5 مشاهده می‌شود، NH_3 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 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 خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) نشان دادند که بیش‌ترین پتانسیل‌اسیدی شدن برای سطح کودی بیش از 220 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر با 1/53 کیلوگرم معادل دی‌اکسید‌گوگرد به‌ازای یک تن دانه برای محصول گندم به‌دست آمد. در مطالعه‌ای دیگر، این محققان گزارش نمودند که بالاترین پتانسیل‌اسیدی‌شدن برای تولید جو برابر با 1/64 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدگوگرد به‌ازای یک تن دانه برای مقدار 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2015). فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) گزارش نمودند که بالاترین میزان اسیدی شدن 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 اسیدی شدن 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 اسیدی شدن برای تولید یک تن محصول برای هندوانه در کیاشهر گیلان برابر با 3/09 کیلوگرم (SO_2) 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.



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})

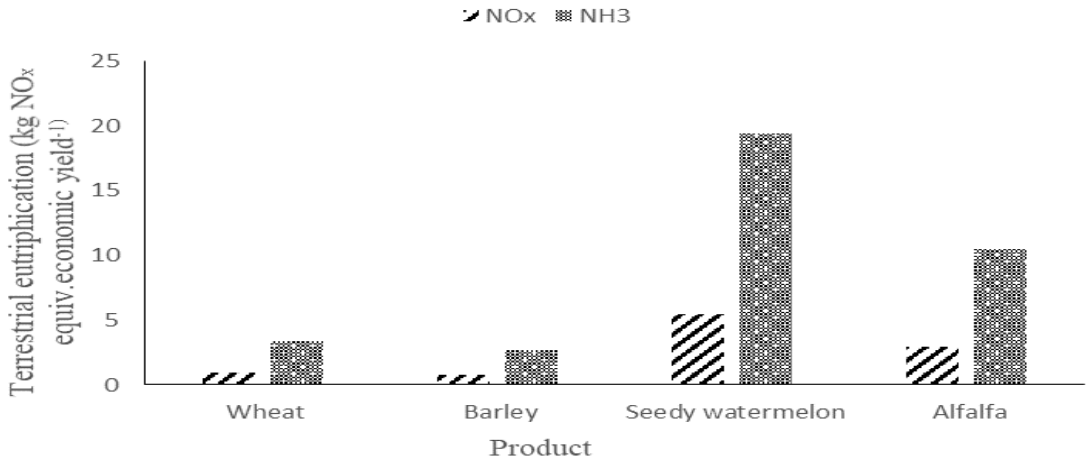
فسفر (P) و آمونیاک (NH_3) سهم عمده‌ای در انتشار پیامدهای زیست‌محیطی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی به محیط زیست دارند

www.SID.ir

Archive of SID

(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 به‌ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه به‌ازای 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 به‌ترتیب معادل 3/08، 2/4، 11/08 و 3/33 کیلوگرم معادل PO_4 به‌ازای 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 وجو و سه برابر محصول یونجه محاسبه گردید (شکل 5). نتایج مطالعه خرم‌دل و همکاران (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 به‌ازای یک تن دانه برای محصول گندم به‌دست آمد. در مطالعه‌ای دیگر، بالاترین پتانسیل اوتریفیکاسیون آبی برای محصول جو 2/42 کیلوگرم معادل PO_4 به‌ازای یک تن دانه برای سطح 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2015). انتشار آمونیاک (NH_3) بیش‌ترین سهم را در تشدید پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی دارد و مهم‌ترین نهاده 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.



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 ($kg.ha^{-1}$)

