

ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید ماده خام بالقوه سوخت بیودیزل (مطالعه موردی)

امین نیکخواه^۱، باقر عمادی^{۲*}، مهدی خجسته پور^۳ و سید حسین پیمان^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. استادیار، گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۴)

چکیده

افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای و بروز چالشی جدی در مدیریت محیط زیست شده است. از این رو، توجه به منابع تجدیدپذیر و پاک انرژی بیشتر شده است. در این راستا برای تولید ماده خام بالقوه این قبیل سوخت‌ها، نیاز به مصرف نهاده‌هایی با پتانسیل آلودگی زیست محیطی می‌باشد. بر این اساس، در این تحقیق ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید بادم زمینی به عنوان یک ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل در استان گیلان مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌های لازم، از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۷۵ کشاورز به دست آمد. مزارع بادم زمینی در سه اندازه کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بزرگتر از یک هکتار طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید بادم زمینی در استان گیلان، ۸۲۲/۲۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار بود. دو نهاده سوخت دیزل و ماشین‌ها به ترتیب با ۵۷/۹۰ و ۱۸/۶ درصد، بیشترین سهم از انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید بادم زمینی را به خود اختصاص دادند. تفاوت مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای بر واحد سطح در مزارع با مساحت کمتر از نیم هکتار و بزرگتر از یک هکتار در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و زمین‌های با مساحت بزرگتر از یک هکتار از انتشار گازهای گلخانه‌ای کم‌تری در واحد سطح برخوردار بودند. همچنین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید بادم زمینی به عنوان ماده خام بالقوه، برای تولید یک لیتر سوخت بیودیزل برابر ۱/۱۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: اثرات زیست محیطی، سوخت پاک، اندازه مزرعه، بادم زمینی

مقدمه

عمده زیست‌محیطی پیش رو جهان نیز است، مربوط به آثار مخرب زیست‌محیطی ناشی از کاربرد این سوخت‌های فسیلی است. در این ارتباط Liang *et al.* (2013) معتقدند که رشد اقتصادی صورت گرفته در دو دهه گذشته توأم با مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی، منجر به افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی شده است. در این راستا، کشورهای مختلف در قالب جلسات و معاهداتی، در پی کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برآمدند و بر اساس آخرین توافقات بین‌المللی، مربوط به پروتکل کیوتو^۱ در سال ۲۰۰۲، کشورهای عضو موافقت نمودند، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهند (Kaku, 2011). ایران نیز که در سال ۱۳۸۴ به پروتکل کیوتو پیوست، همانند سایر کشورهای عضو، در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متعهد است (Shiravi, 2011). این در حالی است که طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)،

ایران یکی از بزرگ‌ترین ذخایر تجدیدناپذیر انرژی دنیا را در اختیار دارد (Hosseini *et al.*, 2013)، و تنها در حدود یک درصد از انرژی مورد نیاز ایران، از منابع تجدیدپذیر تأمین می‌شود (Bakhoda *et al.*, 2012)، این در حالی است که طبق تخمین‌های صورت گرفته تا سال ۲۰۴۰، در حدود نیمی از عرضه جهانی انرژی، مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود (Acaroğlu & Aydoğan, 2012). ایران با وجود ذخایر عظیم منابع تجدیدناپذیر انرژی، در کوتاه مدت، بی‌نیاز از تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر است. این کشور در مورد استفاده از منابع تجدیدناپذیر و بی‌توجهی به منابع تجدیدپذیر انرژی با دو چالش عمده روبرو است. اولین چالش مربوط به لزوم توجه به منابع تجدیدپذیر انرژی برای دستیابی به توسعه پایدار و همه جانبه است (Bakhoda *et al.*, 2012) و دومین مسئله که چالش

