Archive of SID

فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال پانزدهم / شماره ۶۲/ پاییز ۱۳۹۸/ صفحات ۱۸۰-۱۵۵

ارزیابی الگوی مصرف انرژی و اثرات زیست‌محیطی تولید کلزا در شرایط دیم استان ایلام

رستم فتحی[۱]
دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، phd.rostamfathi@asnrukh.ac.ir

کامران خیرعلی‌پور
عضو هیأت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام، k.kheiralipour@ilam.ac.ir

امیر عزیزپناه
عضو هیأت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام، a.azizpanah@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

چکیده

مجموعه نهاده‌های ماشین‌های کشاورزی، سوخت، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، زمین‌های زراعی را به‌شدت به انرژی وابسته ساخته‌اند که یکی از پیامدهای آن تأثیرات زیست‌محیطی منفی بر آب، هوا و زمین می‌باشد؛ بنابراین لازم است روند مصرف انرژی برای تولید محصولات مختلف مورد بررسی قرار گیرد و اقدامات لازم در راستای افزایش بهره‌وری و کاهش اثرات زیست‌محیطی انجام شود. در این تحقیق الگوی مصرف انرژی با استفاده از شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی محاسبه و تأثیرات زیست‌محیطی در تولید کلزای دیم در سه شهرستان استان ایلام به روش ارزیابی چرخه حیات (LCA) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد. اطلاعات لازم برای این تحقیق به روش پرسش‌نامه و مصاحبه با کشاورزان و ادارات مربوطه جمع‌آوری شده است. نتایج حاصل نشان داد متوسط نسبت انرژی برای تولید کلزای دیم در سه شهرستان چرداول، دره‌شهر و آبدانان به ترتیب با در نظر گرفتن انرژی کاه وکلش ۷/۹۱، ۷/۶۷ و ۶/۹۱ می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی چرخه حیات، در بخش‌های اثر، تقلیل منابع غیرآلی، تخریب لایه ازن و مسمومیت آب‌های آزاد، بیش‌ترین اثر مربوط به سوخت دیزل بوده است. هم‌چنین در بخش‌های اسیدی شدن، اختناق دریاچه‌ای، گرمایش جهانی و مسمومیت انسان‌ها، انتشارات مستقیم بیش‌ترین سهم را در آلایندگی به خود اختصاص داده‌اند.

طبقه‌بندی JEL: N55, Q40, Q51

کلید واژه‌ها: نسبت انرژی، ارزیابی چرخه حیات، بهره‌وری انرژی، استان ایلام

---

۱. نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

کشاورزی یک فرآیند تبدیل انرژی است. برای تولید محصولات کشاورزی، از نهاده‌های مختلفی هم‌چون بذر، کود، سموم شیمیایی و ... در کنار دیگر موارد مصرفی در مکانیزاسیون مانند ماشین‌ها، تجهیزات و سوخت استفاده می‌شود (خیرعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). درحالی‌که امنیت غذایی به تولید محصولات کشاورزی بستگی دارد، مقدار زیادی انرژی در شکل تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از منابع مختلف در این بخش مصرف می‌شود (خوشنوسیان و همکاران، ۲۰۱۵). در این بین سوخت‌های فسیلی بزرگ‌ترین منبع اصلی انتشار گاز دی اکسید کربن و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد که از سال ۱۹۷۰ تاکنون در بین عوامل اصلی، سریع‌ترین رشد را داشته است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۶). از سوی دیگر مصرف فزاینده انرژی مشکلاتی ایجاد می‌کند که سلامتی بشر و محیط‌زیست را تهدید می‌کند (سفیدپری و همکاران، ۲۰۱۴). امروزه تغییرات آب و هوایی و افزایش انباشت گازهای گلخانه‌ای، دولت‌ها را بر آن داشته تا به دنبال یافتن راه‌حل اساسی برای مقابله با این معضل باشند. با توجه به اینکه یکی از عوامل اصلی در ایجاد آلودگی، استفاده از فن‌آوری‌های قدیمی در امر تولید می‌باشد، یکی از راه‌حل‌های ممکن و اساسی برای کنترل آلودگی، بالا بردن سطح تکنولوژی و ایجاد تغییرات فنی است (نعمت‌اللهی و همکاران، ۱۳۹۸).

دانه‌های روغنی بعد از غلات به‌عنوان دومین منبع تأمین انرژی در تغذیه انسان مطرح می‌باشند. در این میان کلزا به دلیل داشتن صفات و ویژگی‌هایی نظیر ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن ارقام اصلاح شده، توانایی جوانه‌زنی و رشد در دماهای پایین و سازگاری نسبتاً خوب این گیاه با شرایط آب و هوایی مختلف، امکان کشت در مناطق وسیعی از کشور را دارد (دبیقی و همکاران، ۱۳۹۶). روغن کلزا مصرف خوراکی و صنعتی دارد و کنجاله آن، به‌دلیل بالا بودن میزان پروتئین، در جیره غذایی دام مصرف می‌شود (خیرعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت کلزا در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در ایران حدود ۱۰۲۵۶۸ هکتار و مقدار تولید آن، ۱۸۱ هزار تن بوده است (بی‌نام، ۱۳۹۷). هم‌چنین در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ هفت هزار هکتار از اراضی کشاورزی استان ایلام به کشت دانه روغنی کلزا اختصاص یافته است (بی‌نام، ۱۳۹۶) از طرفی با توجه به سیاست‌های وزارت جهاد کشاورزی، افزایش سطح

www.SID.ir

Archive of SID

زیر کشت و تولید محصول کلزا در سال‌های آینده مورد توجه قرار گرفته است. ازاین‌رو نیاز به برنامه‌ریزی منسجم در تولید دانه‌های روغنی ازجمله کلزا احساس می‌شود. طی دهه‌های اخیر، آگاهی زیست‌محیطی افراد و تقاضا برای کالاهای دوست‌دار طبیعت باعث شده دانشمندان حوزه کشاورزی توجه بیش‌تری به تولید پاک داشته باشند (خوشنویسان و همکاران[1]، ۲۰۱۵). محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار داده است. به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط‌زیست است (خیرعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

برآورد شده است که ۲۰ درصد از اثرات گلخانه‌ای زمین، مربوط به فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و سوخت‌های فسیلی از منابع اصلی ایجاد اثرات زیست‌محیطی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳). در دهه اخیر روش ارزیابی چرخه حیات به‌عنوان ابزار مناسبی برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در کشاورزی به‌کار برده شده است. این ابزار روش مناسبی برای مقایسه نظام‌های مختلف تولید محصولات کشاورزی می‌باشد (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۴). در موارد متعددی نیز روش ارزیابی چرخه حیات در تولید و فرآوری کلزا مورد استفاده قرار گرفته است. ژو و همکاران[2] (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای مقدار انتشار اکسید نیتروژن و متان در تناوب زراعی برنج-کلزا را در سه سطح مختلف مصرف کود نیتروژن در کشور چین بررسی نمودند. مالکا و همکاران[3] (۲۰۱۴) به ارزیابی چرخه حیات تولید کلزا به‌منظور تولید سوخت‌های تجدیدپذیر در روش‌ها و مکان‌های جغرافیایی مختلف تولید پرداخته و چهار گروه از اثرات زیست‌محیطی تخلیه منابع غیرآلی، گرمایش جهانی، اسیدی شدن و یوتریفیکاسیون را بررسی نمودند. آن‌ها گزارش دادند که کشت کلزا در کشورهای مورد مطالعه (اسپانیا، فرانسه، آلمان و کانادا) بیش-ترین سهم را در ایجاد اثرات زیست‌محیطی داشته و باعث ۴۰ درصد تخلیه منابع غیرآلی و ۹۸ درصد یوتریفیکاسیون می‌شود. هم‌چنین تغییرات کربن خاک در اثر عملیات مختلف زراعی دارای نقش مهمی در گرمایش جهانی می‌باشد. خوشنویسان و

1. Khoshnevisan, et al
2. Zhou.
3. Malca

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۲۰۱۴) مزارع سنتی و یکپارچه برنج را با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در استان گیلان، بر اساس دو واحد کاری زمین و وزن، مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که مزارع یکپارچه دارای اثرات زیست‌محیطی کم‌تری نسبت به مزارع سنتی هستند.