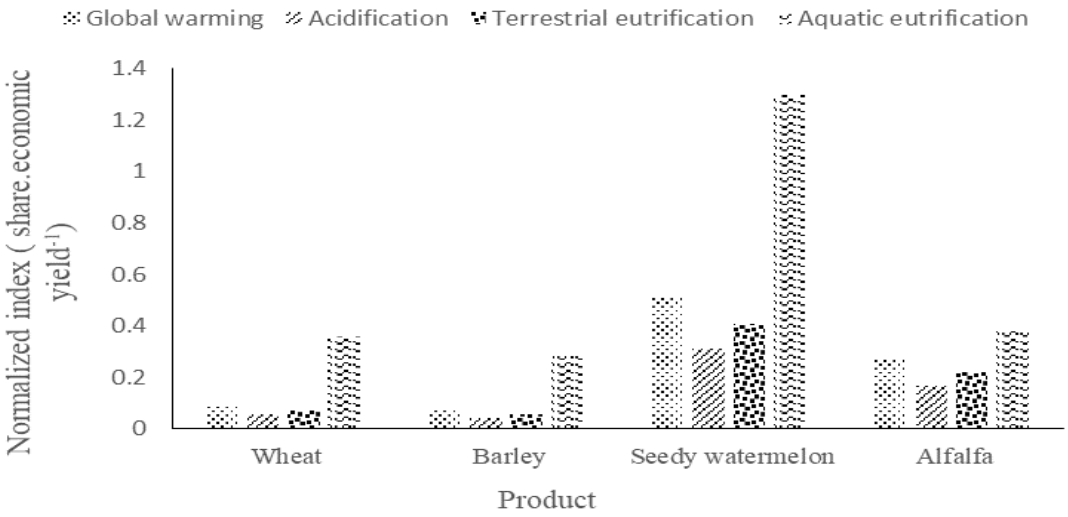
پتانسیل اوتریفیکاسیون خشکی در محصولات عمده در منطقه بلهرات نیشابور شامل گندم، جو، هندوانه‌بذری و یونجه به‌ترتیب معادل 4/36، 3/48، 24/84 و 13/45 کیلوگرم NO_x به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه گردید. در این گروه تأثیر، NH_3 با مقادیر 3/41، 2/72، 19/42 و 10/51 به‌ترتیب برای محصولات گندم، جو، هندوانه بذری و یونجه بیش‌ترین سهم را به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی داشت. در مقایسه محصولات مختلف نیز مشخص گردید که تولید هندوانه بذری بیش‌ترین مقدار NH_3 را به محیط زیست منتشر می‌کند، بطوریکه انتشار این آلاینده در این محصول حدود شش برابر گندم و جو و دو برابر یونجه است (شکل 6). علاوه‌براین، 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 به‌ترتیب برابر 0/95، 0/76، 5/42 و 2/93 به‌ازای 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

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن 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 180-140 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. شاخص گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی در 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.



شکل 7- شاخص نرمال‌سازی در تولید محصولات عمده نیشابور

Fig. 7- Normalized indicator values per functional unit of major products of Neyshabour ($kg.ha^{-1}$)

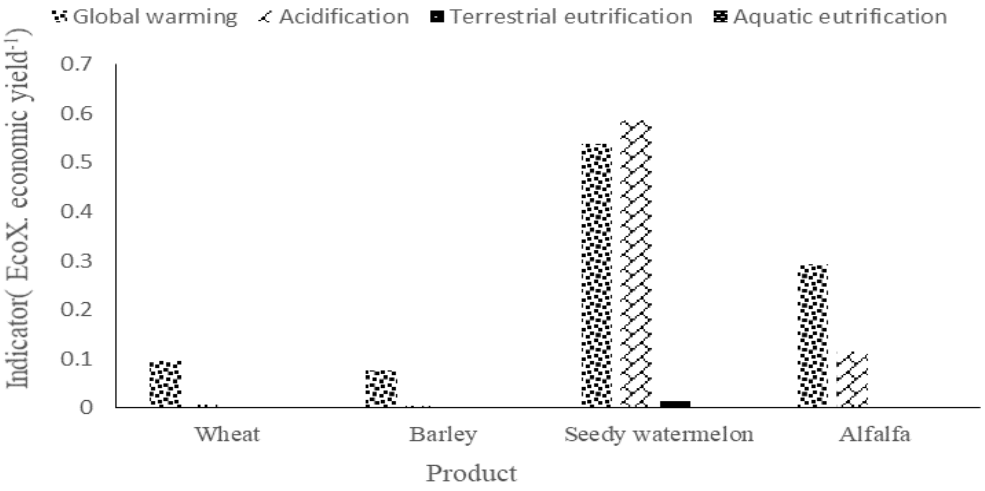
نتایج مقایسه محصولات عمده منطقه بلهرات نیشابور نشان داد که هندوانه‌بذری بالاترین و جو پایین‌ترین شاخص نرمال‌شده را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در شاخص نرمال‌شده هندوانه‌بذری گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی با 1/29 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی بالاترین و اثر اسیدی‌شدن با 0/31به‌ازای یک تن محصول اقتصادی کم‌ترین سهم را به خود اختصاص داد. هم‌چنین گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی با 0/28 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی بیش‌ترین و گروه تأثیر اسیدی‌شدن با 0/04 به‌ازای یک تن محصول اقتصادی کم‌ترین سهم را در شاخص نرمال‌شده 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 مطالعه برابر با 1/14- 0/07 EcoX به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی محاسبه شد. بیش‌ترین سهم از اثرات زیست‌محیطی محصول هندوانه بذری مربوط به گروه تأثیر اسیدی‌شدن (0/58 EcoX به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) و پایین‌ترین میزان اثر زیست‌محیطی در این محصول برای گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی (0/002 EcoX به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) است. هم‌چنین در محصول جو بالاترین اثر در گروه تأثیر گرمایش‌جهانی (0/07 EcoX به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) و پایین‌ترین اثر در گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی (0/0001 EcoX به‌ازای یک تن عملکرد اقتصادی) مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 8- مجموع شاخص زیست‌محیطی (EcoX) تولید محصولات عمده نیشابور

