Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۴۰۵-۳۸۹

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 389-405

بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات مهم استان کرمان: I- غلات

روح الله مرادی[1*] و نسیبه پور قاسمیان[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/ ۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۲

مرادی، ر.، پور قاسمیان، ن. ۱۳۹۶. بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات مهم استان کرمان: I- غلات. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۲): ۴۰۵-۳۸۹

چکیده

در این تحقیق، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) برای استان کرمان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت محصولات مذکوردر شهرستان‌های مختلف استان کرمان از طریق آمار سازمان جهاد کشاورزی استخراج گردید. میزان کاربرد نهاده‌های شیمیایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش توسط پرسشنامه‌ها و مصاحبه حضوریاز شهرستان‌های مختلف استان جمع‌آوری شد. انتشار گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن (CO_2)، اکسیدنیتروژن (N_2O) و متان (CH_4)و همچنین پتانسیل گرمایش جهانی در محصولات مورد بررسی بر اساسمیزان مصرف نهاده، ضرایب انتشارو سطح زیر کشت محاسبه شد. نتایج نشان داد که در هر سه محصول مورد بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف کود نیتروژن بیشتر از دیگر نهاده‌ها بود. میزان انتشار CO_2، N_2O و CH_4 در گندم بیشتر از ذرت و آن هم بیشتر از جو بود. در بین شهرستان‌های مورد بررسی، جیرفت و رفسنجان به ترتیب بیشترین و کمترین میزان انتشار را دارا بودند. میزان سالیانه پتانسیل گرمایش جهانی در مناطق و غلات مورد بررسی مطابق با روند انتشار گازهای گلخانه‌ای بود. در حالی‌که، میزان این شاخص در هکتار، در شهرستان‌های جیرفت و سیرجان از بیشترین و کمترین میزان برخوردار بود. میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر حسب معادل CO_2 در ذرت (۵۰۴ تن در هکتار) بالاتر از گندم (۴۰۴ تن در هکتار) و جو (۴۳۱ تن در هکتار) بود. در بین نهاده‌های مورد بررسی، کود نیتروژن حدود ۸۷ درصد پتانسیل گرمایش جهانی را باعث شد.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش، اوره، تغییر اقلیم، ضریب انتشار، گندم

مقدمه

تغییر اقلیم جهانی یکی از مواردی است که در دهه‌های اخیر توجه محققان را به خود معطوف کرده است و بسیاری از مطالعات اخیر حاکی از تأثیر چشم‌گیر انسان بر اقلیم جهانی است (Wolf, 2010). نتایج مطالعات مربوط به تغییر اقلیم که در طی سال‌های اخیر در ایران انجام شده است همگی مؤید بروز این پدیده در کشور بوده‌اند (Moradi et al., 2014). افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای دلیل این تغییرات اقلیمی‌هستند، که خود تأثیر مهمی‌در میزان تولید بوم‌نظام‌های کشاورزی جهان دارد. علاوه براین، جمع‌بندی مدل‌های تجربی مورد بررسی در مورد تغییر اقلیم نشان می‌دهد که اگر میزان افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای به همین طریق افزایش یابد، میانگین دما کره زمین در آینده‌ای نزدیک به‌طور خطرناکی افزایش پیدا خواهد کرد (IPCC, 2007). در حال حاضر،

۱- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: r.moradi@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v9i2.42033

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دلیل افزایش سریع غلظت گازهای گلخانه‌ای، سیستم اقلیمی‌از تعادل کنونی خارج شده است. از این‌رو، حتی اگر دستکاری انسان نیز در انتشار این گازها متوقف شود، بازهم باید انتظار افزایش درجه حرارت کره زمین را داشت (Salinger, 2005).

اثر گلخانه‌ای اثرات زیادی بر سیستم‌های کشاورزی جهان خواهد گذاشت.احتمالاًمناطقی که امروزه زیر کشت محصولات مختلف قرار دارند، به‌نحوی دچار تغییر شوند و فرم رشد، حیات و تنوع گونه‌های موجود در اکوسیستم‌های طبیعی تحت تأثیر قرار گیرند.به‌طوری‌که، احتمال می رود در اقلیم آینده به‌دلیل محدودیت سازگاری گونه‌های گیاهی و جانوری در اکوسیستم‌ها تغییر کرده و نیز افزایش شیوع گونه‌های مهاجم، افزایش خطر انقراض گونه‌های بسیار آسیب‌پذیر و نابودی زیستگاه‌ها، تنوع زیستی اکوسیستم‌ها را تغییر دهد. همچنین، تغییرات اقلیمی می تواند بر دوره رشد آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، سرعت معدنی شدن و قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، فصل رشد، فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه و کارکرد اکوسیستم‌های زراعی تأثیرگذار باشد (Lichtfouse_, 2009). علاوه بر این، احتمال می‌رود وقوع تنش خشکی در بسیاری از مناطق دنیا شدت یابد (Rosenzweig & Tubiello, 2007).

سهم کشاورزی در پدیده تغییر اقلیم حدود ۱۳/۵درصد می باشد (IPCC, 2001). در این بین، حدود ۶۰ درصد از انتشار جهانی اکسیدنیتروژن، ۳۹ درصد از انتشار جهانی متان و یک درصد از انتشار جهانی دی‌اکسیدنیتروژن و در نتیجه پتانسیل گرمایش جهانی[1] مربوط به بخش کشاورزی می‌باشد. میزان انتشار جهانی N_2O و NO از طریق فعالیت‌های مختلف کشاورزی به ترتیب حدود ۴/۸-۱/۷ و ۱/۶ تِرا گرم در سال گزارش شده است (Yao_et al., 2009). طی دو قرن گذشته فعالیت‌های بشر غلظت جهانی اکسید نیتروژن را ۱۳ درصد افزایش داده است (EPA, 1998). باید خاطر نشان شد، با اینکه انتشار اکسیدنیتروژن کمتر از دیگر گازهاست، اما سهم هر واحد اکسیدنیتروژن در پتانسیل گرمایش زمین به مراتب بیشتر از گازهای دیگر می‌باشدبه‌طوری‌که، سهم هر واحد از گازهای CO_2، CH_4 و N_2O در پتانسیل گرمایش زمین به ترتیب برابر با ۱، ۲۴/۵ و ۳۲۰ می‌باشد (Rodhe, 1990).

استفاده از کودها و سموم شیمیایی، سوخت‌های فسیلی، مدیریت خاک‌های زراعی، مدیریت کود دامی در دامداری‌ها و سوزاندن بقایای آلی از مهمترین منابع تولید گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی می باشد. بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۰، میزان کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه حدود ۳۲۵٪ شده است (MAJ, 2012). از آنجاییکه، تولید محصولات زراعی مستقیماً به شرایط اقلیمی‌وابسته است، کشاورزی یکی از اولین بخش‌هایی است که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی‌قرار می‌گیرد (Salinger, 2005). اگرچه کشاورزان قادر نیستند شرایط اقلیمی‌را کنترل کنند، ولی تغییر در مدیریت مربوط به آبیاری، خاک، رقم محصول، فعالیت‌ها و فناوری‌های مورد استفاده در کشت محصولات زراعی، می‌تواند در کاهش اثرات مضر تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش به‌سزایی داشته باشد (Ozkan_& Akcaoz, 2002).

استان کرمان یکی از مهمترین استان‌های تولید کننده غلات در کشور می‌باشد. به‌طوری‌که سطح زیر کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) در این استان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به ترتیب ۱۰۵۰۳۵، ۱۸۲۹۹ و ۲۹۵۳۶ هکتار بوده است (Kerman Organization of Agriculture, 2014). از این‌رو، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای غلات در این استان قابل توجه به‌نظر می‌رسد. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4و همچنین پتانسیل گرمایش جهانی حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش در زراعت غلات گندم، جو و ذرت در شهرستان‌های مختلف استان کرمان بود.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت غلات گندم، جو و ذرت که جزء مهمترین گیاهان مورد کشت و کار در استان کرمان می‌باشند (Kerman Organization of Agriculture, 2014)، برای برخی از شهرستان‌های استان کرمان شامل بردسیر، بم، جیرفت، راور، رفسنجان، سیرجان و کرماندر سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، با مراجعه به اداره جهاد کشاورزی استان کرمان و در صورت نیاز شهرستان‌های مربوطه و همچنین از طریق مراجعه به سایت وزارت جهاد کشاورزی کرمان استخراج شد.