با توجه به بررسی منابع و تحقیقات انجام شده در زمینه مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی، مشخص شد که نتایج متفاوتی از نظر مصرف انرژی برای تولید محصولات کشاورزی در نقاط مختلف دنیا حاصل شده است. نظر به نقش مهم دانه‌های روغنی ازجمله کلزا، در سبد غذایی خانوارهای ایرانی، اهمیت بررسی الگوی مصرف انرژی و به‌تبع آن شناسایی اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های ورودی آن، لازم است روند مصرف انرژی برای تولید این محصول در منطقه مورد بررسی قرار گیرد تا امکان مقایسه با نتایج مطالعات سایر محصولات یا حتی تحقیقات انجام شده در سایر کشورها فراهم آید. با توجه به‌اینکه سطح زیر کشت کلزا طی سال‌های گذشته در استان ایلام رو به افزایش بوده و از طرفی روش ارزیابی چرخه حیات یکی از ابزارهای قوی و جدید در بررسی اثرات زیست‌محیطی است، لذا در این مطالعه ارزیابی چرخه حیات تولید کلزای دیم در استان ایلام مورد بررسی قرار گرفت.

۲- روش‌شناسی تحقیق

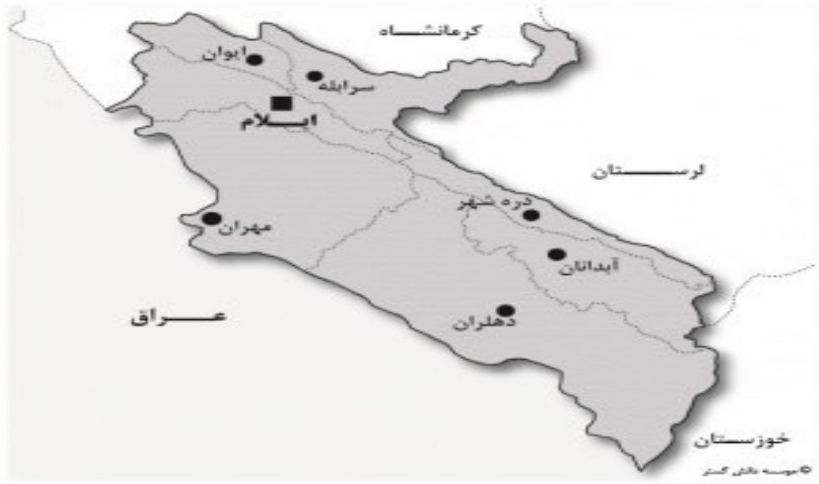
منطقه مورد مطالعه

استان ایلام با ۲۰۱۳۸ کیلومتر مربع، حدود ۱/۲ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان در غرب سلسله جبال زاگرس بین ۳۲/۳ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در گوشه غربی کشور واقع شده است.

از نظر شرایط اقلیمی استان ایلام جزء مناطق گرمسیر محسوب می‌شود ولی به علت عرض زیاد جغرافیایی و وجود ارتفاعات، اختلاف درجه حرارت و بارندگی در بخش‌های شمالی، جنوبی و غربی آن از نظر اقلیمی می‌توان مناطق سه‌گانه سردسیر، گرمسیر و معتدل را در این استان مشاهده نمود (بی‌نام؛ ۱۳۹۶).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. نقشه جغرافیایی استان ایلام

منبع: بی‌نام، سالنامه آماری استان ایلام، ۱۳۹۶.

در این پژوهش شهرستان‌های چرداول، دره‌شهر و آبدانان با توجه به پراکنش جغرافیایی آن‌ها در استان به‌عنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند (شکل ۱). در این تحقیق به‌منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز، بر اساس فرمول کوکران جمعاً تعداد ۱۲۳ پرسش‌نامه تهیه و توسط کشاورزان از سه شهرستان مورد مطالعه، تکمیل و روایی و پایایی داده‌های جمع‌آوری شده با مشورت کارشناسان جهاد کشاورزی بررسی شد. لیست اسامی کشاورزان کلزا کار از مراکز خدمات جهاد کشاورزی دریافت و به کشاورزان مذکور مراجعه گردید. همه واحدهای تولیدی مورد مطالعه، از نظر مصرف انرژی و عملکرد محصول، بررسی شده و میزان مصرف نهاده‌ها و ستانده‌ها در آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین سطح زیر کشت کلزا کاران در سه شهرستان مورد بررسی چهار هکتار بود و سطح فناوری به‌کار رفته در شهرستان‌های مورد مطالعه تفاوت نداشت. نهاده‌های استفاده شده در تولید دانه روغنی کلزای دیم در مناطق مورد نظر شامل نیروی کارگری، ماشین‌ها (کمباین، تراکتور و سایر ماشین‌های مزرعه‌ای)، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفات، پتاسیم و گوگرد)، کود دامی، سموم شیمیایی (علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش) و بذر بود. از طرفی دیگر ستانده‌ها شامل بذر کلزا و هم‌چنین کلش کلزا (کاه) بود.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های انرژی

برای ارزیابی انرژی مصرفی و تولیدی در تولید کلزا از هم‌ارزهای انرژی استفاده شد که بیان‌کننده میزان محتوای انرژی نهاده یا ستانده است (جدول پیوست).

شاخص‌های انرژی ابزاری هستند که امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر را ارائه می‌دهند. سه شاخص مهم انرژی وجود دارد که امکان ارائه شناختی جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی و مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات گوناگون با یکدیگر را ارائه می‌دهد.

- نسبت انرژی

نسبت انرژی بیانگر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید است. این شاخص فاقد واحد است و مقدار انرژی به‌دست آمده به ازای هر واحد مصرف انرژی برای تولید را نشان می‌دهد. (رابطه ۱)

- شدت انرژی

شدت انرژی دارای واحد مگاژول بر کیلوگرم بوده و نشان‌دهنده میزان مصرف انرژی برای تولید یک واحد محصول است. این شاخص بسته به نوع محصول کشاورزی، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های گوناگون تولید مدنظر باشد. (رابطه ۴)

- بهره‌وری انرژی

بهره‌وری انرژی با واحد کیلوگرم بر مگاژول، عکس شدت انرژی است و از تقسیم مقدار محصول تولید شده بر انرژی مصرف شده به‌دست می‌آید و در حقیقت بیان‌کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی مصرف شده است. (رابطه ۲)

- افزوده خالص انرژی

افزوده خالص انرژی یا انرژی خالص، تفاضل بین انرژی ناخالص تولید شده و کل انرژی صرف شده برای تولید است. در این تحقیق واحد افزوده خالص انرژی مگاژول بر هکتار است. روابط این شاخص‌ها به قرار زیر می‌باشد(Heidari, et al., 2011). (رابطه ۳)

برای معادل ضرایب انرژی مربوط به هر نهاده از جدول ۱ استفاده شد.

$$ER = \frac{OE}{IE} \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$EP = \frac{OY}{IE} \quad (۲)$$

$$NEG = OE - IE \quad (۳)$$

که ER نسبت انرژی، OE انرژی خروجی، IE انرژی ورودی، EP بهره‌وری انرژی، OY محصول تولیدی و NEG افزوده خالص انرژی می‌باشد.

$$IE = \frac{IE}{OE} \quad (۴)$$

به‌منظور محاسبه انرژی معادل نهاده‌ها، شاخص‌های انرژی و اشکال مختلف انرژی همه داده‌های موجود در پرسش‌نامه وارد نرم‌افزار Excel 2010 شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام گردید.