Fig. 8- Aggregated environmental indicators (EcoX) per functional unit of major products of Neyshabour kg.ha^{-1})

بالاترین و پایین‌ترین اثر زیست‌محیطی به‌ترتیب مربوط به هندوانه بذری و جو است (شکل 8). از آن‌جا که در روش LCA، اثرات زیست‌محیطی محصولات بر اساس عملکرد آن‌ها گزارش می‌شود و در مطالعه حاضر همان‌گونه که در جدول 1 گزارش شده عملکرد هندوانه‌بذری نسبت به سایر محصولات بسیار پایین‌تر بوده و دلیل اصلی بالا بودن اثرات زیست‌محیطی آن نسبت به سایر محصولات می‌باشد. اثرات زیست‌محیطی به‌دلیل استفاده از نهاده‌ها منتشر می‌شود که عملکرد محصول می‌تواند مصرف نهاده‌ها را پوشش دهد امّا اگر محصولی هم‌چون هندوانه بذری که در این مطالعه تقریباً مشابه سایر محصولات از نهاده‌هایی مانند کودهای شیمیایی استفاده کرده امّا عملکرد پایینی دارد، بدان معناست که نتوانسته اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف نهاده‌ها را به‌خوبی پوشش دهد، بنابراین در مقایسه با سایر محصولات آسیب بیش‌تری به محیط زیست وارد می‌کند. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) دامنه شاخص بوم‌شناخت تولید گندم در کشور را 0/55-0/47 Ecox به‌ازای یک تن دانه محاسبه نمودند. در این مطالعه گروه تأثیر گرمایش‌جهانی و اوتریفیکاسیون خشکی به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در این شاخص داشتند. بر اساس نتایج مطالعه فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012)، بیش‌ترین اثرات زیست‌محیطی تولید گندم در استان خراسان برای گروه تأثیر اوتریفیکاسیون گزارش گردید. هم‌چنین بیش‌ترین اثرات زیست‌محیطی تولید گندم در خراسان مربوط به گروه تأثیر گرمایش‌جهانی بود. شاخص نهایی بوم شناخت با استفاده از رویکرد LCA نشان‌دهنده مجموع آثار زیست‌محیطی انتشار آلاینده‌ها به بخش‌های مختلف محیط زیست است (Brentrup et al., 2004). نتایج مطالعه فلاح‌پور و همکاران (Fallahpour et al., 2012) نشان داد که بالاترین اثرات زیست‌محیطی تولید جو در استان خراسان رضوی مربوط به گروه تأثیر اوتریفیکاسیون آبی است. در این مطالعه دامنه اثرات زیست‌محیطی برای جو در استان خراسان 0/174-0/024 Ecox به‌ازای یک تن به دست آمد. هم‌چنین خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2015) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید جو دامنه اثرات زیست‌محیطی این محصول را 0/46-0/27 Ecox به‌ازای یک تن گزارش نمودند، هم‌چنین گروه‌های تأثیر گرمایش‌جهانی و اسیدی‌شدن به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در شاخص زیست‌محیطی دارند.

