نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۷۰۴-۶۸۹

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 689-704

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

نسیبه پورقاسمیان[۱] و روح الله مرادی[۱*]

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

پورقاسمیان، ن.، و مرادی، ر. ۱۳۹۶. انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات مهم استان کرمان: m- محصولات باغی. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۶۸۹-۷۰۴.

چکیده

مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی در بخش کشاورزی سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان شده است.این مسئله،پدیدهگرمایش جهانی و اثرات زیست محیطی زیادی را به وجود آورده است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی (انواع کودها و آفت‌کش‌ها) در کشت سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و پیاز (*Allium cepa* L.) و هندوانه (*Citrullus lanatus* L.) برخی شهرستان‌های استان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. سطح زیر کشت محصولات مورد مطالعه از طریق آمار سازمان جهاد کشاورزی استان استخراج گردید. میزان نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده در محصولات فوق توسط محاسبه‌های حضوری و پرسشنامه‌ها از شهرستان‌های مورد مطالعه استان (بردسیر، بم، جیرفت، کرمان، راور، رفسنجان و سیرجان) جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که در هر سه محصول بیشترین و کمترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب مربوط به شهرستان‌های جیرفت و رفسنجان بود. میزان سالیانه پتانسیل گرمایش جهانی در بین شهرستان‌های مختلف استان با روند انتشار گازهای گلخانه‌ای هماهنگ بود و برای‌این صفت نیز جیرفت و رفسنجان به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پتانسیل گرمایش جهانی را نشان دادند. برای هر سه محصول مورد مطالعه، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مصرف کود نیتروژن بیش از سایر نهاده‌های شیمیایی بود. میزان انتشار CO_2، N_2O و CH_4 برآورد شده در سیب‌زمینی بیش از هندوانه و در هندوانه بیشتر از پیاز گزارش شد. همچنین، میزان سالیانه پتانسیل گرمایش جهانی معادل دی‌اکسید کربن در کشت سیب‌زمینی، هندوانه و پیاز به‌ترتیب ۶۸۱۴/۲ تن، ۶۰۲۴/۲ تن و ۲۱۲۵ تن بود. در بین نهاده‌های مورد بررسی، نیتروژن (۹۱ درصد)، فسفر (۶/۹ درصد) و علف‌کش (یک درصد) بیشترین سهم را در پتانسیل گرمایش جهانی در محصولات مورد بررسی دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش، اوره، پیاز، سیب‌زمینی، ضریب انتشار، هندوانه

مقدمه

امروزه جهان با انواع مختلفی از چالش‌های محیطی مواجه شده است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییرات اقلیمی‌شده اند که تأثیر مهمی‌در میزان تنوع زیستی و تولید بوم‌نظام‌های کشاورزی جهان دارد. فصل رشد گیاهان زراعی تغییر کرده، چرخه زندگی آفات عوض شده است و وقوع تنش خشکی در بسیاری از مناطق دنیا شدت یافته است (Rosenzweig & Tubiello, 2007). علاوه بر این، جمع بندی 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 درآینده‌ای نزدیک به‌طور خطرناکی افزایش پیدا خواهد کرد (IPCC, 2007). در حال حاضر، به‌دلیل بهم خوردن تعادل سیستم

۱- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: r.moradi@uk.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.42309

اقلیمی‌زمین، حتی اگر دستکاری‌های انسان نیز در انتشار این گازها متوقف شود، بازهم باید انتظار افزایش درجه حرارت کره زمین را داشت (Salinger , 2005). اثر گلخانه‌ای عامل اصلی گرم شدن زمین می‌باشد و این امر اثرات زیادی بر سیستم‌های کشاورزی جهان خواهد گذاشت. احتمالاً مناطقی که امروزه زیر کشت محصولات مختلف قرار دارند، به‌نحوی دچار تغییر شوند و شکل رشد، حیات و تنوع گونه‌های موجود در اکوسیستم‌های طبیعی تحت تأثیر قرار گیرند (Lichtfouse, 2009).

سهم کشاورزی در پدیده تغییر اقلیم حدود ۱۳/۵ درصد می‌باشد که از طریق فعالیت‌هایی از قبیل حذف جنگل‌ها، تغییر خاک‌های بکر به زمین‌های زراعی، کشت و کار برنج (*Oryza sativa* L.) غرقابی، تولید نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، سوزاندن بقایای گیاهان زراعی، پرورش نشخوارکنندگان، استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن، شخم فشرده و غیره در رهاسازی گازهای گلخانه‌ای به جو دخالت دارد (IPCC, 2001). در این بین، حدود ۶۰ درصد از انتشار جهانی اکسید نیتروژن، 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.

استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنه، سوخت‌های فسیلی، مدیریت خاک‌های زراعی، مدیریت کود دامی در دامداری‌ها و سوزاندن بقایای آلی از مهم‌ترین منابع تولید اکسیدنیتروژن در بخش کشاورزی می‌باشد. بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۰، میزان کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه حدود ۳۲۵ درصد شده است (MAJ, 2014). بیش از ۵۰ درصد نیتروژنِ استفاده شده از طریق آبشویی و تصعید از دسترس گیاه خارج می‌شود (Verge et al., 2007). دنیتریفیکاسیون[2] کود نیتروژن استفاده شده، منبع اصلی انتشار N_2O از خاک می‌باشد (Dalal et al., 2003). میزان انتشار گاز گلخانه‌ای اکسید نیتروژن تحت تأثیر مدیریت نیتروژن و انواع شخم در تناوب ذرت–سویا در کانادا مورد بررسی قرار گرفت (Pelster et al., 2011). نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شخم رایج و سیستم بدون شخم از نظر انتشار اکسید نیتروژن مشاهده نشد، ولی میزان استفاده از کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر انتشاراین گاز داشت. به‌طوری‌که، بین ۰/۹ تا ۱/۳ درصد از نیتروژن مورد استفاده، از طریق انتشار اکسید نیتروژن از دسترس گیاه خارج شد و با افزایش سطوح نیتروژن میزان انتشار این گاز افزایش یافت.