ارزیابی چرخه حیات اثرات زیست‌محیطی

ارزیابی چرخه حیات به‌عنوان روشی قابل استناد و کاربردی برای بررسی تأثیرات زیست‌محیطی در فرایند تولید محصولات کشاورزی معرفی شده است که به جنبه‌های عملی و بالقوه زیست‌محیطی در سراسر چرخه حیات یک محصول یا یک مرحله از ماده خام فراوری‌شده تا تولید، مصرف، پایان اعمال زیستی، بازیافت و دفع نهایی می‌پردازد؛ بنابراین با توجه به اهمیت مباحث زیست‌محیطی در سامانه‌های کشاورزی، در این تحقیق شاخص‌های اصلی زیست‌محیطی با روش ارزیابی چرخه حیات برآورد شده و برای این منظور از نرم‌افزار سیماپرو استفاده شده است. ارزیابی این روش به‌وسیله استانداردهای ۱۴۰۴۰ و ۱۴۰۴۴ تعریف شده است (ISO 14040, 2006a; ISO 14044., 2006b). بر اساس این استانداردها، این روش شامل چهار مرحله تعریف دامنه و هدف، آنالیز فهرست، ارزیابی پیامد و تفسیر می‌شود (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۴).

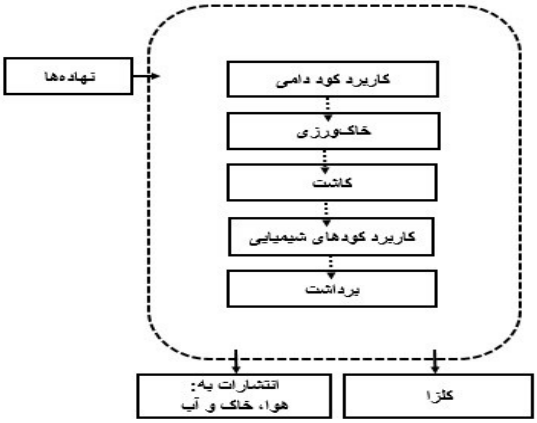
تعریف دامنه و هدف

مرحله اول روش ارزیابی چرخه حیات تعریف دامنه و هدف می‌باشد. در این مرحله، هدف مطالعه، محصول مورد نظر، واحد عملکردی، مرزهای سامانه و فرضیات مشخص می‌شود. در این مطالعه، هدف، بررسی پیامدهای زیست‌محیطی فرآیند تولید کلزای دیم می‌باشد. واحد عملکردی این مطالعه یک تن کلزا در نظر گرفته شد. مرزهای سامانه

www.SID.ir

Archive of SID

به‌گونه‌ای تعریف گردید که تمام فرآیندهای صورت گرفته درون مزرعه را در برگیرد. شکل ۲ مرز سامانه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. مرزهای سامانه فرآیند تولید کلزا دیم

منبع: یافته‌های تحقیق

آنالیز فهرست

در این مرحله نهاده‌ها (مواد اولیه و انرژی) و خروجی‌ها (محصول، انتشارات به خاک، آب و هوا) مربوط به هر بخش تشریح گردید. برای کامل کردن اطلاعات مورد نیاز از دو مجموعه داده استفاده شد. داده‌های مربوط به فرآیند تولید کلزا که به‌وسیله پرسشنامه و مصاحبه جمع‌آوری گردید و داده‌های مربوط به فرآیند تولید نهاده‌ها (تولید کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی، الکتریسیته و ...) که از پایگاه داده اکواینونت گرفته شد. داده‌های مربوط به فرآیند تولید کلزا در جداول پیوست آمده است.

-کودهای شیمیایی

بر اساس بررسی‌های انجام گرفته، اوره، سوپر فسفات ساده و سوپر فسفات تریپل، انواع کودهای شیمیایی مورد استفاده در مناطق تحت مطالعه بودند. از پایگاه داده اکوینونت برای محاسبه انتشارات فرآیند تولید کودهای شیمیایی استفاده شد. انتشارات مستقیم نیتروکسید (N_2O) از کاربرد کودهای نیتروژنه بر اساس فرمول ارائه شده توسط دی کلین و همکاران[1] (۲۰۰۶) با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد:

1. De Klein

www.SID.ir

Archive of SID

$$N_2O_{Direct} = \frac{44}{28} \times EF \times [(F_{SN} + F_{ON})] \quad (۵)$$

در اینجا EF ضریب انتشار برای انتشارات نیتروکسید از کاربرد کودهای نیتروژنه (کیلوگرم نیتروکسید بر کیلوگرم نیتروژن)، F_{SN} مقدار سالانه کاربرد کود نیتروژنه معدنی در خاک است (کیلوگرم نیتروژن در سال) و F_{ON} مقدار سالانه کاربرد کودهای دامی، کمپوست و دیگر کودهای آلی می‌باشد.

- سوخت دیزل

از سوخت دیزل برای عملیات ماشینی و مکانیزه در مزرعه استفاده می‌شد. اطلاعات مربوط به انتشارات فرآیند تولید و هم‌چنین انتشارات مستقیم سوخت دیزل از پایگاه داده اکواینونت[1] گرفته شد (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۴). ضرایب انتشار برای سوختن هر مگاژول سوخت دیزل در جدول ۲ پیوست نشان داده شده است.

- بذر کلزا

اطلاعات مربوط به تولید بذر کلزا مورد استفاده جهت کشت از پایگاه داده اکواینونت گرفته شد.

- ارزیابی پیامد و تفسیر

این مرحله در چهار گام انتخاب بخش‌های اثر و طبقه‌بندی، مشخص کردن، نرمال-سازی و وزن‌دهی تکمیل و در نهایت تفسیر گردید. بخش‌های اثر در این تحقیق شامل تقلیل منابع آلی، پتانسیل اسیدی شدن، پتانسیل اختناق دریاچه‌ای، پتانسیل گرمایش جهانی، تخریب لایه ازن، پتانسیل مسمومیت انسان‌ها، مسمومیت آب‌های سطحی، مسمومیت آب‌های آزاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی می‌باشد. به‌منظور انجام محاسبات ارزیابی چرخه حیات، از نرم‌افزار سیماپرو استفاده گردید. به‌منظور پوشش مناطق دارای شرایط آب و هوایی متغیر در استان ایلام، شهرستان‌های مختلفی انتخاب گردید که داده‌های گردآوری شده از آن‌ها، بیانگر وضعیت میکرو اقلیمی کل استان باشد. بر این اساس از هر کدام از مناطق مذکور، یک شهرستان بر اساس شرایط متغیر آب و هوایی، انتخاب شد.

در این مطالعه سه سناریو در محاسبه شاخص‌های انرژی و اثرات زیست‌محیطی به‌صورت زیر در نظر گرفته شد.

1. Aquino

www.SID.ir

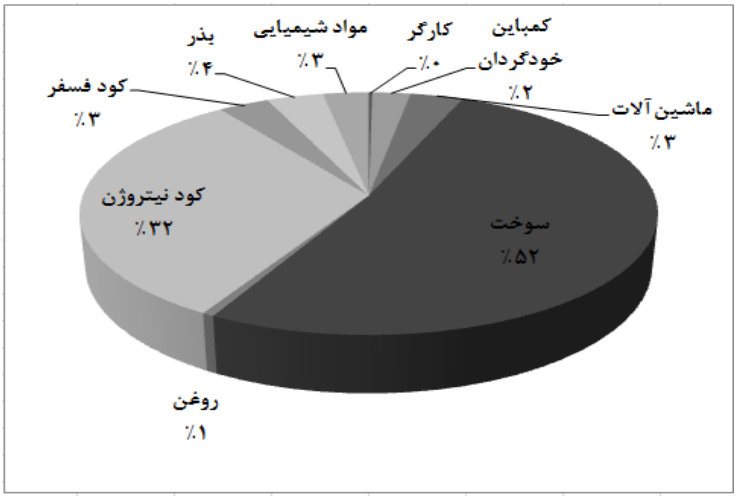
Archive of SID

سناریوی ۱: بهره‌برداران ناحیه شمالی استان ایلام (شهرستان چرداول)
سناریوی ۲: بهره‌برداران ناحیه مرکزی استان ایلام (شهرستان دره‌شهر)
سناریوی ۳: بهره‌برداران ناحیه جنوبی استان ایلام (شهرستان آبدانان).

