

بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید ماکارونی

محمد داوود حیدری^۱، حسین مبلی^{۲*}، محمود امید^۳، شاهین رفیعی^۴، وحید جمالی ماریینی^۵

۱. دکتری مکانیزاسیون کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران

۲. استاد دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران

۳. استاد دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران

۴. استاد دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران

۵. کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه، گروه صنعتی و پژوهشی زر، شرکت زرماکارون

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹)

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراحل تولید ماکارونی می‌باشد. در این راستا، اطلاعات مورد نیاز از مراحل مختلف تولید گندم دوروم و اطلاعات خاکشناسی از سه استان عمده تولید کننده، اطلاعات حمل و نقل و کارخانه تولید ماکارونی جمع‌آوری گردید. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SimaPro و با بهره‌گیری از پایگاه داده‌های Ecoinvent و با استفاده از روش پتانسیل گرمایش جهانی ۱۰۰ ساله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و گازهای گلخانه‌ای مراحل مختلف تولید محاسبه گردید. برای محاسبه میزان انتشار حاصل از تغییر کاربری زمین، از اطلاعات مکانی مزارع مورد بررسی با استفاده از روش EPIC استفاده گردید. بر اساس نتایج به دست آمده میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید یک کیلوگرم ماکارونی ۲/۶۴ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن محاسبه شد و انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین و مصرف سوخت عملیات کشاورزی بیشترین تاثیر را در میزان کل پتانسیل گرمایش جهانی دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: بررسی چرخه زندگی، پتانسیل گرمایش جهانی، تغییر کاربری، دی‌اکسیدکربن، گندم دوروم.

مقدمه

بررسی آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های مختلف بخش کشاورزی همواره مورد توجه بوده است. ارزیابی چرخه زندگی به عنوان یک ابزار مدیریت زیست‌محیطی با رویکرد گهواره تا گور برای ارزیابی سامانه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و قادر است اثرات زیست‌محیطی را در کل چرخه زندگی یک فرایند مورد ارزیابی قرار دهد (Bartl *et al.*, 2012). همچنین ارزیابی چرخه زندگی امکان تخمین اثرات زیست‌محیطی تجمعی ناشی از همه مراحل چرخه زندگی محصول را فراهم می‌آورد. اثرات زیست‌محیطی شامل انتشار به داخل محیط‌زیست، مصرف منابع و دخالت‌های مرتبط با تولیدات بشری که هنگام استخراج منابع، تولید مواد، ساخت محصولات، در طول مصرف و در انتهای زندگی محصولات (جمع‌آوری، دسته‌بندی، بازیافت، دفع ضایعات) اتفاق می‌افتد، می‌باشند. این انتشار و مصارف، اثرات گسترده‌ای را شامل می‌شوند. بنابراین نیاز به بینش و سناریوهایی است تا این اثرات کاهش یابد (ISO, 2006).

گازهای گلخانه‌ای، گازهایی هستند که در اتمسفر زمین باعث نگه داشتن گرمای بازتاب شده از سطح زمین و در نتیجه گرم شدن جو زمین می‌شوند. شش گاز گلخانه‌ای مهم که باعث ایجاد اثر گلخانه‌ای شده شامل موارد زیر می‌باشند:

دی‌اکسید کربن، متان، نیتروس‌اکسید، هیدروفلوروکربن‌ها، پرفلوروکربن‌ها و هگزا فلورید سولفور (UNFCC, 2013).

سوختن سوخت‌های فسیلی مانند گازوئیل و بنزین و همچنین تغییر کاربری زمین از جنگل‌ها و مراتع به زمین‌های کشاورزی از عمده دلایل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شوند (EPA, 2010).

Meisterling *et al.* (2009) به مقایسه شاخص پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) و استفاده از انرژی اولیه برای تولید گندم معمولی و ارگانیک در ایالات متحده آمریکا پرداختند. در این مطالعه تفاوت اثرات ورودی‌های کشاورزی، کشت غلات و فرآیند حمل‌ونقل تخمین زده شد. میزان پتانسیل گرمایش جهانی در تولید یک قرص نان یک کیلوگرمی بر اساس گندم ارگانیک ۳۰ گرم معادل دی‌اکسیدکربن کمتر از گندم معمولی محاسبه گردید.