1. Kyoto Protocol

مربوط به تولید ماده خام بالقوه (سویا) بود. در مطالعه دیگری ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید کلزا در سه منطقه تراکیای^۲ ترکیه، استان‌های گلستان و مازندران ایران به ترتیب ۵۶۲/۸۵، ۶۵۲/۸۶ و ۸۸۷/۳۰ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن^۳ گزارش شد و سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به عنوان نهاده‌هایی با بیش‌ترین پتانسیل انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید کلزا در هر سه منطقه، شناخته شدند. مطالعات دیگری نیز در زمینه ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید محصولات کشاورزی انجام گرفته است. نتایج این مطالعات بیانگر آن است که در فرآیند تولید ماده خام بالقوه سوخت بیودیزل، مقدار قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای انتشار می‌یابند،

مرور منابع نشان می‌دهد که مطالعه‌ای بر روی ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل (بادام زمینی) در ایران انجام نگرفته است، براین اساس، هدف از این مطالعه، بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید بادام‌زمینی (به عنوان ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل) در استان گیلان بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در شهرستان آستانه اشرفیه در شرق استان گیلان واقع در شمال ایران انجام شد. سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در آستانه اشرفیه در حدود ۳۰۷۷۷ هکتار است که ۲۹۱۵۰ هکتار آن را محصولات زراعی تشکیل می‌دهد (MAJG, 2012). حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۷۵ نفر تعیین گردید و داده‌ها از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری جمع‌آوری شدند. اطلاعات مربوطه از مطالعات قبلی گروه نویسندگان مقاله اخذ شدند (Emadi et al., 2015; Nikkha et al., 2015). ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید بادام‌زمینی در قالب سه گروه مزرعه با مساحت‌های زیر نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیش از یک هکتار مورد بررسی قرار گرفت.

ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مصرف نهاده‌های ماشین‌ها، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و الکتریسیته مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شرایط مناسب آب و هوایی در این منطقه برای کشت بادام زمینی، آبیاری صورت نمی‌گیرد. ضرایب مورد استفاده مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای در جدول ۱ آورده شده است.

ایران در سال ۲۰۱۲، نهمین بزرگترین انتشار دهنده گازهای گلخانه‌ای در دنیا بود و میزان انتشار این نوع گاز در ایران از سایر کشورهای خاورمیانه بیش‌تر است (IEA, 2014). سهم بخش کشاورزی در ایران در انتشار سه گاز گلخانه‌ای مهم CO₂، CH₄ و N₂O به ترتیب ۲/۶، ۱/۴ و ۴۰/۴ درصد است (MOE, 2008). گاز N₂O که مقدار قابل توجهی از آن در بخش کشاورزی انتشار می‌یابد، پتانسیلی در حدود ۳۱۰ برابر گاز CO₂ در گرمایش جهانی^۱ دارد (Snyder et al., 2009). بنابراین لازم است به فعالیت‌ها و نهاده‌های مصرفی در بخش کشاورزی از پیش توجه نمود. نهاده‌های مصرفی در فعالیت‌های کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های تولیدی، اثرات سوء زیست‌محیطی قابل توجهی بر جا می‌گذارند. یکی از این محصولات کشاورزی بادام زمینی است. سطح زیر کشت بادام‌زمینی در ایران ۳۰۰۰ هکتار است که در حدود ۲۸۰۰ هکتار آن در استان گیلان قرار دارد (Trade promotion organization of Iran, 2012).

همچنین بادام‌زمینی یک ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل می‌باشد (Kaya et al. 2009). ایران و بسیاری از کشورهای دیگر به دنبال منابع انرژی‌های نو از قبیل بیوسوخت‌ها هستند (Najafi et al., 2011). در حال حاضر، برای استفاده اقتصادی از دانه‌های روغنی به منظور تولید سوخت بیودیزل، به کاهش نهاده‌های مصرفی و افزایش عملکرد و کارایی انرژی تولید محصول، کاهش هزینه فرصت از دست رفته زمین زراعی و ارزیابی مزایای زیست‌محیطی نیاز است (Sims & Sayigh, 2003; Khojastehpour et al., 2015). بررسی (Felten et al. 2013) بر روی تولید انرژی از محصولات کلزا و ذرت در مزارع تجاری آلمان گزارش شد که تفاوت انرژی خروجی و ورودی برای تولید این محصولات به ترتیب ۶۶ و ۹۱ گیگاژول بر هکتار است.