برای بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از کاربرد

1- Global Warming Potential

www.SID.ir

Archive of SID

نهاده‌های شیمیایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش نیاز به اطلاعات مربوط به میزان مصرف این نهاده‌ها در شهرستان‌های مذکور برای محصولات مورد بررسی بود. برای این امر، بر اساس سطح زیر کشت و تعداد مزارع هر شهرستان، این اطلاعات از تعداد مشخصی از کشاورزان توسط پرسشنامه‌ها و مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد. تعداد پرسشنامه برای هر شهرستان یا به‌عبارتی تعداد افراد نمونه با استفاده از فرمول کوکران تخمین زده شد (Snedecor & Cochran, 1976).

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

معادله (۲)
$$d = \frac{t \times s}{\sqrt{n}}$$

در این رابطه، t: ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵٪)، s: پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d: دقت احتمالی مطلوب، N حجم جامعه و n حجم نمونه است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به دست آمد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن (CO_2)، اکسید نیتروژن (N_2O) و متان (CH_4) با استفاده از ضرایب انتشار (جدول۱) که از طریق روابط استخراج شده از منابع گوناگون به‌دست آمد، محاسبه شد. در رابطه با آفت‌کش‌ها تنها ضریب انتشار برای CO_2 در منابع یافت شد.

جدول ۱- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای برای نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده

Table 1- GHGs emission coefficient per kg application of chemical inputs and GWP

نهاده (کیلوگرم) Input (kg)	دی اکسید کربن (کیلوگرم) CO_2 (kg)	اکسید نیتروژن (گرم) N_2O (g)	متان (گرم) CH_4 (g)	منبع Reference
نیتروژن N	1.30	0.03	3.70	سیندر و همکاران (Snyder et al., 2009)
فسفر P	0.20	0.02	1.80	سیندر و همکاران (Snyder et al., 2009)
پتاسیم K	0.15	0.01	1.00	سیندر و همکاران (Snyder et al., 2009)
علف‌کش Herbicide	6.30	–	–	لال (Lal, 2004)
حشره‌کش Insecticide	5.10	–	–	لال (Lal, 2004)
قارچ‌کش Fungicide	3.90	–	–	لال (Lal, 2004)
ضریب پتانسیل گرمایش جهانی GWP	1.00	310	21.00	آی‌پی‌سی‌سی (IPCC, 2007)

محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی نیز بر اساس گزارشات روبرسون و همکاران (Robertson et al., 2000) و تیلن و همکاران (Thelen et al., 2010) انجام شد. به منظور محاسبه‌این شاخص، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن، متان و اکسیدنیتروژن محاسبه شده برای هر شهرستان و محصول در نظر گرفته شد. اثر هر کدام از گازهای دی‌اکسیدکربن، متان و اکسیدنیتروژن بر گرمایش زمین متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که هر واحد متان و اکسیدنیتروژن به ترتیب حدود ۲۱ و ۳۱۰ برابر دی‌اکسیدکربن در گرمایش زمین نقش دارند (IPCC, 2007). بنابراین، واحد این شاخص به صورت معادل دی‌اکسیدکربن بیان گردید. برای این منظور، میزان گاز اکسیدنیتروژن با ضریب ۳۱۰ و متان با ضریب ۲۱ در محاسبات وارد شد.

در نهایت میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس معادل (۳) محاسبه شد.

$$GWP = CO_2flux + (N_2Oflux \times 310) + (CH_4flux \times 21) \quad (۳)$$

در این معادله، GWP: پتانسیل گرمایش جهانی (کیلوگرم معادل

www.SID.ir

Archive of SID

دی‌اکسیدکربن در هکتار)، CO_2flux: انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی، N_2Oflux: انتشار اکسیدنیتروژن حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی و $fluxCH_4$: انتشار متان حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌باشند. داده‌های آزمایش جهت تعیین اشتابه استاندارد با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج و بحث

میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در غلات: میانگین مصرف نهاده‌های شیمیایی مختلف در استان کرمان برای غلات گندم، جو و ذرت در جدول (۲) نشان داده شده است. از نظر میزان مصرف نیتروژن در دو گیاه گندم و جو اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی مصرف این نهاده در گیاه ذرت به‌طور معنی‌داری بالاتر از گندم و جو بود. کود نیتروژن مورد استفاده در بیشتر مزارع اوره (۴۶٪ نیتروژن) بود. میزان مصرف فسفر در هر سه گیاه به‌طور معنی‌داری اختلاف نشان داد. به‌طوری‌که میزان مصرف کود شیمیایی فسفر در ذرت و گندم به ترتیب حدود ۵۸ و ۲۸ درصد بیشتر از زراعت جو بود (جدول ۲). اکثر کشاورزان در استان کرمان از کود سوپرفسفات تریپل جهت تأمین فسفر استفاده می‌کردند. ذرت و گندم از نظر مصرف کود شیمیایی پتاسیم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، ولی این میزان بیش از دو برابر مصرف پتاسیم در محصول جو بود. دو گیاه ذرت و جو به ترتیب بیشترین (۱/۰۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۰/۴۴ کیلوگرم در هکتار) میزان مصرف علف‌کش را شامل شدند (جدول ۲). علف‌کش2-4-D بیشترین میزان مصرف را در زراعت غلات در کرمان شامل شد و علاوه بر آن کشاورزان از علف‌کش‌های آترازین، آلاکلر، گرانستار و تاپیک نیز استفاده می‌نمودند. میزان مصرف حشره‌کش در محصولات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نشان داد. به‌طوری‌که، در زراعت گندم (۰/۴۹ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن ذرت (۰/۲۶ کیلوگرم در هکتار) حشره‌کش بیشتری نسبت به جو (۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار) در استان کرمان مصرف می‌شد.در گندم حشره‌کش‌های دلتامترین (دسیس)، موسپیلان و پریمور، در جو موسپیلان و پریمور و در ذرت دیازنون و کلرپیریفوس بیشترین میزان استفاده در استان کرمان را دارا بودند.بیشترین میزان مصرف قارچ‌کش نیز در گیاه جو مشاهده شد و نکته جالب اینکه مصرف قارچ‌کش در زراعت ذرت توسط هیچ یک از کشاورزان مورد بررسی گزارش نشد (جدول ۲).قارچ‌کش‌های مانکوزب و کاربندازیم مهمترین قارچ‌کش‌های مورد مصرف در زاعت گندم و جو در استان کرمان بودند. رجبی و همکاران (Rajabi et al., 2012) نیز گزارش نمودند که سموم شیمیایی گرانستار، تاپیک، سافیکس بی‌دبلیو، آلتوکمبی، آلتو ۱۰۰، کاربندازیم و دیازنون از مهمترین نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده در زراعت گندم در گرگان می‌باشند.

