Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵
صفحات ۸۵۳ تا ۸۶۴

ارزیابی چرخه حیات کود اوره مصرفی در ایران

امین نیکخواه[۱]، سعید فیروزی*[۲]، سید حسین پیمان[۳] و سرور خرم دل[۴]

۱- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح و نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳- دانشیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه گیلان

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۲/۱۰)

چکیده

در سال‌های اخیر سهم عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی در ایران از منبع کود اوره تأمین شده است که این امر اثرات زیست محیطی قابل توجهی را به دنبال داشته است. هدف از این مطالعه، بررسی اثرات زیست محیطی مصرف این نهاده شیمیایی در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در ایران می‌باشد. ارزیابی چرخه حیات در چهار بخش اهداف و حوزه عمل مطالعه، ممیزی چرخه حیات، ارزیابی اثرات و تفسیر اثرات اجرا گردید. اثرات زیست محیطی در قالب سه گروه تأثیر مهم شامل گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که در حدود ۱/۵، ۸/۶ و ۴۲/۸ درصد از مجموع اثرات زیست محیطی در کشور ایران به ترتیب در قالب گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی مربوط به مصرف این نهاده شیمیایی بود. میانگین شاخص‌های وزن‌دهی شده در دوره مورد بررسی در این گروه‌های تأثیر به ترتیب برابر با ۱۱۶۰۷۸۵، ۱۱۳۳۰۵۶۶ و ۲۵۳۸۴۰۷۳ بود و مصرف کود اوره بیش‌ترین تأثیرات مخرب زیست محیطی را در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی بر جا گذاشته است. بنابراین، مدیریت مصرف کود اوره و جایگزینی بخشی از آن با منابع آلی و غیرشیمیایی در بوم‌نظام‌های کشاورزی به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ایران امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

کلید واژگان: اثرات زیست محیطی، اوتریفیکاسیون، کود شیمیایی، گرمایش جهانی و نیتروژن

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۹۱۱۳۳۶۲۵۴۶ ایمیل : firoozi@iaurasht.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و محدودیت‌های زمین‌های زراعی منجر به توجه به افزایش تولید شده است. از جمله راهبردهای افزایش تولید می‌توان به افزایش نهاده‌های مصرفی در واحد سطح، افزایش بهره‌وری عوامل تولید و استفاده از واریته‌هایی با عملکرد بالا اشاره کرد (Nikkhah *et al.*, 2015). یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد، استفاده از کودهای شیمیایی است. در این راستا، نیتروژن یکی از عناصر مهم در تولید محصولات کشاورزی در سراسر دنیا به شمار می‌رود (Hamzei *et al.*, 2015).

نیتروژن، مهم‌ترین عنصر مورد استفاده جهت بهبود باروری و حاصلخیزی خاک است و بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش تولید محصول دارد (Mengel and Kirby, 1978). کمبود این عنصر ضروری و پرمصرف جهت دستیابی به رشد مطلوب گیاه با استفاده از روش‌های مختلفی قابل جبران است (Mohammadi and Sohrabi, 2014). در سال‌های گذشته، استفاده از کود اوره در ایران از مرسوم‌ترین روش‌ها جهت تامین نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد آنها بوده است (Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, 2012). این کود حاوی ۴۶ درصد نیتروژن می‌باشد (Erdal *et al.*, 2007) و با توجه به حمایت‌های جهاد کشاورزی ایران در دهه گذشته مصرف این کود به اوج خود رسید (Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, 2013). بسیاری از پژوهشگران گزارش کردند که کود نیتروژن که سهم عمده آن از منبع کود اوره تأمین می‌شود، از پرمصرف‌ترین منابع انرژی مصرف شده در تولید محصولات کشاورزی ایران می‌باشد (Mohammadi *et al.*, 2008; Mohammadi *et al.*, 2010; Mousavi-Avval *et al.*, 2011) این در حالی است که کودهای شیمیایی مصرفی اثرات مخربی بر محیط زیست در قالب گروه‌های تأثیر مختلف از جمله گرمایش جهانی*، اسیدیته† و اوتریفیکاسیون خشکی‡ بر جا می‌گذارند (Khorramdel *et al.*, 2014). آبشویی نیترات به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، شورشدن و اسیدی‌شدن خاک‌های زراعی، انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای و انباشت بقایای مواد شیمیایی از دیگر پیامدهای مهم مصرف انواع نهاده‌های پرانرژی در نظام‌های رایج محسوب می‌شوند (Kirchmann and Thorvaldsson, 2000).

