ارزیابی چرخه زندگی تولید پسته به منظور بهینه‌سازی انرژی مصرفی و شاخص‌های زیست‌محیطی در استان قم

میثم احمدی جوشقانی[۱]، محمد قهدریجانی[۲]، بابک بهشتی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی سیستم های کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار، گروه مهندسی سیستم های کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(Ghahderijani@srbiau.ac.ir)

۳. استادیار، گروه مهندسی سیستم های کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده:

افزایش بازده تولید محصولات کشاورزی با توجه به روند افزایش جمعیت و در نتیجه آن افزایش تقاضا امری ضروری شناخته شده است. حال آنکه مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و افزایش سطح مکانیزاسیون و در نتیجه آن افزایش سوخت های فسیلی علاوه بر دستیابی به این هدف سبب ورود ترکیباتی به هوا، آب و خاک شده است که موجب آسیب به محیط زیست می شوند. در این تحقیق با تلفیق محاسبه میزان انرژی مصرفی و برآورد چرخه حیات پسته تلاش می شود تا نکات بازدارنده و پیش برنده کشت این محصول مورزد ارزیابی قرار بگیرد. اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق به روش‌های مختلفی جمع‌آوری گردیده است که از آن جمله می‌توان به پرسش‌نامه، گفتگو و مصاحبه با کشاورزان و کارشناسان، استفاده از آمار موجود در کتابخانه‌ها و جهاد کشاورزی استان و برخی پایگاه داده اشاره کرد. اطلاعات موردنیاز باغ‌های استان با توزیع پرسش‌نامه در میان کشاورزان و مصاحبه با مسئولین جهاد کشاورزی استان حاصل شد. داده‌های مربوط به تولید نهاده‌های مصرفی نیز از پایگاه‌های داده‌ی اکوینونت۱ موجود در نرم‌افزار سیماپرو۲ نسخه ۸,٤,۰,۰ به‌دست‌آمد. نتایج تحقیق نشان داد که کل انرژی ورودی18238.33 مگاژول بر هکتار و انرژی خروجی 50626.67 مگاژول بر هکتار می‌باشد. با توجه به میانگین عملکرد پسته در هر هکتار (۲۵۵۰ کیلوگرم بر هکتار) برای تولید هر یک کیلوگرم پسته ۷/۱۵ مگاژول بر کیلوگرم انرژی مصرف می‌شود. در این مطالعه میزان پتانسیل گرمایش جهانی به ازای هر یکتن محصول پسته تولیدی، برابر با ۷۰۷/۲۷ کیلوگرم معادل کربن دی‌اکسید برآورد شده است .همچنین به ازای تولید یک کیلوگرم پسته، بخش اثر تقلیل منابع غیر آلی برابر با ۰/٦۸ kg Sb eq برآورد گردید. علاوه بر این نتایج نشان داد در مرحله تولید نهاده‌ها به میزان ۳٤٥٦/۳٤ مگاژول انرژی از منابع غیر آلی مصرف می‌شود که بخش قابل‌توجهی از این میزان مربوط به تولید سوخت دیزل و پس‌ازآن مربوط به سموم و کودهای شیمیایی می‌شود.

کلید واژگان: پسته، ارزیابی چرخه حیات، انرژی، محیط زیست

مقدمه:

افزایش بازده تولید محصولات کشاورزی با توجه به روند افزایش جمعیت و در نتیجه آن افزایش تقاضا امری ضروری شناخته شده است. حال آنکه مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و افزایش سطح مکانیزاسیون و در نتیجه آن افزایش سوخت های فسیلی علاوه بر دستیابی به این هدف سبب ورود ترکیباتی به هوا، آب و خاک شده است که موجب آسیب به محیط زیست می شوند. از این تاثیرات زیست محیطی می توان به انتشار گازهای گلخانه‌ای اشاره کرد که مصرف سوخت های فسیلی بیش از ۷۵ درصد در انتشار آن سهم دارند.(Snyderet, 2009) همچنین براورد شده است که ۲۰ درصد از انتشار گازهای گاخانه‌ای مربوط به فعالیت‌های کشاورزی است(Bremirup et al, 2000).