از سوی دیگر، میزان کم‌تر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در استفاده از سوخت‌های بیودیزل، همواره از دلایل عمده حرکت به سوی استفاده تجاری از آن‌ها در مقایسه با سوخت‌های فسیلی بیان شده است. در عین حال نباید از آلاینده‌هایی که در تولید ماده خام برای تولید این قبیل بیوسوخت‌ها استفاده می‌شود، غافل شد. در این زمینه، مطالعاتی بر روی ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید محصولاتی که به صورت بالقوه قابلیت استفاده برای تأمین انرژی را دارند، انجام شده است. در این راستا، Rajaeefar et al. (2014) با مطالعه چرخه کامل تولید سوخت بیودیزل از سویا در ایران، ادعا نمودند که بیشترین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای

2. Trakya
3. kg CO₂eq ha⁻¹

1. Global Warming

جدول ۱. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های کشاورزی در تولید بادام زمینی

منبع	ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای (kg CO ₂ e unit ⁻¹)	واحد	ورودی‌ها
(Dyer & Desjardins, 2006)	۰/۰۷۱	MJ	ماشین‌های کشاورزی
(Dyer & Desjardins, 2003)	۲/۷۶	lit	سوخت دیزل کودهای شیمیایی
(Lal, 2004)	۱/۳	kg	نیتروژن
(Lal, 2004)	۰/۲	kg	فسفر
(Lal, 2004)	۰/۲	kg	پتاسیم سموم شیمیایی
(Lal, 2004)	۳/۹	kg	قارچ کش
(Lal, 2004)	۵/۱	kg	حشره کش
(Lal, 2004)	۶/۳	kg	علف کش
(Lal, 2004)	۰/۶۰۸	kW h	الکتریسیته

نتایج و بحث

میانگین اندازه مزرعه برای تولید بادام زمینی در استان گیلان ۰/۸ هکتار تعیین گردید. تنها ۲۹/۳ درصد از کشاورزان از زمین‌های بیش‌تر از یک هکتار برخوردار بودند. در جدول ۲ مقدار نهاده‌های مصرفی در سه سطح متفاوت وسعت کشت نشان داده شده‌اند.

در این مطالعه ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ماده خام بالقوه سوخت بیودیزل (بادام زمینی) در سه اندازه متفاوت مزرعه کمتر از یک هکتار، نیم تا یک هکتار و بزرگتر از یک هکتار مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی تفاوت میانگین داده‌ها، از تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین توکی یا اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد (HSD)، در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار JMP8 استفاده شد.

جدول ۲. میزان نهاده‌های مصرفی در یک هکتار تولید بادام زمینی در سه سطح مختلف مزرعه‌ای

وسعت مزرعه (هکتار)			ورودی‌ها
>۱	۰/۵-۱	<۰/۵	
۳۱/۴	۳۵/۳۲	۳۷/۱۵	ماشین‌ها (ساعت)
			کودهای شیمیایی
۵۳/۴۳	۴۸/۸۹	۴۳/۸۵	- کود نیتروژن N (کیلوگرم)
۱۷/۴۱	۲۶/۷۰	۲۴/۷۱	- کود فسفر P ₂ O ₅ (کیلوگرم)
۴۱/۵۷	۹/۸۲	۱۴/۱۴	- کود پتاسیم K ₂ O (کیلوگرم)
۱۶۵/۳۹	۱۷۱/۶۳	۱۷۹/۱۵	سوخت دیزل (لیتر)
۱۷۹/۴۱	۱۷۳/۶۵	۱۶۷/۵۲	الکتریسیته (کیلووات ساعت)
			سموم شیمیایی
۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۳	- قارچ کش (کیلوگرم)
۱/۶۴	۰/۳۱	۰/۷۴	- علف کش (کیلوگرم)
۱/۲۳	۲/۱۶	۱/۱۸	- حشره کش (کیلوگرم)

کربن در هکتار محاسبه شدند (جدول ۳). تفاوت مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای بر واحد سطح در مزارع کوچکتر از نیم هکتار و بزرگتر از یک هکتار معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود. میانگین