در پژوهشی Fallahpour و همکاران (2012)، به ارزیابی چرخه حیات استفاده از مقادیر مختلف کود نیتروژن برای تولید گندم و جو در خراسان پرداختند. نتایج بررسی‌های آن‌ها نشان داد که مصرف مقادیر زیاد کود نیتروژن نه تنها منجر به افزایش عملکرد محصول نمی‌شود، بلکه عواقب زیست محیطی جدی را در تولید محصول به دنبال خواهد داشت. Khorramdel و همکاران (2014) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نظام‌های تولید گندم کشور اظهار داشتند که مصرف نیتروژن تا ۲۲۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای بوم‌نظام‌های آبی و دیم، اگرچه موجب بهبود عملکرد دانه گردید، ولی افزودن بیش از این میزان، تأثیر زیادی بر عملکرد دانه نداشت. بنابراین، استفاده بیش از این مقادیر از کود نیتروژن، تنها اثرات مخرب زیست‌محیطی را در پی خواهد

* Global warming
† Acidification
‡ Terrestrial eutrophication

www.SID.ir

Archive of SID

داشت. در مطالعه‌ای دیگر، Brentrup و همکاران (2004b) با مصرف ۱۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای تولید گندم زمستانه، ابتدا تغییر کاربری زمین و سپس اسیدیته و اوتریفیکاسیون را از مهم‌ترین اثرات زیست‌محیطی معرفی نمودند.

در ارزیابی چرخه حیات تولید گوجه‌فرنگی در کلمبیا، Bojaca و همکاران (2014) اظهار داشتند که کوددهی شیمیایی اثرات محیط زیستی قابل توجهی در قالب گروه‌های تأثیر اوتریفیکاسیون و اسیدیته خاک برجای گذاشت. نیکخواه و همکاران (2014a) نیز کود نیتروژن مصرفی از منبع اوره برای تولید بادام زمینی در استان گیلان را به عنوان نهاده‌ای با اثرات منفی بر محیط زیست در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی و اسیدیته معرفی نمودند. در مطالعات Liu و همکاران (۲۰۱۰) و Abeliotis و همکاران (2013) مشخص گردید که بهره‌گیری از مدیریت ارگانیک و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی موجب کاهش اثرات زیست محیطی تولید محصولات کشاورزی می‌شود.

با توجه به سهم عمده کود اوره مصرفی در کشاورزی در آلایندگی محیط زیست و با در نظر گرفتن مصرف غیرعادی و بیش از حد کود اوره در ایران، ضروری است که روند اثرات زیست‌محیطی مخرب مصرف این نهاده شیمیایی در مقیاس کشور مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. بر این اساس، هدف از این مطالعه، بررسی اثرات زیست‌محیطی کود اوره مصرفی در بوم‌نظام‌های زراعی ایران در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ به روش ارزیابی چرخه حیات بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. اهداف و حوزه عمل مطالعه

روش ارزیابی چرخه حیات به بررسی اثرات زیست محیطی تولید یک محصول از ابتدای فرآیند تولید تا مصرف آن می‌پردازد (Finnveden *et al.*, 2009). این روش، طی چهار مرحله اهداف و حوزه عمل مطالعه، ممیزی چرخه حیات (تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه)، ارزیابی اثرات و تفسیر اثرات انجام می‌گیرد (Brentrup *et al.*, 2004a; Khoshnevisan *et al.*, 2014). به منظور ارزیابی چرخه حیات کود اوره مصرفی در ایران در قالب گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی، مقادیر مصرف نیتروژن به شکل کود اوره در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ از آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی و وزارت نیرو استخراج شد (Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, 2013; Ministry of Energy of Iran, 2013).

۲،۲. ممیزی چرخه حیات

ورودی در نظر گرفته‌شده در این مطالعه، میزان مصرف کود اوره در بوم‌نظام‌های* کشاورزی ایران در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ بود. در جدول ۱ میزان تولید و واردات کود اوره در ایران در طی این سال‌ها نشان داده شده است.