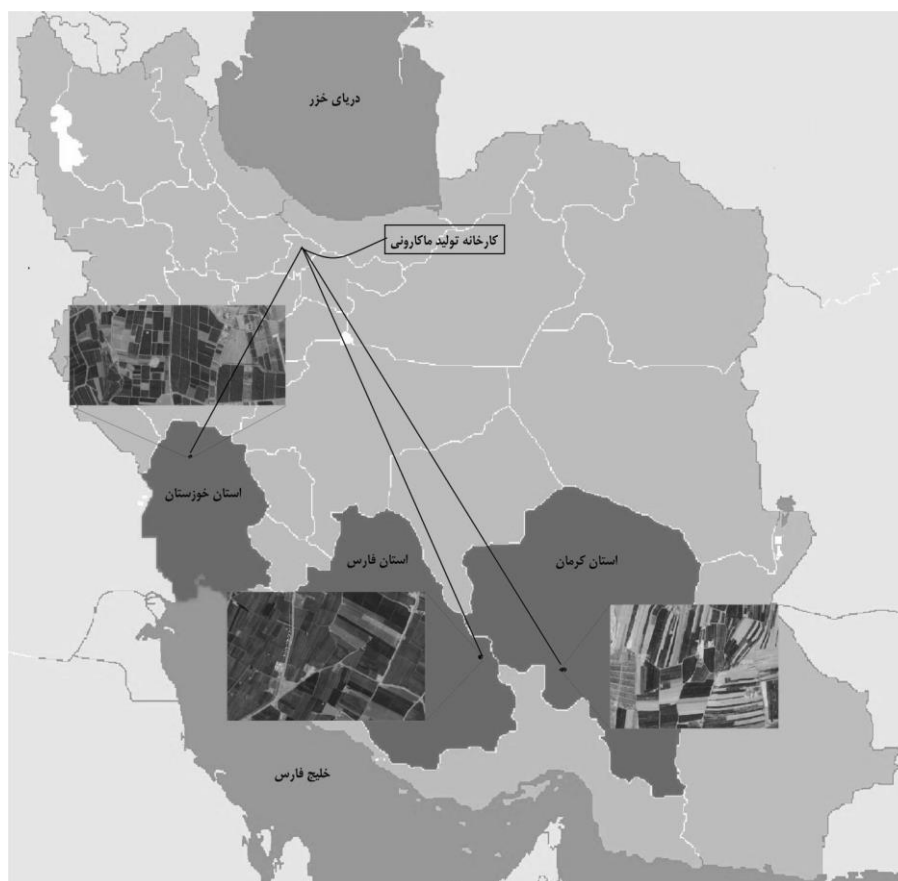
2014). هدف اصلی این مطالعه بررسی وضعیت بار زیست‌محیطی تولید ماکارونی در ایران می‌باشد که شامل: محاسبه میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیست‌محیطی در تولید مواد غذایی) در فرایند تولید ماکارونی با احتساب میزان انتشار حاصل از تغییر کاربری زمین به زمین کشاورزی و راهکارهای کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای در مراحل تولید که بیشترین تاثیر را داشته می‌باشد. بررسی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای و منابع مهم انتشار، به تصمیم‌گیرندگان در جهت شناخت مراحل تاثیرگذار در انتشار کل گازهای گلخانه‌ای تولید ماکارونی و کاهش میزان آن کمک می‌کند.

روش اجرای تحقیق

چرخه زندگی تولید ماکارونی در این مطالعه در سه مرحله کشاورزی، انتقال گندم دوروم از مزارع به کارخانه و کارخانه تولید ماکارونی در نظر گرفته شد. اطلاعات بخش کشاورزی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ از مزارع سه استان خوزستان، فارس و کرمان به عنوان استان‌های عمده تولیدکننده گندم دوروم جمع‌آوری گردید (شکل ۱، جدول ۱).

Ruini *et al.*, (2013b) در مطالعه خود به بررسی چرخه زندگی تولید ماکارونی در ایتالیا پرداختند. در این مطالعه پتانسیل گرمایش جهانی و انتشار به داخل جو زمین شامل مقدار دی‌اکسید کربن منتشر شده به جو زمین مورد ارزیابی قرار گرفت. مرحله کشاورزی و تولید گندم دوروم ۵۱٪ در پتانسیل گرمایش جهانی سهم داشتند. این مطالعه در راستای مشخص کردن بار زیست‌محیطی و مهم‌ترین مراحل تولید آن در تولید تولید ماکارونی انجام گردید و میزان بار زیست‌محیطی تولید ماکارونی (به عنوان یکی از رایج‌ترین مواد غذایی در ایتالیا) در اختیار مصرف‌کننده قرار گرفت.