در این مطالعه، ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای در سه سطح زیر نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیش‌تر از یک هکتار به ترتیب ۸۳۸/۰۷، ۸۲۱/۱۴ و ۸۰۴/۲۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسید

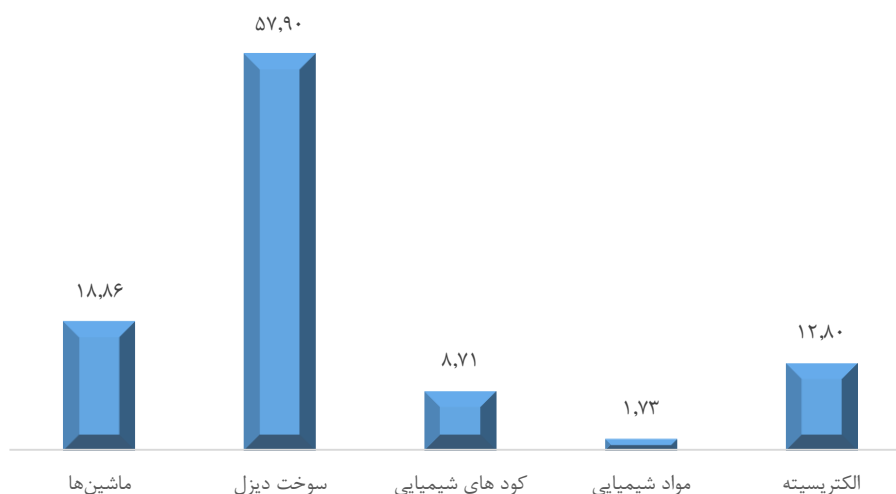
سومین نهاده‌ای موثر در انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید بادام‌زمینی در استان گیلان شناخته شد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از نهاده کودهای شیمیایی در مساحت‌های کم‌تر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیش‌تر از یک هکتار به ترتیب ۶۴/۷۸، ۷۰/۸۶ و ۸۰/۸۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار به دست آمد و کشاورزانی که زمین‌هایی بیش‌تر از یک هکتار داشتند، از نهاده کود شیمیایی بیش‌تر استفاده نموده و در نتیجه گازهای گلخانه‌ای بیش‌تری از این نهاده در زمین‌هایی با مساحت بیش از یک هکتار انتشار می‌یابد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید بادام‌زمینی در این منطقه ۸۲۲/۲۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار تعیین گردید. سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای هر یک از نهاده‌های مصرفی در تولید بادام‌زمینی در شکل ۱ نشان داده شده‌است. سوخت دیزل به تنهایی ۵۷/۹۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید بادام‌زمینی در استان گیلان را به خود اختصاص داد و پس از آن ماشین‌های کشاورزی با ۱۸/۸۶ درصد، بیش‌ترین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای را در پی داشت. الکتریسیته با سهم ۱۲/۸۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای،

جدول ۳. انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید بادام‌زمینی در استان گیلان (کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار)

میانگین وزنی (kgCO ₂ eq. ha ⁻¹)	درصد (%)	وسعت مزرعه (ha)			
		کوچک (<0.5)	متوسط (0.5-1)	بزرگ (>1)	
۱۵۵/۰۴	۱۸/۸۶	۱۶۵/۳۷ ^a	۱۵۷/۲۶ ^a	۱۳۹/۷۳ ^b	ماشین‌ها
۴۷۶/۱۲	۵۷/۹۰	۴۹۴/۴۵ ^a	۴۷۳/۷۱ ^b	۴۵۶/۴۷ ^c	سوخت دیزل
۷۱/۶۱	۸/۷۱	۶۴/۷۸	۷۰/۸۶	۸۰/۸۷	کودهای شیمیایی
۶۲/۹۳	۷/۶۵	۵۷/۰۱	۶۳/۵۶	۶۹/۴۵	(N) نیتروژن
۴/۵۶	۰/۵۷	۴/۹۴	۵/۳۴	۳/۴۸	(P ₂ O ₅) فسفر
۴/۰۳	۰/۴۹	۲/۸۳ ^a	۱/۹۶ ^b	۷/۹۴ ^c	(K ₂ O) پتاسیم
۱۴/۲۶	۱/۷۳	۱۱/۶۲	۱۳/۷۲	۱۸/۱۲	سموم شیمیایی
۱۰۵/۲۷	۱۲/۸۰	۱۰۱/۸۵ ^a	۱۰۵/۵۸ ^b	۱۰۹/۰۸ ^c	الکتریسیته
۸۲۲/۲۹	۱۰۰	۸۳۸/۰۷ ^a	۸۲۱/۱۴ ^{ab}	۸۰۴/۲۸ ^b	مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای

میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵)



شکل ۱. سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی برای تولید بادام زمینی در استان گیلان

با این حال، در مرحله خشک‌کردن غلاف‌های بادام زمینی، مقدار قابل توجهی سوخت دیزل مصرف می‌شود، به نحوی که میزان مصرف سوخت دیزل از میزان مصرف آن برای تولید کلزا در

با توجه به برداشت سنتی بادام‌زمینی در استان گیلان، سوخت دیزل در مرحله برداشت مصرف نمی‌شود و برداشت دستی توسط زنان صورت می‌گیرد (Emadi et al., 2015). ولی

محیطی کاربرد سوخت‌های زیستی و بیودیزل از کاربرد سوخت‌های فسیلی کم‌تر است. این در حالی است که برای تولید ماده خام سوخت بیودیزل نیازمند نهاده‌هایی از جمله خود سوخت‌های فسیلی می‌باشد. آن چنان که طبق گزارش Ahmad *et al.* (2011) در برخی از کشورها مانند مالزی و اندونزی تولید ماده خام بالقوه برای سوخت بیودیزل می‌تواند منجر به جنگل زدایی شود. برای کاهش اثرات سوء زیست محیطی می‌بایست این موارد نیز لحاظ گردد. براساس مطالعات صورت گرفته (Jaruwongwittaya & Chen, 2010) در کشور تایلند، متوسط عملکرد بادام زمینی در آن منطقه ۱۵۷۵ کیلوگرم بر هکتار گزارش شده‌است و از این مقدار ۳۴۶ لیتر بر هکتار بیودیزل استخراج می‌شود. با توجه به متوسط عملکرد بادام زمینی در استان گیلان که ۳۲۰۸/۷۵ کیلوگرم بر هکتار است، از هر هکتار به صورت بالقوه می‌توان ۷۰۴/۹۱ لیتر سوخت بیودیزل استخراج نمود. با توجه به این که متوسط انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید بادام زمینی در استان گیلان ۸۲۲/۲۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار محاسبه شد، بنابراین ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ماده خام بالقوه (بادام زمینی)، برای تولید یک لیتر سوخت بیودیزل ۱/۱۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار است، که این میزان را باید به انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از احتراق و مصرف سوخت بیودیزل اضافه نمود. همان طوری که در شکل ۲ نشان داده است، برای تولید ماده خام به منظور تولید هر لیتر سوخت بیودیزل در استان گیلان به ترتیب ۱۳ و ۵۹ دقیقه از نهاده‌های ماشین‌ها کشاورزی و نیروی انسانی نیاز است و به نهاده‌های کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی نیز به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۴ کیلوگرم نیاز است. برای تولید ماده خام بالقوه سوخت بیودیزل نهاده‌های سوخت دیزل و الکتریسیته به ترتیب ۰/۲۴ لیتر و ۰/۲۵ کیلووات ساعت مصرف می‌شوند. این در حالی است که طبق بررسی Dyer & Desjardins (2003) میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از میزان احتراق و مصرف هر لیتر سوخت دیزل ۲/۷۶ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن است. بسیاری از کشورها برنامه‌های کوتاه مدت و بلندمدت استفاده از انرژی‌ها، سوخت‌های نو و تجدیدپذیر اعم از سوخت‌های بیودیزل را در دست اجرا دارند (Siriwardhana *et al.*, 2009; Jayed *et al.*, 2009). سرمایه‌گذاری هنگامی برای استفاده از این سوخت‌ها می‌شود. این موارد در حالی است که بخش قابل توجهی از اثرات سوء زیست محیطی تولید و کاربرد این قبیل سوخت‌ها در تولید ماده خام آن‌ها نهفته است، به نحوی که در مطالعه حاضر برای تولید

گلستان (Mousavi-Avval *et al.* 2011a)، کلزا در ترکیه (Unakitan *et al.*, 2010)، سویا در گلستان (Mousavi-Avval *et al.*, 2011b) بیش‌تر است.