۳- یافته‌های تحقیق

در این بخش ابتدا میزان مصرف نهاده‌های مختلف، میزان ستانده‌ها و انرژی معادل هر یک از این نهاده‌ها و انرژی ستانده‌ها در تولید کلزا طبق سناریوهای ذکر شده در بخش مواد و روش‌ها با استفاده از ضرایب انرژی، برآورد شد. هم‌چنین شاخص‌های مصرف انرژی در سناریوهای مورد نظر در این مطالعه محاسبه و نتایج به‌دست آمده در سه سناریو با هم مقایسه گردید. واحد اندازه‌گیری در بررسی شاخص‌های انرژی مگاژول بر هکتار و انتشار آلاینده‌ها در ارزیابی چرخه حیات و اثرات زیست‌محیطی به‌صورت کیلوگرم بر تن بود.

در جداول ۱ تا ۴، مقادیر نهاده‌ها، ستانده‌ها و انرژی مصرفی در هر هکتار برای بهره‌برداران سه شهرستان محاسبه و میانگین آن‌ها ارائه شده است.



شکل ۳. سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی در تولید کلزای دیم (میانگین سه شهرستان مورد مطالعه)

منبع: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

در جداول ۱، ۲ و ۳ سهم هر یک از نهاده‌های مصرفی در کشت کلزای دیم و در شکل ۳ میانگین سهم نهاده‌های مصرفی برای سه شهرستان آبدانان، دره‌شهر و چرداول ارائه شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود بیش از ۵۰ درصد سهم نهاده‌های ورودی مربوط به نهاده سوخت است که دلیل آن استفاده زیاد از ماشین‌های کشاورزی نسبت به سایر نهاده‌ها (کارگر و سموم شیمیایی) می‌باشد.

جدول ۱. میانگین مقادیر نهاده‌ها و انرژی ورودی و خروجی در تولید کلزا شهرستان آبدانان

نهاده‌ها	مقدار در هکتار	انرژی در هکتار ($Mj.ha^{-1}$)	سهم درصدی
نیروی کارگری (h)	۷/۰۱	۱۳/۷۳	۲۱
کمباین (h)	۱/۸۹	۱۶۵/۳۴	۲/۵۵
ماشین‌ها (h)	۳/۵۵	۲۲۲/۴۹	۳/۴۳
سوخت دیزل (L)	۵۹/۳۸	۳۳۴۳/۶۶	۵۱/۴۸
روغن (L)	٪۷۷	۳۶/۸۵	۵۷
نیتروژن (N)	۳۱/۳۴	۲۰۷۲/۶۶	۳۱/۹۱
فسفات (O_2P)	۱۷/۸۳	۲۲۱/۷۴	۳/۴۱
سموم شیمیایی (L)	--	۱۸۴/۴۳	۲/۸۴
بذر (kg)	۸/۰۰	۲۳۳/۶۰	۳/۶۰
مجموع انرژی ورودی	--	**۶۴۹۴/۵۱**	**۱۰۰/۰۰**
کلزا (kg)	۱۱۱۵/۰۰	۳۰۶۳۶/۰۰	۶۸/۲۸
کاه و کلش (kg)	۸۳۲/۵۰	۱۴۲۳۱/۲۵	۳۱/۷۱
مجموع انرژی خروجی	--	**۴۴۸۶۷/۲۵**	**۱۰۰/۰۰**

منبع: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. میانگین مقادیر نهاده‌ها و انرژی ورودی و خروجی در تولید کلزا شهرستان دره‌شهر

نهاده‌ها	مقدار در هکتار	انرژی در هکتار ($Mj.ha^{-1}$)	سهم درصدی
نیروی کارگری (h)	۶/۹۵	۱۳/۶۱	٪۲۲
کمباین (h)	۱/۶۲	۱۴۲/۱۱	۲/۲۸
ماشین‌ها (h)	۳/۲۷	۲۰۴/۷۵	۳/۲۹
سوخت دیزل (L)	۵۵/۸۱	۳۱۴۲/۶۶	۵۰/۵۰
روغن (L)	٪۷۶	۳۶/۵۲	٪۵۹
نیتروژن (N)	۳۰/۷۶	۲۰۳۴/۶۳	۳۲/۶۹
فسفات (O_2P)	۱۶/۳۹	۲۰۳/۸۶	۳/۲۸
سموم شیمیایی (L)	--	۲۱۱/۴۴	۳/۴۰
بذر (kg)	۸/۰۰	۲۳۳/۶۰	۳/۷۵
مجموع انرژی ورودی	--	**۶۲۲۳/۱۸**	**۱۰۰/۰۰**
کلزا (kg)	۱۰۹۶/۷۵	۳۰۲۷۰/۳۰	۶۳/۴۱
کاه و کلش (kg)	۱۰۱۲/۵۰	۱۷۴۶۵/۶۳	۳۶/۵۸
مجموع انرژی خروجی	--	**۴۷۷۳۵/۹۳**	**۱۰۰/۰۰**

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. میانگین مقادیر نهاده‌ها و انرژی ورودی و خروجی در تولید کلزا شهرستان

چرداول			
نهاده‌ها	**مقدار در هکتار**	**انرژی در هکتار ($Mj.ha^{-1}$)**	**سهم درصدی**
نیروی کارگری (h)	۷/۱۸	۱۴/۰۴	٪۲۲
کمباین (h)	۱/۸۸	۱۶۴/۷۴	۲/۵۷
ماشین‌ها (h)	۳/۵۷	۲۲۴/۰۹	۳/۵۰
سوخت دیزل (L)	۶۰/۳۵	۳۳۹۸/۱۷	۵۳/۰۶
روغن (L)	٪۷۹	۳۷/۷۷	٪۵۹
نیتروژن (N)	۲۹/۶۱	۱۹۵۸/۵۷	۳۰/۵۸
فسفات (O_2P)	۱۶/۱۰	۲۰۰/۲۸	۳/۱۳
سموم شیمیایی (L)	--	۱۷۲/۸۱	۲/۷۰
بذر (kg)	۸/۰۰	۲۳۳/۶۰	۳/۶۵
مجموع انرژی ورودی	--	**۶۴۰۴/۱۱**	**۱۰۰/۰۰**
کلزا (kg)	۱۲۴۲/۲۵	۳۴۲۸۶/۱۰	۶۷/۷۱
کاه و کلش (kg)	۹۴۷/۵۰	۱۶۳۴۴/۳۸	۳۲/۲۸
مجموع انرژی خروجی	--	**۵۰۶۳۰/۴۸**	**۱۰۰/۰۰**

منبع: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. میانگین سه شهرستان مورد مطالعه

نهاده‌ها	مقدار در هکتار	انرژی در هکتار (Mj.ha -1)	سهم درصدی
نیروی کارگری (h)	۷/۰۴	۱۳/۸۰	٪۲۲
کمباین (h)	۱/۸۰	۱۵۷/۴۵	۲/۴۷
ماشین‌ها (h)	۳/۴۷	۲۱۷/۵۰	۳/۴۲
سوخت دیزل (L)	۵۸/۵۰	۳۲۹۴/۱۳	۵۱/۷۳
روغن (L)	۰/۷۷	۳۷/۰۲	٪۵۸
نیتروژن (N)	۳۰/۵۴	۲۰۱۹/۹۸	۳۱/۷۲
فسفات (O_7P)	۱۶/۶۸	۲۰۷/۵۵	۳/۲۶
سموم شیمیایی (L)	--	۱۸۶/۴۵	۲/۹۳
بذر (kg)	۸/۰۰	۲۳۳/۶۰	۳/۶۷
مجموع انرژی ورودی	--	**۶۳۶۷/۴۸**	**۱۰۰/۰۰**
کلزا (kg)	۱۱۴۸/۸۵	۳۱۷۰۸/۳۳	۶۶/۴۷
کاه و کلش (kg)	۹۲۷/۰۵	۱۵۹۹۱/۶۰	۳۳/۵۲
مجموع انرژی خروجی	--	**۴۷۶۹۹/۹۳**	**۱۰۰/۰۰**

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جداول فوق بیش‌ترین سهم انرژی ورودی در هر سه شهرستان به ترتیب مربوط به سوخت، کود نیتروژن و بذر می‌باشد. مقدار این نهاده‌ها برای میانگین سه شهرستان مورد بررسی به ترتیب ۵۱/۷۳، ۳۱/۷۲ و ۳/۶۷ درصد می‌باشد. با توجه به جدول ۴ میانگین کل انرژی ورودی در تولید کلزا در سه شهرستان مورد بررسی ۶۳۶۷/۴۸ مگاژول بر هکتار می‌باشد. طبق نتایج تحقیقات انجام شده بر روی تولید کلزا در کشور ترکیه، کل انرژی نهاده‌ها در تولید این محصول در ۱۰۰ مزرعه مورد مطالعه به‌طور متوسط برابر ۱۸۲۹۸ مگاژول بر هکتار بود و نهاده‌های کود شیمیایی و سوخت دیزل به ترتیب بیش‌ترین سهم از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده بودند که در بین کودهای شیمیایی، کود نیتروژن بیش‌ترین سهم را داشت (اوناکیتان و همکاران[1] ۲۰۱۰).