نتیجه‌گیری

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

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر گرمایش‌جهانی بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین اثرات نهـایی زیست‌محیطی به‌ترتیب برای تولید هندوانه بذری و جو به‌دست آمـد. این نکته نیز حائز اهمیت است که رتبـه‌بنـدی محصـولات عمـده از لحاظ اثرات زیست‌محیطی در مطالعه حاضر به‌ترتیب مربوط به تولید هندوانه بذری، یونجه، گندم و جو می‌باشد. دلیـل بـالا بـودن اثـرات زیست‌محیطی هندوانه بذری نسبت به سایر محصولات همان‌گونه که در بخش نتایج و بحث به آن اشاره شد، عملکرد پایین این محصـول می‌باشد. هم‌چنین گروه‌های تأثیر گرمایش‌جهـانی و اوتریفیکاسـیون آبی به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم را در تشدید اثـرات زیسـت-محیطی دارند که این پیامدها ناشی از مصرف نهاده‌های شـیمیایی از جمله کودها و سموم شیمیایی و سوخت‌های فسـیلی اسـت. بـر ایـن اساس، پیشنهاد می‌شود کشاورزان مصرف کودهای حیوانی را به‌عنوان جایگزینی برای کود شیمیایی مدنظر قرار دهند. هـم‌چنـین پیشـنهاد می‌شود روش‌های ترویجی مناسب هم‌چون به‌کارگیری خـاک‌ورزی-های کاهش یافته و حفاظتی از طریق کاهش مصـرف سـوخت‌هـای فسیلی، بهره‌گیری از راهکارهای مـدیریت پایـدار تغذیـه گیـاهی بـه منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی، کشت مخلوط، تناوب زراعی با بقولات و انتخاب گیاهان با اثرات زیست‌محیطی کم‌تـر در الگـوی کشت منطقه جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی به کشاورزان آموزش داده شود.

سپاسگزاری

از کشاورزان دهستان بلهرات و سایر مسئولین بخش میان‌جلگـه که در این مطالعه ما را یاری کردندکمال تشکر را داریم.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 bett 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 Ghafori, 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 Ghafori, 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., Kasmaprapruet, 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 Sleeswijk, A.W. 1999. Fitting fertilization in LCA: allocation to crops in a cropping plan. Cleaner Production 7: 69-74.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 909-924

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 924-909

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

F. Masoumkhani[1], L. Abolhassani[2]*, S. Khorramdel[3] and S.A. Mohaddes Hosseini[4]

Submitted: 26-05-2018
Accepted: 12-10-2018

Masoumkhani, F., Abolhassani, 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 CO_2-equiv. per one tonne economical yield), barley (with 694.3kg CO_2-equiv. per one tonne economical yield), seed watermelon (with 4947.1 kg CO_2-equiv. per one tonne economical yield) and alfalfa (with 2678.9 kg CO_2-equiv. per one tonne economical yield), and the aquatic eutrophication potential was the lowest environmental impact such as wheat (with 3.08 kg PO_4-equiv. per one tonne economical yield), barley (with 2.4 kg PO_4-equiv. per one tonne economical yield), seed watermelon (with 11.1 kg PO_4-equiv. per one tonne economical yield) and alfalfa (with 3.3 kg PO_4-equiv. per one tonne economical yield), respectively. Among the three emissions of CO_2, CH_4 and N_2O generating the global warming potential, the CO_2 had the highest proportion. Fossil fuels and nitrogen-based fertilizers are the main sources of the CO_2 emission. Among the four crops, seed water melon generated the highest amount of CO_2 – 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 SO_2, NH_3 and NO_X associated with creating acidification potential, NH_3 comprised the largest proportion followed by SO_2. Nitrogen- based fertilizers were found the major source of NH_3 and SO_2 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

www.SID.ir