جدول ۲- میانگین مصرف نهاده‌های شیمیایی (کیلوگرم در هکتار) برای زراعت برخی غلات در استان کرمان

Table 2- Input application (kg.ha^{-1}) for cultivating cereal in Kerman province

نهاده (کیلوگرم) Input (kg)	گندم Wheat	جو Barley	ذرت Maize
نیتروژن N	268.9±14.54*	259.6±14.68	313.2±12.18
فسفر P	197.3±11.61	153.8±28.94	241.2±14.39
پتاسیم K	16.22±8.23	7.69±6.18	16.18±9.60
علف‌کش Herbicide	0.53±0.11	0.44±0.14	1.06±0.14
حشره‌کش Insecticide	0.49±0.09	0.08±0.05	0.26±0.07
قارچ‌کش Fungicide	0.26±0.07	0.44±0.12	-

*: اشتباه استاندارد *: Standard Error

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر نهاده‌های شیمیایی مختلف بر انتشار گازهای گلخانه‌ای

کود شیمیایی نیتروژن: بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 حاصل از مصرف کود شیمیایی نیتروژن برای گندم، جو و ذرت در شهرستان‌های مختلف استان کرمان نشان داد که به‌طور کلی در کلیه شهرستان‌ها و در هر سه محصول مورد بررسی میزان انتشار CO_2 بیشتر از CH_4 و آن هم بیشتر از N_2O بود (جدول ۳). در محصول گندم شهرستان‌های جیرفت و بردسیر به ترتیب بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را شامل شدند و شهرستان رفسنجان کمترین انتشار ناشی از مصرف کود نیتروژن را در زراعت این محصول دارا بود (جدول۳). در گیاه جو نیز میزان انتشار CO_2 از حدود ۱۹۰۵ تا ۷/۵ تن، انتشار N_2O از حدود ۴۴ تا ۰/۱۷ کیلوگرم و انتشار CH_4 از ۵۴۲۲ تا ۲۱ کیلوگرم در هر سال زراعی متغیر بود. شهرستان‌های جیرفت، بردسیر، سیرجان و کرمان به ترتیب بیشترین میزان انتشار CO_2، N_2O و CH_4 حاصل از مصرف کود شیمیایی نیتروژن را در زراعت گیاه جو نشان دادند و کمترین میزان انتشار در شهرستان رفسنجان مشاهده شد (جدول ۳).

به‌نظر می‌رسد میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای رابطه مستقیمی با سطح زیر کشت دارد، به‌طوری‌که استان جیرفت به دلیل دارا بودن بیشترین سطح زیر کشت غلات (Kerman Organization of Agriculture, 2014)، انتشار گازهای گلخانه‌ای بالاتری نیز دارا بود. در رابطه با انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 در زراعت گیاه ذرت نیز نتایج نشان داد که میزان انتشار هر سه گاز مذکور در شهرستان جیرفت بالاتر از دیگر شهرستان‌ها بود و شهرستان‌های بم و کرمان در جایگاه بعدی قرار داشتند (جدول ۳). کمترین میزان انتشار برایذرت نیز در شهرستان رفسنجان مشاهده شد. در این مورد نیز با افزایش سطح زیر کشت، میزان انتشار در سال افزایش نشان داد. در مجموع انتشار CO_2 در زراعت گندم (حدود ۲۱۲۴۲ تن در سال) و ذرت (حدود ۸۳۷۵ تن در سال) بالاتر از جو (حدود ۵۱۱۳ تن در سال) بود (جدول ۳). همچنین، انتشار گاز N_2O ناشی از مصرف کود اوره در گندم بیش از ۴ برابر جو و ۲/۵ برابر ذرت بود. در رابطه با گاز CH_4 ناشی از مصرف کود شیمیایی نیتروژن در استان کرمان نیز به ترتیب میزان انتشار در گندم، جو و ذرت حدود ۶۰۵۴۸، ۱۴۵۵۴ و ۲۳۸۳۷ کیلوگرم در سال بود (جدول ۳).

جدول۳- کل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مصرف کود شیمیایی نیتروژن در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای برخی غلات
Table 3- Total GHGs emission as affected by chemical N fertilizer for studied cereal in Kerman province

شهرستان Region	گندم Wheat			جو Barley			ذرت Maize		
	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)
بردسیر Bardsir	2924±448*	67±12	8321±547	1389±611	32±9	3955±98	49±11	1±0.08	139±13
بم Bam	702±22	17±14	1997±365	307±47	7±2	873±52	114±74	3±1.02	325±23
جیرفت Jiroft	14982±2245	346±59	42641±542	1905±233	44±10	5422±425	7966±875	184±21	22672±12
راور Ravar	244±23	6±0.3	696±11	68±18	2±2	192±88	55±3	1±0.2	155±8
رفسنجان Rafsanjan	34±11	1±0.4	96±16	7±2	0.2±0.08	21±4	0.8±0.2	0.02±0.01	2±1
سیرجان Sirjan	1245±99	29±2	3542±543	797±36	18±8	2268±411	61±4	1±1	174±7
کرمان Kerman	1113±111	26±9	31670±287	641±52	15±3	1823±267	130±31	3±0.7	371±55
مجموع Total	21242.1	490.2	60458	5113.5	118	14553.8	8375.4	193.28	23837.3

*: اشتباه استاندارد
*: Standard Error

www.SID.ir

Archive of SID

کود شیمیایی فسفر: میزان انتشار گازهـای گلخانـه‌ایCO_2، N_2O و CH_4 ناشی از مصرف کود شیمیایی فسفر در زراعـت غـلات گندم، جو و ذرت برای شهرستان‌های مختلف استان کرمان در جدول ۴ نشان داده شده است. در هر سه غله مورد بررسـی، میـزان انتشـار CO_2مربوط به مصرف کود شیمیایی فسفر به مراتب بیشتر از N_2O و CH_4 بود و کمترین میزان انتشار مربوط به گاز N_2O بود. در زراعـت گندم، میزان انتشار کلیه گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی در شهرستان جیرفت بیشتر از دیگر شهرستان‌هـا بـود و شهرسـتان‌هـای بردسـیر، سیرجان و کرمان در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۴). کمتـرین میزان انتشار CO_2، N_2O و CH_4 ناشی از مصرف فسفر بـرای گنـدم در شهرستان‌های رفسنجان و راور مشاهده شد. گیاه جو نیـز از نظـر انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از کود شیمیایی فسفر شرایط مشابه با گندم را دارا بود (جدول۴). در گیاه ذرت نیز بیشترین انتشار مربوط به شهرستان جیرفت بود، ولی شهرستان‌های کرمان، بم و سیرجان در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول۴). کمترین میـزان انتشـار نیـز در شهرستان رفسنجان مشاهده شد. به‌طور کلی، در هر سه گیـاه مـورد بررسی و کلیه شهرستان‌های استان کرمـان میـزان انتشـار CO_2 در گندم بیشتر از جو و ذرت بود. در کلیه شهرستان‌ها بـه‌جـز جیرفـت و راور میزان انتشار CO_2 حاصل از کود شیمیایی فسفر در زراعـت جـو بیشتر از ذرت بود، ولی در مجموع این صفت در ذرت (حدود ۱۴۲ تن در سال) بیشتر از جو (حدود ۶۷ تن در سال) بود (جدول ۴). دلیل بالا بودن انتشار CO_2در ذرت نسبت به جو در شهرستان‌های جیرفـت و راور دارا بودن شرایط اقلیمی‌مناسب برای کشـت و کـار ذرت و بـالا بودن سطح زیر کشت این محصول در این دو شهرستان می‌باشد. در رابطه با دو گاز N_2O و CH_4 ناشـی مصـرف کـود شـیمیایی فسـفر شرایط مشابه با گاز CO_2 مشاهده شد.