[1] Ecoinvent database

[2] SimaPro V. 8.4.0.0

تحقیقات نشان داده است که در حدود ۳۶/۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای مهم همچون نیترواکسید (N_2O) در ایران به بخش کشاورزی مربوط می شود. بنابراین، به منظور حفظ پایداری تولید در کشاورزی، ضروری است همزمان با گسترش فعالیت‌های کشاورزی در جهت رفع نیازهای در حال تغییر بشر، ذخایر منابع طبیعی و نیز کیفیت محیط زیست را حفظ نموده و حتی بهبود بخشید.کشاورزی پایدار تنها با تکیه بر حفظ منابع طبیعی و محیط زیست، سودمند و مستمر خواهد بود. این شیوه کشاورزی، اقتصادی‌ترین و در عین حال، سودمندترین شکل استفاده از انرژی و تبدیل آن به محصولات کشاورزی را با سعی در جهت حفظ کیفیت محیط زیست به دنبال دارد.

اگرچه هدف اساسی هر نظام کشاورزی، افزایش عملکرد است، ولی نظام‌های زراعی بایستی بتوانند ضمن تضمین پایداری تولید محصولات در درازمدت همزمان از منابع پایه حفاظت کرده وبا تداوم تولید از ایجاد بي رويه آلودگی‌های زیست محیطی خودداري كرده و در نهایت ثبات تولید را تضمین کنند (Singh et al., 2009). بنابراین، مشخص است که بایستی یک فعّالیّت از نظر اقتصادی پایدار باشد (Barbier, 1987). بدین ترتیب، می‌بایستی اثرات زیست محیطی فعّالیّت‌های مختلف کشاورزی را بوسیله دامنه‌ای از مقیاس‌های مکانی از سطح مزرعه تا سطح ملی تجزیه و تحلیل کرد (OECD, 2001). به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی روش‌های مختلفی وجود دارد (Schröder et al., 2003) که از جمله می‌توان نقشه برداری خطرات زیست محیطی (ERM)، ارزیابی چرخة حیات (LCA)، ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA)، نظام چند عاملی (MAS)، رهیافت برنامه‌نویسی خطی چندگانه (LP) و شاخص‌های زیست محیطی- کشاورزی (AEI) را نام برد (Payraudeau & van der Werf, 2005). با استفاده از رهیافت‌های ذکر شده می‌توان اثرات زیست محیطی فعّالیّت‌های مختلف را ارزیابی و آن‌ها را تجزیه و تحلیل نمود. اکرت و همکاران (Eckert et al., 1999) بیان داشتند که بررسی عملکرد زیست محیطی نظام‌های تولید امری مهم و ضروری برای ارزیابی میزان پایداری آنها محسوب می‌شود. در همین راستا، تعداد زیادی از محققان (Brentrup et al., 2001; Brentrup et al., 2004 a; Brentrup et al., 2004 b; Finkbeiner et al., 2006; Roy et al., 2009) بر این باورند که با توجه به دامنة کارکردهای رهیافت LCA، این روش مناسب‌ترین رویکرد برای ارزیابی پایداری فعّالیّت‌های مختلف کشاورزی می‌باشد.

مونتی و همکاران (Monti et al., 2009) با ارزیابی LCA اعلام داشتند که با جایگزین کردن گیاهان چندساله در نظام‌های زراعی رایج می‌توان اثرات زیست محیطی ناشی از تولید دی اکسید کربن و آبشویی نیترات را بیش از ۵۰ درصد کاهش داد. کانالز و همکاران (Cannals et al., 2007) نیز با مطالعه اثرات زیست محیطی فرآورده‌های اقتصادی بر محتوی مادة آلی خاک با استفاده از LCA، آن را شاخصی مناسب برای ارزیابی نظام‌های تولیدی توصیه نمودند. نای و همکاران (Nie et al., 2010) با بررسی اثرات نظام‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی بیان داشتند که کشت مخلوط باعث کاهش اثرات سوء تولید بر محیط زیست شد. برنتراپ و همکاران (Brentrup et al., 2001) بر این باورند که محاسبه LCA حتی می‌تواند مشکلات فرآیندهای نظام تولیدی از قبیل مصرف منابع و تغییر کاربری اراضی را نیز مشخص نماید. به منظور بررسی گروههای مختلف LCA در فعّالیّت‌های کشاورزی، می‌بایست اثرات زیست محیطی ناشی از مصرف مستقیم و غیرمستقیم فعّالیّت‌های مختلف در نظر گرفته شود (Brentrup et al., 2002 b; Brentrup et al., 2004 a). با توجه به این مطالب، تعدادی از مهمترین گروههای مؤثر مورد استفاده برای ارزیابی چرخة حیات در فعّالیّت‌های کشاورزی در ذیل ارائه شده است:

اهميت اقتصادي پسته كه معروف به طلاي سبز مي باشد بر هيچ كس پوشيده نيست.پسته بعنوان يك محصول استراتژيك جايگاه خاصي را در بين توليدات كشاورزي دارا مي باشد كه اين محصول بخش عمده اي از صادرات غير نفتي را تشكيل مي دهد. درشرايط كنوني حدود ۵۵ درصد از توليد جهاني و بيش از ۷۰ درصد از صادارت جهاني پسته در اختيار كشور ما قرار دارد.

نقشي كه پسته دراقتصاد كشاورزي كشور دارد ، سبب گرديده تا مناطق زيادي كه مستعد كشت اين محصول مي باشند ، به پرورش آن اختصاص يابد. از طرف ديگر سازگاري با شرايط نامساعد محيطي ازجمله شوري آب وخاك مقاومت به خشكي و كم آبي سبب گرديده تا جايگاه ويژه اي در مناطقي كه داراي شرايط نامناسب كشت براي ساير محصولات (زراعي و باغي) هستند پيدا نمايد و اين امر از نظر اقتصادي در اين مناطق داراي اهميت خاصي مي باشد .

ایران و ایالات متحده آمریکا، دو کشور اصلی در زمینهٔ تولید و صادرات پسته در جهان به‌شمار می‌روند .به‌طوری‌که حدود هفتاد تا هشتاد درصد تولید سالانه پسته در اختیار این دو کشور بوده‌است.

میزان تولید پسته در ایران سالانه حدود ۲۰۰ هزار تن است و تنها ۱۰ درصد از این محصول مصرف داخلی دارد و ۹۰ درصد دیگر صادراتی است. مصرف سالیانه پسته برای هر خانواده ایرانی حدود ۲ کیلوگرم است. تولید و صادرات پسته ایرانی، سالانه در حدود ۱,۴ تا ۱,۷ میلیارد دلار برای ایران، درآمدزایی می‌کند. پردرآمدترین محصول کشاورزی قم پسته است که ۱۸۰۰ هکتار از اراضی زراعی استان را تشکیل می‌دهد و سالانه ۱ تن پسته از ۱۵۰۰ هزار هکتار باغ بارآور ۷ سال به بالا برداشت می‌شود و ارزش آن ۲۰ میلیون دلار در سال است.

بنابراین به نظر می رسد علی رغم پژوهش های متعدد در زمینه امدیریت مصرف انرژی و ارزیابی پرخه جیات در محصولات مختلف، اثرات زیست محیطی تولید پسته و میزان مصرف انرژی و میزان پسماند ناشی از تولیدات گلخانه ای و اثرات آن بر محیط زیست در استان قم صورت نگرفته است . لذا با تلفیق محاسبه میزان انرژی مصرفی و برآورد چرخه حیات پسته تلاش می شود تا نکات بازدارنده و پیش برنده کشت این محصول مورزد ارزیابی قرار بگیرد.

مواد و روش ها

اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق به روش‌های مختلفی جمع‌آوری گردیده است که از آن جمله می‌توان به پرسش‌نامه، گفتگو و مصاحبه با کشاورزان و کارشناسان، استفاده از آمار موجود در کتابخانه‌ها و جهاد کشاورزی استان و برخی پایگاه داده اشاره کرد. اطلاعات موردنیاز باغ‌های استان با توزیع پرسش‌نامه در میان کشاورزان و مصاحبه با مسئولین جهاد کشاورزی استان حاصل شد. داده‌های مربوط به تولید نهاده‌های مصرفی نیز از پایگاه‌های داده‌ی اکوااینونت[3] موجود در نرم‌افزار سیماپرو[4] نسخه ۸,٤,۰,۰ به‌دست‌آمده که هرکدام از روش‌ها در ذیل به‌تفصیل تشریح شده است.