صنعت تولید ماکارونی در ایران، از صنایع روبه رشد بوده و بر طبق آخرین آمار جهانی ماکارونی، ایران با ۵۶۰ هزار تن/سال، ششمین تولیدکننده بزرگ ماکارونی در جهان محسوب می‌شود. همچنین ایران با مصرف ۸/۵ کیلوگرم/سال به ازای هر فرد، هشتمین مصرف‌کننده ماکارونی در جهان می‌باشد (IPO, 2012). انتشار گازهای گلخانه‌ای از مهم‌ترین شاخص‌های مورد بررسی در ارزیابی زیست‌محیطی مواد غذایی محسوب می‌شود. انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین، از مواردی است که در مطالعات چرخه زندگی، به دلیل کمبود اطلاعات مورد نیاز، در نظر گرفته نمی‌شود (Elshout *et al.*,



شکل ۱. استان‌های مورد مطالعه

انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین

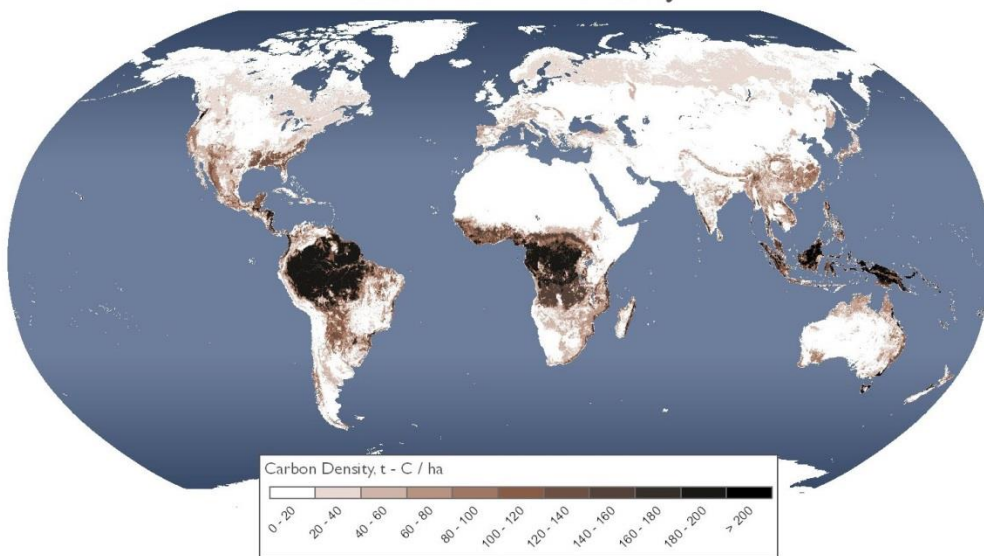
میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین از پوشش گیاهی طبیعی به مزارع کشاورزی از موارد است که در مطالعات اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته و روش‌های مختلفی برای محاسبه میزان این انتشار توسعه یافته و استفاده می‌شود (Elshout *et al.*, 2014).

در این مطالعه از روش EPIC برای محاسبه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین استفاده گردید. با تغییر کاربری پوشش گیاهی طبیعی به مزارع کشاورزی، محتوای کربن موجود در خاک و پوشش گیاهی در دو حالت تغییر کرده، در نتیجه بسته به میزان این اختلاف، مقداری گاز دی‌اکسید کربن و نیتروس‌اکسید به هوا منتشر می‌شود (Williams, 1990). روش EPIC از نقشه زیست توده جهانی (شکل ۲) با استفاده از نرم‌افزار ArcMap و موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه میزان کربن موجود در پوشش گیاهی و خاک را محاسبه می‌کند (Ruesch & Gibbs, 2008).