جدول٤-میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مصرف کود شیمیایی فسفر در شهرستان‌های مختلف استان کرمان در غلات مورد بررسی
Table 4- GHGs emission as affected by chemical P fertilizer for studied cereal in Kerman province

شهرستان Region	گندم Wheat			جو Barley			ذرت Maize		
	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)	دی اکسید کربن (تن) CO_2 (t)	اکسید نیتروژن (کیلوگرم) N_2O (kg)	متان (کیلوگرم) CH_4 (kg)
بردسیر Bardsir	330±32*	33±4	2970±623	121±33	13±2	1140±498	6±7	0.58±0.2	52±6
بم Bam	79±11	8±3	713±66	28±5	3±1.3	252±41	14±1	1 ±0.09	122±23
جیرفت Jiroft	1691±333	169±18	15221±986	174±22	17±3	1563±369	944±111	94±25	8494±731
راور Ravar	28±2	3±1.1	248±14	6±0.5	0.62±0.07	55±9	7±2	0.65±0.3	58±11
رفسنجان Rafsanjan	4±0.8	0.4±0.02	34±4	0.7±0.08	0.07±0.01	6±2	0.1±0.09	0.01±0.006	0.9±0.09
سیرجان Sirjan	141±33	14±3	1264±189	73±12	7±2	654±66	7±1	0.72±0.2	65±7
کرمان Kerman	126±25	13±3	1130±121	58±18	6±0.7	525±96	15±8	2±0.5	139±5
مجموع Total	2397.9	239.8	21580.4	466.1	46.6	4194.7	992.3	99.2	8930.7

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵-میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای(کیلوگرم) حاصل از مصرف کود شیمیایی پتاسیم در شهرستان‌های مختلف استان کرمان در غلات

Table 5- GHGs emission (kg) as affected by chemical K fertilizer for studied cereal in Kerman province

شهرستان Region	گندم Wheat			جو Barley			ذرت Maize		
	دی اکسید کربن CO_2	اکسید نیتروژن N_2O	متان CH_4	دی اکسید کربن CO_2	اکسید نیتروژن N_2O	متان CH_4	دی اکسید کربن CO_2	اکسید نیتروژن N_2O	متان CH_4
بردسیر Bardsir	20347±2453*	1±0.8	136±31	4749±857	0.3±0.06	32±6	291±51	0.02±0.004	2±0.2
بم Bam	4883±551	0.3±0.04	33±11	1049±182	0.1±0.01	7±2	680±93	0.05±0.01	5±0.9
جیرفت Jiroft	104274±3587	7±1.3	695±88	6512±742	0.4±0.03	43±8	47482±1421	3±1.1	317±44
راور Ravar	1701±234	0.1±0.05	11±2	231±13	0.02±0.001	2±0.3	325±63	0.02±0.01	2±0.7
رفسنجان Rafsanjan	234±80	0.02±0.01	2±0.4	25±6	0.002±0.001	0.2±0.03	5±1.3	0.001±0.0009	0.03±0.01
سیرجان Sirjan	8661±821	0.6±0.04	58±10	2723±364	0.2±0.03	18±3	364±31	0.03±0.005	2±0.8
کرمان Kerman	7744±60	0.5±0.06	52±14	2189±400	0.2±0.02	15±4	777±11	0.05±0.01	5±0.6
مجموع Total	147844.0	9.9	985.6	17478.0	1.2	116.5	49924.0	3.3	332.8

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

جدول٦-میزان انتشار گازCO_2(کیلوگرم در هکتار) حاصل از مصرف آفتکش‌های شیمیایی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 6- CO_2emission ($kg.ha^{-1}$) as affected by chemical pesticides for studied cereal in Kerman province

شهرستان Region	گندم Wheat			جو Barley			ذرت Maize		
	علف‌کش Herbicide	حشره‌کش Insecticide	قارچ‌کش Fungicide	علف‌کش Herbicide	حشره‌کش Insecticide	قارچ‌کش Fungicide	علف‌کش Herbicide	حشره‌کش Insecticide	قارچ‌کش Fungicide
بردسیر Bardsir	27924±4214*	20899±2103	8480±944	11412±1111	1679±258	7065±811	801±121	159±24	-
بم Bam	6701±1587	5016±862	2035±625	2520±521	371±56	1560±833	1870±58	371±14	-
جیرفت Jiroft	143103±124	107102±23658	43458±5243	15648±3213	2303±369	9687±633	130648±6989	25942±999	-
راور Ravar	2334±696	1746±118	708±33	554±99	81±14	343±31	894±88	178±22	-
رفسنجان Rafsanjan	320±55	240±11	97±18	61±13	9±1.2	38±9	13±3	3±0.8	-
سیرجان Sirjan	11887±362	8896±880	3610±55	6545±711	963±111	4056±611	1002±66	199±25	-
کرمان Kerman	10628±1258	7954±66	3228±399	5261±811	774±89	3257±187	2137±399	424±75	-
مجموع Total	202898	151854.1	61616.7	42001.3	6182.1	26000.9	1373676	27275.9	-

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

کود شیمیایی پتاسیم: در بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف کود شیمیایی پتاسیم نیز نتایج نشان داد که در هر سه محصول مورد بررسی میزان انتشار CO_2 بیشتر از N_2O و CH_4 بود. ولی این اختلاف نسبت به نهاده‌های نیتروژن و فسفر بسیار کمتر بود (جدول۵). در کلیه شهرستان‌های مورد بررسی میزان انتشار هر سه گاز گلخانه‌ای در گندم بیشتر از جو و ذرت بود. در بررسی دو

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه جو و ذرت نتایج نشان داد که در شهرستان‌های جیرفت و راور میزان انتشار کلیه گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی در زراعت ذرت بیشتر از جو بود. ولی در دیگرشهرستان‌ها میزان انتشار در جو بیشتر از ذرت بود.در مجموع، میزان انتشارCO_2، N_2O و CH_4 مربوط به مصرف کود شیمیایی پتاسیم در گندم بیشتر از ذرت و آن هم بیشتر از جو بود (جدول۵).

آفت‌کش‌های شیمیایی:مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان میزان انتشار متفاوتی را نشان داد. به‌طوری‌که، میزان انتشار CO_2 از حدود ۱۴۳ هزار کیلوگرم در سال برای شهرستان جیرفت ناشی از مصرف علف‌کش در گندم تا حدود سه کیلوگرم در شهرستان رفسنجان و ناشی از مصرف حشره‌کشدر زراعت ذرت متفاوت بود (جدول ۶). در بررسی میزان انتشار CO_2 مربوط به مصرف علف‌کش شیمیایی در غلات مورد بررسی، نتایج نشان داد که در کلیه شهرستان‌ها میزان این انتشار در گندم بالاتر از جو و ذرت بود (جدول ۶). به‌جز در شهرستان‌های جیرفت و راور، در دیگر شهرستان‌های استان کرمان میزان انتشار CO_2 ناشی از مصرف علف‌کش‌های شیمیایی در جو بیشتر از ذرت بود. در رابطه با حشره‌کش و قارچ‌کش نیز شرایط فوق صادق بود. با این تفاوت که در زراعت ذرت در منطقه کرمان هیچ گونه قارچ‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نمی‌گرفت. در گیاه گندم میزان انتشار CO_2 ناشی از مصرف حشره‌کش بیشتر از قارچ‌کش بود. در حالی‌که، در گیاه جو این روند برعکس بوده و انتشار CO_2 ناشی از مصرف قارچ‌کش شیمیایی بیشتر از حشره‌کش بود (جدول۶). بررسی مجموع انتشار آفت‌کش‌های مختلف در گیاهان مورد بررسی نیز نشان داد که در هر سه گیاه میزان انتشار CO_2 مربوط به علف‌کش بیشتر از حشره‌کش و قارچ‌کش بود. از نظر انتشار CO_2 ناشی از مصرف حشره‌کش نیز نتایج نشان داد که میزان انتشار در گندم (۱۵۱۸۵۴ کیلوگرم در سال) بسیار بیشتر از ذرت (۲۷۲۷۵ کیلوگرم در سال) و آن هم بالاتر از جو (۶۱۸۲ کیلوگرم در سال) بود. میزان کل انتشار CO_2 حاصل از مصرف قارچ‌کش‌های شیمیایی در استان کرمان برای گندم بیش از دو برابر جو بود (جدول۶).

میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در غلات مورد بررسی

نتایج نشان داد که در بین شهرستان‌ها و غلات مورد بررسی، بیشترین (حدود ۱۷ هزار تن در سال) میزان انتشار CO_2 مربوط به شهرستان جیرفت در کشت گندم و کمترین (کمتر از یک تن در سال) میزان آن در شهرستان رفسنجان و در زراعت ذرت مشاهده شد (جدول ۷). در گندم، شهرستان‌های جیرفت، بردسیر، سیرجان و کرمان به ترتیب دارای بیشترین و شهرستان‌های رفسنجان، راور و بم به ترتیب کمترین میزان انتشار CO_2 را در سال دارا بودند (جدول ۷). در گیاه جو نیز شرایط مشابه با گندم صادق بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بیش از ۹۵ درصد از کل انتشار گاز CO_2 برای مزارع ذرت در استان کرمان مربوط به شهرستان جیرفت می‌باشد و بقیه شهرستان‌ها کمتر از پنج درصد را شامل می‌شوند (جدول ۷). این ناشی از سطح زیر کشت بالای ذرت در این شهرستان بود. در مجموع برای سطح استان کرمان، میزان انتشار گاز CO_2 در زراعت گندم (۲۴۲۰۴ تن در سال) بیشتر از ذرت (۹۵۸۲ تن در سال) و آن هم بیشتر از جو (۵۶۷۱ تن در سال) بود. در کل میزان انتشار با سطح زیر کشت هر گیه مطابقت داشت.