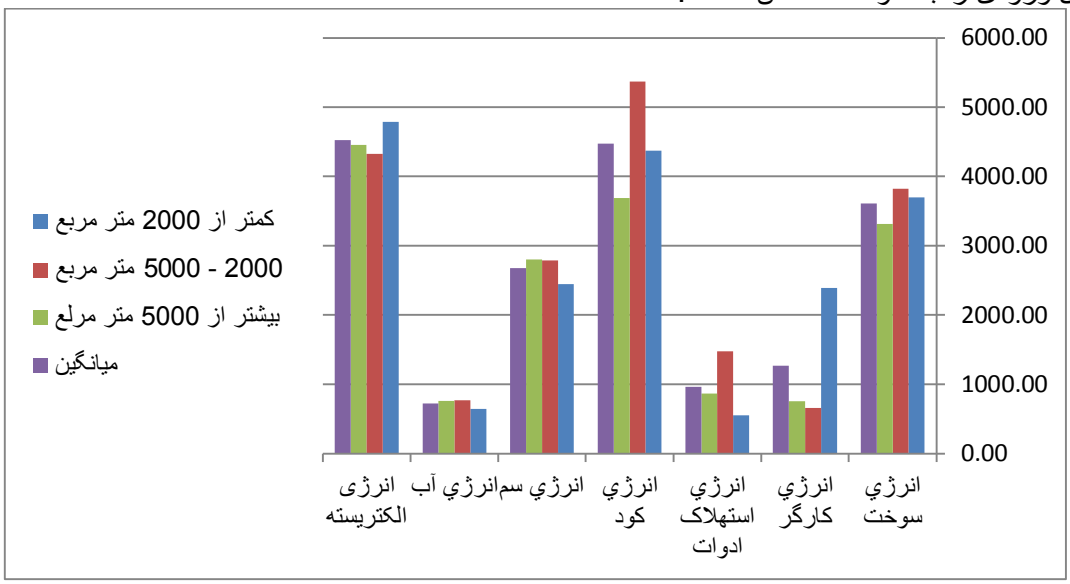
$$n = \frac{Nt^2 S^2}{Nd^2 + t^2 S^2} \qquad (۱-۳)$$

برای تعیین حجم نمونه از فرمول آماري پيشنهادشده توسط کوکران استفاده شد (Mobtaker et al., 2010). که در آن n تعداد نمونه موردنیاز، N حجم جامعه (تعداد باغ‌های شهرستان)، S انحراف معیار جامعه، d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و t ضریب اطمینان قابل‌قبول می‌باشد که با فرض نرمال بودن توزیع صفت موردنظر از جدول t استیودنت به دست می‌آید. برای تخمین انحراف معیار جامعه یک نمونه اولیه از ١٦ باغ پسته به‌طور تصادفی انتخاب شد. سپس نسبت انرژی به‌عنوان یکی از پارامترهای مهم موردبررسی در این تحقیق انتخاب‌شده و انحراف معیار آن به دست آمد. حجم نمونه از طریق فرمول کوکران برای پسته ۲۲ برآورد گردید که برای اطمینان بیشتر، ۲۵ پرسشنامه به‌صورت حضوری تکمیل شد. در این پرسش‌نامه‌ها (که در قسمت ضمایم قابل‌مشاهده است)، تمام ورودی‌ها در تولید محصولات باغی از مراحل آماده‌سازی زمین تا مرحله‌ی انتقال محصول به کارخانه در نظر گرفته‌شده بود و این اطلاعات در این پرسش‌نامه‌ها ثبت شد.

نتایج و بحث

[3] Ecoinvent database
[4] SimaPro V. 8.4.0.0

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، کل انرژی ورودی18238.33 مگاژول بر هکتار و انرژی خروجی 50626.67 مگاژول بر هکتار می‌باشد. با توجه به میانگین عملکرد پسته در هر هکتار (۲۵۵۰ کیلوگرم بر هکتار) برای تولید هر یک کیلوگرم پسته ۷/۱۵ مگاژول بر کیلوگرم انرژی مصرف می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱ شان دادهشده است انرژی کود اوره با ٢٤ درصد بیش‌ترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است و سپس الکتریسته جهت آبیاری و دیزل سوخت تراکتور به ترتیب با ۲۵ و ۲۰ درصد بیشترین انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین سم، قارچ کش و کارگز به ترتیب با ۱۵ و ۷ درصد انرژی نهاده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و درنهایت کود پتاس، علف کش و حشره کش هرکدام با تخصیص کمتر از ۳ درصد از کل انرژی مصرفی، سهم اندکی از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند.