خوشنویسان و همکاران (Khoshnevisan et al., 2013) با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) در اصفهان گزارش نمودند که دو نهاده الکتریسیته و کودهای شیمیایی بیشترین نقش را در تولید گازهای گلخانه‌ای دارا بودند. همچنین، پیشگار و همکاران (Pishgar et al., 2011, 2012a, 2012b and 2013) میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در زراعت سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، خیار (*Cucumis sativus* L.)، ذرت (*Zea maize* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) را مورد بررسی قرار دادند. در کلیه‌این تحقیقات، آن‌ها تأکید داشتند که با افزایش میزان مصرف نهاده‌ها، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی افزایش یافت. بنا به گزارش ایشان، در تولید ذرت در تهران نهاده‌های سوخت فسیلی و کودهای شیمیایی بیشترین نقش را در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارا بودند. در بررسی روی انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراحل تولید کلزا (*Brassica napus* L.) در سه منطقه تراکیای ترکیه، استان‌های گلستان و مازندران ایران میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌ترتیب kg CO_2eq ha^{-1} ۵۶۲/۸۵، ۶۵۲/۸۶ و ۸۸۷/۳۰ گزارش شد و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید کلزا در تراکیا ترکیه کم‌تر از دو استان شمالی ایران اعلام شد (Khojastehpour et al., 2014). از طرفی محمدی و امید (Mohammadi & Omid, 2010) نیز گزارش نمودند که همبستگی مثبتی بین کاربرد منابع فسیلی و شیمیایی با انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد. در مطالعات دیگری نیز میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی مورد بررسی قرار گرفت (Khoshnevisan et al., 2013; Yousefi et al., 2014a, 2014b).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه‌ای در استان کرمان جهت بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت نگرفته است. بنابراین، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای دی اکسیدکربن (CO_2)، اکسید نیتروژن (N_2O) و متان (CH_4) و پتانسیل گرمایش جهانی[3] (GWP) ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی برای محصولات باغی شامل سیب‌زمینی، پیاز (*Allium cepa* L.) و

1- Global Warming Potential
2- Denitrification
3- Global warming potential

هندوانه (*Citrullus lanatus* L.) به‌عنوان مهمترین محصولات باغی که در بخش زراعت مورد کشت و کار قرار می‌گیرند، در شهرستان‌های مختلف استان کرمان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه که جزء مهمترین محصولات باغی هستند که به‌صورت زراعی در استان کرمان مورد کشت و کار قرار می‌گیرند (Kerman Ministry of Agriculture, 2014)، برای برخی از شهرستان‌های استان کرمان شامل بردسیر، بم، جیرفت، راور، رفسنجان، سیرجان و کرمان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، با مراجعه به اداره جهاد کشاورزی استان کرمان و در صورت نیاز شهرستان‌های مربوطه و همچنین از طریق مراجعه به سایت سازمان جهاد کشاورزی کرمان استخراج شد.

برای بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از کاربرد 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 کار، 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):

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

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

دراین رابطه، t: برابر است با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵ درصد)، 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 به‌دست 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)	متان (گرم) CH_4 (g)	اکسید نیتروژن (گرم) N_2O (g)	دی اکسید کربن (کیلوگرم) CO_2 (kg)	منبع Reference
نیتروژن N	3.70	0.03	1.3	اسنیدر و همکاران (Snyder et al., 2009)
فسفر P	1.80	0.02	0.2	اسنیدر و همکاران (Snyder et al., 2009)
پتاسیم K	1.00	0.01	0.15	اسنیدر و همکاران (Snyder et al., 2009)
علف‌کش Herbicide	–	–	6.30	لال (Lal, 2004)
حشره‌کش Insecticide	–	–	5.1	لال (Lal, 2004)
قارچ‌کش Fungicide	–	–	3.9	لال (Lal, 2004)
پتانسیل گرمایش جهانی GWP	21	310	1	آی پی سی سی (IPCC, 2007)

محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی نیز بر اساس گزارشات روبرسون (Robetson et al., 2000) و همکاران و تیلن و همکاران (Thelen

et al., 2010) انجام شد. به‌منظور محاسبه این شاخص، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن محاسبه شده برای هر شهرستان و محصول در نظر گرفته شد. اثر هر کدام از گازهای دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن بر گرمایش زمین متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که هر واحد متان و اکسید نیتروژن به ترتیب حدود ۲۱ و ۳۱۰ برابر دی‌اکسیدکربن در گرمایش زمین نقش دارند (IPCC, 2007). بنابراین، واحد این شاخص به‌صورت معادل دی‌اکسیدکربن بیان گردید. برای این منظور میزان گاز اکسید نیتروژن با ضریب ۳۱۰ و متان با ضریب ۲۱ در محاسبات وارد شد.

در نهایت میزان پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس معادله ۳ محاسبه شد.

(۳)

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

در این معادله، GWP: پتانسیل گرمایش جهانی (کیلوگرم معادل دی اکسیدکربن در هکتار)، CO_2flux: انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی، N_2Oflux: انتشار اکسید نیتروژن حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی و $fluxCH_4$: انتشار متان حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌باشند.

نتایج و بحث

میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در محصولات باغی

میانگین مصرف نهاده‌های شیمیایی در زراعت محصولات باغی (سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه) استان کرمان در جدول ۲ نشان داده شده است. برای هر سه محصول بیشترین میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی مربوط به کودهای نیتروژنه و فسفاته بود. اوره و سوپرفسفات تریپل بیشترین میزان کود نیتروژنه و فسفره مورد استفاده برای مزارع محصولات مورد مطالعه در شهرستان‌های مختلف استان کرمان بودند. در سیب‌زمینی بیش از بقیه محصولات باغی مورد مطالعه، از کودهای شیمیایی استفاده می‌شد. کودهای نیتروژنه و فسفاته در سیب‌زمینی به‌ترتیب با میانگین ۲۰۹/۳ و ۲۰۳/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده در محصولات مذکور بودند. یوسفی و همکاران (Yousefi et al., 2014b) نیز با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرایند کشت ذرت در کرمانشاه نشان دادند که بیشترین میزان نهاده مصرفی مربوط به کود نیتروژن با میزان بیش از ۳۵ درصد از کل انرژی ورودی در کشت این گیاه بود. کودهای شیمیایی به عنوان بیشترین نهاده مصرفی در محصولات دیگر مانند سیب‌زمینی (Pishgar-Komleh et al., 2012)، پرتقال (*Citrus sinensis* L.) و لیمو (*Citrus limetta* L.) (Ozkaneh et al., 2004) و زردآلو (*Prunus armeniaca* L.) (Esengun et al., 2007) نیز گزارش شدند.