در هر سه محصول مورد بررسی، میزان انتشار N_2O در شهرستان جیرفت و رفسنجان به ترتیب بیشتر و کمتر از دیگر شهرستان‌ها بود (جدول ۸). شهرستان جیرفت در هر سه محصول گندم، جو و ذرت سهم زیادی از انتشار N_2O را شامل شد. به‌طوری‌که، به ترتیب حدود۷۰، ۳۶، و ۹۵ از کل انتشار N_2O در استان کرمان ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی برای زراعت گندم، جو و ذرت به شهرستان جیرفت اختصاص داشت (جدول ۸). در گندم و جو شهرستان‌های بردسیر و سیرجان نیز بعد از جیرفت بیشترین میزان انتشار N_2O را در بین شهرستان‌های استان دارا بودند. در ذرت میزان انتشار در شهرستان‌های کرمان (۴/۶۰ کیلوگرم در سال) و بم (۴/۰۳ کیلوگرم در سال) بیشتر از بردسیر و سیرجان بود (جدول ۸). در مجموع میزان انتشار N_2O در استان کرمان ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی برای گندم و ذرت بیشتر از جو بود. همچنین، برای مجموع انتشار N_2O در سه محصول، شهرستان‌های جیرفت، بردسیر و سیرجان دارای بیشترین انتشار بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- میزان کل انتشار CO_2 (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان در غلات مورد بررسی

Table 7- Total CO_2emission (ton) for studied cereal in various regions of Kerman

شهرستان Region	گندم Wheat	جو Barley	ذرت Maize	مجموع Total
بردسیر Bardsir	3331±566*	1540±30	56±3	4928
بم Bam	799±111	340±33	130±11	1270
جیرفت Jiroft	17071±901	2113±522	9114±419	28297
راور Ravar	278±54	75±6	62±16	416
رفسنجان Rafsanjan	38±8	8±2.3	0.93±0.03	47
سیرجان Sirjan	1418±499	884±36	70±7	2372
کرمان Kerman	1267±300	710±80	149±10	2127
مجموع Total	24204.0	5671.2	9582.1	39457

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

جدول ۸-میزان کل انتشار N_2O (کیلوگرم) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای برخی غلات

Table 8- Total N_2Oemission (kg) for studied cereal in various regions of Kerman

شهرستان Region	گندم Wheat	جو Barley	ذرت Maize	مجموع Total
بردسیر Bardsir	102±20*	45±4	2±0.06	148.6
بم Bam	24±3	10±2.1	4±0.8	38.41
جیرفت Jiroft	522±66	62±11	281±20	864.9
راور Ravar	9±2	2±0.7	2±0.05	12.63
رفسنجان Rafsanjan	1±0.17	0.24±0.02	0.03±0.01	1.44
سیرجان Sirjan	43±5	26±8	2±0.6	71.33
کرمان Kerman	39±11	21±4	5±1.1	64.12
مجموع Total	739.8	165. 8	295.8	1201.4

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

میزان کل انتشار ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در محصولات گندم، جو و ذرت برای گاز گلخانه‌ای CH_4 در مناطق مختلف استان کرمان در جدول ۹ نشان داده شده است. میزان آن از ۵۸۵۶۰ کیلوگرم در سال برای گندم در شهرستان جیرفت تا سه کیلوگرم در سال برای ذرت در رفسنجان متغیر بود. انتشار گاز CH_4 روند مشابه با گاز N_2O نشان داد (جدول ۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- میزان کل انتشار CH_4 (کیلوگرم) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای برخی غلات

Table 9- Total CH_4 emission (kg) for studied cereal in various regions of Kerman

شهرستان Region	گندم Wheat	جو Barley	ذرت Maize	مجموع Total
بردسیر Bardsir	11430±633*	5130±366	193±30	16750
بم Bam	2742±588	1132±222	451±80	4320
جیرفت Jiroft	58560±6356	7030±700	31480±4200	97070
راور Ravar	955±44	249±29	216±16	1420
رفسنجان Rafsanjan	131±10	27±2	3±0.7	160
سیرجان Sirjan	4860±13	2940±366	241±50	8040
کرمان Kerman	4350±288	2360±989	515±60	7230
مجموع Total	83020	18860	33100	134990

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

جدول ۱۰-میزان پتانسیل گرمایش جهانی (تن معادل CO_2) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای برخی غلات

Table 10- Global warming potential (GWP) (ton CO_2 equivalence) for studied cereal in various regions of Kerman

شهرستان Region	گندم Wheat	جو Barley	ذرت Maize	مجموع Total
بردسیر Bardsir	3603±601*	1663±554	61±8	5326
بم Bam	865±22	367±39	141±41	1373
جیرفت Jiroft	18462±833	2280±188	9862±679	30604
راور Ravar	301±67	81±19	68±8	449
رفسنجان Rafsanjan	41±9	8±2	1±0.06	51
سیرجان Sirjan	1534±48	953±69	75±13	2563
کرمان Kerman	1371±188	767±48	161±22	2299
مجموع Total	26176.9	6118.8	10369.0	42665

*: اشتباه استاندارد

*: Standard Error

www.SID.ir

Archive of SID

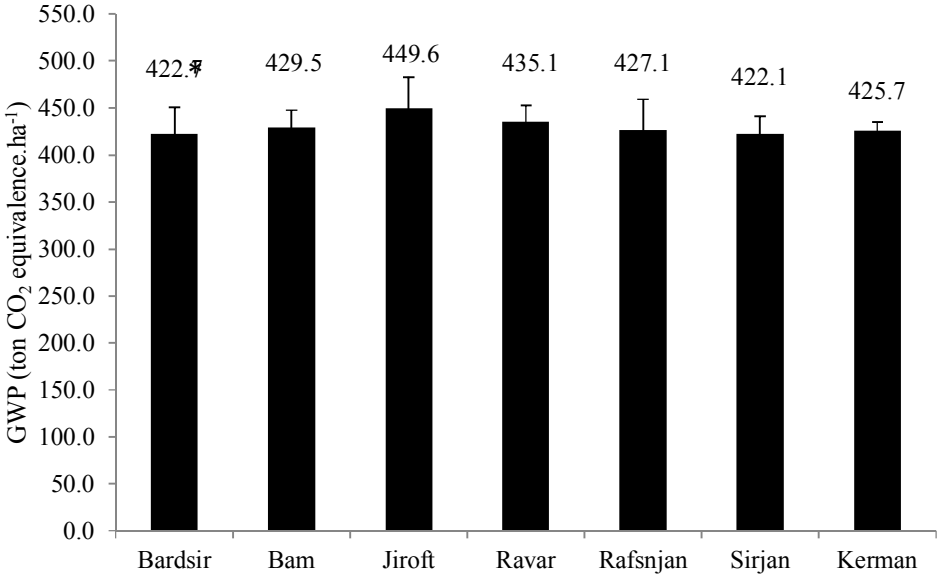
پتانسیل گرمایش جهانی

نتایج نشان داد که سالانه حدود ۴۲۶۶۵ تن معادل دی‌اکسیدکربن در نتیجه مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت گندم، جو و ذرت در استان کرمان به جو انتشار می‌یابد (جدول۱۰). به ترتیب حدود ۶۱، ۱۵ و ۲۴ درصد از این پتانسیل گرمایش جهانی مربوط به گندم، جو و ذرت می‌باشد. همچنین، در مجموع شهرستان‌های جیرفت و بردسیر به ترتیب با ۳۰۶۰۴ و ۵۳۲۶ تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال، بیشترین و شهرستان رفسنجان و راور به ترتیب با ۵۱ و ۴۴۹ تن کمترین سهم را در بین شهرستان‌های استان کرمان در پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در غلات مورد بررسی دارا بودند (جدول۱۰). در هر دو گیاه گندم و جو، بعد از شهرستان جیرفت، شهرستان بردسیر و در ذرت شهرستان‌های سیرجان و کرمان بیشترین میزان پتانسیل گرمایش جهانی را شامل شدند (جدول۱۰). در هر سه محصول، کمترین میزان این صفت مربوط به شهرستان رفسنجان بود. این مقادیر بیشترین تبعیت را از سطح زیر کشت دارا بودند.