نمودار۱. سهم نهاده های مختلف در سطوح مختلف باغات پسته در منطقه مورد مطالعه

در مطالعه مشابه، استراپاتسا و همکاران[5] در بررسی جریان انرژی تولید سیب در یونان گزارش داد که مواد شیمیایی (آفت‌کش‌ها و کود)، استفاده از ماشین‌های کشاورزی و سوخت، مهم‌ترین ورودی برای تولید سیب بودند، درحالی‌که نیروی انسانی، اگرچه به‌شدت مورداستفاده قرار می‌گرفت، به دلیل هم‌ارز انرژی آن به نسبت بسیاری از نهاده‌ها مقدار کوچکی می‌باشد، سهم کمی از کل انرژی‌ها را در خود جای داد؛ در این مطالعه کل انرژی ورودی ۵۰۷۰۰ مگاژول بر هکتار محاسبه گردید که سوخت دیزل با ۳۳ درصد پرمصرف‌ترین نهاده بوده و همچنین ماشین ها و کودهای شیمیایی با ۲۵ و ۱۵ درصد سهم نسبتاً زیادی از کل انرژی مصرفی را دار بودند (Strapatsa et al., 2006). در مطالعه دیگری که در چهار باغ سیب در سه منطقه‌ی شمال یونان صورت گرفت، نتایج نشان داد که در سیستم‌های کشاورزی ، بخش مهم استفاده از انرژی مربوط به قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و کار انسانی می‌باشد (Kehagias et al., 2015). موسوی اول و همکاران در طی مطالعه‌ای اظهار داشتند که در میوه‌های سیب استان تهران، بیشترین سهم مصرف انرژی را نیروی انسانی، ماشین‌آلات، سوخت دیزل و مواد شیمیایی در برمی‌گیرد (Mousavi avval et al., 2011b). در مطالعه مشابه دیگری رفیعی و همکاران به تحلیل انرژی تولید سیب در ایران پرداختند که در طی آن کل انرژی موردنیاز برای یک هکتار باغ سیب برابر با ٤٢٨١٩/٢٥ مگاژول محاسبه گردید. در این مطالعه نیز سوخت دیزل بیشترین مصرف انرژی با به خود اختصاص داد که سهم آن ۲۱/۸۸ درصد از بین انرژی‌های ورودی برآورد گردید.

جدول۱. انرژی نهاده و ستانده در تولید پسته در منطقه مورد مطالعه

[5] Strapatsa

حدول۲. تحلیل شاخص‌های انرژی در تولید پسته

ممیزی انرژی محصول پسته		کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع	متر 5000 - 2000 مربع	بیشتر از ۵۰۰۰ متر مربع	میانگین
انرژی ورودی	انرژی سوخت	3700.00	3820.00	3312.00	3610.67
	انرژی کارگر	2389.00	658.00	754.00	1267.00
	انـرژی اسـتهلاک ادوات	548.00	1470.00	865.00	961.00
	انرژی کود	4369.00	5368.00	3687.00	4474.67
	انرژی سم	2443.00	2789.00	2800.00	2677.33
	انرژی آب	645.00	767.00	760.00	724.00
	انرژی الکتریسته	4789.00	4323.00	4459.00	4523.67
	کل	18883.00	19195.00	16637.00	18238.33
انرژی خروجی	عملکرد محصول	2200.00	2650.00	2800.00	2550.00
	انرژی محصول	41200.00	46800.00	49300.00	45766.67
	انرژی بقایا	3890.00	9680.00	1010.00	4860.00
	کل	45090.00	56480.00	50310.00	50626.67
شاخص انرژی	**نسبت انرژی**	**2.39**	**2.94**	**3.02**	**2.78**
	بهره وری انرژِی	0.12	0.14	0.17	0.14
	شدت انرژی	۸/۵۸	۷/۲۴	۵/۹۴	۷/۱۵
	افـــزوده خـــالص انرژی	26207.00	37285.00	33673.00	32388.33

