



ارزیابی چرخه‌ی حیات تولید عسل، مطالعه‌ی موردی: شهرستان نجف آباد

مجید خانعلی*^۱، مجید یوسفی نژاد استاد کلاهی^۲، مهران موحدی^۳، حسین دهبان^۴

۱- استادیار، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی پردیس و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

چکیده

در این مطالعه، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید عسل در شهرستان نجف‌آباد استان اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه‌ی حیات مورد بررسی قرار گرفت. بخشی از اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه و گفتگو با زنبورداران و بخشی دیگر از پایگاه‌های داده‌ی مرتبط با مطالعات ارزیابی چرخه‌ی حیات استخراج گردیده است. از نرم‌افزار سیمپرو برای ارزیابی چرخه‌ی حیات تولید عسل استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از شکر برای تغذیه‌ی زنبورها و همچنین کامیون برای حمل و نقل کندوها بیشترین اثرات زیست‌محیطی را در تولید عسل داشته است. لذا پیشنهاد می‌شود که استفاده‌ی بهینه از شکر و وسایل حمل و نقل و تا حد امکان کوتاه کردن مسافت‌های حمل و نقل در دستور کار قرار گیرد. همچنین مشاهده شد که تولید عسل در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی دارای اثرات زیست‌محیطی کمتری می‌باشد و احتمالاً عسل می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای سایر شیرین‌کننده‌ها از جمله شکر در جهت کاهش آلاینده‌گی ناشی از تولید مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ارزیابی چرخه‌ی حیات، عسل، نجف‌آباد، آلاینده‌گی

مقدمه

زنبور عسل نقش بسیار مهمی در گرده‌افشانی گیاهان و در نتیجه بقای گونه و همچنین افزایش کمی و کیفی محصولات آن‌ها دارد. علاوه بر این، زنبور عسل خود دارای تولیدات متنوعی مانند عسل، موم، بره موم، ژله‌ی رویال و زهره نیز می‌باشد. تولید عسل مهم‌ترین صفت اقتصادی زنبور عسل می‌باشد (مستأجران و همکاران ۱۳۷۹). پرورش و نگهداری زنبور عسل تلاشی مفید در جهت تولید مواد غذایی است و زنبور عسل تنها موجود استفاده‌کننده از منابع وافر و رایگان طبیعت (شهد و گرده‌ی گل‌ها) در جهت تبدیل آن به مواد غذایی مهم است که همه‌ساله می‌تواند در غیاب زنبور عسل به هدر رود (گلچین و جلالی ۱۳۹۰).

امروزه زنبورداری به‌عنوان یکی از رشته‌های کشاورزی در اکثر کشورهای جهان به رسمیت شناخته شده است (رستگار و همکاران ۱۳۸۶). تولید عسل در مقایسه با سایر شیرین‌کننده‌ها از قبیل شکر، نیازی به استفاده‌ی مستقیم کود شیمیایی و آبیاری نداشته و نیز مسائل مربوط به استفاده از زمین را به وجود نمی‌آورد؛ زیرا عسل محصول یک گیاه کشت شده نمی‌باشد



(Melathopoulos 2006). عملیات زنبورداری تجاری در ایران بیشتر از طریق تولید عسل ارزش اقتصادی به وجود می‌آورد در حالی که در بسیاری از کشورها از جمله در ایالات متحده آمریکا خدمات گرده‌افشانی نیز یکی از مهم‌ترین منابع درآمد زنبورداران می‌باشد. در سال ۲۰۰۰، تخمین زده شد که ارزش اقتصادی گرده‌افشانی زنبورعسل، ۱۴/۶ میلیارد دلار به ارزش کشاورزی آمریکا افزوده است (Morse 2000). در سطح جهانی، تقریباً یک سوم از تولید غذای جهان وابسته به گرده‌افشانی حشرات است که تخمین زده می‌شود ۸۰ درصد از آن توسط زنبورعسل صورت می‌گیرد (Pimentel et al. 1997). تعداد زیادی از محصولات کشاورزی از جمله بادام، سیب، آووکادو و غیره به گرده‌افشانی زنبورعسل وابسته هستند (Johnson 2010). زنبورداران برای انجام خدمات گرده‌افشانی، جمع‌آوری شهد گیاهان (به منظور تولید عسل) و نیز جلوگیری از اثرات مخرب آب‌وهوای جمعیت زنبورعسل (بسته به شرایط مکان پرورش آن‌ها) باید کندوها را به وسیله‌ی کامیون منتقل کنند؛ لذا حمل و نقل کلنی‌های زنبور یک فرآیند مهم در زنبورداری تجاری است.