* Agro-ecosystems

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. میزان تولید و واردات کود اوره در ایران طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶

سال	میزان (تن)					
	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
تولید داخلی	۱۵۱۶۱۶۷	۲۱۷۶۸۳۷	۱۹۰۶۳۱۰	۱۶۹۱۶۸۹	۱۰۸۶۷۸۲	۱۲۸۲۶۸۸
واردات	۳۳۶۴۴۵	۰	۰	۰	۰	۰

در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ علاوه بر تولید کود اوره در ایران، واردات این نوع کود نیز صورت می‌گرفت که واردات آن از سال ۱۳۸۷ متوقف شد. آلاینده‌های منتشر شده (خروجی سامانه) در فرآیند از گهواره تا گور کود اوره آلاینده‌های آمونیاک (NH_3)، نیترواکسید (N_2O)، گوگرد دی‌اکسید (SO_2)، اکسید نیتروژن (NO_x)، دی‌اکسید کربن (CO_2) و متان (CH_4) بودند. آلاینده‌های انتشار یافته به دو بخش انتشارات خارج از مزرعه* (استخراج مواد اولیه، فرآیند تولید و حمل و نقل) و آلاینده‌های انتشار یافته در مزرعه† تقسیم شدند. مقدار انتشار آلاینده‌های خارج از مزرعه از دیتابیس سوئیسی SPINE@CPM استخراج شد (CPM, 2007). برای محاسبه انتشارات داخل مزرعه نیز از ضرایب انتشار کود اوره استفاده شد. بر این اساس، مقدار انتشار آلاینده NH_3-N حدود ۱۷ درصد از کل نیتروژن مصرفی در قالب کود اوره می‌باشد (Goebes *et al.*, 2003; Brentrup *et al.*, 2000). براساس گزارش هیأت بین‌الدول تغییرات آب و هوایی، در حدود یک درصد از کل نیتروژن کود نیتروژنه مصرف‌شده در هکتار به صورت N_2O-N انتشار می‌یابد (Snyder *et al.*, 2009). میزان انتشار NO_x به اتمسفر نیز در حدود ۱۰ درصد میزان N_2O در نظر گرفته شد (Gasol *et al.*, 2007).

۳،۲. ارزیابی اثرات

۱،۳،۲. طبقه بندی

در مرحله طبقه‌بندی، کارایی هر آلاینده بر روی گروه‌های تأثیر مختلف تأثیر داده شد. به عبارت دیگر، با ضرب کارایی آلاینده‌ها در قالب گروه‌های تأثیر مختلف (جدول ۲) در میزان مصرف آلاینده‌ها، شاخص طبقه‌بندی هر گروه تأثیر محاسبه شد (جدول ۲).

۲،۳،۲. نرمال‌سازی

در این مرحله، پس از تعیین شاخص‌های طبقه-بندی، این شاخص‌ها بر فاکتور نرمال‌سازی تقسیم شدند (Khojastehpour *et al.*, 2015). فاکتورهای نرمال‌سازی برای جهان و اروپا موجودند (Brentrup *et al.*, 2004a). در این مطالعه، برای اولین بار فاکتورهای نرمال‌سازی در شرایط ایران با استفاده از رابطه (۱) محاسبه و تعیین شدند. بدین منظور، جمعیت ایران در طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۶ از مرکز ملی آمار ایران اخذ شد (Statistical Centre of Iran, 2014).

$$NF_{i,j} = \frac{CI_{i,j}}{Year_i}$$ معادله (۱)

* Off-farm
† On-farm

www.SID.ir

Archive of SID

در این معادله، $NF_{i,j}$: فاکتور نرمال‌سازی گروه تأثیر i ام در سال j ام، $CI_{i,j}$: شاخص نرمال‌سازی گروه تأثیر iام در سال j ام و $Year_j$: سال iام می‌باشد.

جدول ۲. انواع آلاینده‌های انتشار یافته به محیط زیست و فاکتورهای مشخص‌سازی گروه‌های تأثیر مورد مطالعه

گروه تأثیر	ترکیبات	کارایی هر ترکیب	منبع
گرمایش جهانی	CO_2 , N_2O و CH_4	CO_2=1, CH_4=21, N_2O=310	(Snyder et al., 2009)
اسیدیته	SO_2 , NO_X و NH_3	SO_2=1.2, NO_X=0.5, NH_3=1.6	(Brentrup et al., 2004a)
اوتریفیکاسیون خشکی	NO_X و NH_3	NH_3=4.4, NO_X=1.2	(Brentrup et al., 2004a)

جدول ۳. فاکتورهای نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر مختلف در ایران