1. Unakitan, et al

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۵ شاخص‌های انرژی در تولید کلزای دیم برای شهرستان‌های چرداول، دره‌شهر و آبدانان آورده شده است.

جدول ۵. شاخص‌های انرژی در شهرستان‌های مورد مطالعه

شاخص	شهرستان چرداول	شهرستان دره‌شهر	شهرستان آبدانان	میانگین سه شهرستان
نسبت انرژی	۷/۹۱	۷/۶۷	۶/۹۱	۷/۴۹
شدت انرژی (Mj/kg)	۵/۱۶	۵/۶۷	۵/۸۵	۵/۵۴
بهره‌وری انرژی (kg/Mj)	٪۱۹	٪۱۸	٪۱۷	٪۱۸
افزوده خالص انرژی ($Mj.ha^{-1}$)	۴۴۲۲۶/۶۳	۴۱۵۱۲/۷۴	۳۸۳۷۲/۷۴	۴۱۳۳۲/۴۵
انرژی مستقیم ($Mj.ha^{-1}$)	۳۴۵۰/۰۱	۳۱۹۲/۷۹	۳۳۹۴/۲۴	۳۳۴۴/۹۴
انرژی غیرمستقیم ($Mj.ha^{-1}$)	۲۹۵۴/۱۰	۳۰۳۰/۳۹	۳۱۰۰/۲۷	۳۰۲۲/۵۴
انرژی تجدیدپذیر($Mj.ha^{-1}$)	۲۴۷/۶۸	۲۴۷/۲۱	۲۴۷/۳۳	۲۴۷/۴۰
انرژی تجدیدناپذیر($Mj.ha^{-1}$)	۶۱۵۶/۴۳	۵۹۷۵/۹۷	۶۲۴۷/۱۸	۶۱۲۰/۰۸
کل انرژی ورودی ($Mj.ha^{-1}$)	۶۴۰۴/۱۱	۶۲۲۳/۱۸	۶۴۹۴/۵۱	۶۳۶۷/۴۸

منبع: یافته‌های تحقیق

نسبت انرژی یک شاخص بی‌بُعد و بهترین شاخص برای مقایسه سامانه‌های مختلف می‌باشد. هر چه که شاخص نسبت انرژی بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده وضعیت بهتر مدیریت مصرف انرژی است. شاخص نسبت انرژی برای میانگین شهرستان‌های مورد بررسی ۷/۴۹ بود و از این نظر شهرستان چرداول و دره‌شهر تقریباً در یک سطح و نسبت به شهرستان آبدانان از وضعیت بهتری برخوردار بودند. شاخص شدت انرژی برای شهرستان چرداول، دره‌شهر و آبدانان به ترتیب ۵/۱۶، ۵/۶۷ و ۵/۸۵ مگاژول بر کیلوگرم و افزوده خالص انرژی نیز به ترتیب برابر با ۴۴۲۲۶/۶۳، ۴۱۵۱۲/۷۴ و ۳۸۳۷۲/۷۴ مگاژول بر هکتار می‌باشد که با توجه به بررسی سایر شاخص‌ها مانند نسبت انرژی و شدت انرژی، وضعیت بهتر تولید و مصرف انرژی را در شهرستان چرداول نسبت به سایر شهرستان‌ها نشان می‌دهد. این امر ناشی از عملکرد بالاتر محصول کلزا با توجه به شرایط محیطی بهتر در شهرستان چرداول (ناحیه شمالی استان) و هم‌چنین استفاده کم‌تر از سوخت‌های مستقیم می‌باشد. هر چه از شمال به سمت جنوب استان حرکت نماییم شرایط محیطی نامناسب‌تر و میزان نزولات آسمانی کم‌تر شده و میزان عملکرد کلزای دیم تحت تأثیر این عوامل قرار گرفته و همین موضوع سبب گردیده که

www.SID.ir

Archive of SID

شهرستان‌های شمالی استان از نظر عملکرد، وضعیت بهتری داشته باشند و این میزان عملکرد در محاسبه شاخص‌های انرژی تأثیرگذار بوده است. بر اساس مطالعات انجام شده توسط اونکیتان و همکاران[1] (۲۰۱۰)، نسبت انرژی برای تولید کلزا در ترکیه ۴/۶۸ به دست آمد. هم‌چنین محمدی و همکاران[2] (۲۰۱۴) متوسط نسبت انرژی تولید کلزا در شمال ایران را ۶/۸ به دست آوردند. در کشور لهستان بودزینسکی و همکاران[3] (۲۰۱۵) متوسط نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی در تولید کلزا (بدون آبیاری) را به ترتیب ۸/۹۲ و ۰/۴۷ گزارش کردند. نسبت انرژی در مطالعات مذکور با شهرستان‌های استان ایلام تفاوت زیادی ندارد و این در حالی است که با توجه به خشکسالی و عدم پراکنش مناسب بارندگی‌ها، عملکرد محصول در استان ایلام هنگام انجام این مطالعه پایین بوده است. نتیجه مقایسات نشان می‌دهد که نسبت انرژی در شهرستان‌های مورد مطالعه از وضعیت مناسبی برخوردار بوده، ولی بهره‌وری انرژی پایین می‌باشد. دلیل اصلی پایین بودن شاخص بهره‌وری انرژی در شهرستان‌های مورد مطالعه پایین بودن عملکرد کلزا و کاه و کلش در اثر خشکسالی و عدم نزولات مناسب در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ بوده است. بدیهی است چنان‌چه میزان مصرف نهاده‌ها بهینه و سطح تولید بالا باشد، نشان‌دهنده مدیریت بهتر مصرف انرژی است.

بررسی اثرات زیست‌محیطی به روش ارزیابی چرخه حیات

شاخص‌های زیست‌محیطی محاسبه شده در نرم‌افزار سیماپرو برای شهرستان‌های استان ایلام در جدول ۶ نشان داده شده است. منابع غیرآلی به بخشی از منابع طبیعی (شامل منابع انرژی مانند نفت خام، انرژی باد و ...) اطلاق می‌گردد که موجودات و منابع زنده مانند درختان و جنگل‌ها را در برنمی‌گیرد. در حقیقت این بخش به بررسی میزان مصرف منابع غیرآلی در طول چرخه حیات محصولات می‌پردازد. در مطالعه حاضر منظور از اسیدیته، بررسی عوامل مؤثر بر باران اسیدی است. شاخص پتانسیل گرمایش جهانی به‌منظور بیان سهم گازهای منتشرشده از سامانه‌های زراعی منجر به مشکلات زیست‌محیطی، استفاده می‌گردد که در این مطالعه برای یک دوره صدساله در نظر گرفته شده است. پتانسیل اختناق دریاچه‌ای پوشش‌دهنده تأثیرات ناشی از مصرف ریزمغذی‌های استفاده شده است که مهم‌ترین آن‌ها ازت و فسفر هست. تخلیه لایه ازن تأثیر مواد انتشاریافته در از بین بردن لایه ازن را کمی می‌کند. پتانسیل مسمومیت

1. Unakitan
2. Mohammadi
3. Budzynski

www.SID.ir

Archive of SID

انسان‌ها شاخصی است برای بررسی تأثیر مواد سمی منتشرشده از مصرف نهاده‌ها که بر روی انسان‌ها تأثیرگذار هستند[1].