مطالعات متعددی در ایران پیرامون ارزیابی چرخه‌ی حیات محصولات کشاورزی انجام شده است. یوسفی نژاد استاد کلابه و همکاران (۱۳۹۳) ارزیابی آلاینده‌های تولید سیر در استان گیلان را با رویکرد ارزیابی چرخه‌ی حیات مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین آلاینده‌گی، مربوط به ماشین‌ها و تجهیزات زراعی می‌باشد و برای کاهش آلاینده‌گی، باید به کارگیری مناسب ماشین‌های کشاورزی در دستور کار قرار گیرد.

ارزیابی چرخه‌ی حیات تولید عسل تاکنون در ایران مورد بررسی قرار نگرفته است؛ اما در سایر کشورها مطالعاتی در مورد چرخه‌ی حیات محصولات غذایی از جمله عسل انجام شده است. کندال و همکاران (۲۰۱۲) انتشار گازهای گلخانه‌ای در چرخه‌ی حیات تولید و فرآوری عسل را تحت شرایط ایالات متحده‌ی آمریکا مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کل چرخه‌ی حیات عسل فرآوری شده در محدوده‌ی ۰/۶۷ تا ۰/۹۲ کیلوگرم معادل کربن دی‌اکسید می‌باشد. رز و گراهام (۲۰۰۹) به توصیف انتشارات مربوط به مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای در کسب و کارهای خانگی و کوچک در استرالیا (که شامل مصرف عسل می‌شود) پرداختند. آن‌ها دریافتند که می‌توان ۲-۲/۵۸ کیلوگرم معادل کربن دی‌اکسید منتشر شده را با عدم قطعیت ± 35 درصد به عسل نسبت داد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

این مطالعه در شهرستان نجف‌آباد واقع در استان اصفهان انجام شد. بخشی از اطلاعات مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه‌ی حضوری جمع‌آوری شد. تعداد ۳۰ پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نظر تکمیل شده و میانگین داده‌های به دست آمده برای ارزیابی چرخه‌ی حیات تولید عسل مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های مربوط به تولید نهاده‌های مصرفی نیز از پایگاه‌های داده‌ای که در نرم‌افزار ارزیابی چرخه‌ی حیات SimaPro 8.0.3 موجود است به دست آمد.

ارزیابی چرخه‌ی حیات

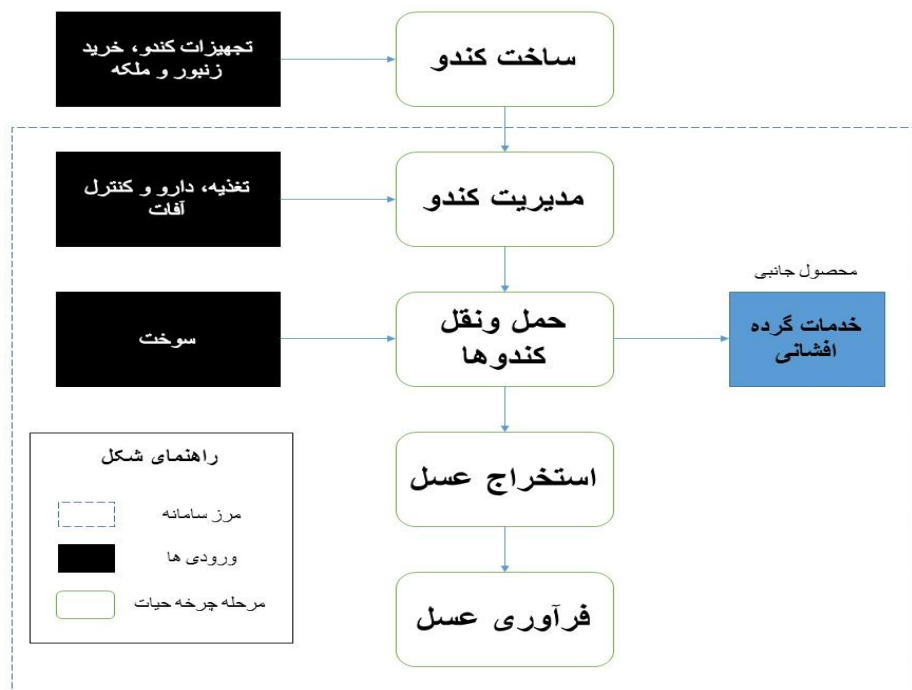
ارزیابی چرخه‌ی حیات از روندی که در استاندارد ISO 14044 آورده شده است پیروی می‌کند. روند ارزیابی چرخه‌ی حیات از چهار مرحله تشکیل شده است: تعیین هدف و دامنه، تحلیل سیاهه، ارزیابی اثرات و تفسیر نتایج. در مرحله‌ی تعیین هدف و دامنه در مورد چگونگی (دامنه) و چرایی (هدف) یک مطالعه‌ی ارزیابی چرخه‌ی حیات بحث می‌شود. تعیین هدف، نتیجه و عواید حاصل از مطالعه را مشخص می‌کند و تعیین دامنه در رابطه با توصیف واحد عملکردی محصول مورد مطالعه، سامانه‌ی تولید و مرزهای آن، روند جمع‌آوری و پردازش داده‌ها و بخش‌های اثر زیست‌محیطی مورد نظر می‌باشد. در مرحله‌ی تحلیل سیاهه، منابع طبیعی و دیگر