سال	فاکتور نرمال‌سازی گروه تأثیر گرمایش جهانی (kg CO_2 equiv.)	فاکتور نرمال‌سازی گروه تأثیر اسیدیته (kg SO_2 equiv.)	فاکتور نرمال‌سازی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی (kg NOx equiv.)
۱۳۸۶	۷۱۱۲	۳۸	۳۴
۱۳۸۷	۷۴۸۳	۴۴	۴۳
۱۳۸۸	۷۵۸۵	۴۴	۴۱
۱۳۸۹	۷۴۰۶	۳۸	۳۹
۱۳۹۰	۷۴۱۱	۳۷	۳۶
۱۳۹۱	۷۴۵۹	۳۹	۳۶

۳،۳،۲. وزن‌دهی

وزن‌دهی، مرحله آخر بخش ارزیابی اثرات در روش ارزیابی چرخه حیات می‌باشد. در این مرحله، با ضرب شاخص نرمال‌سازی در فاکتور وزن‌دهی، شاخص وزن‌دهی محاسبه شد. در رابطه (۲) محاسبات مربوط به ارزیابی اثرات نشان داده شده است:

$$FI = \sum_i \left(\frac{\sum_j (E_J \text{ or } R_j) \times CF_{i,j}}{NF_i} WF_i \right) \quad \text{معادله (۲)}$$

در این رابطه، E_j, R_j: انتشار ترکیب j یا مصرف منبع j بر هر واحد مرجع، CF_{ij} فاکتور طبقه‌بندی برای ترکیب j یا منبع j سهیم در گروه تأثیر i، NF_i: فاکتور نرمال‌سازی برای گروه تأثیر i، WF_i: فاکتور وزن‌دهی برای گروه تأثیر i و FI: نیز شاخص وزن داده شده برای گروه تأثیر i می‌باشد (Mirhaji *et al.*, 2012).

۳. نتایج

انتشار آلاینده‌های ناشی از مصرف کود اوره در ایران در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ در جدول ۴ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. میزان آلاینده‌های انتشار یافته از کود اوره مصرفی در داخل و خارج بوم‌نظام‌های کشاورزی ایران طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶

سال	محل انتشار	میزان انتشار (تن)					
		NH_3	N_2O	NO_x	CO_2	CH_4	SO_2
۱۳۸۶	خارج از مزرعه	۱۷۰	۳۹۲	۱۳۳	۷۸۲۳۲۱	۷۴۱	۱۱۶
	داخل مزرعه	۱۷۴۷۰۱	۲۶۴۰۱	۲۶۴۰	۰	۰	۰
۱۳۸۷	خارج از مزرعه	۲۰۰	۴۶۱	۱۵۶	۹۱۹۲۳۵	۸۷۰	۱۳۶
	داخل مزرعه	۲۰۵۲۷۶	۳۱۰۲۲	۳۱۰۲	۰	۰	۰
۱۳۸۸	خارج از مزرعه	۱۷۵	۴۰۳	۱۳۷	۸۰۴۹۹۷	۷۶۲	۱۱۹
	داخل مزرعه	۱۷۹۷۶۵	۲۷۱۶۶	۲۷۱۷	۰	۰	۰
۱۳۸۹	خارج از مزرعه	۱۵۶	۳۵۸	۱۲۱	۷۱۴۳۳۶	۶۷۶	۱۰۶
	داخل مزرعه	۱۵۹۵۲۶	۲۴۱۰۸	۰	۰	۰	۰
۱۳۹۰	خارج از مزرعه	۱۰۰	۲۳۰	۷۸	۴۵۸۹۲۶	۴۳۴	۶۸
	داخل مزرعه	۱۰۲۴۸۴	۱۵۴۸۸	۱۵۴۹	۰	۰	۰
۱۳۹۱	خارج از مزرعه	۱۱۸	۲۷۱	۹۲	۵۴۱۶۵۳	۵۱۳	۸۰
	داخل مزرعه	۱۲۰۹۵۷	۱۸۲۷۹	۱۸۲۸	۰	۰	۰
میانگین	**خارج از مزرعه**	**۱۵۳/۱۷**	**۳۵۲/۵۰**	**۱۱۹/۵۰**	**۷۰۳۵۷۸**	**۶۶۶**	**۱۰۴/۱۷**
	داخل مزرعه	**۱۵۳۶۰۱/۶۰**	**۲۳۲۱۲/۶۰**	**۱۸۳۹/۲۰**	**۰**	**۰**	

انتشار آلاینده NH_3 ناشی از مصرف کود اوره در داخل مزرعه ۱۷۴۷۰۱ تن برای سال ۱۳۸۶ محاسبه شد که این مقدار در سال ۱۳۹۱ معادل ۱۲۰۹۵۷ تن بود. میانگین انتشار آلاینده‌های NH_3، N_2O و NO_x در داخل مزرعه طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۶ به ترتیب ۱۵۳۶۰۱/۶۰، ۲۳۲۱۲/۶۰ و ۱۸۳۹/۲۰ تن به‌دست آمد (جدول ۴).