در بررسی میزان پتانسیل گرمایش جهانی در هکتار برای شهرستان‌های مورد بررسی، نتایج نشان داد که میزان این شاخص در شهرستان جیرفت (۴۵۰ تن در هکتار) بیشترین و بعد از آن نیز شهرستان‌های راور (۴۳۵ تن در هکتار) و بم (۴۳۰ تن در هکتار) قرار داشتند (شکل۱). کمترین میزان پتانسیل گرمایش جهانی در هکتار نیز مربوط به سیرجان (۴۲۲ تن در هکتار) و بردسیر (۴۲۳ تن در هکتار) بود.

در بین غلات مورد بررسی نیز ذرت با پتانسیل گرمایش جهانی حدود ۵۰۴ تن معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار نسبت به جو (۴۳۱ تن در هکتار) و گندم (۴۰۴ تن در هکتار) از میزان بیشتری برخوردار بود (شکل A۲).

نتایج نشان داد که حدود ۸۷ درصد از پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت گندم، جو و ذرت در استان کرمان مربوط به مصرف کود نیتروژنه شیمیایی بود (شکل B۲). کود فسفر و علف‌کش‌های شیمیایی نیز به ترتیب حدود ۱۱ و ۱ درصد این شاخص را شامل شدند. نهاده‌های شیمیایی پتاسیم، حشره‌کش و قارچ‌کش نیز در مجموع ۱/۲۳ درصد از پتانسیل گرمایش جهانی مربوط به زراعت غلات در استان کرمان را دارا بودند (شکل ۲ B).



شکل ۱- میزان پتانسیل گرمایش جهانی (تن معادل CO_2در هکتار) ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی

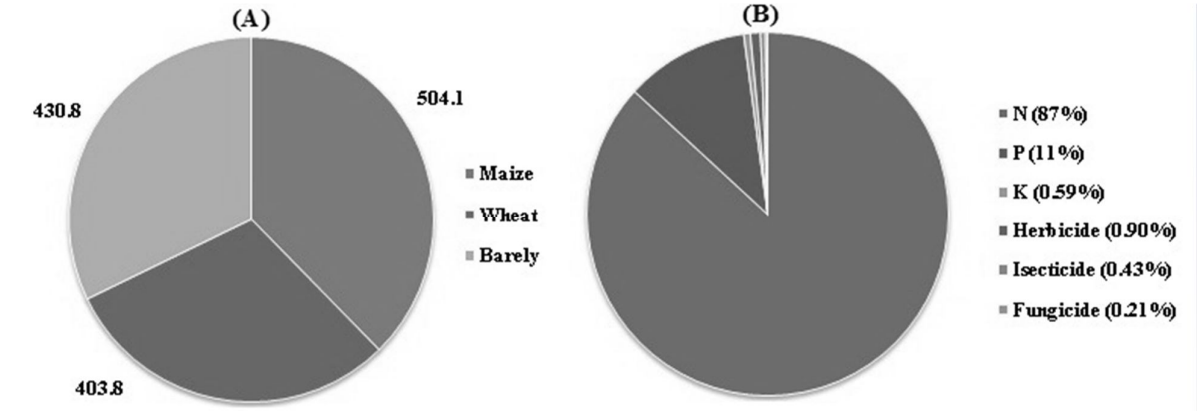
*: اشتباه استاندارد

Fig. 1- GWP (ton CO_2 equivalence.ha^{-1}) caused by chemical inputs

*: Standard Error

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- میزان پتانسیل گرمایش جهانی (تن معادل CO_2 در هکتار) در هریک از غلات (A) و سهم هریک از نهاده‌های شیمیایی در میزان پتانسیل گرمایش جهانی (B)

Fig. 2- GWP (ton CO_2 equivalence ha^{-1}) for each cereal (A) and the share of each chemical input in GWP (B)

نتایج نشان داد که میزان انتشارکلیه گازهای گلخانه‌ای در شرایط استفاده از کود نیتروژن بالاتر از دیگر نهاده‌های شیمیایی بود. این به دلیل ضریب انتشار بالاتر نیتروژن (۱/۳ کیلوگرم CO_2 به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن) نسبت به فسفر، پتاسیم وآفت‌کش‌ها می‌باشد (Lal, 2004). لازم به ذکر است که این ضریب انتشار برای کود نیتروژن بیشتر مربوط به فرایند تثبیت و تولید نیتروژن در کارخانه می‌باشد (Snyder et al., 2009). چراکه فرایند تثبیت نیتروژن بسیار هزینه بر بوده و برای تولید این نهاده شیمیایی مستقیماً از سوخت فسیلی به‌عنوان منبع انرژی کارخانه استفاده می‌شود.کارل و همکاران (Kahrl et al., 2010) نیز میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف کود نیتروژن را در کشور چین مورد بررسی قرار دادند و گزاش نمودند که با افزایش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و همچنین سطح زیر کشت، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش چشمگیری یافت. ایشان تاکید نمودند که کاهش مصرف کودهای شیمیایی یکی از مهمترین راهبردهای تخفیف[1] اثرات منفی تغییر اقلیم می‌باشد. رجبی و همکاران (Rajabi et al., 2012) و همچنین نیکخواه و همکاران (Nikkhah et al., 2014) نیز اظهار داشتند که کود شیمیایی نیتروژن یکی از مهمترین نهاده‌های دخیل در انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی می‌باشد. اسنیدر و همکاران (Snyder et al., 2009) انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مدیریت منابع کودی مختلف را در نظام‌های تولید گیاهان زراعی مورد بررسی قرار دادند. ایشان تأکید نمودند که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن در ازای نقش مهمی‌که در تامین غذای بشر دارد، به‌عنوان یک منبع اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای به‌خصوص دی‌اکسیدکربن و اکسید نیتروژن مطرح بوده و سلامت بشر را تهدید می‌نماید. مطالعات ایشان نشان داد که در بین منابع شیمیایی نیتروژن، کود اوره بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را باعث می‌گردد. ایشان اظهار داشتند که فرآیند تولید کود اوره در کارخانه یکی از اصلی‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌وسیله این نهاده شیمیایی می‌باشد. در مزرعه نیز کود اوره و همچنین فسفر و پتاسیم با تمین بیشتر مواد غذایی منجر به فعالیت و در نتیجه تنفس بیشتر ریشه و ریز موجودات خاک شده و افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را باعث می‌گردد (Guillou et al., 2011). از طرفی، نقش اساسی نیتروژن در تولید N_2O ثابت شده است (Dalal et al., 2003).

بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۰، میزان کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه حدود ۳۲۵٪ شده است (MAJ, 2012). بیش از ۵۰ درصد نیتروژنِ استفاده شده از طریق آبشویی و تصعید از دسترس گیاه خارج می‌شود (Verge et al., 2003). دنیتریفیکاسیون کود نیتروژن استفاده شده، منبع اصلی انتشار N_2O از خاک می‌باشد (Dalal et al., 2003). ترشح مواد گیاهی از ریشه به‌عنوان منبع اصلی کربن برای ریزموجودات دخیل در دنیتریفیکاسیون بوده و افزایش این مواد باعث افزایش این فعالیت می‌شود (Maraseni & Cockfield, 2011).