در هندوانه هیچ علف‌کشی مصرف نشد و بیشترین میزان مصرف علف‌کش با میانگین ۱/۵۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به سیب‌زمینی بود (جدول ۲). علف‌کش پاراکوات در سیب‌زمینی و علف‌کش اکسی فلورفن در پیاز به‌عنوان علف‌کش اصلی مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز برای این گیاهان در استان مطرح بودند. مصاحبه‌های انجام شده با کشاورزان منطقه نشان داد که دلیل عدم مصرف علف‌کش برای هندوانه مربوط به روش کشت این محصول در استان کرمان باشد. به‌طوری‌که از همان ابتدای کشت روی سطح مزرعه هندوانه مالچ‌های پلاستیکی کشیده می‌شود و همین مسئله اجازه رشد هیچ علف‌هرزی را نمی‌دهد. با این‌حال، بیشترین میزان حشره‌کش و قارچ‌کش به‌ترتیب با میانگین ۱/۷۴ و ۱/۶۱ کیلوگرم در هکتار نیز مربوط به همین محصول بود. این افزایش مصرف حشره‌کش و قارچ‌کش نیز می‌تواند مربوط به همین شیوه کشت باشد. چراکه محیط گرم و مرطوب در زیر پلاستیک می‌تواند شرایط را برای رشد حشرات و قارچ‌ها فراهم کند. نتایج جدول ۲ به عدم مصرف قارچ‌کش برای پیاز اشاره دارد. همچنین کمترین میزان حشره‌کش مربوط به سیب‌زمینی با میانگین ۰/۹۸ کیلوگرم در هکتار بود. در سیب‌زمینی حشره‌کش دیازنون و قارچ‌کش‌های بنومیل و مانکوزب، در پیاز حشره‌کش‌های کلرپیرینوس و دیازنون و در هندوانه حشره‌کش‌های دسمیتوات و دیازنون و قارچ‌کش ردومیل بیشترین کاربرد را در استان کرمان دارا بودند.

میزان انتشار CO_2 حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی

کودهای شیمیایی: جدول ۳ میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و جدول ۴ میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی را در محصولات باغی مورد مطالعه در شهرستان‌های مختلف استان کرمان نشان می‌دهد. شهرستان‌های جیرفت و رفسنجان به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از نهاده‌های شیمیایی مصرفی در هر سه محصول مورد مطالعه را دارا بودند

(جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۲- میانگین مصرف نهاده‌های شیمیایی به ازای یک هکتار برای زراعت برخی محصولات باغی در استان کرمان

Table 2- Application rates of agrochemicals per one ha for cultivating horticultural crops in Kerman province

نهاده (کیلوگرم) Input (kg)	سیب‌زمینی Potato	پیاز Onion	هندوانه Watermelon
نیتروژن N	209.3±12.80	195.4±26.30	160.5±9.80*
فسفر P	203.7±13.05	140.2±31.44	131.6±24.54
پتاسیم K	120.4±18.15	60.03±31.42	63.16±18.66
علف‌کش Herbicide	1.59±0.19	1.20±0.15	0
حشره‌کش Insecticide	0.98±0.13	1.30±0.23	1.74±0.16
قارچ‌کش Fungicide	1.20±0.16	0	1.61±0.20
نیتروژن N	209.3±12.80	195.4±26.30	160.5±9.80

*: اشتباه استاندارد

*: Standard error (SE)

تفاوت این انتشار به تفاوت در سطح زیر کشت محصولات سیب-زمینی، پیاز و هندوانه در این شهرستان‌ها مربوط می‌شد. جیرفت یکی از شهرستان‌های بسیار حاصلخیز استان کرمان می‌باشد که به‌دلیل شرایط خاص آب و هوایی، از تنوع زراعی و باغی بسیار بالا برخوردار است (Moradi & Sami, 2014). بنابراین، واضح است که سطح زیر کشت بیشتر برای محصولات فوق دلیل اصلی انتشار بیشتر برای گاز مذکور در این شهرستان می‌باشد، درحالی‌که شهرستان رفسنجان به لحاظ تنوع زراعی و باغی در نقطه مقابل جیرفت قرار دارد. در این شهرستان بیش از ۹۵ درصد از سطح زیر کشت مربوط به محصول پسته (*Pistacia vera* L.) است (Moradi & Sami, 2014). اولویت کشت برای کشاورزان این شهرستان به محصول پسته تعلق دارد و سطح زیر کشت سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه بسیار ناچیز می‌باشد (Kerman Organization of Agriculture, 2014).

پس از جیرفت بیشترین میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف نهاده‌های شیمیایی برای سیب‌زمینی به‌ترتیب به شهرستان‌های بردسیر، کرمان، بم، راور و سیرجان تعلق گرفت (جدول‌های ۳ و ۴). برای دو محصول پیاز و هندوانه نیز روندی شبیه به سیب‌زمینی وجود داشت، با این تفاوت که گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در شهرستان سیرجان به‌دلیل سطح زیر کشت بالاتر، اندکی بیش از راور بود (جدول‌های ۳ و ۴). همچنین، در مقایسه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف کودهای شیمیایی در هر سه محصول، بیشترین میزان انتشار این گاز مربوط به کودهای نیتروژنه و کمترین آن برای کودهای پتاسه گزارش شد (جدول ۳). تفاوت در میزان انتشار گاز مذکور به تفاوت در میزان کودهای مصرفی برمی‌گردد (Soltani et al., 2013). همچنین پیشگار و همکاران (Pishgar et al., 2013) در مطالعه‌ای که بر روی خیار گلخانه‌ای انجام داده بودند نشان دادند که کود نیتروژن بیشترین میزان کود شیمیایی را به خود اختصاص داد. ایشان همچنین دلیل مصرف کودهای شیمیایی (مخصوصاً نیتروژن) بدون در نظر گرفتن نیاز واقعی گیاه را قیمت پایین این نهاده بیان کردند. اسنیدر و همکاران (Snyder et al., 2009) دلیل انتشار بیشتر گاز دی‌اکسیدکربن توسط کود نیتروژن را به انرژی مصرفی بیشتر طی فرآیند ساختن این کود و به‌دنبال آن ضریب انتشار بیشتر این کود نسبت دادند. نتایج جدول ۱ که ضریب انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به‌ترتیب با ۱/۳، ۰/۲ و ۰/۱۵ نشان داده است، به‌خوبی این موضوع را نشان می‌دهد.

جدول۳- میزان انتشار CO_2 (تن) حاصل از مصرف کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای برخی محصولات باغی در استان کرمان

Table 3- CO_2 emission (t) as affected by chemical N, P and K fertilizers for horticultural crops in different counties of Kerman province

شهرستان County	هندوانه Watermelon			پیاز Onion			سیب‌زمینی Potato		
	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	پتاسیمK	فسفر P	نیتروژن N
بردسیر Bardsir	5.599±0.51	16±3.2	123±9.4	4±0.31	13±2.2	119±10	58±8.1	131±17	873±35*
بم Bam	0.758±0.01	2.10±0.003	16.74±2.2	0.90±0.004	2.81±0.05	25.4±7.24	1.806±0.04	4.16±0.64	27.20±6.3
جیرفت Jiroft	192.673±19	535.3±97	4243.3±512	50.94±13.1	158.7±15	1437.2±38	254.05±51	573.1±87	3827.5±467
راور Ravar	0.947±0.001	2.6±0.006	20.975±8.21	0.360±0.001	1.10±002	10.2±0.08	1.625±0.002	3.7±0.55	24.5±7.04
رفسنجان Rafsanjan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
سیرجان Sirjan	2.558±0.003	7.104±1.0	56.34±17.2	0.540±0.0003	1.7±0.0005	15.25±5.2	0.885±0.001	2.0±0.005	13.32±2.1
کرمان Kerman	0.663±0.01	1.85±0.11	14.67±0.38	1.045±0.003	3.31±0.055	29.5±0.09	6.971±0.007	15.7±9.21	105.0±23.1

* : اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

جدول ٤- میزان انتشار CO_2 (کیلوگرم) حاصل از مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی برای برخی محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 4- CO_2 emission (kg) as affected by chemical pesticides for horticultural crops in different counties of Kerman province

شهرستان County	هندوانه Watermelon			پیاز Onion			سیب‌زمینی Potato		
	قارچ‌کش Fungicide	حشره‌کش Insecticide	علف‌کش Herbicide	قارچ‌کش Fungicide	حشره‌کش Insecticide	علف‌کش Herbicide	قارچ‌کش Fungicide	حشره‌کش Insecticide	علف‌کش Herbicide
بردسیر Bardsir	3711±1001	5245±598	0	0.0	3102±654	3538±987	15018±1598	16038±3481	32144±7893*
بم Bam	502±59	709±34	0	0.0	663±10	756±109	468±59	499.8±99	1002±89
جیرفت Jiroft	127696±8970	180470±4590	0	0.0	37512±1987	42774±1200	65833±15687	70306±1209	140909±4500
راور Ravar	627±38	887±29	0	0.0	265±12.1	302.240±8	422±9	450 ±14	902±29
رفسنجان Rafsnjan	0.0	0.0	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
سیرجان Sirjan	1695±170	2396±91	0	0.0	398±10	454±39	229±26	245±11	491±91
کرمان Kerman	440±56	621±109	0	0.0	769±39	877±89	1807±85	1929 ±789	3866±234
مجموع Sum	134671.9	190329.5	0	0	42710.4	48701.6	83776.7	89469.2	179314.3

*: اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

با مصرف این نهاده‌ها انرژی بسیار زیادی مصرف شده و علاوه بر آن، استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی در کشاورزی مشکلات زیست محیطی جدی را برای آب و خاک ایجاد خواهد نمود. مدیریت استفاده از کودهای شیمیایی و کاربرد محصولات خانواده لگومینه در تناوب‌های زراعی، سبب کاهش مصرف این کودها و به‌دنبال آن کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. به‌علاوه، مصرف کودهای آلی مانند کمپوست‌ها و بقایای خردشده محصولات برداشت شده از مزارع، یکی از راه‌های مهم در افزایش ماده آلی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش گازهای گلخانه‌ای حاصل از آن می‌باشد (Mousavi-Avval et al., 2011).

آفت‌کش‌ها: بیشترین و کمترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف آفت‌کش‌ها در سیب‌زمینی به‌ترتیب مربوط به علف‌کش با میانگین ۱۷۹۳۱۴/۳ کیلوگرم و قارچ‌کش با میانگین ۸۳۷۷۶/۷ کیلوگرم در سال بود (جدول ۴). در رابطه با پیاز هیچ انتشاری برای دی‌اکسیدکربن از قارچ‌کش‌ها گزارش نشد. زیرا هیچ قارچ‌کشی برای این گیاه مصرف نمی‌شد (جدول ۲). میزان انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف علف‌کش و حشره‌کش در این محصول به‌ترتیب برابر ۴۸۷۰۱/۶ و ۴۲۷۱۰/۴ کیلوگرم بود. همچنین، در هندوانه نیز انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از علف‌کش صفر مشاهده شد و برای حشره‌کش و قارچ‌کش به‌ترتیب ۱۹۰۳۲۹/۵ و ۱۳۴۶۷۱/۹ کیلوگرم محاسبه گردید (جدول ۴). بنابراین،کمترین میزان دی‌اکسیدکربن منتشر شده از آفت‌کش‌ها در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمان در پیاز مشاهده شد. این‌موضوع می‌تواند به‌دلیل ابتلای کمتر این گیاه به بیماری‌ها مخصوصا بیماری‌های قارچی باشد. همچنین، مصرف پیاز به شکل سبزی تازه نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل کاهش مصرف آفت‌کش‌ها در این محصول باغی باشد. ارقام مورد استفاده در کرمان و شرایط آب و هوایی این منطقه، این گیاه را به بسیاری بیماری‌ها مقاوم کرده و به دنبال آن نیاز به استفاده از قارچ‌کش‌ها توسط کشاورزان کاهش یافته‌است. بنابراین، انتخاب ارقام مناسب و سازگار با هر ناحیه نیز می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش میزان مصرف سموم و در نتیجه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد (Synder et al., 2009).

جدول۵- میزان کل انتشار CO_2 (تن) برای محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 5- Total CO_2emission (t) for horticultural crops in various counties of Kerman province

شهرستان Region	هندوانه Watermelon	پیاز Onion	سیب‌زمینی Potato	مجموع Sum
بردسیر Bardsir	153±32	143±12	1125±67*	1421±234
بم Bam	21±4	31±8	35±9	86±10.01
جیرفت Jiroft	5279±960	1727±512	4931±19	11938±1945
راور Ravar	26±5	12±3	32±6	70±18.12
رفسنجان Rafsanjan	0.00	0.00	0.00	0
سیرجان Sirjan	70±8	18±1	17±0.8	106±10.14
کرمان Kerman	18±1	35±10	135±21	189±29.23
مجموع Sum	5567.8	1966.4	6275.8	13810

*: اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

کل انتشار: بررسی میزان کل انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از همه نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده در محصولات مورد بررسی در استان کرمان نشان داد که در مجموع، این میزان در شهرستان‌های مورد مطالعه استان کرمان برای سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه به ترتیب برابر ۶۲۷۵/۸ تن، ۱۹۶۶/۴ و ۵۵۶۷/۸ تن بود (جدول ۵). از آن‌جایی‌که، کربن در بسیاری محصولات به شکل چرخه‌ای وجود دارد. بنابراین، افزایش در کربن گرفته شده (ترسیب کربن) می‌تواند باعث کاهش در کربن رها شده (انتشار کربن) شود (Maraseni & Cockfield, 2011). این مسئله تعادل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن اتمسفر را تحت الشعاع قرار می‌دهد. گاهی اوقات برخی محصولات یا برخی عملیات کشاورزی کربن را به شکل‌های مختلف مواد آلی در خاک ذخیره می‌کنند. در نتیجه، CO_2 انتشار یافته اتمسفر در طولانی مدت کاهش می‌یابد (Lal, 2004). ایشان تأکید نمودند که علاوه بر سطح زیر کشت محصول و میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی، نوع محصول و شیوه عملیات کشت گیاهان (نوع شخم مورد استفاده، نوع بقایای گیاهی و حیوانی، تناوب و ...) می‌تواند از عوامل مؤثر در تفاوت میزان انتشار گاز گلخانه‌ای منتشر شده باشد. میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن برای کل استان برای محصولات مورد مطالعه برابر ۱۳۸۱۰ تن در سال مشاهده شد (جدول ۵).