شاخص طبقه‌بندی گرمایش جهانی در سال ۱۳۸۶ در حدود ۹۱۰۳۷۷۰ Ton CO_2 equiv.* به‌دست آمد که در سال ۱۳۹۱ به ۶۳۰۳۱۵۳ Ton CO_2 equiv. رسید. بیش‌ترین میزان شاخص طبقه‌بندی گرمایش جهانی در سال ۱۳۸۷ به دست آمد. شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته نیز در سال ۱۳۸۷ بیش‌ترین مقدار (۳۳۰۵۵۴ Ton SO_2 equiv.†) بود.

شاخص طبقه‌بندی این گروه تأثیر در سال ۱۳۹۱ معادل ۱۹۴۷۷۷ Ton SO_2 equiv. محاسبه شد. شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی از ۷۷۲۷۶۳ Ton NOx equiv.‡ در سال ۱۳۸۷ به ۵۳۵۰۳۶ Ton NOx equiv. در سال ۱۳۹۱ رسید (جدول ۵).

* تن معادل دی‌اکسیدکربن

† تن معادل گوگرد دی‌اکسید

‡ تن معادل کسید نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. شاخص‌های طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر زیست محیطی مصرف کود اوره در ایران

سال	شاخص طبقه‌بندی گرمایش جهانی (Ton CO_2 equiv.)	شاخص طبقه‌بندی اسیدیته (Ton SO_2 equiv.uiv.)	شاخص طبقه‌بندی اوتریفیکاسیون خشکی (Ton NOx equiv.uiv.)
۱۳۸۶	۹۱۰۳۷۷۰	۲۸۱۳۲۰	۷۷۲۷۶۳
۱۳۸۷	۱۰۶۹۷۰۱۷	۳۳۰۵۵۴	۹۰۸۰۰۴
۱۳۸۸	۹۳۶۷۶۴۳	۲۸۹۴۷۴	۷۹۵۱۶۲
۱۳۸۹	۸۳۱۲۹۹۱	۲۵۶۸۸۴	۷۰۵۶۳۹
۱۳۹۰	۵۳۴۰۴۶۷	۱۶۵۰۲۸	۴۵۳۳۲۰
۱۳۹۱	۶۳۰۳۱۵۳	۱۹۴۷۷۷	۵۳۵۰۳۶
میانگین	**۸۱۸۷۵۰۷**	**۲۵۳۰۰۶**	**۶۹۴۹۸۷**

سهم اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف کود اوره در ایران در سه گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶. سهم اثرات مخرب زیست محیطی کود اوره نسبت به کل اثرات زیست محیطی در ایران طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ (درصد)

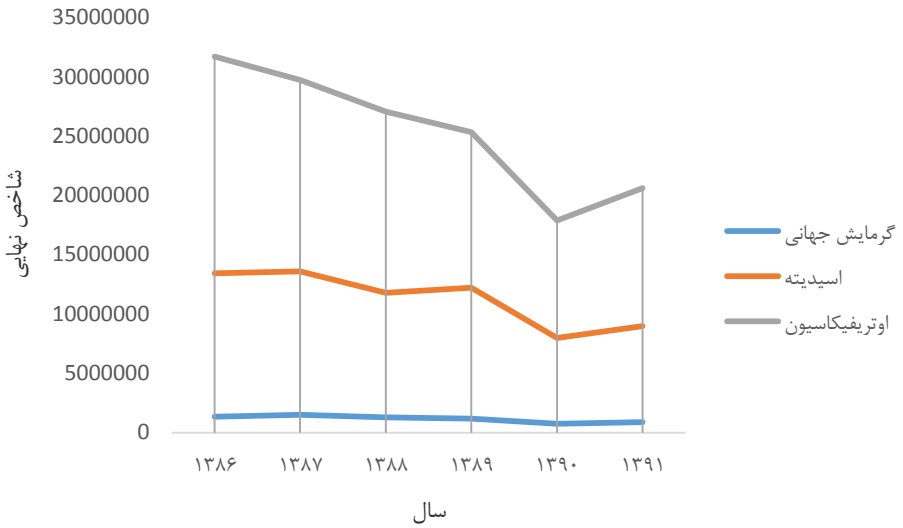
سال	سهم اثرات مخرب زیست محیطی کود اوره (درصد)		
	گرمایش جهانی	اسیدیته	اوتریفیکاسیون خشکی
۱۳۸۶	۱/۸۰	۱۰/۴۹	۳۱/۸۳
۱۳۸۷	۱/۹۹	۱۰/۴۸	۲۹/۵۰
۱۳۸۸	۱/۶۹	۸/۹۹	۲۶/۵۲
۱۳۸۹	۱/۵۲	۹/۲۲	۲۴/۵۶
۱۳۹۰	۰/۹۶	۵/۹۰	۱۷/۰۰
۱۳۹۱	۱/۱۱	۶/۵۵	۱۹/۳۲
میانگین	۱/۵۱	۸/۶۰	۲۴/۷۹