ورودی‌های سامانه و انتشارات آلاینده‌ها و سایر خروجی‌ها در هر فرآیند از سامانه‌ی تولید مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مرحله‌ی ارزیابی اثرات، ورودی‌های منابع طبیعی و انتشارات زیست‌محیطی به صورت سهم آن‌ها در محدوده‌ی بخش‌های اثر منتخب ارائه می‌شود و در مرحله‌ی نهایی نتایج مراحل قبلی تفسیر می‌شود (Khoshnevisan et al. 2013).

واحد عملکردی یک مفهوم کلیدی در مطالعات ارزیابی چرخه‌ی حیات می‌باشد که مقایسه‌ی تولیدات و خدمات مختلف را امکان‌پذیر می‌سازد (ISO 2006). واحد عملکردی در پژوهش حاضر بر پایه‌ی جرم می‌باشد و به صورت تولید یک تن عسل در طول یک سال زراعی تعیین می‌شود.

یکی دیگر از اقدامات مهم و الزامی در مرحله‌ی تعیین هدف و دامنه، انتخاب مرز سامانه است. تعیین مرز مطالعه به منظور محاسبه‌ی دقیق‌تر مواد منتشرشده‌ی ناشی از مصرف درون مزرعه و یا پس از برداشت و خروج از مزرعه و در طی فرآیندهای فرآوری ضروری می‌باشد (Suh et al. 2004). ارزیابی چرخه‌ی حیات یک نگرش «گهواره تا گور» می‌باشد اما این امکان فراهم شده است تا به منظور تمرکز بیشتر روی فرآیندها، مرز سامانه به صورت بخشی از کل سامانه در نظر گرفته شود و نتایج بر اساس مرز انتخاب شده و برای یک مقیاس کوچک‌تر بیان شوند (خوشنویسان و همکاران ۱۳۹۲). مرز سامانه در این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: مراحل تولید عسل و مرز سامانه‌ی مورد مطالعه



بخش های اثر مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید عسل بر اساس روش CML 2 baseline 2000 انجام گرفته است (PRé Consultants 2013).

جدول ۱: بخش های اثر و نماد و واحد اندازه گیری هر کدام از آنها

بخش های اثر	نماد	واحد اندازه گیری
تقلیل مواد غیر آلی ^۱	AD	kg Sb eq
اسیدی شدن ^۲	AC	kg SO2 eq
اختناق دریاچه ای ^۳	EU	kg PO43- eq
گرمایش جهانی ^۴	GW	kg CO2 eq a
نقصان لایه ی ازن ^۵	OD	kg CFC-11 eq
مسمومیت انسان ها ^۶	HT	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت آب های سطحی ^۷	FAET	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت آب های آزاد ^۸	MAET	kg 1,4-DCB eq b
مسمومیت خاک ^۹	TE	kg 1,4-DCB eq b
اکسیداسیون فتو شیمیایی ^{۱۰}	PhO	kg C2H4 eq