نتایج نشان داد که روند انتشار گازهای گلخانه‌ای در ذرت متفاوت

1- Mitigation

www.SID.ir

Archive of SID

با گندم و جو بود. به‌طوری‌که در گندم و جو شهرستان بردسیر و در ذرت شهرستان‌های بم و کرمان بیشترین انتشار ناشی از مصرف کود نیتروژن را در سال نشان دادند. از آن‌جاکه شهرستان بردسیر جزء مناطق سردسیر استان کرمان و در عوض شهرستان‌های کرمان و بم جزء مناطق گرمسیر این استان می‌باشند، به‌نظر می‌رسد این موضوع باعث کاهش سطح زیر کشت ذرت در شهرستان بردسیر نسبت به بم و کرمان و به تبع آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشت ذرت در این استان شده است،ولی کشت و کار گندم و جو در بردسیر بالاتر از شهرستان‌های گرمسیر مانند بم و راور بود و این موضوع باعث انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای در زراعت گندم و جو در بردسیر شد.

ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2014) بیان نمودند که کشت و کار غلات به دلیل استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی و نهاده‌های شیمیایی یکی از مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان می‌باشند. داتا و همکاران (Datta et al., 2013) نیز با بررسی تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر انتشار گاز گلخانه‌ایمتان در هند، اظهار داشتند که با افزایش هر کدام از این نهاده‌ها میزان انتشار گاز متان افزایش چشمگیری یافت. از بین این سه نهاده میزان انتشار در کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری با فسفر و پتاسیم داشت. یوسفی و همکاران (Yousefi et al., 2014a) با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه در تولید محصول چغندرقند گزارش نمودند که نقش کود نیتروژن در انتشار گازهای گلخانه‌ای بیش از سه برابر فسفر بود. همچنین، ایشان اظهار داشتند که میزان پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نیتروژن و فسفر به ترتیب حدود ۱۴۴۶ و ۴۵۶ کیلوگرم در هکتار بود. دلیل بالا بودن میزان پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نیتروژن در چغندر قند نسبت به غلات مورد بررسی در آزمایش حاضر، مصرف بیشتر کود شیمیایی نیتروژن در چغندر قند نسبت به غلات می‌باشد.

در بررسی پتانسیل گرمایش جهانی در سال برای شهرستان‌های مختلف استان کرمان در زراعت غلات مورد بررسی نیز، میزان این صفت از روندی مشابه با گازهای گلخانه‌ای برخوردار بود و بیشترین همبستگی را با سطح زیر کشت نشان داد. به‌طوری‌که، با افزایش سطح زیر کشت در شهرستان‌های مورد بررسی میزان پتانسیل گرمایش جهانی نیز افزایش یافت. در بررسی پتانسیل گرمایش جهانی در هکتار نیز به‌نظر می‌رسد در شهرستان‌هایی که ذرت بیشتری مورد کشت و کار قرار می‌گرفت (جیرفت، بم و راور)، میزان این صفت در هکتار بالاتر از شهرستان‌های با سطح زیر کشت کمتر ذرت بود. این می‌تواند خود نشان‌دهنده بالا بودن پتانسیل گرمایش جهانی در ذرت به دلیل استفاده بالاتر از نهاده‌های شیمیایی خصوصا نیتروژن باشد. نتایج جدول ۱ خود به‌خوبی کاربرد بالاتر نهاده‌های شیمیایی در ذرت را نسبت به گندم و جو نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، نیتروژن سهم بسیار زیادی در پتانسیل گرمایش جهانی دارا بود و مصرف بیشتر این نهاده در ذرت منجر به بالاتر بودن این صفت نسبت به دیگر غلات مورد بررسی شد. این موضوع خود باعث اختلاف در میزان پتانسیل گرمایش جهانی در سال (جدول۱۰) و هکتار (شکل۲) شده بود.نتایج مشابه در مطالعه یوسفی و همکاران (Yousefi et al., 2014b) مشاهده شد. در این تحقیق انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید ذرت در استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار گرفت. ایشان بیان نمودند که میزان انتشار برای کلیه گازهای گلخانه‌ای CO_2، N_2O و CH_4 در مصرف کود نیتروژن بیشتر از فسفر و آن هم بیشتر از پتاسیم بود. همچنین، در هر سه نهاده مصرفی، CO_2 بیشترین و N_2O کمترین میزان انتشار را دارا بودند. از طرفی، ایشان گزارش نمودند که پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف کود نیتروژن حدود سه برابر فسفر بود. پتاسیم نیز کمترین میزان پتانسیل گرمایش جهانی را شامل شد. همچنین، محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2014) میزان پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف کود شیمیایی نیتروژن را برای گندم، جو و ذرت به ترتیب حدود ۷۵، ۶۹ و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. در رابطه با مصرف فسفر و پتاسیم نیز، پتانسیل گرمایش جهانی در ذرت بیشتر از گندم و جو بود و جو کمترین میزان این صفت را دارا بود. همچنین، ایشان روند پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی را برای گندم، جو و ذرت مشابه با کودهای شیمیایی گزارش نمودند. خوشنویسان و همکاران (Khoshnevisan et al., 2013) نیز تایید نمودند که در زراعت گندم، نقش کود شیمیایی نیتروژن در پتانسیل گرمایش جهانی بسیار بیشتر از فسفر و پتاسیم بوده و استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی سهم ناچیزی از این صفت را شامل می‌شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که از بین نهاده های مصرفی، کود شیمیایی

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن مهمترین عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای در زراعت غلات می‌باشد. زراعت ذرت بیشتر از گندم و جو در پتانسیل گرمایش جهانی نقش دارد. نیتروژن سهم بسیار زیادی در پتانسیل گرمایش جهانی دارا بود و مصرف بیشتر این نهاده در ذرت منجر به بالاتر بودن این صفت نسبت به دیگر غلات مورد بررسی شد.با توجه به تحقیق حاضر می‌توان راهبردهای زیر را جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تخفیف اثرات منفی تغییر اقلیم در زراعت مورد توجه قرار داد:

بهبود کارایی مصرف نیتروژن با استفاده از تغییر در مقدار، نوع وزمان مصرف این نهاده

استفاده از تناوب‌های مفید زراعی

استفاده از منابع آلی (کود دامی، کمپوست، کود سبز، بقایای گیاهی) و زیستی (ریزموجودات تثبیت کننده نیتروژن) کودهای شیمیایی

استفاده از روش‌های اکولوژیک و زیستی در مدیریت آفات و علف‌های هرز

استفاده از نظام‌های کشت مخلوط

سپاسگزاری

هزینه این پژوهش توسط معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید باهنر کرمان تامین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Dalal, R.C., Wang, W., Robertson, P., and Parton, W.J. 2003. Nitrous oxide emission fromAustralian agriculture lands and mitigation options: a review. Australian Journal of Soil Research 41: 165–195.

Datta, A., Santra, S.C., and Adhya, T.K. 2013. Effect of inorganic fertilizers (N, P, K) on methane emission from tropical rice field of India. Atmospheric Environment 66: 123-130.

Guillou, C.L., Angers, D.A., Leterme, P., and Menasseri-Aubry, S. 2011. Differential and successive effects of residue quality and soil mineral N on water-stable aggregation during crop residue decomposition. Soil Biology and Biochemistry 43: 1955-1960.

IPCC. 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability(Eds J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White) 1032 pp. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

IPCC. 2007. Summary for Policy Makers. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kahrl, F., Li, Y., Su, Y., Tennigkeit, T., and Wilkes, A. 2010.Greenhouse gas emissions from nitrogen fertilizer use in China. Environmental Science and Policy 13: 688-694.

Kerman Organization of Agriculture. 2014. http://agrijahad.kr.ir/index.php?lang=en. (Accessed August 2014)

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., and Movahedi, M. 2013. Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. Energy 52: 333-338.

Lal, R. 2004. Carbon emission from farm operations. Environment International 30(7): 981-990.

Lichtfouse, E. 2009. Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms. Volume 2.Springer524 p.

MAJ (Ministry of Agriculture of the IR of Iran). Planning and Economics Department, Statistics Bank of Iranian Agriculture; http://www.maj.ir; 2012 (Accessed August 2014).