میانگین سهم گروه تأثیر گرمایش جهانی در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ در ایران معادل ۱/۵ درصد به دست آمد. این مقدار برای گروه تأثیر اسیدیته در حدود ۸/۶ درصد بود. سهم ناشی از مصرف کود اوره در ایران در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی ۲۴/۸ درصد تعیین گردید (جدول ۶).

شاخص‌های وزن‌دهی گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی در شکل ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. شاخص‌های وزن داده شده گروه‌های تأثیر مصرف کود اوره در ایران طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶

همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، مصرف کود اوره در ایران، بیش‌ترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی (۲۵۳۸۴۰۷۳) به دنبال دارد. پس از اوتریفیکاسیون خشکی، گروه تأثیر اسیدیته (۱۱۳۳۰۵۶۶) بیش‌ترین اثرات منفی را بر محیط زیست بر جای می‌گذارد (شکل ۱).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات اثرات زیست‌محیطی میزان مصرف کود اوره در ایران در طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۶ بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین شاخص طبقه‌بندی گرمایش جهانی ناشی از مصرف کود اوره در ایران $Ton\ CO_2$ equiv. ۸۱۸۷۵۰۷ محاسبه گردید. البته علاوه بر این انتشار، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی نیز به این مقدار اضافه می‌شود. به نحوی‌که نتایج بعضی از بررسی‌ها مشخص نموده است که کشاورزی سهم زیادی در انتشار گازهای گلخانه‌ای به محیط زیست به دنبال دارد که منبع عمده انتشار آن‌ها سوخت‌های فسیلی هستند (Laegreid *et al.*, 1999). سهم مصرف کود اوره در ایران در قالب گروه تأثیر گرمایش جهانی ۱/۵ درصد تعیین گردید. میانگین شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته ناشی از مصرف کود اوره در ایران $Ton\ SO_2$ equiv. ۲۵۳۰۰۶ محاسبه شد. Khorramdel (2011) با ارزیابی چرخهٔ حیات نظام تولید ذرت در شرایط آب و هوایی مشهد اظهار داشت که بیش‌ترین سهم نظام تولیدی ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی مشهد برای گروه تأثیر اسیدیته حاصل شد.

میانگین شاخص طبقه‌بندی اوتریفیکاسیون خشکی $Ton\ NOx$ equiv. ۶۹۴۹۸۷ بود. مصرف کود اوره در ایران نقش قابل توجهی در قالب این گروه تأثیر در ایران دارد، به نحوی‌که ۲۴/۸ درصد از اثرات مربوط به این گروه تأثیر در ایران، ناشی از مصرف کود اوره بود. دو آلاینده NH_3 و NO_x نقش اساسی در ایجاد اوتریفیکاسیون خشکی دارند (Finnveden & Potting, 1999;