میزان انتشار N_2O حاصل از مصرف کودهای شیمیایی

از آن‌جایی‌که ضرایب انتشار N_2O برای آفت‌کش‌های شیمیایی موجود نبود، تنها به تأثیر استفاده از کودهای شیمیایی بر انتشار این گاز پرداخته می‌شود. میزان انتشار گاز گلخانه‌ای N_2O حاصل از مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پیاز، سیب‌زمینی و هندوانه در جدول ۶ نشان داده شده است. میزان انتشار این گاز در محصولات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان داد. به عنوان مثال، میزان انتشار این گاز برای سیب‌زمینی در مجموع با مصرف هر سه کود در شهرستان‌های جیرفت با میزان ۱۶۲/۵۷ کیلوگرم در سال، در بردسیر ۳۷/۰۹ کیلوگرم در سال، در کرمان ۴/۴۶ کیلوگرم در سال، در بم ۱/۱۶ کیلوگرم در سال، در راور ۱/۰۴ کیلوگرم در سال، در سیرجان ۰/۵۷ کیلوگرم در سال و برای رفسنجان صفر کیلوگرم در سال گزارش شد. به این ترتیب، جیرفت بیشترین میزان و رفسنجان و سیرجان کمترین میزان انتشار گاز N_2O را در زراعت سیب‌زمینی به خود اختصاص دادند. این روند برای هر دو محصول دیگر مورد مطالعه تقریباً به همین شکل مشاهده شد (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد، می‌توان از نظر انتشار این گاز شهرستان‌های مورد مطالعه را به سه گروه کلی تقسیم کرد: جیرفت را با فاصله زیاد در گروه اول، بردسیر و کرمان دوم و بقیه شهرستان‌ها را در گروه سوم قرار داد.

محصول سیب‌زمینی با میزان کل ۲۰۶/۹ کیلوگرمN_2O در سال مقام اول، هندوانه با میزان ۱۷۳/۲۷ کیلوگرم در سال مقام دوم و پیاز با ۵۶/۶۹ کیلوگرم در سال مقام سوم را در انتشار این گاز در نتیجه مصرف کودهای شیمیایی مورد استفاده برای مناطق مورد بررسی دارا بودند (جدول ۶). سه کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز در هر سه محصول به ترتیب مقام‌های اول تا سوم را در این رابطه دارا بودند. سیندر و همکاران (Synder et al., 2009) به نقل از ایچنر (Eichner, 1990) فاکتورهای مؤثر بر انتشار گاز N_2O حاصل از کوهای شیمیایی را به دو فاکتور عمده تقسیم کردند: ۱- فاکتورهای مدیریتی شامل، میزان و روش مصرف کود، سیستم‌های شخم، استفاده از مواد شیمیایی دیگر، نوع محصول مورد مطالعه، آبیاری، میزان کربن و نیتروژن باقیمانده از کود و محصول و ۲- فاکتورهای محیطی مانند دما، بارندگی، مواد آلی خاک، فعالیت و میزان ریزجانداران خاک، pH و میزان اکسیژن خاک.

میزان انتشار CH_4 حاصل از مصرف کودهای شیمیایی

میزان انتشار گاز گلخانه‌ای متان حاصل از مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برخی محصولات باغی استان کرمان در جدول ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این جدول بیشترین و کمترین میزان انتشار گاز متان به‌ترتیب در نتیجه مصرف نیتروژن و پتاسیم بود. این نتایج برای هر سه محصول صدق می‌کند.

این گاز نیز مانند دو گاز گلخانه‌ای دیگر در جیرفت و رفسنجان به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان انتشار را نشان داد (جدول ۷). میزان انتشار گاز متان حاصل از مصرف هر سه نوع کود و در هر سه محصول به ترتیب در شهرستان‌های جیرفت (۴۱/۷ تن در سال)، بردسیر (۴۱/۵۷/۰۶ تن در سال)، کرمان (۴۱/۰۷/۶۷ تن در سال)، سیرجان (۴۱/۰۷/۳۷ تن در سال)، بم (۴۱/۰۷/۳۰ تن در سال)، راور (۴۱/۰۷/۲۴ تن در سال) و رفسنجان (صفر۴۱/۷ تن در سال) گزارش شد (جدول ۷).

جدول ٦- میزان انتشار گاز گلخانه‌ای N_2O (کیلوگرم) حاصل از مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای برخی محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 6- N_2O emission (kg) as affected by chemical N, P and k fertilizer for cultivated horticultural in different counties of Kerman province

شهرستان Region	هندوانه Watermelon				پیاز Onion				سیب‌زمینی Potato				
	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	مجموع Sum
بردسیر Bardsir	0.34±0.08	1.6±0.04	3±0.02	4.77	0.3±0.001	1.3±0.06	3±0.01	4.34	4±0.02	13±3	20±5*	37.09	46.2
بم Bam	0.05±0.008	0.21±0.009	0.39±0.004	0.65	0.06±0.002	0.3±0.004	0.6±0.04	0.93	0.12±0.001	0.41±0.003	0.63±0.01	1.16	2.73
جیرفت Jiroft	13±2.4	53.5±11.2	98±10.1	164.3	3.4±0.01	16±1.10	33±10.2	52.43	17±0.09	57 ±11.2	88±9	162.57	379.3
راور Ravar	0.06±0.003	0.26±0.009	0.48±0.002	0.81	0.03±0.006	0.11±0.003	0.23±0.07	0.37	0.11±0.002	0.4±0.004	0.57±0.002	1.04	2.22
رفسنجان Rafsanjan	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.0000	0.00	0.00	0.00
سیرجان Sirjan	0.17±0.001	0.71±0.01	1.3±0.02	2.18	0.04±0.007	0.17±0.004	0.35±0.009	0.56	0.06±0.0001	0.2±0.0001	0.31±0.001	0.57	3.30
کرمان Kerman	0.04±0.001	0.18±0.007	0.34±0.009	0.57	0.07±0.008	0.33±0.01	0.68±0.08	1.07	0.5±0.06	2±0.0002	2.42±0.003	4.46	6.10
مجموع Sum	13.547	56.45	103.28	173.3	3.867	18.07	37.76	59.69	21.553	72.93	112.41	206.88	439.9

*: اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

جدول۷- میزان انتشار گاز گلخانه‌ای CH_4 حاصل از مصرف کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (کیلوگرم) برای برخی محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 7- CH_4 emission (kg) as affected by chemical N, P and k fertilizer for horticultural crops in different counties of Kerman province