بخش‌های اثر برای تولید یک تن کلزا در شرایط دیم در جدول ۶ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود به ازای هر تن کلزا، ۵۲۱/۸۴ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل انتشار می‌یابد. این مقدار کم‌تر از مطالعات انجام گرفته بر روی کلزا در دیگر نقاط جهان می‌باشد. کوییرس و همکاران[2] (۲۰۱۵) فرآیند تولید کلزا را در قسمت مرکزی اروپا و با تمرکز بر کاربرد کودهای متفاوت مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش نمودند که مقدار کربن دی اکسید معادل انتشاریافته برای مناطق تحت مطالعه بین ۶۵۱ تا ۸۹۶ کیلوگرم بود. هم‌چنین میزان اسیدی شدن با توجه به سیستم کشت و کود مورد استفاده بین ۹/۴ تا ۱۴/۶ کیلوگرم سولفور دی اکسید معادل بود که بسیار بیش‌تر از نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. یکی از علت‌های اصلی این امر کشت کلزا به‌صورت دیم و عدم استفاده از هرگونه انرژی برای آبیاری می‌باشد. هم‌چنین علت دیگر می‌تواند به شرایط بد اقتصادی کشاورزان مورد مطالعه مربوط باشد که توانایی مالی کافی، جهت تهیه و استفاده از کودهای شیمیایی به مقدار مورد نیاز را نداشتند.

جدول ۶. شاخص‌های زیست‌محیطی در تولید کلزا به ازاء هر تن کلزا

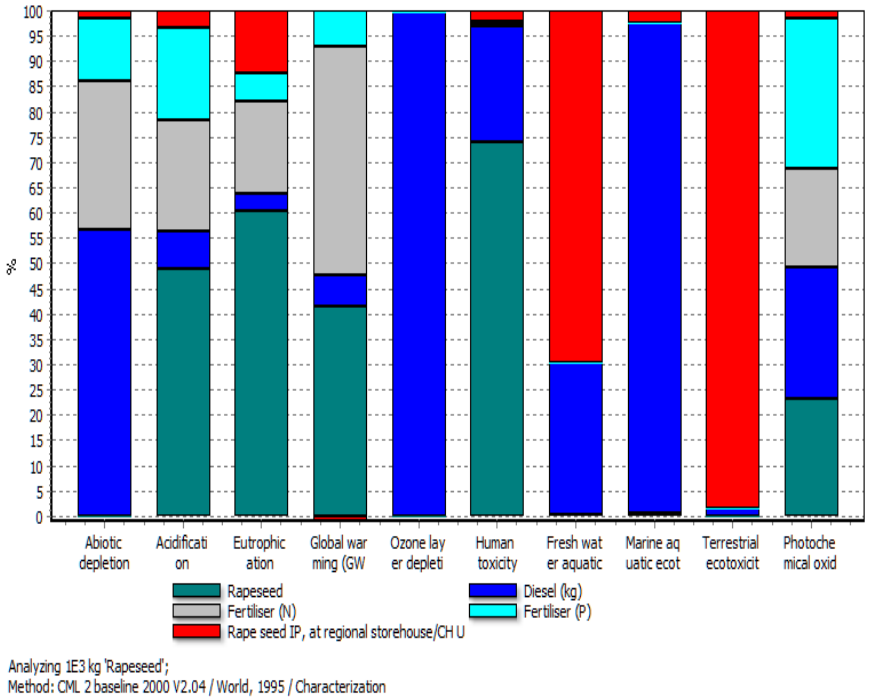
بخش‌های اثر	واحد اندازه‌گیری بر حسب kg	مقدار انتشار بر حسب درصد
تقلیل منابع غیر آلی	Sb eq	۲/۲۵۷
پتانسیل اسیدی شدن	SO_2 eq	۳/۲۸۱
پتانسیل اختناق دریاچه‌ای	PO_4^{-2} eq	٪۶۵
پتانسیل گرمایش جهانی	CO_2 eq	۵۲۱/۸۴
نقصان لایه ازن	CFC-11 eq	۰/۰۰۰۲۷
پتانسیل مسمومیت انسان‌ها	1,4-DB eq	۱۸۶/۳۹
مسمومیت آب‌های سطحی	1,4-DB eq	۳۴/۰۲
مسمومیت آب‌های آزاد	1,4-DB eq	۳۵۶۷۶/۶۴
مسمومیت خاک	1,4-DB eq	۱۰/۶۹
اکسیداسیون فتوشیمیایی	C_2H_4	٪۰۷

منبع: یافته‌های تحقیق

1. Brentrup et al. 2004
2. Queirós

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. سهم نهاده‌های مختلف در بخش‌های اثر در تولید کلزای دیم در سه شهرستان (مورد مطالعه) استان ایلام

منبع: نرم‌افزار سیماپرو

سهم نهاده‌های مختلف در بخش‌های اثر در تولید کلزای دیم در سه شهرستان مورد مطالعه در استان ایلام در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سوخت دیزل در بخش‌های تقلیل منابع غیر آلی، نقصان لایه ازن و مسمومیت آب‌های آزاد بیش‌ترین اثر را داشت. هم‌چنین در بخش‌های اسیدی شدن، اختناق دریاچه‌ای، گرمایش جهانی و مسمومیت انسان‌ها، انتشارات مستقیم بیش‌ترین سهم را در آلایندگی به خود اختصاص دادند. کود فسفر در اکسیداسیون فتوشیمیایی و بذر کلزا استفاده شده جهت کشت، در مسمومیت آب‌های سطحی و مسمومیت خاک بیش‌ترین نقش در انتشار آلایندگی را داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. انتشارات مستقیم از گازوییل و کودهای شیمیایی برای تولید هر تن کلزا

انتشار	گازوییل (کیلوگرم)	کودهای شیمیایی و دامی (کیلوگرم)
دی اکسید کربن	۱۷۹/۸۵	۱۳/۴۳
سولفور دی اکسید	۰/۵۸	-
متان	۰/۰۰۷	-
بنزن	۰/۰۰۰۴	-
کادمیوم	۰/۰۰۰۰۰۰۹۶۳	-
کرومیوم	۰/۰۰۰۰۰۲۸۷	-
مس	۰/۰۰۰۰۹۷۷	-
دی نیتروژن مونواکسید	۰/۰۶۸	۰/۵۱۶
نیکل	۰/۰۰۰۰۰۴۰۴	-
روی	۰/۰۰۰۰۵۷۵	-
بنزو پیرینه	۰/۰۰۰۰۰۱۷۲	-
آمونیاک	۰/۰۰۱۱	-
سلنیوم	۰/۰۰۰۰۰۰۵۷۵	-
هیدرو کربن‌های چند حلقه‌ای	۰/۰۰۰۰۰۱۸۸	-
هیدرو کربن‌ها	۰/۱۶۴	۰/۰۰۰۴۷۹
اکسیدهای نیتروژن	۲/۵۱	۰/۰۰۲۹
کربن منواکسید	۳/۵۸	-
ریزگردها (< ۲/۵ میکرومتر)	۲/۵۶	۰/۰۰۲۳

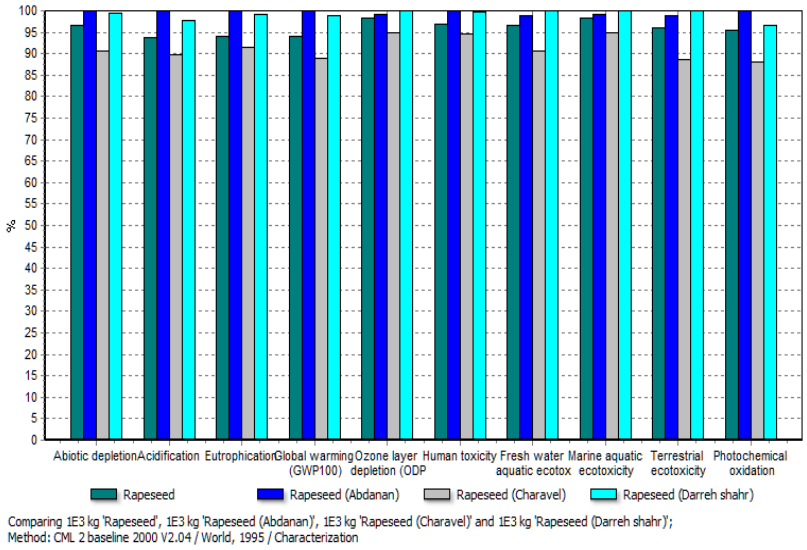
منبع: یافته‌های تحقیق با نرم‌افزار سیماپرو