www.SID.ir

Archive of SID

Brentrup و (Khojastehpour *et al*., 2015). همکاران (2004b) دریافتند که میزان انتشار NH_3 به میزان زیادی وابسته به میزان مصرف کود نیتروژن است؛ به طوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن، میزان انتشار این گاز به محیط نیز افزایش یافت. این محققان همچنین اظهار داشتند که پتانسیل آزادسازی NH_3 به محیط همبستگی قوی با میزان مصرف نیتروژن به صورت شیمیایی دارد. Barker-Reid و همکاران (2005) انتشار سالانه گاز N_2O از مزارع تولید گندم دیم استرالیا را برابر با ۰/۲-۰/۲۷ (kgN_2O-N/ha ۰/۱۱-) ۰/۰۶ درصد نیتروژن مصرفی) گزارش نمودند. آن‌ها دلیل عمده این امر را به مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه مربوط دانستند. Nikkhah و همکاران (2014) معتقد بودند که اوتریفیکاسیون خشکی بیش‌ترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را در تولید بادام‌زمینی در استان داشت. Iriarte و همکاران (2010) با بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید آفتابگردان و کلزا بیان داشتند که بالاترین اثرات زیست محیطی برای گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی و اوتریفیکاسیون حاصل گردید. آنها دلیل این امر را به تولید و مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی برای افزایش تولید این محصولات زراعی نسبت دادند. بدین ترتیب، اگرچه بوم‌نظام‌های تولید زراعی با عملکرد بالا الزاماً با مشکلات زیست‌محیطی در تضاد نیستند، ولی بکارگیری بیش از حد نهاده‌ها و عملیات زراعی به ویژه کودهای نیتروژنه با افزایش مستقیم و غیرمستقیم انتشار انواع آلاینده‌ها به محیط زیست طی فرآیند تولید و مصرف آن، سبب تشدید بروز اثرات زیست محیطی می‌شود. لذا بایستی از راهکارهای مناسب جهت کاهش اثرات زیست محیطی نظام‌های تولید کشاورزی به منظور ارتقاء بهره‌وری و دستیابی به عملکرد بالا به ازای هر واحد زمین از طریق افزایش کارایی مصرف منابع استفاده شود (Brentrup *et al*., 2004b).

همان‌طوری که در شکل ۱ نیز نشان داده شده است، اثرات زیست محیطی در قالب سه گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی در سال ۱۳۹۰ به طور قابل توجهی کاهش یافتند. با توجه به اجرای فاز اول طرح هدفمندسازی یارانه‌ها و کاهش حمایت‌های دولتی از پخش کود یارانه‌ای در ایران مصرف این نهاده در این سال کاهش یافت، به نحوی که در طی سال ۱۳۹۰ در حدود ۱۰۸۶۷۸۲ تن کود اوره در ایران مصرف شد. اما با توجه به باورهای نادرست کشاورزان در رابطه با تأثیر کود اوره بر عملکرد محصولات کشاورزی، مصرف این کود در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال قبل افزایش یافت. بدین ترتیب، با در نظر داشتن اثرات مخرب زیست محیطی مصرف کود اوره پیشنهاد می‌شود، حمایت‌های دولتی از کود اوره در ایران کاهش یابد و از منابع نیتروژن جایگزین نیتروژن مانند کودهای آلی، تناوب با محصولات لگوم و کودهای شیمیایی با پتانسیل آلودگی کم‌تر استفاده گردد. همچنین لزوم انجام مطالعاتی به منظور بررسی تأثیر اجرای فاز دوم طرح هدفمندسازی یارانه‌ها در سال ۱۳۹۳ بر مصرف کود اوره در ایران وجود دارد. بدین ترتیب، با توجه به سهم بالای انتشار گازهای گلخانه‌ای و به ویژه N_2O از مزارع، می‌توان از راهکارهای مدیریتی پایدار و اکولوژیک نظیر کاهش عملیات خاکورزی و مصرف کودهای آلی و وارد کردن گیاهان تثبیت کننده نیتروژن در تناوب زراعی جهت جبران کمبود عناصر غذایی خاک به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی بهره جست (Braschkat *et al*., 2003).

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abeliotis, K., Detsis, V., Pappia, C., 2013. Life cycle assessment of bean production in the Prespa National Park, Greece. Journal of Cleaner Production 41(0), 89-96.

Anonymous, Statistical Centre of Iran. 2014. Available at amar.org.ir

Anonymous. Annual agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. 2012. [Available from. http://www.maj.ir].

Anonymous. Ministry of Energy., 2013. Energy balance in Iran. Available on http://www.moe.gov.ir (In Persian).

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.

Braschkat, J., Patyk, A., Quirin, M., Reinhardt, G.A., 2003. Life cycle assessment of bread production–a comparison of eight different scenarios. In: Proceedings of the Fourth International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, October 6-8, Bygholm, Denmark. p. 9-16.

Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., 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., Lammel, J., Barraclough, P., Kuhlmann, H., 2004b. Environmental impact 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(3), 265-279.

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.

CPM., 2007. SPINE@CPM database. Competence Center in Environmental Assessment of Product and Material Systems (CPM), Chalmers University of Technology, Goteborg.

Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O., 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32, 35-41.

Fallahpour, F., Aminghafouri, A., Ghalegolab-Behbahani, A., 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.

Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D., Suh, S., 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment. Journal of Environmental Management 91, 1-21.

Finnveden, G., Potting, J., 1999. Eutrophication as an impact category. State of the art and research needs. Int. J. LCA 4, 311–314

Gasol, C.M., Gabarrell, X., Anton, A., Rigola, M., Carrasco, J., Ciria, P., Solano, M.L., Rieradevall, J., 2007. Life cycle assessment of a *Brassica carinata* bioenergy cropping system in southern Europe. Biomass and Bioenergy 31(8), 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.

Hamzei, j., Babaei, M., Khorramdel, S. 2015. Effects of different irrigation regimes on fruit production, oil quality, water use efficiency and agronomic nitrogen use efficiency of pumpkin. Agroecology, 7 (1): 99-108.

Iriarte, A., Rieradevall, J., Gabarrell, X., 2010.

www.SID.ir

Archive of SID

Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. Journal of Cleaner Production 18:336–345.

Khojastehpour, M, Taheri-Rad, A., Nikkhah, A. 2015. 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. (In Persian).

Khorramdel, S., 2011. Evaluation of the potential of carbon sequestration and life cycle assessment (LCA) approach in different management systems for corn. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

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 Persian).

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H., 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.

Kirchmann, H., Thorvaldsson, G., 2000. Challenging targets for future agriculture. European Journal of Agronomy 12, 145–161.

Laegreid, M., Bockman, O.C., Kaarstad, O., 1999. Agriculture, Fertilizers and the Environment. CABI Publishing, Wallingford, XXIV 294 pp.

Liu, Y., Langer, V., Høgh-Jensen, H., Egelyng, H., 2010. Life Cycle Assessment of fossil energy use and greenhouse gas emissions in Chinese pear production. Journal of Cleaner Production 18, 1423-1430.

Mengel, K., and Kirby, E. 1978. Principle of Plant Nutrition. International Potosh Institute, Berne. p. 150-159.

Mirhaji, H., Khojastehpour, M., Abaspour-fard, M.H., Mahdavi Shahri, S.M., 2012. Environmental impact study of sugar beet production using life cycle assessment in Khorasan province. Agroecology 4, 112-120. (In Persian).

Mohammadi A, Rafiee S, Mohtasebi SS, Rafiee H., 2010. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy 35, 1071-1075.

Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management 49, 3566-3570.

Mohammadi, K., Sohrabi, Y., 2014. Effects of integrated methods of fertilization on soil nitrogen, phosphorus, biological properties, and canola traits. Iranian Journal of Soil Research 28(1), 27-38 . (In Persian).

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.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

Life cycle assessment of urea fertilizer consumption in Iran

Amin Nikkhah[1], Saeed Firouzi[2*] , Sayed Hossein Payman [3], Surur Khorramdel [4]

1- PhD Student of Mechanization, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Crop Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

3- Associate Professor, Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

4- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received: 30-Sep.-2014 Accepted: 29-Apr-2016

Abstract

In recent years, a major contribution of the nitrogen needed for agricultural production was supplied from urea chemical fertilizer in Iran; this issue would lead to the serious environmental impacts. The aim of this study was to investigate the environmental impacts of the use of this important agricultural input through Life Cycle Assessment (LCA) methodology during 2007-2012. LCA in four sections including "the goal and scope definition", "inventory analysis (inputs and outputs of the system)", "impact assessment, and interpretation of the impacts were calculated. Investigation was performed on three impact categories such as global warming, acidification and eutrophication for terrestrial ecosystems. The obtained data analysis showed that approximately of 1.5%, 8.6% and 42.8% of the environmental consequences of impact categories including global warming, acidification and eutrophication for terrestrial ecosystems in Iran were related to the this input consumption, respectively. The amounts of weighted indices during the period for these impact categories were calculated 1160785, 11330566 and 25384073, respectively. Urea fertilizer consumption had the highest environmental hazards in terms of eutrophication for terrestrial ecosystems impact category. Therefore, management of the urea fertilizer consumption to minimize its environmental impacts and its replacement by non-chemical nitrogen resources is vital in agriculture sector of Iran.

Keywords: Environmental impacts, Eutrophication, Chemical fertilizer, Global warming, Nitrogen

* Corresponding author; Tel:+98-9113362546 Email: firoozi@iaurasht.ac.ir

www.SID.ir