مقادیر شاخص‌های انرژی برای هر یک از فرآورده‌های موردمطالعه در جدول ٤-٣ نشان داده‌شده است. مقدار نسبت انرژی برابر با ٢/٧٨ برآورد شد. بهره‌وری انرژی که بیان‌کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی مصرف‌شده است، ٠/١٤ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. همچنین شدت انرژی که نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است،١٥ /٧ مگاژول بر کیلوگرم برآورد شد. مقدار افزوده خالص انرژی یا به عبارتی تفاضل انرژی خروجی از انرژی ورودی به ازای یک هکتار 32388.33 مگاژول است. انرژی بزرگ‌تر از یک برای محصولات کشاورزی بیانگر این موضوع است که از آن محصولات به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌شود، در این مطالعه نسبت انرژی بزرگتر از ١ و همین‌طور مثبت بودن افزوده خالص انرژی به این معناست که در استان قم تولید پسته علاوه بر سود اقتصادی، برای بازدهی انرژی نیز تولید می‌گردد.

جدول ٣. ارزیابی شاخص‌های چرخه زندگی باغ پسته

بخش‌های اثر	واحد	به ازای یک‌تن پسته
١- تقلیل منابع غیر آلی	kg Sb eq.	٠/٦٨
٢- تقلیل منابع غیر آلی(سوخت‌های فسیلی)	MJ	٣٤٥٦/٣٤
٣- پتانسیل گرمایش جهانی	kg CO_2 eq.	٧٠٧/٢٧
٤- نقصان لایه ازن	kg CFC-11 eq.	٠/٠٠
٥- مسمومیت انسان‌ها	kg 1,4-DB eq.	٩٨/٨٩
٦- مسمومیت آب‌های سطحی	kg 1,4-DB eq.	١٢٨٩/٤٥
٧- مسمومیت آب‌های آزاد	kg 1,4-DB eq.	٥٦٨٩٠/٥٦
٨- مسمومیت خاک	kg 1,4-DB eq.	٨/٨٧
٩- اکسیداسیون فتوشیمیایی	kg C_2H_4 eq.	٠/٢٣
١٠- پتانسیل اسیدی شدن	kg SO_2 eq.	٨/٨٧