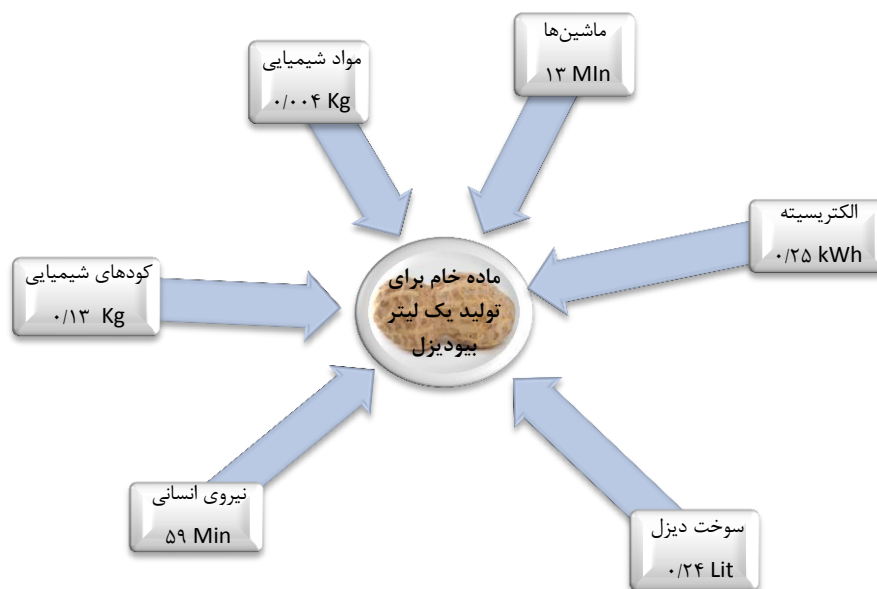
با افزایش مساحت مزرعه، ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای بر واحد سطح کاهش یافت. دلیل این امر، کاهش استفاده از ماشین‌ها بر واحد سطح و به تبع آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت دیزل است. در بررسی (Khoshnevisan *et al.* 2013) میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم در اصفهان در زمین‌هایی با مساحت زیر یک هکتار، یک تا سه هکتار و بیش‌تر از سه هکتار به ترتیب ۲۷۰۸/۲، ۲۶۵۶/۸، ۲۷۴۶/۸۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار گزارش شدند. زمین‌هایی با مساحت یک هکتار تا سه هکتار کم‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را بر واحد سطح داشتند و میانگین انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید گندم در اصفهان ۲۷۱۱/۵۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار تعیین شد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید محصولات کلزا در مازندران، گندم در گرگان، سیب‌زمینی در اصفهان به ترتیب ۸۷۷/۳۰، ۱۱۳۷ و ۹۹۲/۸۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار گزارش شد (Khojastehpour *et al.*, 2012; Pishgar-Komleh *et al.*, 2013; Soltani *et al.*, 2013). مقایسه نتایج بیانگر انتشار نسبتاً پایین این گازها در تولید بادام‌زمینی در این منطقه است و دلیل آن را می‌توان به مصرف کم‌تر نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم شیمیایی) با سهم کلی ۱۰/۴۴ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید بادام‌زمینی در این منطقه مربوط دانست (شکل ۱).

سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کودهای شیمیایی در تولید بادام زمینی در استان گیلان نسبتاً پایین بود (۸/۷۱ درصد)، این در حالی است که در تحقیقات صورت گرفته (Soltani *et al.* 2013) بر روی تولید محصول گندم در گرگان، (Khoshnevisan *et al.* 2013) بر روی تولید گندم در اصفهان و (Pishgar-Komleh *et al.* 2013) بر روی تولید سیب‌زمینی در اصفهان، سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای از نهاده کودهای شیمیایی به ترتیب ۴۶/۶، ۱۳/۷ و ۳۷/۲۷ درصد تعیین گردیدند.

طبق مطالعه Ghobadian (2012)، میزان استفاده از سوخت بیودیزل در قالب ترکیب‌های مختلف در سال ۲۰۱۴ میلادی در ایران ۲۶۲ و در سال ۲۰۲۶ به ۴۶۲۲ میلیون لیتر خواهد رسید. از طرفی وقتی مبحث اثرات زیست محیطی مصرف سوخت بیودیزل و سوخت‌های فسیلی بیان می‌شود، این تصور ایجاد می‌شود که با اختلاف زیادی اثرات سوء زیست

پیشنهاد می‌شود، قسمتی از سرمایه گذاری در بخش تولید ماده خام این سوخت‌ها و مدیریت و کاهش نهاده‌های مصرفی که اثرات سوء زیست محیطی بر جا می‌گذارد، اختصاص یابد.

بادام زمینی به عنوان ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل، مقدار قابل توجهی سوخت دیزل و دیگر نهاده‌هایی که پتانسیل آلودگی زیست محیطی دارند، مصرف می‌شود. بنابراین



شکل ۲. میزان نهاده‌های مصرفی برای تولید ماده خام بالقوه مورد نیاز برای تولید یک لیتر سوخت بیودیزل

ویژه‌ای داشت. در این راستا، با کاهش و مدیریت مصرف سوخت دیزل و ماشین‌های کشاورزی می‌توان سوخت بیودیزل را پاک‌تر و با انتشار آلاینده‌های زیست محیطی کمتر (در فرآیند تولید از گهواره تا گور^۱) استحصال و مورد مصرف قرار داد.

سپاسگزاری

از دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت از این تحقیق در قالب طرح پژوهشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی ردپای انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید بادام زمینی به عنوان یک ماده خام بالقوه سوخت بیودیزل پرداخت. نتایج نشان داد که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید ماده خام بالقوه (بادام زمینی)، برای تولید هر لیتر سوخت بیودیزل ۱/۱۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن می‌باشد. براین اساس، برای تولید سوخت پاک بیودیزل می‌بایست به انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در تولید ماده خام این قبیل سوخت‌ها توجه

1. Cradle to grave

REFERENCES

- Acaroğlu, M., & Aydoğan, H. (2012). Biofuels energy sources and future of biofuels energy in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 36 (0), 69-76.
- Ahmad, A.L., Yasin, N.H.M. Derek, C.J.C. & Lim, J.K. (2011). Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (1), 584-593.
- Anonymous. Annual agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, Guilan province. (MAJG). (2011) Available from: <http://www.jkgc.ir> (In Farsi).
- Anonymous. International Energy Agency (IEA). 2014. CO₂ Emissions From Fuel Combustion, 2014 edition. available online at <http://www.iea.org/termsandconditionsuseandcopyright>
- Anonymous. Ministry of Energy (MOE). 2008. Energy balance in Iran. Available on <http://www.moe.gov.ir> (In Farsi).
- Anonymous. Trade promotion organization of Iran (TPO). 2012. Available from: <http://fa.tpo.ir>
- Bakhoda, H., Almassi, M. Moharamnejad, N.Moghaddasi, R. & Azkia, M. (2012). Energy production trend in Iran and its effect on sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2), 1335-1339.
- Dyer, J.A. & Desjardins, R.L. (2003). Simulated Farm