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه (Heidari, 2015)

استان	عرض جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خوزستان	۲۹/۵۷	۳۳/۰۰	۴۷/۳۲
فارس	۲۷/۰۳	۳۱/۴۰	۵۰/۳۶
کرمان	۲۵/۵۵	۳۲/۰۰	۵۳/۲۶

اطلاعات مورد نیاز از طریق هماهنگی با مرکز تحقیقات کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی هر استان و مصاحبه رو در رو با کشاورزان گندم‌کار جمع‌آوری گردید. اطلاعات مورد نیاز از مرحله انتقال به کارخانه از طریق مصاحبه با رانندگان این بخش و اطلاعات سازمان راه‌های کشور جمع‌آوری گردید. در مرحله کارخانه تولید ماکارونی، اطلاعات مورد نظر از طریق حضور در خطوط تولید از ابتدای ورود گندم دوروم، تخلیه، پاکسازی، تولید آرد، انتقال آرد، تولید ماکارونی و بسته‌بندی جمع‌آوری و محاسبه گردید. یکی از موارد مهم در مطالعات زیست‌محیطی، بعد از تعیین اهداف تحقیق، مشخص کردن واحد عملیاتی می‌باشد. در این مطالعه واحد عملیاتی، یک کیلوگرم ماکارونی انتخاب گردید و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای تولید یک کیلوگرم ماکارونی بررسی و محاسبه گردید.



شکل ۲: نقشه جهانی زیست توده (Ruesch & Gibbs, 2008)

$$SOC = \frac{SOM}{1.724} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این فرمول SOC میزان کربن آلی خاک (تن بر هکتار) و SOM میزان مواد آلی خاک (تن بر هکتار) می‌باشد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای بخش تولید گندم دوروم

برای محاسبه گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم دوروم اطلاعات مورد نظر شامل:

میزان سوخت مصرفی در عملیات مختلف کشاورزی مانند

برای تعیین میزان ذخیره کربن در مزارع هر استان نیاز به طول و عرض جغرافیایی محدوده مزارع مورد بررسی می‌باشد (جدول ۱).

در مواردی که داده دقیق از مدل برای منطقه مورد نظر یافت نشد از داده‌های خاکشناسی هر منطقه برای دقت بیشتر استفاده شد. میزان کربن موجود در خاک با استفاده از داده‌های خاکشناسی با استفاده از فرمول ۱، محاسبه شد (Craswell and Lefroy 2001):

خاک‌ورزی، سمپاشی و برداشت با کمباین
میزان الکتریسیته مصرفی برای پمپاژ آب آبیاری
میزان کود نیتروژنه مصرفی قبل از کاشت و به صورت
سرک

از موارد مهم در محاسبه گازهای گلخانه‌ای، میزان انتشار
نیتروس اکسید حاصل از مصرف کودهای محتوی نیتروژن
می‌باشد. برای محاسبه میزان این انتشار از مدل به روز شده
توسط Nemecek et al (2015) استفاده گردید (فرمول ۲):
(رابطه ۲)

$$N_2O = \frac{44}{28} \times (0.01 \times (N_{total} + N_{cr}) + 0.01 \times \frac{14}{17} \times NH_3 + 0.0075 \times \frac{14}{62} \times NO_3)$$

در این فرمول N_2O میزان نیتروس اکسید منتشر شده از
مصرف کود مصرف شده (کیلوگرم بر هکتار)، N_{tot} میزان کل
نیتروژن موجود در کودهای مصرفی (کیلوگرم بر هکتار)، N_{cr}
میزان نیتروژن موجود در بقایای گیاهی (کیلوگرم بر هکتار)،
 NH_3 میزان نیتروژن از دست رفته به صورت آمونیاک و NO_3
میزان نیتروژن از دست رفته به صورت نترات می‌باشد.

پتانسیل گرمایش جهانی

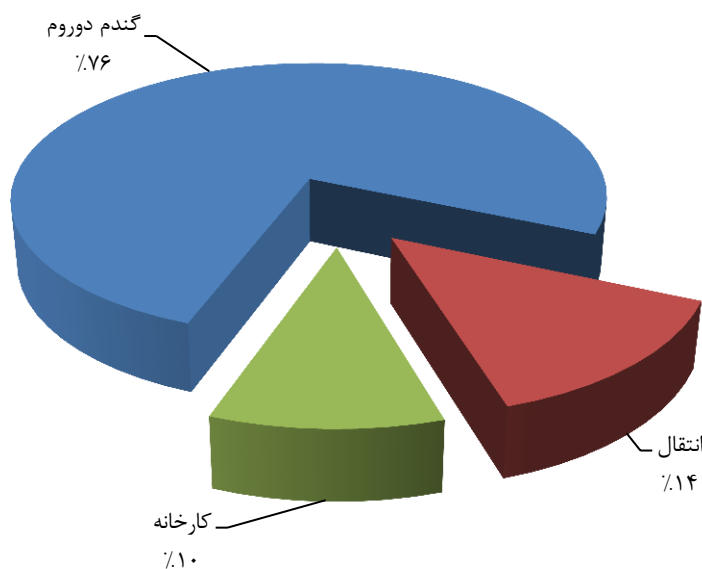
پتانسیل گرمایش جهانی، بیان کننده سهم نسبی مواد گازی
حاصل از سامانه‌های تولید مزرعه‌ای از تغییرات آب و هوایی