شهرستان Region	هندوانه Watermelon				پیاز Onion				سیب‌زمینی Potato				مجموع Sum
	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کل Total	
بردسیر Bardsir	37.33±3.1	140.0±11	351.0±39.1	528	28.09±2.1	118±21	338±87	485	386±28	1176±69	2485±88*	4048	5061
بم Bam	5.05±0.01	19.0±6.20	47.5±12.2	72	6.00±0.01	25±4	72±7	104	12±2	36.7±11	77±12	126	301
جیرفت Jiroft	1284±436	4817±831	12077±967	18179	339.65±14	1428±50	4091±806	5858	1693±67	5158±102	10893±598	17745	41782
راور Ravar	6.32±0.01	23.7±9.2	59.4±20.1	89	2.40±0.06	10±2	29±5	41	10±0.9	33±10	69±6	114	244
رفسنجان Rafsanjan	0.00	0.0	0.0	0	0.00	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0
سیرجان Sirjan	17.05±0.6	64.0±9.0	160.3±18	241	3.60±0.01	15±3	43±4	62	6±0.4	18±8	38±8	62	365
کرمان Kerman	4.42±0.02	16.60±1.1	41.6±9.21	63	6.96±0.09	29±5	84±13	120	46±9	142±13	299±38	487	670
مجموع Sum	1354.67	5080.7	12736.9	19.17	386.7	1625.7	4657.5	6.67	2155.28	6563.6	13862.6	22.58	48.42

*: اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

در مقایسه‌ای که بین سه محصول مورد مطالعه قرار گرفت، سیب‌زمینی با میزان ۲۲/۵۸ تن در سال، هندوانه با میزان ۱۹/۱۷ تن در سال و پیاز ۶/۶۷ تن در سال به ترتیب بیشترین تا کمترین میزان انتشار گاز متان را نشان دادند (جدول۷). میزان کل انتشار این گاز در استان کرمان برای محصولات مورد بررسی ۴۸/۴۲ تن در سال برآورد گردید که بعد از دی‌اکسیدکربن با میزان ۱۳۸۱۰ تن بیشترین گاز

انتشاریافته در سطح استان کرمان بود. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2013) نیز در مطالعه‌ای که روی گندم در مزارع گرگان انجام دادند، سهم دی‌اکسیدکربن حاصل از نهاده‌های شیمیایی را تقریباً ۹۹ درصد و یک درصد باقیمانده را به‌ترتیب به CH_4 و N_2O نسبت دادند.

پتانسیل گرمایش جهانی

میزان پتانسیل گرمایش جهانی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای محصولات باغی مورد مطالعه در جدول ۸ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات حاصل از این جدول، سیب‌زمینی با میزان ۶۸۱۴/۲ تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال بیشترین و پیاز با میزان ۲۱۲۵ تن کمترین مقدار پتانسیل گرمایش جهانی را دارا بودند.

پتانسیل گرمایش جهانی برای کل محصولات مورد مطالعه در شهرستان‌های استان به‌ترتیب در جیرفت با میزان ۱۲۹۳۳/۲، بردسیر ۱۵۴۱/۹، کرمان ۲۰۴/۹، سیرجان۸۱۴/۳، بم ۹۳/۵، راور ۷۵/۵ و رفسنجان صفر تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال گزارش شد (جدول ۸). در مقایسه هر یک از سه محصول به تنهایی مشاهده شد که جیرفت و بردسیر مقام اول و دوم را برای هر سه محصول مورد مطالعه نشان دادند و میزان این شاخص در رفسنجان برای هر سه محصول صفر گزارش شد. چهار شهرستان دیگر یعنی کرمان، بم سیرجان و راور به لحاظ پتانسیل گرمایش جهانی در محصولات مورد مطالعه اندکی تفاوت نشان دادند (جدول ۸). در مطالعه‌ای که توسط تزیلیواسکا و همکاران (Tzilivakis et al., 2005a) روی بررسی پتانسیل گرمایش جهانی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در مناطق و با روش‌های مختلف کاشت انجام شد، نشان دادند که میزان‌این فاکتور ارتباط مستقیمی از طرفی با مقدار مصرف نهاده و انرژی ورودی و از سوی دیگر شرایط کاشت مانند نوع خاک، نوع شخم، روش آبیاری و... دارد. همچنین، مطالعات مشابهی که برای محصولات دیگر مانند سیب‌زمینی، گندم، کلزا، جو (*Hordeum vulgaris* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) در انگلستان (Tzilivakis et al, 2005b) صورت گرفت، محدوده پتانسیل گرمایش جهانی از ۳ تا ۰/۷ تن معادل CO_2 در هکتار گزارش شد.

جدول ۸- پتانسیل گرمایش جهانی (معادل دی‌اکسیدکربن (تن)) برای محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان کرمان

Table 8- Global warming potential (GWP) (ton CO_2 equivalence) for horticultural crops in different counties of Kerman province

شهرستان Region	هندوانه Watermelon	پیاز Onion	سیب‌زمینی Potato	مجموع Sum
بردسیر Bardsir	166±18	154±54	1221±120*	1541±59
بم Bam	22.471±5	32.99±14	38.07±9.1	94±23.2
جیرفت Jiroft	5712±896	1866±298	5354±783	12933±1100
راور Ravar	28±0.9	13±2	34±10.0	76±9.1
رفسنجان Rafsanjan	0.00	0.00	0.00	0.00
سیرجان Sirjan	76±11	20±7	19±2	114±9
کرمان Kerman	20±9.3	38±7	147±12	205±87
مجموع Sum	6024.2	2125.0	6814.2	14963.4

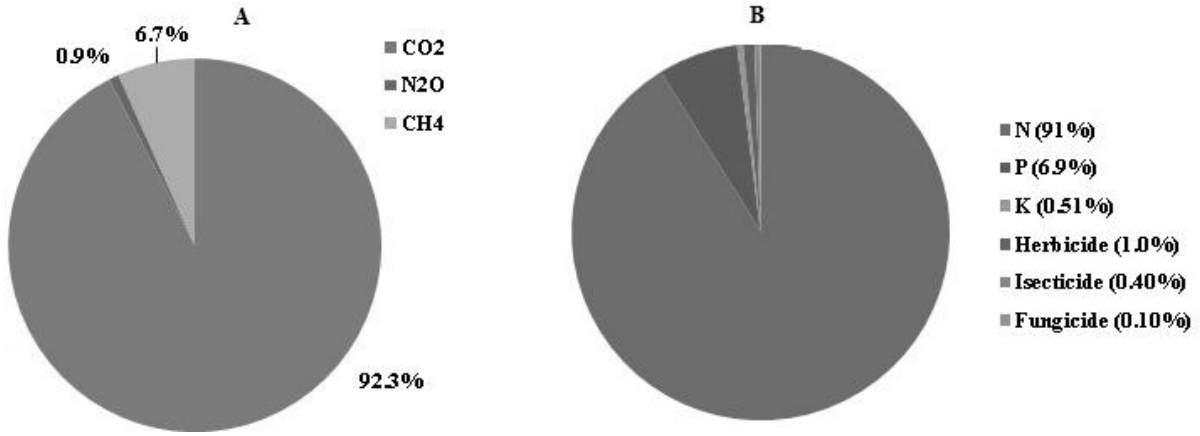
*: اشتباه استاندارد (SE)