۱۱- اختناق دریاچه‌ای	kg PO_4--- eq.	٤/٦٥

میزان انتشار در هر بخش اثر به ازای یکتن پسته تولیدی در جدول ۴-۷ نشان داده‌شده است. یکی از مهم‌ترین بخش‌های اثر موردبررسی در این مطالعه، پتانسیل گرمایش جهانی می‌باشد. از پتانسیل گرمایش جهانی به‌منظور بیان سهم گازهای منتشرشده از سامانه‌های زراعی استفاده می‌شود. در این مطالعه میزان پتانسیل گرمایش جهانی به ازای هر یکتن محصول پسته تولیدی، برابر با ۷۰۷/۲۷ کیلوگرم معادل کربن دی‌اکسید برآورد شده است .همچنین به ازای تولید یک کیلوگرم پسته، بخش اثر تقلیل منابع غیر آلی برابر با ۰/٦۸ kg Sb eq برآورد گردید. علاوه بر این نتایج نشان داد در مرحله تولید نهاده‌ها به میزان ۳٤٥٦/۳٤ مگاژول انرژی از منابع غیر آلی مصرف می‌شود که بخش قابل‌توجهی از این میزان مربوط به تولید سوخت دیزل و پس‌ازآن مربوط به سموم و کودهای شیمیایی می‌شود. نتایج این مطالعه که در شکل ۴-۶ آمده است، نشان می‌دهد که در روند تولید پسته در قم، مصرف سوخت دیزل بیشترین تأثیر را بر پتانسیل گرمایش جهانی دارد، و همچنین انتشارات ناشی از تولید و احتراق آن سهم به سزایی در اکسیداسیون فتوشیمیایی دارند. سموم شیمیایی تأثیر به سزایی در اثرات زیست‌محیطی تولید پسته دارند به‌طوری‌که انتشارات خارج مزرعه‌ای این سموم که مربوط به تولید آن‌ها می‌گردد در تقلیل منابع غیر آلی، نقصان لایه ازن و مسمومیت انسان‌ها مؤثرترین فاکتور بوده و نیز انتشارات مستقیم آن در مسمومیت آب‌های سطحی و مسمومیت خاک تأثیر به سزایی گذاشته است. مسمومیت آب‌های آزاد به‌صورت قابل‌توجهی متأثر از تأثیر انتشارات ناشی از تولید کودهای شیمیایی (اوره، فسفات و پتاس) و سموم بوده و نیز مصرف این کودها به همراه کود دامی به‌عنوان یکی از مؤثرترین فاکتورها در پتانسیل اسیدی شدن و اختناق دریاچه‌ای محاسبه گردید. در مطالعه‌ی مشابهی که در کشور یونان بر سه محصول پسته، بادام و سیب انجام گرفت انتشارات ناشی از تولید عملیات مدیریت باغ، تولید کودهای شیمیایی و تولید سموم شیمیایی به ترتیب بیشترین اثر زیست‌محیطی را در پتانسیل گرمایش جهانی و اختناق دریاچه‌ای در روند تولید سیب دارا بودند. در این مطالعه مدیریت باغ، ماشین‌های باغی، تولید سموم و کودهای شیمیایی و سیستم آبیاری به‌عنوان نهاده‌های پرکاربرد موردبررسی قرار گرفتند که لازم به ذکر است بخش عظیمی از انرژی مربوط به مدیریت باغ مربوط به مصرف سوخت می‌گردد (Bartzas et al., 2017). همچنین در مطالعه‌ی لونگو و همکاران نیز مصرف سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به‌عنوان نهاده‌هایی معرفی شدند ک بیشترین انتشارات را در تولید سیب داشته و بیشترین اثرات زیست‌محیطی را در گروه‌های اثر تغییرات اقلیم، اختناق دریاچه‌ای، اسیدی سازی، مسمومیت انسان‌ها، مسمومیت خاک و منابع آب دارند (Longo et al., 2017). با توجه به نتایج ذکرشده می‌توان عنوان داشت با کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی و کاهش عملیات کشاورزی درون باغ می‌توان به مقدار قابل‌توجهی از انتشارات زیست‌محیطی کاهش داد. ازجمله اقداماتی که در مطالعه‌ی بارتزاس و همکاران پیشنهاد گردیده، ارزیابی میزان دقیق نیاز باغات به کودهای شیمیایی و مصرف به میزان موردنیاز آن‌ها، کاهش میزان انتشارات ناشی از مصرف کودها با استفاده از کاتالیزورهایی برای تجزیه‌ی N_2O منتشره به مواد دیگر، مدیریت بر نوسازی کارخانه‌های تولید سموم و کودهای شیمیایی جهت کاهش آلایندگی‌های تولید آن‌ها و کاهش فاصله‌ی محل‌های توزیع سموم از باغات جهت کاهش میزان حمل‌ونقل و صرفه‌جویی در میزان سوخت می‌باشد. لازم به ذکر است که در این مطالعه و مطالعات مشابه دیگر که با رویکرد ارزیابی چرخه‌ی زندگی تولیدات گیاهی انجام می‌شود تنها انتشار آلاینده‌ها موردبررسی قرار می‌گیرند در حالی گیاهان توانایی جذب آلاینده‌های زیست‌محیطی را نیز دارا می‌باشند. به‌طور مثال گیاهان مقدار زیادی دی‌اکسید کربن در طول دوره‌ی رشد خود جذب می‌کنند به‌طوری‌که ممکن است مقدار جذب این گاز توسط گیاه بیشتر از انتشار آن باشد. نکته‌ی قابل‌توجه این است که بخش کشاورزی، تنها منتشرکننده‌ی این گاز نبوده اما تنها جذب‌کننده‌ی این گاز محسوب می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، گیاهان توانایی برقراری توازن کربن در طبیعت را دارا هستند؛ بنابراین با توجه به حجم زیاد انتشار دی‌اکسید کربن از سایر بخش‌ها باید انتشار آلاینده‌های بخش کشاورزی به حداقل برسد تا گیاهان بتوانند توازن کربن را برقرار سازند (خوشنویسان، ۱۳۹۲).

در پایان نیز می توان پیشنهاد داد که با توجه به نیاز مبرم بخش کشاورزی به نوسازی ماشین‌ها و مخصوصاً نیاز به استفاده از ادوات سم‌پاشی کم‌مصرف‌تر، توسعه‌ی شرکت‌هایی که عملیات درون باغی را به‌صورت مکانیزه و حرفه‌ای انجام دهند می‌تواند به کاهش مصرف سموم و سوخت دیزل در بخش کشاورزی کمک کند. همچنین ارائه الگوهای مناسب

مصرف انرژی در مزارع و باغات با استفاده از روش‌های مختلف بهینه‌سازی و شناسایی روش‌هایی که منجر به کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف عملیات باغی برای منطقه موردمطالعه می‌شوند.