می‌باشد. پتانسیل گرمایش جهانی هر گاز گلخانه‌ای بستگی به
زمان در نظر گرفته شده برای محاسبه میزان انتشار دارد و ۲۰،
۱۰۰ و ۵۰۰ سال در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه میزان
انتشار گازهای گلخانه‌ای در زمان ۱۰۰ سال در نظر گرفته شد.
براساس آخرین گزارش به روز شده پایگاه داده IPCC، میزان
پتانسیل گرمایش جهانی برای دی‌اکسید کربن، متان و
دی‌نیتروژن اکسید برای بازه زمانی ۱۰۰ ساله به ترتیب ۱، ۲۸ و
۲۵۶ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در نظر گرفته شد
(Myhre et al., 2013).

اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SimaPro
نسخه ۸،۰،۵ و با بهره‌گیری از پایگاه داده‌های Ecoinvent نسخه
۳ و با استفاده از روش پتانسیل گرمایش جهانی ۱۰۰ ساله مورد
تجزیه و تحلیل قرار گرفت و گازهای گلخانه‌ای مراحل مختلف
تولید محاسبه گردید. برای محاسبه میزان انتشار گلخانه‌ای
حاصل از تغییر کاربری زمین از اطلاعات مکانی مزارع مورد
بررسی در نرم‌افزار ArcMap نسخه ۱۰،۲،۲ استفاده گردید.

نتایج و بحث

سهم هر یک از مراحل تولید در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای
در تولید ماکارونی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. سهم هر یک از مراحل تولید ماکارونی در کل انتشار گازهای گلخانه‌ای

۱۰ درصد از کل انتشار گلخانه‌ای تولید ماکارونی دارا می‌باشد.
انتشار گاز دی‌اکسیدکربن حاصل از سوختن گازوییل (۹۱٪) در
بویلرهای خط تولید، منبع اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای در
بخش کارخانه می‌باشد. بخش کشاورزی (تولید گندم دوروم)

میزان انتشار گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل ۱۴٪ از کل
انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا بود. انتشار گاز دی‌اکسیدکربن
حاصل از سوختن گازوییل (۹۵٪)، منبع اصلی تولید گازهای
گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل می‌باشد. بخش کارخانه، تنها

کمترین میزان انتشار را به ازای هر کیلوگرم گندم دوروم تولیدی دارا بوده است. نتایج مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب واحد کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن/کیلوگرم گندم دوروم بیان شده است. در این واحد، میزان عملکرد هر مزرعه در مخرج کسر قرار گرفته و بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تاثیر دارد، در نتیجه تغییرات مربوط به عملیات مختلف زراعی و کاربرد نهاده‌های کشاورزی با توجه به تاثیرشان بر عملکرد هر مزرعه، در میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای اعمال گردیده‌اند.

بیشترین سهم (۷۶٪) را در انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ماکارونی دارا بود. Ruini *et al.* (2013a) در مطالعه خود بر روی چرخه زندگی تولید ماکارونی به این نتیجه رسیدند که بخش کشاورزی بیشترین تاثیر را در بین سایر مراحل تولید ماکارونی دارد. جدول ۲، میزان انتشار گلخانه‌ای بخش کشاورزی را به ازای هر استان نشان می‌دهد.

در ردیف اول جدول ۲، میزان کل انتشار گلخانه‌ای که برابر با پتانسیل گرمایش جهانی برای هر استان می‌باشد نشان داده شده است. استان کرمان در بین استان‌های مورد مطالعه،

جدول ۲. گازهای گلخانه‌ای تولید گندم دوروم (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن/کیلوگرم گندم دوروم)

خوزستان	فارس	کرمان	
۱/۸۰۴۷	۱/۴۶۱۳	۱/۳۷۲۴	GWP
۰/۸۰۲۷	۰/۵۵۸۳	۰/۸۹۶۲	CO ₂ (LUC)
۰/۶۸۵۶	۰/۶۰۴۲	۰/۲۲۲۴	CO ₂ Fossil
۰/۲۰۸۸	۰/۲۱۱۳	۰/۱۷۲۸	N ₂ O
۰/۰۵۵۲	۰/۰۳۹۴	۰/۰۶۰۵	CH ₄ Fossil
۰/۰۵۱۹	۰/۰۴۵۷	۰/۰۱۶۸	N ₂ O (LUC)
۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۲	SF ₆
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶	CH ₄ Biogenic
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	CO ₂ LT
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	CFC-14
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	Other