*: Standard Error (SE)

در تعیین نقش هر کدام از نهاده‌های مورد بررسی بر پتانسیل گرمایش جهانی نیز مشاهده شد که حدود ۹۱ درصد از پتانسیل

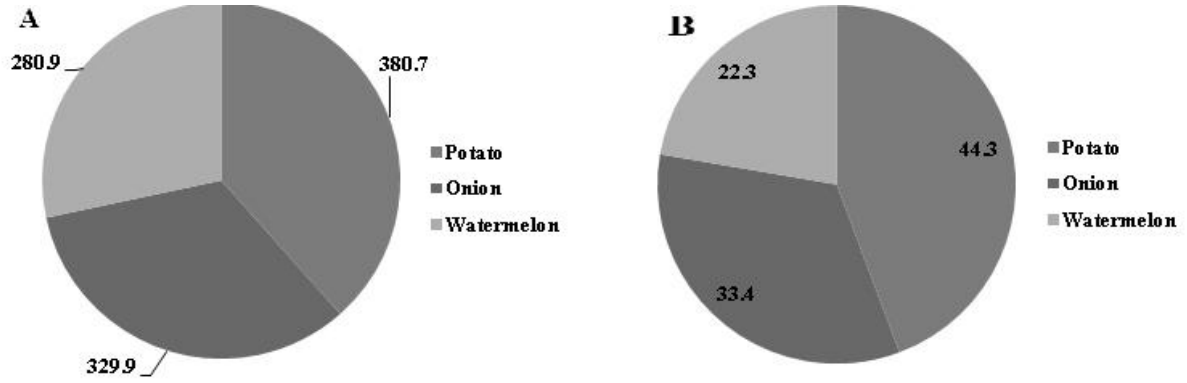
گرمایش جهانی ایجاد شده در زراعت محصولات مورد بررسی مربوط به کود شیمیایی نیتروژن بود (شکل ۱- ب). این به‌دلیل بالاتر بودن ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای در نیتروژن نسبت به دیگر نهاده‌های شیمیایی (جدول ۱) می‌باشد. کود شیمیایی فسفر (۶/۹ درصد) و علف-کش (۱ درصد) نیز در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بقیه نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده تنها حدود یک درصد از چتانسیل گرمایش جهانی را شامل شدند (شکل ۱- ب).

میزان پتانسیل گرمایش جهانی در هکتار برای محصولات مورد بررسی و همچنین سهم هر کدام از این محصولات در پتانسیل گرمایش جهانی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سیب‌زمینی دارای بالاترین (۳۸۱ تن معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار) میزان پتانسیل گرمایش جهانی در سطح بود (شکل ۲- الف) و میزان این پارامتر در پیاز و هندوانه نیز به ترتیب حدود ۳۳۰ و ۲۸۱ تن در هکتار معادل دی‌اکسیدکربن بود. بر اساس جدول ۲، این موضوع به دلیل کاربرد بیشتر هر کدام از نهاده‌های مورد بررسی در سیب‌زمینی و سپس پیاز نسبت به هندوانه بود. در مناطق مورد مطالعه، هر کدام از گیاهان سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه به ترتیب حدود ۴۴، ۳۳ و ۲۲ درصد از پتانسیل گرمایش جهانی را شامل شدند (شکل۲- ب).



شکل ۱- سهم هریک از گازهای گلخانه‌ای (A) و نهاده‌های شیمیایی (B) مورد بررسی بر پتانسیل گرمایش جهانی برای محصولات مورد مطالعه در استان کرمان

Fig. 1- Share of the GHGs (A) and chemical inputs (B) on the GWP for studied crops in Kerman province



شکل ۲- میزان پتانسیل گرمایش جهانی (تن معادل CO_2 در هکتار) (A) در محصولات مورد بررسی و سهم (درصد) هر کدام از این محصولات (B) در استان کرمان

Fig. 2- GWP (ton CO_2 equivalence ha^{-1}) in studied crops (A) and the share (%) of the crops (B) in Kerman province

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که سالیانه میزان قابل توجهی گاز گلخانه‌ای در سطح استان کرمان در نتیجه استفاده از نهاده‌های شیمیایی در زراعت سیب‌زمینی، هندوانه و پیاز تصعید می‌شود.

شهرستان جیرفت به دلیل دارا بودن شرایط آب و هوایی خاص (پاییز و زمستان بدون سرمای شدید و یخبندان)، به‌خصوص در رابطه با کشت و کار سیب‌زمینی و پیاز پاییزه و زمستانه که برای دیگر شهرستان‌های استان کرمان مقدور نمی‌باشد، سطح وسیعی از کشت این محصولات را شامل شده است. این موضوع باعث گردید که میزان انتشار کلیه گازهای گلخانه‌ای در این شهرستان بالاتر از دیگر مناطق کرمان باشد. در بین نهاده‌های مصرفی، کود نیتروژن از طرفی به‌دلیل بالاتر بودن ضریب انتشار و از طرف دیگر، کاربرد بیشتر در مزارع استان نسبت به دیگر نهاده‌ها از میزان انتشار و پتانسیل گرمایش جهانی بالاتری برخوردار بود. به‌طوری‌که، بیش از ۹۰ درصد پتانسیل گرمایش جهانی در زراعت این محصولات مربوط به این نهاده شیمیایی بود. در بین محصولات مورد بررسی نیز، سیب‌زمینی به‌دلیل سطح زیر کشت و مصرف بالاتر نهاده‌های مورد بررسی و هندوانه به ترتیب بیشترین و کمترین درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی را دارا بودند. نقش گاز دی‌اکسیدکربن در پتانسیل گرمایش جهانی به مراتب بیشتر از اکسیدنیتروژن و متان بود. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که کاربرد نهاده‌های شیمیایی در استان کرمان برای زراعت سیب‌زمینی، پیاز و هندوانه باعث انتشار قابل توجه گازهای گلخانه‌ای می‌گردد که خود می‌تواند به دلیل نقش این گازها در گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی، کشاورزی استان را درآینده با تهدید مواجه سازد. توصیه می‌شود کشاورزان و مسئولین مربوطه این مهم را مدنظر قرار داده و با استفاده از افزایش کارایی مصرف این نهاده‌ها، کاربرد نهاده‌های جایگزین و حرکت به‌سمت کشاورزی بوم‌سازگار و زیستی از ادامه این روند بکاهند.