a. Considering 100 years
b. DCB= dichlorobenzene

نتایج و بحث

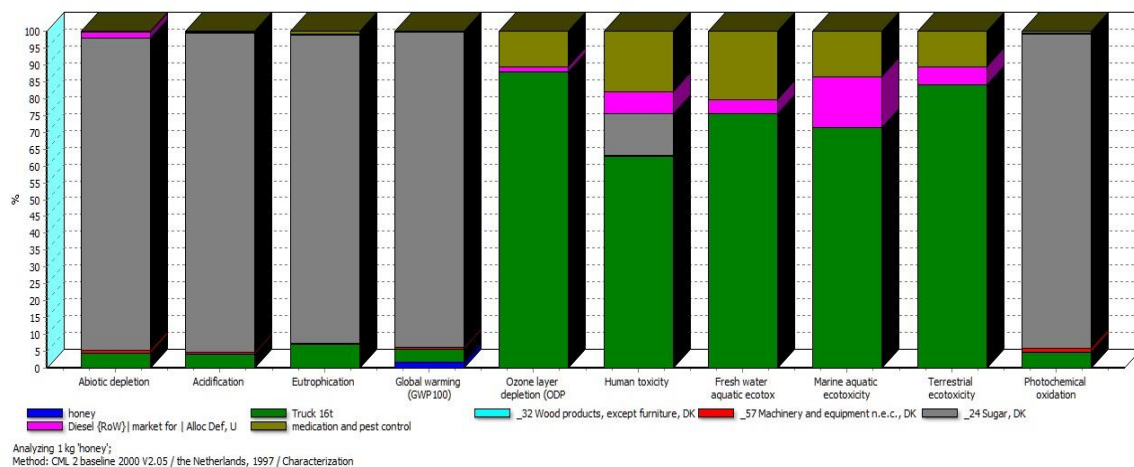
نتایج ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید عسل و مقایسه ی آن با یک محصول کشاورزی (سیر) در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان می دهد که تولید عسل در مقایسه با تولید محصول سیر اثرات مخرب کمتری بر روی محیط زیست دارد. سهم هر یک از نهاده های مصرفی در بخش های اثر آلاینده های زیست محیطی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، استفاده از شکر در تغذیه ی زنبور در بخش های اثر AD، AC، EU، GW و PhO دارای نقش اساسی می باشد و در سایر بخش های اثر استفاده از کامیون برای حمل و نقل دارای نقش اساسی می باشند. در نتیجه با استفاده ی بهینه از شکر و وسایل حمل و نقل می توان آلاینده های مربوط به بخش های اثر ذکر شده را به طور چشم گیری کاهش داد.

1. Abiotic Depletion
2. Acidification
3. Eutrophication
4. Global Warming
5. Ozone Layer Depletion
6. Human Toxicity
7. Freshwater Aquatic Ecotoxicity
8. Marine Aquatic Ecotoxicity
9. Terrestrial Ecotoxicity
10. Photochemical Oxidation



جدول ۲: انتشارات مربوط به محصول تولیدی در هر یک از بخشهای اثر

بخش های اثر	واحد	به ازای یک تن عسل تولید شده	به ازای یک تن سیر تولید شده (یوسفی نژاد استاد کلايه و همکاران ۱۳۹۳)
تقلیل مواد غیر آلی	kg Sb eq	۰/۰۴	۱/۲۶
اسیدی شدن	kg SO2 eq	۰/۰۴	۰/۷۵۶
اختناق دریاچه‌ای	kg PO43-eq	۰/۰۰۴۶	۰/۰۹۷۹
گرمایش جهانی	kg CO2 eq	۶/۹۱	۲۱۲
نقصان لایه‌ی ازن	kg CFC-11 eq	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱۱
مسمومیت انسان‌ها	kg 1,4-DCB eq	۰/۱۶	۲۰/۶
مسمومیت آب‌های سطحی	kg 1,4-DCB eq	۰/۰۲۲	۸
مسمومیت آب‌های آزاد	kg 1,4-DCB eq	۶۸/۹۲	۳۷۹۰
مسمومیت خاک	kg 1,4-DCB eq	۰/۰۰۰۶۵	۳/۸
اکسیداسیون فتوشیمیایی	kg C2H4 eq	۰/۰۰۱۹	۰/۰۵۷۷