Maraseni, T.N., and Cockfield, G. 2011. Does the adoption of zero tillage reduce greenhouse gas emissions?An assessment for the grains industry in Australia. Agricultural Systems 104: 451-458.

Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Keyhani, A., Mousavi-Avval, S.H., and Nonhebel, S. 2014. Energy use efficiency and greenhouse gas emissions of farming systems in north Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews30:724–733.

Moradi, R., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2014. Adaptation of maize to climate change impacts in Iran. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 19: 1223-1238.

Nikkhah A., Emadi, B., Shabanian, F., and Hamzeh Kalkonari, H. 2014. Evaluation of energy sensitivity and greenhouse gas Production of tea production in Guilan province. Journal of Agroecology 6(3): 622-633. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Ozkan, B., and Akcaoz, H. 2002. Impacts of climate factors on yields for selected crops in Turkey. Mitigation and Adaptation Strategy for Global Change 7: 367-380.

Rajabi, M.H., Soltani, A., Zeinali, E., and Soltani, E. 2012. Evaluation of greenhouse gas emission and global warming potential in wheat production in Gorgan, Iran. Electronic Journal of Crop Production 5(3): 23-44. (In Persian with English Summary)

Robertson, G.P., Paul, E.A. and Harwood, R.R. 2000. Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. Science 289: 1922-1935.

Rodhe, H. 1990. A comparison of the contribution of various gases to the greenhouse. Science 248: 1217-1219.

Rosenzweig, C., and Tubiello, F.N. 2007. Adaptation and mitigation strategies in agriculture: an analysis of potential synergies. Mitigation and Adaptation Strategy for Global Change 12: 855-873.

Salinger, M.J. 2005. Climate variability and change: past, present and future-an overview. Climate Change 70(1-2): 9-29.

Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. 1976. Statistical Methods, Seventh Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., and Fixen, P.E. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment 133: 247-266.

Thelen, K.D., Fronning, B.E., Kravchenko, A., Min, D.H., and Robertson, G.P. 2010. Integrating livestockmanure with a corn–soybean bioenergy cropping system improves short-term carbon sequestration rates and net global warming potential. Biomass Bioenerg 34: 960-966.

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. Agriculture systems 85: 101-119.

Verge, X.P.C., Kimpe, C.D., and Desjardins, R.L. 2007. Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential.Agricultural and Forest Meteorology 142: 255-269.

Wolf, J., Adger, W., Lorenzoni, I., Abrahamson, V., and Raine, R. 2010 Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. Global Environmental Change 20: 44-52.

Yao, Z., Zheng, X., Xie, B., Mei, B., Wang, R., Butterbach-Bahl, K., Zhu, J., and Yin, R. 2009. Tillage and crop residue management significantly affects N-trace gas emissionsduring the non-rice season of a subtropical rice-wheat rotation. Soil Biology and Biochemistry 41: 2131–2140.

Yousefi, M., Khorramivafa, M., and Mondani, F. 2014a. Integrated evaluation of energy use, greenhouse gas emissions and global warming potential for sugar beet (*Beta vulgaris*) agroecosystems in Iran. Atmospheric Environment 92: 501-505.

Yousefi, M., Mahdavi Damghani, A., and Khoramivafa, M. 2014b. Energy consumption, greenhouse gas emissions and assessment of sustainability index in corn agroecosystems of Iran. Science of the Total Environment 493: 330-335.

Zhang, Y., Li, Z., Feng, J., Zhang, X., Jiang, Y., Mingqian, J.C., Deng, A., and Zhang, W. 2014. Differences in CH_4 and N_2O emissions between rice nurseries in Chinese major rice cropping areas. Atmospheric Environment 96: 220-228.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 389-405

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۴۰۵-۳۸۹

Greenhouse Gases Emission and Global Warming Potential as Affected by Chemicals Inputs for Main Cultivated Crops in Kerman Province: I- Cereal

R. Moradi[۲*] and N. Pourghasemian[1]

Submitted: 06-12-2014
Accepted: 12-06-2015

Moradi, R., and Pourghasemian, N. 2017. Greenhouse gases emission and global warming potential as affected by chemicals inputs for main cultivated crops in Kerman province: I- Cereal**.** Journal of Agroecology 9(2):389-405.

Introduction

Agriculture is a major consumer of chemical resources. Increasing use of the inputs in agriculture has led to numerous environmental problems such as high consumption of nonrenewable energy resources, loss of biodiversity and pollution of the aquatic environment. This environmental change will have the serious impacts on different growth and development processes of crops. The latest report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) states that future emissions of greenhouse gases (GHGs) will continue to increase and cause to climatic change. This condition is also true for Iran. The three greenhouse gases associated with agriculture are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O). Consistent with the development of agricultural production systems and move towards modernization in this sector increased dependence of the chemical resource. There is even less data on CO_2, N_2O, and CH_4 gas emission analysis as affected by cultivating various crops in Kerman province. Therefore, this study was conducted to assess the greenhouse gases (GHGs) emission and global warming potential (GWP) caused by chemical inputs (various chemical fertilizers and pesticides) for cultivating wheat, barley and maize in some regions of Kerman province at 2011-2012 growth season.

Materials and methods

The study was conducted in Kerman province of Iran. Information about planting area of potato, onion and watermelon in various regions of Kerman was collected. Data were collected from potato, onion and watermelon growers by using a face to face questionnaire in 2014 for different regions of Kerman. In addition to the data obtained by surveys, previous studies of related organization (Agricultural Ministry of Kerman) were also utilized during the study. The application rates of the chemical inputs were collected by using a face-to-face questionnaire in various regions (Bardsir, Bam, Jiroft, Kerman, Ravar, Rafsanjan and Sirjan) of Kerman province. The amounts of GHG emissions from chemical inputs in the studied crops were calculated by using CO_2, N_2O and CH_4 emissions coefficient of chemical inputs. Each greenhouse gas, i.e. CO_2, CH_4 and N_2O has a GWP, which is the warming influence relative to that of CO_2. The emission was measured in terms of CO_2. The GWP coefficient based on CO_2 is shown in Table 1.

Results and Discussion

The results showed that N and P fertilizers had the highest application share of chemical inputs. Maize had the significant different with wheat and barley based on N application per hectare. P application for maize and wheat was about 58 and 28% more than barley.

In all conditions, CO_2 was obtained extremely higher emission rather than N_2O and CH_4. This issue was due to the highest coefficient emission of CO_2 compared to N_2O and CH_4. Due to higher usage value and coefficient emission of N fertilizer, GHGs emission for N fertilizer was higher than the other inputs in all three crops and all the regions. The pesticide inputs had lower GHGs emission in comparison with chemical fertilizers. The highest emission of CO_2, N_2O and CH_4 was gained for wheat fallowed by maize, and barley had the lowest value. Jiroft

2- Associate Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
(*- Corresponding author Email: r.moradi@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v9i2.42033

www.SID.ir

Archive of SID

and Rafsanjan were obtained the highest and lowest GHGs emission through the studied regions, respectively. Higher GHGs emission in Jiroft was due to the higher planting area compared with the others regions. Annual GWP in studied regions and cereals had the same trend with GHGs emission, whereas, the highest and lowest values of GWP per hectare were related to Jiroft and Sirjan, respectively. The GWP in maize (504 $t.ha^{-1}$) was higher than wheat (404 $t.ha^{-1}$) and barley (431 $t.ha^{-1}$). Among the chemical inputs, N fertilizer brought about 87% of GWP.

Conclusion

Generally, the results showed that nitrogen fertilizer is the most important factor in greenhouse gas emissions in cereal. Corn cultivation has more share than wheat and barley in the global warming potential. According to this research, the following strategies can be considered for reducing greenhouse gas emissions:

- Improvement of the nitrogen use efficiency
- Use of crop rotations
- Use of organic (manure, compost, green manure, plant debris) and bio (nitrogen fixation microcrystalline) resources than chemical fertilizers
- Use of ecological and biological methods for pest and weed management
- Use of intercropping systems

Keywords: Climate change, Coefficient emission, Pesticide, Urea, Wheat

www.SID.ir