CO₂ (LUC): دی‌اکسید کربن حاصل از تغییر کاربری زمین

N₂O (LUC): نیتروس‌اکسید حاصل از تغییر کاربری زمین

بیشترین تاثیر در بین انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد بررسی مربوط به دی‌اکسیدکربن و نیتروس‌اکسید مربوط به تغییر کاربری زمین می‌باشد. بخش کشاورزی از تولیدکننده‌های قابل توجه گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. به طوری که تخریب جنگل‌ها، زهکشی مرداب‌ها، سوزاندن کاه و کلش، افزایش احشام و کودپاشی با کودهای نیتروژنه از مهم‌ترین فعالیت‌های کشاورزی است که باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. در مورد تغییر کاربری زمین نمی‌توان توصیه اختصاصی برای هر مزرعه نمود. با تدوین قوانینی مبنی بر کاهش تبدیل پوشش‌های طبیعی به مزارع کشاورزی تا حد زیادی می‌توان از شدت این انتشار کاست (Vermeulen *et al.*, 2012).

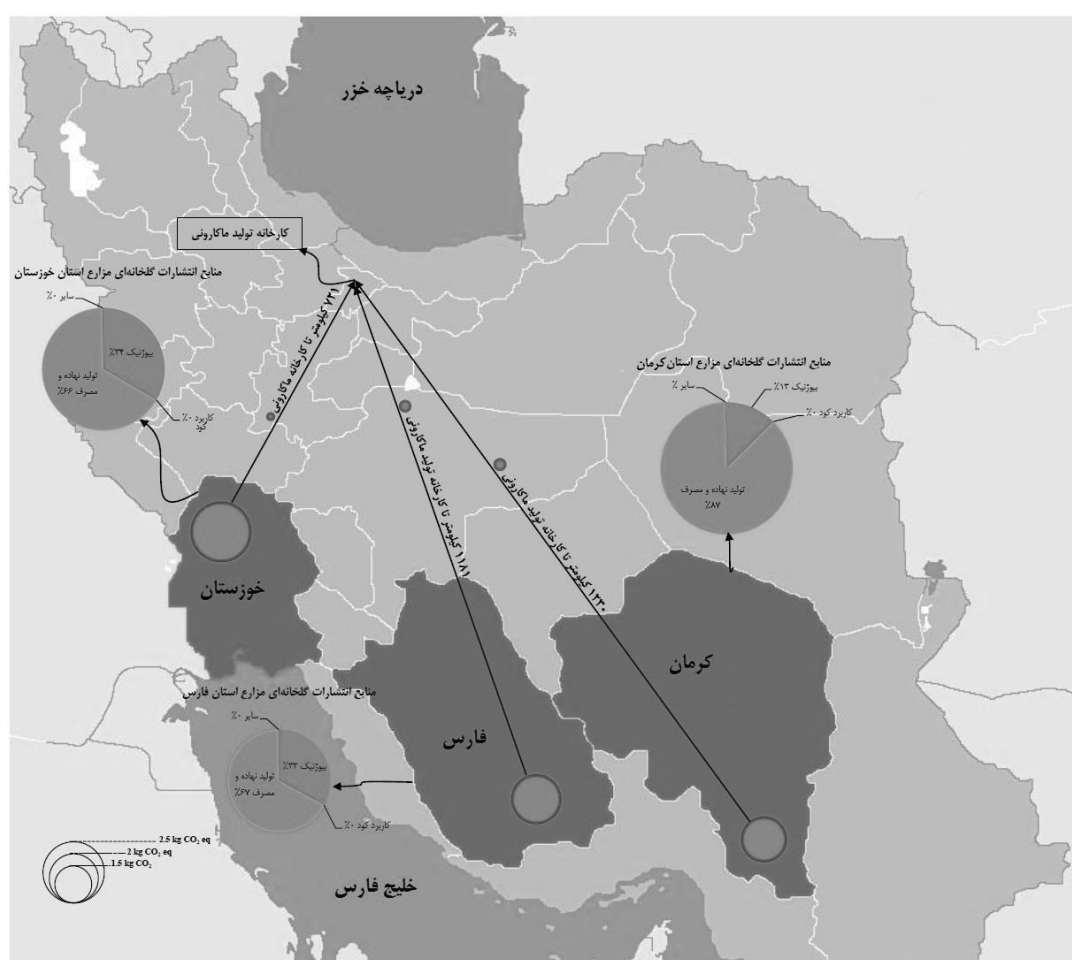
انتشار حاصل از تولید الکتریسیته برای استحصال آب آبیاری از عوامل تاثیرگذار بر میزان کل انتشار تولید گندم دوروم می‌باشد که می‌توان با استفاده از روش‌های مکانیزه آبیاری مانند آبیاری بارانی و کاهش میزان آبیاری، از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به این قسمت کاست. اما مشکل روش‌های نوین آبیاری