سپاسگزاری

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

منابع

Benton, T.G., Vickery, J.A., and Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key. Trends in Ecology and Evolution 18(4): 182–188.

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

Eichner, M.J. 1990. Nitrous oxide emissions from fertilized soils: summary of available data. Journal of Environmental Quality 19: 272-280.

Esengun, K., Gunduz, O., and Erdal, G. 2007. Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversation and Management 48: 592–598

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.

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

Khojastehpour, M., Nikkhah, A., and Emadi, B. 2014. Comparing energy and greenhouse gas emission of Canola production between Iran and Turkey. The 8th National Congress on Agricultural Machinary Engineering. (Biosystem) and Mechanization, Mashhad, Iran. (In Persian)

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. Springer. 524 pp.

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., and Omid, M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy 87: 191-196.

Moradi, R., and Sami, M. 2014. Assessing biodiversity of agronomical, horticultural and livestock productions in Kerman province. Agroecology 6(3): 1-11. (In Persian with English summary)

Mousavi-Avval, S., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. Journal of Cleaner Production 19:1464-70.

Ozkan, B., Akcaoz, H., and Karadeniz, F. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversation and Management 45:1821-30.

Pelster, D.E., Larouche, F., Rochette, P., Chantigny, M.H., Allaire, S., and Angers, A. 2011. Nitrogen fertilization but not soil tillage affects nitrous oxide emissions from a clay soil under a maize–soybean rotation. Soil and Tillage Research 115-116: 16-26.

Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., and Sefeedpari, P. 2012a. Energy consumption and CO_2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. Journal of Cleaner Production 33: 183-191.

Pishgar-Komleh, S.H., and Omid, M., and Heidari, M.D. 2013. On the study of energy use and GHG emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. Energy 59: 63-71.

Pishgar-Komleh, S.H., Keyhani, A., Rafiee, S., and Sefeedpari, P. 2011. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. Energy 36: 3335-3341.

Pishgar-Komleh, S.H., Sefeedpari, P., and Ghahderijani, M. 2012b. Exploring energy consumption and CO_2 emission of cotton production in Iran. Journal of Renewable and Sustainable Energy 4(3): 33115-33114.

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: 1922-1925.

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: 9-29.

Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. 1976. Statistical Methods, seventh edition. 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.

Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. Energy 50: 54-61.

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 and Bioenergy 34: 960-966.

Tzilivakis, J., Jaggard, K., Lewis, K.A., May, M., and Warner, D.J. 2005b. Environmental impact and economic assessment for UK sugar beet production systems. Agriculture, Ecosystem and Environment. 107: 341-358.

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.

Yousefi, M., Khoramivafa, 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

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 689-704

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۷۰۴-۶۸۹

Greenhouse Gases Emission and Global Warming Potential as Affected by Chemical Inputs for Main Cultivated Crops in Kerman Province: Π- Horticultural Crops

N. Pourghasemian[1] and R. Moradi [1*]

Submitted: 13-12-2014
Accepted: 30-05-2015

Pourghasemian, N., and Moradi, R. 2017. Greenhouse gases emission and global warming potential as affected by chemical inputs for main cultivated crops in Kerman province: Π- Horticultural crops. Journal of Agroecology 9(3): 689-704.

Introduction

The latest report of the IPCC states that future emissions of greenhouse gases (GHGs) will continue to increase and will be the main cause of global climatic changes, as well as Iran. The three greenhouse gases associated with agriculture are CO_2, CH_4, and N_2O. Chemical inputs consumption in agriculture has increased annually, while more intensive use of energy led to some important human health and environmental problems such as greenhouse gas emissions and global warming. Therefore, it is necessary to reduce the application of chemical inputs in agricultural systems. Agriculture contributes significantly to atmospheric GHG emissions, with 14% of the global net CO_2 emissions coming from this sector. Chemical inputs have a major role in this hazards.

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 GHGs emission and Global warming Potential GWP caused by chemical inputs (various chemical fertilizers and pesticides) for cultivating potato, onion and watermelon in some regions of Kerman province at 2011-2012 growth season.

Material and Methods

The study was conducted in Kerman province of Iran. Data of planting area, application rates of the chemical inputs and other different parameter were collected from potato, onion and watermelon growers by using a face to face questionnaire in 2014 for different regions of Kerman(Bardsir, Bam, Jiroft, Kerman, Ravar, Rafsanjan and Sirjan). In addition to the data obtained by surveys, previous studies of related organization (Agricultural Ministry of Kerman) were also utilized during the study. Farm random sampling was done within whole population and the sample size was determined by proper equations.

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. Then the amount of each GHG changed into CO_2using the specific GWP of each gas, which is the warming influence relative to that of carbon dioxide.

Results and Discussion

The results showed that N and P fertilizers had the highest application share of chemical inputs. Among the studied crops, the highest amount of chemical fertilizers was used in potato. Potato and watermelon were obtained the highest doses of herbicide and pesticide application, respectively. The results demonstrated that in all these three crops, the highest and lowest GHGs emission was related to Jiroft and Rafsanjan, respectively. The amount of annual GHGs emission was related to the regions planting area. The highest share of emission gas in all the three crops and all regions was related to CO_2. In potato and onion, herbicide was caused higher CO_2 emission compared to insecticide and fungicide. Watermelon cultivation contained no herbicide application.

GWP in the studied regions had the same trend with GHGs emission. In all three studied crops, Jiroft and Sirjan were obtained the highest and lowest values of annual GWP, respectively. In all studied crops, N fertilizer led to more GHGs emission in comparison to other inputs. Potato had the highest emission of CO_2, N_2O and CH_4

1- 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.v9i3.42309

followed by watermelon, and the lowest amount was gained in onion. Also, annual GWP of potato, watermelon and onion were 6814.2, 6024.2 and 2125 ton CO_2 equivalence, respectively. Among all chemical inputs, N (91%), P (6.9%) and herbicide (1%) were involved the highest share in GWP for studied plants.

Conclusion

The results showed that in all three studied crops, the highest and lowest GHGs emission was related to Jiroft and Rafsanjan, respectively. Annual GWP in the studied regions had the same trend with GHGs emission. In all three studied crops, Jiroft and Sirjan were obtained the highest and lowest values of annual GWP, respectively. In all studied crops, N fertilizer led to more GHGs emission in comparison to other inputs. Potato had the highest emission of CO_2, N_2O and CH_4 followed by watermelon, and the lowest amounts was gained in onion. Among all chemical inputs, N (91%), P (6.9%) and herbicide (1%) were involved the highest share in GWP for studied plants.

Keywords: Coefficient emission, Herbicide, Onion, Potato, Urea, Watermelon