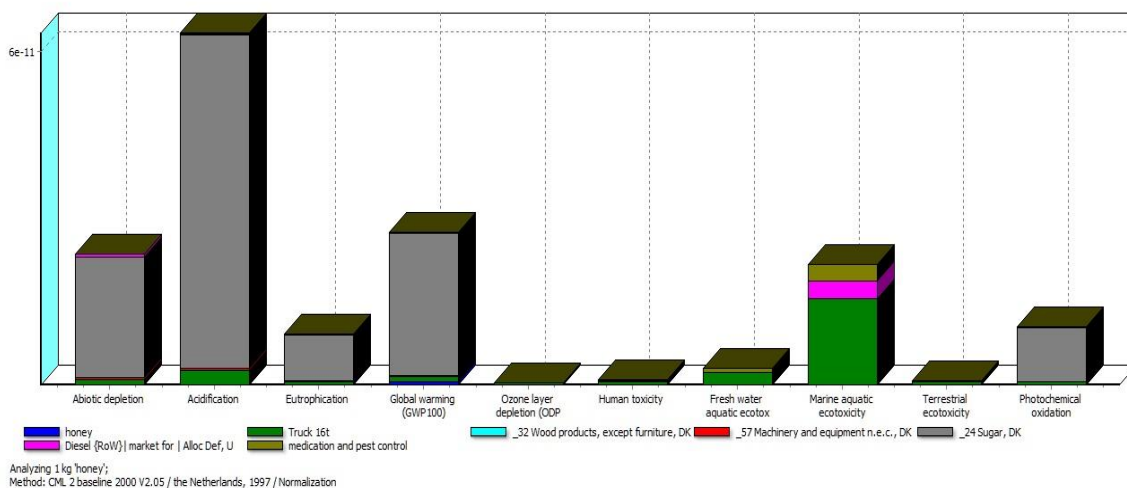


شکل ۲: سهم هر یک از نهاده‌ها در بخش‌های اثر متفاوت

روش‌های مختلفی مقایسه‌ی شاخص هر بخش اثر با یک مقدار مرجع (نرمال) را امکان‌پذیر می‌کند؛ بدین صورت که هر بخش اثر به یک مقدار مرجع تقسیم می‌شود. مقدار مرجعی که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد، مقدار متوسط بار زیست‌محیطی سالانه در یک کشور یا اقلیم به ازای هر فرد می‌باشد. این فرآیند، نرمال‌سازی نامیده می‌شود. هر کدام از بخش‌های اثر دارای واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی می‌باشند. این امر موجب می‌شود که مقایسه‌ی اهمیت بخش‌های اثر متفاوت ممکن نباشد. نرمال‌سازی بخش‌های اثر، واحدهای اندازه‌گیری این بخش‌ها را یکسان می‌سازد؛ در نتیجه مقایسه‌ی بین آن‌ها، حتی توسط افراد غیرمتخصص نیز، ممکن می‌شود (Khoshnevisan et al. 2013). نتایج نرمال‌سازی در شکل ۳ خلاصه شده است. با توجه به شکل، مشاهده



می‌کنیم که بخش اثر اسیدی شدن با مقدار نرمال شده $10^{-11} * 6/33$ دارای بیشترین بار زیست‌محیطی در فرآیند تولید عسل می‌باشد.



شکل ۳: نتایج نرمالسازی بخشهای اثر

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این مطالعه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید عسل در شهرستان نجف‌آباد واقع در استان اصفهان با رویکرد ارزیابی چرخه‌ی حیات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آلاینده‌های مربوط به شکر (برای تغذیه‌ی زنبور) و کامیون (برای حمل و نقل کندوها) دارای بیشترین سهم می‌باشد؛ لذا به منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی تولید عسل باید استفاده‌ی مناسب از این نهاده‌ها در دستور کار قرار گیرد. نتایج نرمال‌سازی نشان داد که بخش اثر اسیدی شدن با مقدار نرمال شده $10^{-11} * 6/33$ دارای بیشترین بار زیست‌محیطی می‌باشد و نهاده‌ی شکر بیشترین سهم (۹۴/۶ درصد) را در این بخش اثر دارا می‌باشد.