پتانسیل گرمایش جهانی بین ۱/۸-۱/۳۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن به ازای هر کیلوگرم گندم دوروم محاسبه گردید. در مطالعه Roos *et al.* (2011)، میزان پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید یک کیلوگرم گندم، ۰/۳۱ معادل دی‌اکسید کربن محاسبه گردید. دلیل اختلاف مقدار محاسبه شده، با مقادیر این مطالعه، عدم در نظر گرفتن انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین، در مطالعه Roos و همکاران می‌باشد.

در بین استان‌های مورد مطالعه، مزارع دوروم استان خوزستان بیشترین مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای را به ازای تولید هر کیلوگرم گندم دارا بودند. از دلایل مهم در بالا بودن میزان این انتشار می‌توان به مصرف بالای کودهای محتوی نیتروژن به صورت سرک اشاره کرد. همچنین متوسط محصول تولیدی در این استان از مزارع فارس و کرمان پایین‌تر بود که باعث کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر کیلوگرم محصول می‌شود.

کشاورزی انجام شده، خاکورزی بیشترین مصرف سوخت گازوییل را دارا بود. مشابه این نتایج در مطالعه Rajabi (2010)، نیز به دست آمده است. میزان بالای این انتشار به دلیل استفاده از چند عملیات کشاورزی جداگانه و تردد زیاد تراکتور بر روی مزرعه می‌باشد. استفاده از ادوات ترکیبی از جمله کمبینات برای خاکورزی و کشت می‌تواند از راه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای در فرایند تولید گندم دوروم باشد. شکل ۴، نتایج بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای را در مراحل مختلف تولید ماکارونی و با توجه به مناطق مختلف تولید گندم دوروم نشان می‌دهد.

هزینه بالای تجهیزات اولیه می‌باشد که نیاز به تامین مالی از سازمان‌های حمایتی مانند سازمان جهاد کشاورزی یا بانک کشاورزی دارد. در بین همه استان‌های مورد مطالعه انتشار مربوط به سوخت‌های فسیلی نیز از عوامل تاثیرگذار در پتانسیل گرمایش جهانی می‌باشد. بررسی سایر مطالعات انجام شده در زمینه محصولات زراعی نیز نشان می‌دهد که مصرف کودهای شیمیایی (به ویژه کود نیتروژن) و سوخت‌های فسیلی بیشترین اثر را در انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی دارد (Lal, 2004; Kaltsas et al., 2007). در بین عملیات



شکل ۴: نقشه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم دوروم و ماکارونی

خوزستان از انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین در این استان بود. انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تغییر کاربری زمین (بیوژنیک) در مطالعات چرخه زندگی، معمولاً به دلیل کمبود یا عدم دسترسی به اطلاعات در نظر گرفته نمی‌شود، در حالی که باتوجه به نتایج این مطالعه سهم بالایی (۳۵٪) در انتشار کل گازهای گلخانه‌ای تولید گندم دوروم دارد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای مرحله کارخانه، برای مناطق مختلف تامین گندم دوروم یکسان در نظر گرفته شد. در بخش حمل و نقل با توجه به بعد مسافت، گندم دوروم مزارع استان خوزستان کمترین و مزارع استان کرمان بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا بودند، ولی با توجه به سهم بالای بخش کشاورزی، مزارع استان خوزستان در کل، بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا بودند. سهم بالای مزارع استان