انتشارات مستقیم برای تولید هر تن کلزا در جدول ۷ نشان داده شده است. انتشارات مربوط به سوخت دیزل با توجه به ضرایب جدول آورده شده در پیوست محاسبه گردید. انتشارات نیتروکسید از کاربرد کودهای نیتروژنه و دامی با استفاده از رابطه ۵ و دیگر انتشارات مربوط به کاربرد کودهای شیمیایی و دامی بر اساس

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردهای IPCC گردیده است[1]. با استفاده بهینه از تراکتورها و کاهش میزان تردد می‌توان میزان انتشارت مستقیم را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. در این راستا یکی از راهکارهای مناسب، کاهش عملیات خاک‌ورزی مرسوم و استفاده از عملیات کم‌خاکورزی و خاک‌ورزی حفاظتی[2] می‌باشد. بدیهی است استفاده از روش کم‌خاکورزی، ضمن کاهش میزان مصرف انرژی سوخت در تراکتورها، سبب بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد می‌گردد و در نهایت با افزایش عملکرد، شاخص‌های انرژی بهبود خواهند یافت.



شکل ۵. مقایسه بخش‌های اثر در تولید کلزا در شهرستان‌های آبدانان، چرداول و دره‌شهر
منبع: یافته‌های تحقیق با نرم‌افزار سیماپرو

در شکل ۵ بخش‌های اثر در تولید کلزا به تفکیک برای سه شهرستان آبدانان، چرداول و دره‌شهر و متوسط سه شهرستان نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده

1. IPCC/OECD., 1997

۱. کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی شامل عملیات زراعی است که در آن میزان شخم در مزرعه کاهش یافته و مقاومت در برابر فرسایش آبی و بادی افزایش می‌یابد. خاک‌ورزی حفاظتی به هر سیستمی اطلاق می گردد که بعد از عملیات کاشت حداقل ۳۰ درصد سطح خاک پوشیده از بقایای گیاهی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود شهرستان چرداول در همه بخش‌های اثر، میزان آلایندگی کم‌تری را در مقایسه با شهرستان‌های آبدانان و دره‌شهر ایجاد نموده است که علت اصلی آن عملکرد بیش‌تر با وجود کاربرد کودهای شیمیایی کم‌تر است. حاصلخیزی بهتر خاک و سایر عوامل فنی و مدیریتی در استفاده بهینه از نهاده‌ها را می‌توان از علل کم‌تر بودن انتشارات در این منطقه، بیان نمود.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در سه شهرستان مورد مطالعه بیش از ۵۰ درصد نهاده‌های ورودی در تولید کلزا مربوط به نهاده سوخت است که یکی از دلایل اصلی آن استفاده زیاد از ماشین‌های کشاورزی در تولید این محصول است. پس از سوخت، کود نیتروزن و بذر، بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج بررسی‌ها شهرستان چرداول از نظر شاخص‌های مصرف انرژی وضعیت بهتری نسبت به دو شهرستان دره-شهر و آبدانان داشت.

میزان انتشار دی‌اکسید کربن به ازای تولید هر تن کلزای دیم در استان ایلام ۵۲۱/۸۴ کیلوگرم محاسبه شد که با توجه به مطالعات کوییرس و همکاران (۲۰۱۵)، این مقدار کم‌تر از میزان انتشار دی‌اکسید کربن در فرآیند تولید کلزا در قسمت مرکزی اروپا بود. اگرچه میزان انتشارات جهت تولید یک تن کلزا در شرایط دیم در استان ایلام کم‌تر از مطالعات انجام گرفته در دیگر نقاط جهان می‌باشد، اما هم‌چنان مقدار قابل توجهی آلایندگی منتشر می‌شود که انتشارات مستقیم مانند سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و... بیش‌ترین سهم را در آلایندگی داشتند.

۱. با توجه به مطالعه مذکور بیش‌ترین مصرف انرژی مربوط به انرژی سوخت‌ها می‌باشد، لذا به‌کارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کم‌خاک‌ورزی همراه با اقدامات مناسب برای بهبود مدیریت عملیات زراعی و کاهش مصرف انرژی سوخت ماشین‌ها پیشنهاد می‌گردد.
۲. با توجه به انتشار بالای آلاینده‌های ناشی از مصرف کودهای شیمیایی پیشنهاد می‌گردد که تا حد امکان در مزارع از کودهای آلی جهت بهبود حاصلخیزی خاک و تأمین نیازهای تغذیه‌ای محصول استفاده گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست‌ها

جدول ۱. محتوای انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید کلزا

عنوان	واحد	ضریب انرژی (Mj/Unit)	مرجع
سوخت			
دیزل	kg	۵۶/۳۱	**(اوناکیتان و همکارن، ۲۰۱۰)**
روغن	L	۴۷/۸	**(کیتانی، ۱۹۹۹)**
نیروی کارگری	h	۱/۹۶	**(محمدشیرازی و همکاران، ۲۰۱۵)**
ماشین‌ها و ادوات			
کمباین خودگردان	h	۸۷/۶۳	**(اوناکیتان و همکارن، ۲۰۱۰)**
سایر ماشین‌های کشاورزی	h	۶۲/۷	**(مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰)**
سموم شیمیایی			
آفت‌کش	kg	۱۹۹	**(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ b)**
قارچ‌کش	kg	۹۲	**(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ b)**
علف‌کش	kg	۲۳۸	**(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ b)**
کود شیمیایی			
نیتروژن	kg	۶۶/۱۴	**(مبتکر و همکاران، ۲۰۱۳)**
فسفر	kg	۱۲/۴۴	**(مبتکر و همکاران، ۲۰۱۳)**
پتاسیم	kg	۱۱/۱۵	**(رمدانی و همکاران، ۲۰۱۱)**
بذر	kg	۲۹/۲۰	**(اوناکیتان و همکارن، ۲۰۱۰)**
ستانده‌ها			
کلزا	kg	۲۷/۶	**(اوناکیتان و همکارن، ۲۰۱۰)**
کاه و کلش	kg	۱۷/۲۵	**(محمدی و همکاران، ۲۰۱۴)**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ضرایب انتشار برای هر مگاژول سوخت گازوییل (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۴)

انتشار	مقدار (گرم بر هر مگاژول گازوییل)
دی اکسید کربن	۷۴/۵
سولفور دی اکسید	۰/۰۲۴۱
متان	۰/۰۰۳۰۸
بنزن	۰/۰۰۰۱۷۴
کادمیوم	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳۹
کرومیوم	۰/۰۰۰۰۰۱۱۹
مس	۰/۰۰۰۰۴۰۶
دی نیتروژن مونواکسید	۰/۰۰۲۸۶
نیکل	۰/۰۰۰۰۰۱۶۷
روی	۰/۰۰۰۰۲۳۹
بنزو پیرینه	۰/۰۰۰۰۰۰۷۱۶
آمونیاک	۰/۰۰۰۴۷۷
سلنیوم	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳
هیدرو کربن‌های چند حلقه‌ای	۰/۰۰۰۰۰۰۳۹
هیدرو کربن‌ها	۰/۰۶۸
اکسیدهای نیتروزن	۱/۰۶
کربن منواکسید	۰/۱۵
ریزگردها (< ۵/۲ میکرومتر)	۰/۱۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. علائم و نشانه‌ها

پارامتر	نماد	واحد اندازه‌گیری
توان کششی	P	hp
سطح	A	ha
نیتروژن	N	kg
فسفات	P_2O	kg
پتاس	K_2O	kg
نیروی کارگری	H	Mj/hr
کار ماشین‌ها	H	Mj/kg و hr/ha
تخلیه منابع زنده	AD	kg Sb eq.
تخلیه منابع زنده (سوخت‌های فسیلی)	AD	Mj
پتانسیل اسیدی شدن	AC	kg SO_2 eq.
پتانسیل اختناق دریاچه‌ای	EU	kg PO_4^{-2} eq.
پتانسیل گرمایش جهانی	GW	kg CO_2 eq.
تخلیه لایه ازن	OD	kg CFC-11 eq.
پتانسیل مسمومیت انسان‌ها	HTP	kg 1,4-DCB eq.
مسمومیت آب‌های سطحی	FWAET	kg 1,4-DCB eq.
مسمومیت آب‌های آزاد	MAET	kg 1,4-DCB eq.
مسمومیت خاک	TE	kg 1,4-DCB eq.
مه دود فتوشیمیایی	PhO	kg C2H4 eq

منابع

بی‌نام (۱۳۹۷). «آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی». معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. گزارش برآورد سطح، تولید و عملکرد محصولات زراعی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ کل کشور. صفحه ۳.