منابع و مراجع

۱. الماسی، م.، کیاني، ش.، لویمي، ن. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزي. چاپ چهارم، انتشارات جنگل.

۲. اردیخانی، ه.، غلامی پرشکوهی، م.، رنجبر، ا.، قهدریجانی، م.، ۱۳۹۱. تعیین روند مصرف انرژي جهت تولید محصولات باغی (مطالعهٔ موردي: شهرستان بوئین‌زهرا استان قزوین)، فصلنامه مهندسی زیست سامانه ۳(۱).

۳. بی‌نام: ۱۳۹۴a. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی.

٤. بی‌نام: ۱۳۹۷ سالنامه آماری استان قم، مرکز آمار ایران.

٥. تندر رو، ر.، عاقل، ح.، ثنایی مقدم، ا. ۱۳۸۹. برآورد نسبت انرژی ورودی به خروجی و تحلیل هزینه نهاده‌ها در تولید محصول انگور سلطانی (مطالعه موردی منطقه قوچان). اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی، بهمن ۱۳۸۹.

٦. جمالی راد، م. ۱۳۸۸. بهینه‌سازی مصرف انرژی. قلم علم.

۷. سفیدپری، پ.، رفیعی، ش.، اکرم، ا. ۱۳۹۱. مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری و مرغ تخم‌گذار به کمک روش‌های بهینه‌سازی فازی، مطالعه موردی: شهرستان‌های ری و کرج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۸. سماواتیان، ن.، رفیعی، م.، مبلی، ح. ۱۳۸۸. بررسی مکانیزاسیون تولید سیر مطالعه موردی: شهرستان‌های همدان و بهار در استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۹. طهماسبی افشار، م. ۱۳۷۸. ارزش سلامتی آب‌میوه. انتشارات نشر دانشگاهی.

۱۰. غیاث‌الدین، م.، صورتی، ل.، ۱۳۹۳. بررسی تغییرات آلاینده‌ی ازن در ایستگاه اقدسیه شرکت کنترل کیفیت هوا و پارامترهای هواشناسی طی مدت هفت ماه (مهر ۸۶ تا فروردین ۸۷) در تهران. علوم و تکنولوژی محیطزیست ۱۶(۴).

۱۱. قهدریجانی، م. ۱۳۸٦. تعیین میزان مصرف انرژی گندم و سیب‌زمینی در سطوح مختلف کشت در غرب اصفهان (فریدن و فریدون‌شهر). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۲. کوچکی، ع.، حسینی، م.، خزایی، ح. ۱۳۷٦. نظام‌های کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۳. کوچکي ع. و م. حسيني: کار آیی انرژي در اکوسیستم‌های کشاورزي، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسي مشهد، مشهد، ۱۳۷۳.

۱٤. یوسفی نژاد استادکلایه، م.، ۱۳۹۴. ارزیابی انرژی مصرفی و انتشار آلاینده‌های کارخانه‌های اصلی تولید سیگار در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۵. Allen, D., Shonnard, D., 2002. Green engineering: environmentally conscious design of chemical processes. Upper Saddle River: Prentice Hall

۱۶. Amienyo, D., Gujba, H., Stichnothe, H., & Azapagic, A., 2013. Life cycle environmental impacts of carbonated soft drinks. The International Journal of Life Cycle Assessment, 18(1), 77-92.

۱۷. Anonymous, 2014. Results of the survey design from industrial workshops of 10-49 employees. National Statistics Organization. (In Persian with English abstract). https://www.amar.org.ir

۱۸. Arzoumanidis, I., Salomone, R., Petti, L., Mondello, G., Raggi, A., 2017. Is there a simplified LCA tool suitable for the agri-food industry? An assessment of selected tools. Journal of Cleaner Production 149, 406-425.

۱۹. Ashurst, P. R., 2016. Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. John Wiley & Sons.

۲۰. Barber A. And Scarrow S: Kiwi fruit Energy Audit, Agriculture New Zealand. Ltd., 2001.

٢١. Bartzas, G., Vamvuka, D., & Komnitsas, K., 2017. Comparative life cycle assessment of pistachio, almond and apple production. Information Processing in Agriculture, 4(3), 188-198.