اولیه می‌باشد که نیاز به تامین مالی از سازمان‌های حمایتی مانند سازمان جهاد کشاورزی یا بانک کشاورزی دارد. انتشار مربوط به سوخت‌های فسیلی نیز از عوامل تاثیرگذار بر میزان کل پتانسیل گرمایش جهانی بود که طبق بررسی صورت گرفته، عملیات خاکورزی بیشترین مصرف گازوییل را دار بود. استفاده از ادوات ترکیبی و کاهش مصرف گازوییل از این طریق می‌تواند یکی از راه‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در این مرحله باشد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های بنیاد ملی نخبگان و گروه صنعتی و پژوهشی زرمکارون تشکر می‌گردد. این پژوهش مستخرج از طرح نوع ششم به شماره "۷۱۰۹۰۰۶/۶/۲۵" می‌باشد که با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

REFERENCES

Bartl, K., Verones, F. & Hellweg, S. (2012). Life Cycle Assessment Based Evaluation of Regional Impacts from Agricultural Production at the Peruvian Coast. *Environmental Science & Technology*, 46, 9872-9880.

Craswell, E.T. & Lefroy, R.D.B. (2001). The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61, 7-18.

Elshout, P.M.F., van Zelm, R., Karuppiah, R., Laurenzi, I.J. & Huijbregts, M.A.J. (2014). A spatially explicit data-driven approach to assess the effect of agricultural land occupation on species groups. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19, 758-769.

EPA. (2010). Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources . U.S. *Environmental Protection Agency*, Washington, DC, USA.

IPO, International Pasta Organization. (2012). The world pasta industry status report.

ISO (International Organization for Standardization). (2006). ISO 14040: *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework*; ISO: Geneva, Switzerland.

Kaltsas, A.M., Mamolos, A.P., Tsatsarelis, C.A., Nanos, G.D. & Kalburtji, K.L. (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 122, 243-251.

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

Meisterling, K., Samaras, C. & Schweizer, V. (2009). Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production*, 17, 222-230.

نتیجه‌گیری

این مطالعه به منظور ارزیابی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید ماکارونی در مراحل مختلف تولید می‌باشد. اطلاعات کشاورزی از استان‌های عمده تولیدکننده این محصول صورت گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به دی‌اکسیدکربن و نیتروس‌اکسید حاصل از تغییر کاربری زمین می‌باشد. این انتشار به دلیل تغییر محتوای کربن ذخیره شده در خاک و گیاه بین پوشش گیاهی طبیعی (قبل از تغییر کاربری) و زمین زراعی (بعد از تغییر کاربری) می‌باشد. انتشار حاصل از تولید الکتریسیته برای استحصال آب آبیاری از عوامل تاثیرگذار بر میزان کل انتشار تولید گندم دورم می‌باشد که می‌توان با استفاده از روش‌های مکانیزه آبیاری مانند آبیاری بارانی و کاهش میزان آبیاری، از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به این قسمت کاست. اما مشکل روش‌های نوین آبیاری هزینه بالای تجهیزات

Myhre, G., Shindell, D., Breon, F. M. Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J. F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T. & Zhang, H. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Nemecek, T., Schnetzer, J. & Reinhard, J. (2015). Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. *International Journal of Life Cycle Assessment*, DOI: 10.1007/s11367-014-0712-7.

Rajabi, M. H. (2010). Evaluation of energy balance and greenhouse gases emission in wheat production in Gorgan. *Agronomy M.Sc. Thesis*, Islamic Azad University of Bojnourd Branch, 110 p (in Farsi).

Roos, E., Sundberg, C. & Hansson, P.A. (2011). Uncertainties in the carbon footprint of refined wheat products: a case study on Swedish pasta. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 338-350.

Ruesch, A. & Gibbs, H. K. (2008). New IPCC Tier-1 Global Biomass Carbon Map For the Year 2000. Available online from the Carbon Dioxide Information Analysis Center [http://cdiac.ornl.gov], Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.

Ruini, L. Marino, M., Pignatelli, S., Laio, F. & Ridolfi, L. (2013a). Water footprint of a large-sized food company: The case of Barilla pasta production. *Water Resources and Industry*, (1-2), 7-24.

Ruini, L., Sessa, F., Marino, M., Meriggi, P. & Ruggeri, M. (2013b). Increasing the sustainability of durum wheat cultivation through a life cycle assessment approach. The 6th International conference on Life Cycle Management, Gothenburg, Sweden.

UNFCC. (2013). United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://unfccc.int>.

Vermeulen, S.J. Campbell, B.M. & Ingram, J.S.I. (2012). Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 195-222.

Williams, J. R. (1990). The Erosion Productivity Impact Calculator (EPIC) Model: A Case History. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 329, 421-28.