بی‌نام (۱۳۹۷). «سالنامه آماری استان ایلام» (۱۳۹۶)، استانداری ایلام، معاونت برنامه‌ریزی، دفتر آمار، اطلاعات و GIS.

خیرعلی‌پور، کامران، جعفری‌ثمرین، حمید، سلیمانی، محسن (۱۳۹۶). «تعیین اثرات زیست‌محیطی تولید کلزا به روش ارزیابی چرخه حیات، مطالعه موردی: استان اردبیل». مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۴، ۵۲۶-۵۱۷.

www.SID.ir

Archive of SID

دبیقی، خاتون، فاتح، اسفندیار، آینه‌بند، امیر (۱۳۹۶). «مطالعه شاخص‌های کارایی نیتروژن در کلزا تحت تأثیر کود سبز و منابع مختلف نیتروژن». نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۵، شماره ۲، ۴۲۴-۴۱۳.

فتحی، بهرام، خداپرست‌مشهدی، مهدی، همایونی‌فر، مسعود، سجادی‌فر، سیدحسین (۱۳۹۶). «ارزیابی کارایی عملکرد زیست‌محیطی کشورهای منتخب بر اساس تحلیل فراگیر داده‌ها و تئوری بازی‌ها در محیط رقابتی». فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال سیزدهم، شماره ۵۳، ۱۳۳-۱۰۵.

میرحاجی، حمزه، خجسته پور، مهدی، عباس پورفرد، محمدحسین (۱۳۹۲). «بررسی تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت در ایران». مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۲، ۲۳۲-۲۲۳.

نعمت‌اللهی، فاطمه، صدرایی جواهری، احمد، صمدی، حسین، شهنازی، روح‌اله (۱۳۹۸). «بررسی آثار رفاهی و زیست‌محیطی پرداخت یارانه به تحقیق و توسعه و اخذ مالیات بر مصرف انرژی». فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پانزدهم، شماره ۶۰، ۱۲۷-۱۰۷.

Brentrup F., Kusters J., Kuhlmann H., & Lammel, J. (2004a). Environmental Impact Assessment of Agricultural Production Systems Using the life Cycle Assessment Methodology: I. Theoretical Concept of a LCA Method Tailored to Crop Production. European Journal of Agronomy, 20: 247-264.

Budzynski W S., Jankowski K., & Jarocki, M. (2015). An Analysis of the Energy Efficiency of Winter Rapeseed Biomass under different farming technologies. A case study of large scale farm in Poland. Enegy, 90: 1272-1279.

De Klein C., Novoa RSA, Ogle S., Smith KA., Rochette P., Wirth TC, McConkey BG, Mosier A., Rypdal K., & Walsh, M. (2006). N_2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programmer, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.

Heidari, M. D., Omid, M., & Akram, A. (2011). Energy efficiency and econometric analysis of boiler production farms. Energy, 36(11), 6536-41.

IPCC/OECD. (1997). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

www.SID.ir

Archive of SID

ISO 14040. (2006a). Environmental Management: Life Cycle Assessment: Principles and Framework.

ISO 14044 .(2006b). Environmental Management Life Cycle Assessment Requirements and Guidelines.

Khoshnevisan B., Rafiee S., Omid M., Mousazadeh H., & Clark, S. (2014). Environmental Impact Assessment of Tomato and Cucumber Cultivation in Greenhouses using Life Cycle Assessment and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. Journal of Cleaner Production, 73: 183-192.

Khoshnevisan B., Rajaeifar M A., Clark S., Shamahirband S., Anuar N B., Shuib N L M., & Gani, A. (2014b). Evaluation of traditional and consolidated rice farms in Guilan Province, Iran, using life cycle assessment and fuzzy modeling. Science of the Total Environment, 481: 242–251.

Khoshnevisan B., Bolandnazar E., Shamshirband S., Motamed H., Badrul N., Mat L., Kiah M. L M. (2015). Decreasing Environmental Impacts of Cropping Systems using Life Cycle Assessment (LCA) and Multi-Objective Genetic Algorithm. Journal of Cleaner Production, 86: 67–77.

Malca J., Coelho A., & Freire, F. (2014). Environmental Life-Cycle Assessment of Rapeseed-based Biodiesel: Alternative Cultivation Systems and Locations. Applied Energy, 114: 837–844.

Mohammadi A., Rafiee S., Jafari A., Keyhani A., Mousavi-Avval S H., & Nonhebel, S. (2014). Energy use Efficiency and Greenhouse Gas Emissions of Farming Systems in North Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30: 724–733.

Queirós J., Malca J., & Freire, F. (2015). Environmental Life-Cycle Assessment of Rapeseed Produced in Central Europe: Addressing Alternative Fertilization and Management Practices. Journal of Cleaner Production, 99: 266-274.

Sefeedpari P., Shokoohi Z., & Behzadifar, Y. (2014). Energy use and Carbon Dioxide Emission Analysis in Sugarcane Farms: A survey on Haft-Tappeh Sugarcane Agro-Industrial Company in Iran. Journal of Cleaner Production.

Unakitan G., Hurma H., & Yilmaz F. (2010). An Analysis of Energy use Efficiency of Canola Production in Turkey. Energy, 35: 3623–3627.

Zhou, M., Zhu, B., Brüggemann, N., Wang, X., Zheng, X., & Butterbach-bahl, K. (2015). Agriculture, Ecosystems and Environment Nitrous oxide and methane emissions from a subtropical rice – rapeseed rotation system in China: A 3-year field case study, 212, 297–309.

www.SID.ir

Archive of SID

Assessment of the Pattern of Energy Consumption in Dryland Rape Production and its Environmental Effects In Ilam province

Rostam Fathi[1]
Ph.D. Student of Agricultural Mechanization Engineering. Agricultural Sciences & Natural Resources University of Khuzestan.
phd.rostamfathi@asnrukh.ac.ir

Kamran Kheiralipour
Assistant Professor of Mechanical Biosystems at Agriculture Faculty, Ilam University. k.kheiralipour@ilam.ac.ir

Amir Azizpanah
Assistant Professor of Mechanical Biosystems at Agriculture Faculty, Ilam University. A.azizpanah@ilam.ac.ir
Received: 2019/01/02 Accepted: 2019/07/13

Abstract

The use of agricultural machinery, fuel, fertilizers, and pesticides render agriculture dependent on energy and have negative environmental effects on water, air and land. Therefore, it is necessary to study the process of energy consumption for producting the different products and take the necessary measures to increase the efficiency and decrease the environmental effect of these inputs. In this study, we calculate the pattern of energy consumption in dryland rape, using energy ratio, energy efficiency, energy intensity and net energy addition and the environmental effects in three districts of Ilam province using the life cycle evaluation. In order to conduct the study, we obtained the required data by using the questionnaire method to interview farmers and related departments. The results of this study showed that the average ratio of the energy for the dryland rape production in Chardavol, Darrehshahr , and Abdanan districts was respectivelyt 7.91,7.67, and 6.91. Based on the results of the life cycle assessment, diesel fuel had the maximum effect on reduction of inorganic sources, ozone layer depletion and water contanimation. Direct emissions had the greatest impact on acidification, river pollution, global warming and human poisoning.

JEL Classification: N55, Q40, Q51

Keywords: Energy Ratio, Life cycle Evaluation, Energy Productivity,Ilam Province.

1. Corresponding Author

www.SID.ir