نتایج مقایسه‌ی تولید عسل با یک محصول کشاورزی (سیر) نشان داد که تولید عسل در همه‌ی بخش‌های اثر دارا اثرات زیست‌محیطی کمتری می‌باشد؛ لذا پیشنهاد می‌شود در ادامه، تولید عسل با تولید سایر شیرین‌کننده‌ها از جمله شکر مورد مقایسه قرار گیرد و احتمالاً عسل می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای آنها باشد.

منابع

- خوشنویسان، بنیامین؛ شاهین رفیعی؛ محمود امید و حسین موسی زاده، ۱۳۹۲، مدل‌سازی و پیش‌بینی شاخص‌های زیست‌محیطی کشت سیب‌زمینی با بهره‌گیری از سیستم استنتاج عصبی - فازی تطبیقی و رویکرد ارزیابی چرخه زندگی، دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، همدان، شرکت هم‌اندیشان محیط‌زیست فردا
- رستگار، ش.، بارانی، ح. و اکبرزاده، م.، (۱۳۸۶). تعیین میزان جذابیت گیاهان مرتعی مورد استفاده زنبور عسل و تهیه‌ی تقویم زنبورداری در مراتع ییلاقی پلور. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول، ۱۲-۱.
- گلچین، م. و جلالی، م. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر عناصر آب و هوایی در تولید کندوی زنبور عسل بومی شهرستان اهر. نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ۴۵، ۲۰۲-۱۸۳.



- مستأجران، م.، ادریس، م.ع.، عبادی، ر. و طهماسبی، غ. (۱۳۸۹). برآورد ضریب وراثت پذیری صفات ظاهری و تولید عسل کلنی های زنبور عسل اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، شماره اول.
- یوسفی نژاد استاد کلایه، م.، نبوی پله سرایی، ا. و شریفی، م. (۱۳۹۳). ارزیابی انرژی مصرفی و آلاینده های زیست محیطی در تولید سیر استان گیلان: مطالعه موردی شهرستان لنگرود. اولین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست.
- ISO. (2006). Environmental Management: Life Cycle Assessment: Principles and Framework. ISO 14040.
- Johnson R., (2010). Honey bee colony collapse disorder. Congressional Research Service, Washington
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S. and Mousazadeh, H. (2013). Environmental Impact Assessment of Open Field and Greenhouse Strawberry Production. European Journal of Agronomy 50: 29-37.
- Melathopoulos A (2006). Honey as Canada's sustainable and ethical sweetener. Hivelights 19(2):14-17
- Morse RA (2000). The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Bee Culture 128:1-151
- Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huan, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T. and Cliff, B. (1997). Economic and environmental benefits of biodiversity. BioScience 47(11):747-757
- PRé Consultants, 2013. Introduction to LCA with SimaPro.
- Rose, B. J., and Grabham, S. (2009). GHG energy calc help. Available from: <http://www.ghgenergycalc.com.au/freestuff/GHGEnergyCalcHelp.pdf>. Accessed August 2010.
- Suh, S., Lenzen, M., Treloar, G.J., Hondo, H., Horvath, A., Huppel, G., Jolliet, O., et al. (2004). System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories Using Hybrid Approaches. Environmental Science & Technology 38, no. 3: 657-64.



کنفرانس بین‌المللی علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست (CESET)

۱۵ و ۱۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ دانشگاه تهران

بدین وسیله خواهی می شود

مجید خاتعلی، مجید بوسقی نژاد استاد کلايه، مهران موحدي، حسين دهبان

مقاله ارزشمند با عنوان

ارزايی چرخه‌ی حيات توليد عسل، مطالعه‌ی موردی: شهرستان نجف‌آباد

رادر کنفرانس بین‌المللی علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست (CESET 2015) که در اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ در محل دانشگاه تهران برگزار گردیده است، ارائه نموده اند.

دکتر محمدي اردشاهي
رئيسي کنفرانس

دکتر محمدحسني نوري سبكي
دبير عامي کنفرانس

مهندس صديقرضا ثريسي
دبير احداثي کنفرانس