- Fieldwork, Energy Consumption and Related Greenhouse Gas Emissions in Canada. *Biosystems Engineering*, 85 (4), 503-513.
- Dyer, J.A. & Desjardins, R.L. (2006). Carbon Dioxide Emissions Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada, *Biosystems Engineering*, 93 (1), 107-118.
- Emadi, B., Nikkiah, A. Khojastehpour, M. & Payman S. H. (2015). Effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province. *Journal of Agricultural Machinery Engineering*, 5 (1), 217-227 (In Farsi).
- Felten, D., Fröba, N., Fries, J. & Emmerling, C. (2013). Energy balances and greenhouse gas-mitigation potentials of bioenergy cropping systems (Miscanthus, rapeseed, and maize) based on farming conditions in Western Germany. *Renewable Energy*, 55 (0), 160-174.
- Ghobadian, B (2012). Liquid biofuels potential and outlook in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (7), 4379-4384.
- Hosseini, S.E., Andwari, A.M., Wahid, M.A. & Bagheri, G. (2013). A review on green energy potentials in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27 (0), 533-545.
- Jaruwongwittaya, T. & Chen, G. (2010). A review: Renewable energy with absorption chillers in Thailand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (5), 1437-1444.
- Jayed, M.H., Masjuki, H.H. Saidur, R. Kalam, M.A. & Jahirul, M.I. (2009). Environmental aspects and challenges of oilseed produced biodiesel in Southeast Asia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), 2452-2462.
- Kaku, K (2011). An Inconvenient Truth-Global Warming on Greenhouse Gas (GHG) Reduction under Kyoto Protocol Regime to Post Kyoto Protocol in ASIA. *Procedia Engineering*, 8, 515-519.
- Kaya, C. (2009). Methyl ester of peanut (*Arachis hypogea* L.) seed oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Renewable Energy*, 34 (5), 1257-1260.
- Khojastehpour, M., Nikkiah, A. & Hashemabadi, D. (2015). A comparative study of energy use and greenhouse gas emissions of canola production. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 2015, 5 (1), 51-58.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S. Omid, M. Yousefi, M. & 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.
- Liang, S., Xu, M. & Zhang, T. (2013). Life cycle assessment of biodiesel production in China. *Bioresour Technology*, 129 (0), 72-77.
- Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A. & Mohammadi, A. (2011a). Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 19 (13), 1464-1470.
- Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A. & Mohammadi, A. (2011b). Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. *Applied Energy*, 88 (11), 3765-3772.
- Najafi, G., Ghobadian, B. & Yusaf, T.F. (2011). Algae as a sustainable energy source for biofuel production in Iran: A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (8), 3870-3876.
- Nikkiah, A., Khojastehpour, M. Emadi, B. Taheri-Rad, A. Khorramdel, S. (2015). Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology, *Journal of Cleaner Production*, 2015, 92, 84-90.
- Pishgar-Komleh, S.H. Ghahderijani, M. & Sefeedpari, P. (2012). Energy consumption and CO₂ emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 33, 183-191.
- Pishgar-Komleh, S.H., Omid, M. & Heidari, M.D. (2013). On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. *Energy*, 59, 63-71.
- Rajaeifar, M. A., Ghobadian, B. Safa, M. Heidari, M. D. (2014). Energy life-cycle assessment and CO₂ emissions analysis of soybean-based biodiesel: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 66: 233-241.
- Shiravi, A. (2011). Kyoto Protocol and financing economic projects in developing countries. *Law Research*, 13 (32), 206-230 (In Farsi).
- Sims, R.E.H & Sayigh, A. (2003). Bioenergy options for a cleaner environment: in developed and developing countries. *Elsevier Science*; 1 edition, Translated by: M.H. Abbaspour-fard, M.A. EbrahimiNik and M. Khojastehpour.
- Siriwardhana, M., Opathella, G.K.C. & Jha, M.K. (2009). Bio-diesel: Initiatives, potential and prospects in Thailand: A review. *Energy Policy*, 37(2), 554-559.
- Snyder, C.S., Bruulsema, T.W. Jensen, T.L. & Fixen, P.E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(3-4), 247-266.
- Soltani, A., Rajabi, M.H. Zeinali, E. & Soltani, E. (2013). Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. *Energy*, 50, 54-61.
- Soltani, A., Rajabi, M.H. Zeinali, E. & Soltani, E. (2010). Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan," *EJCP*. 3 (3), 201-218 (In Farsi).
- Unakitan, G., Hurma, H. & Yilmaz, F. (2010). An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy*, 35(9), 3623-3627.