نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

بررسی انرژی مصرفی و شاخص‌های زیست‌محیطی یک واحد شالیکوبی مدرن در استان گیلان

سید حسین پیمان [۱*] و اشکان نبوی پله سرائی [۲]
۱– استادیار گروه مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه گیلان
۲– دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تهران
ایمیل مکاتبه کننده: Payman4747@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش به بررسی انرژی مصرفی و تعیین شاخص‌های زیست‌محیطی برای فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید در کارخانه‌ی برنجکوبی منصوری راد به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مجموعه‌های مدرن شالیکوبی شهرستان رشت در استان گیلان، پرداخته‌شده است. نتایج نشان داد میزان کل انرژی ورودی و برنج سفید به ازای یک‌صد تن شلتوک به ترتیب ۷٤۰۹۲٥٦/۰۹ مگاژول و در حدود ۷۲ تن برنج سفید خروجی به دست آمد. همچنین بیشترین درصد انرژی مصرفی کل به نهاده‌های گاز طبیعی (۸۰/۰۲٪) و شلتوک (۱۹/۸٤٪) تعلق داشت. ارزیابی چرخه حیات برای فرآیند تبدیل با اندازه‌گیری شاخص‌های زیست‌محیطی شامل تقلیل منابع غیرآلی، پتانسیل گرمایش جهانی، نقصان لایه‌ی اوزون، مسمومیت انسان، مسمومیت آب‌های سطحی و مسمومیت آب‌های آزاد همراه بود که نتایج تحلیل آن‌ها نیز نشان داد در شاخص‌های تقلیل منابع غیرآلی، مسمومیت‌های انسان و آب‌های آزاد، گاز طبیعی و شلتوک به ترتیب بیشترین سهم در انتشار را دربرداشته و در شاخص پتانسیل گرمایش جهانی بیشترین مقدار انتشار درون سیستمی (۷۰٪) به دست آمد. در پایان می‌توان گفت استفاده از مشعل‌های جدید به جای مشعل‌های قدیمی و تعیین رطوبت بهینه در فرآیند خشک‌کردن در کاهش انرژی مصرفی و شاخص‌های زیست‌محیطی بسیار می‌تواند مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چرخه حیات، انرژی، شالیکوبی مدرن، فرآیند تبدیل

مقدمه

بی‌تردید هر کشوری باید راه‌حل مسئله انرژی را در چارچوب استراتژی توسعه اقتصادی خود تعیین کند. زیرا انرژی یکی از اجزای اصلی استراتژی توسعه پایدار هر کشور است. در هر جامعه‌ای از سنتی گرفته تا صنعتی نه هزینه‌های انرژی، بلکه قابلیت دسترسی به انرژی است که ایجاد بحران می‌کند و مدیریت انرژی تنها و نزدیک‌ترین راه برای بهره‌برداری بیشتری از سوخت‌های موجود و منابع انرژی است (Taki et al., 2012). از طرف دیگر گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین موضوعات در قرن حاضر است. گرم شدن جهان، افزایش مداوم در دمای متوسط اتمسفر زمین و اقیانوس‌ها است و با افزایش غلظت

گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر ایجاد می‌شود که ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند جنگل‌زدایی و سوختن سوخت‌های فسیلی است. توافق علمی وجود دارد که نشان می‌دهد که گرم شدن کره زمین یکی از چالش‌های عمده از مصرف سوخت‌های فسیلی زیست‌محیطی در آینده به شمار می‌رود (فرجام و همکاران، ۱۳۹۲). برنج مهم‌ترین محصول استراتژیک شمال کشور بوده و درآمد حاصل از تولید آن برای بسیاری از کشاورزان که به‌عنوان تک‌محصول، برنج را در یک سال زراعی کشت می‌نمایند بسیار حائز اهمیت است. فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید یا به‌عبارتی‌دیگر شالیکوبی ازجمله مهم‌ترین و پرهزینه‌ترین مراحل تولید برنج بوده، بدیهی است هر چه هزینه تولید برنج سفید در شالیکوبی‌ها کاهش یابد، کشاورزان با بهای کمتری می‌توانند برنج سفید را تهیه و درمجموع سود بیشتری را عاید شوند و از طرفی واحدهای شالیکوبی نیز می‌توانند با صرف هزینه کمتر سرانه تولید خود را افزایش دهند، که سود دو جانبه‌ای را ایجاد خواهد نمود. مصرف بی‌رویه نهاده‌های انرژی در فرآیند تبدیل از طرفی باعث افزایش هزینه و از طرفی دیگر باعث نشر آلاینده‌های زیست‌محیطی بسیاری در محیط اطراف می‌شود. به‌طور کلی واحدهای شالیکوبی با توجه به امکانات و تجهیزات فرآیند تبدیل به سه دسته‌ی سنتی، نیمه مدرن و مدرن طبقه‌بندی می‌شوند. عملیات لازم در شالیکوبی‌های مدرن شامل فرآیند خشک‌کردن شلتوک (رساندن رطوبت به ۸٪)، بوجاری، سنگ‌گیری، پوست‌کنی، پادیه (جدا کن برنج قهوه‌ای از شلتوک پوست‌کنده نشده) سفید کنی، صیقل دهی و الک نمودن و درجه‌بندی برنج سفید هست. این عملیات در بسیاری از شالیکوبی‌ها ممکن است ادغام‌شده یا به‌صورت جداگانه صورت پذیرد. شهرستان‌های رشت و رضوانشهر در استان گیلان همواره پیشگام مکانیزه نمودن فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در سطح استان بوده و فرآیند شالیکوبی نیز از این اصل مستثنا نیست، واحدهای شالیکوبی معدودی در سطح شهرستان رشت مکانیزه بوده که از میان آن‌ها کارخانه‌ی منصوری راد جزء شاخص‌ترین کارخانه‌های منطقه محسوب می‌شود. در کل تعداد پژوهش‌های بسیار اندکی بر روی انرژی فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید صورت گرفته است. به‌طور مثال در ایران پیمان و همکاران در پژوهشی به بررسی انرژی مصرفی در عملیات پوست‌کنی شلتوک پرداختند (پیمان و همکاران، ۱۳۸۳).

در مطالعه‌ی حاضر به تعیین میزان انرژی مصرفی و ارزیابی چرخه حیات از طریق بررسی شاخص‌های زیست‌محیطی پرداخته‌شده است و کارخانه برنجکوبی منصوری راد به‌عنوان نماینده واحدهای شالیکوبی مدرن در نظر گرفته‌شده است.

مواد و روش‌ها

به‌طور کل در حدود ۸۰۰ کارخانه‌ی فعال شالیکوبی در کل استان گیلان پراکنده بوده که ظرفیت میانگین آن‌ها در حدود ۲۰ تن در شبانه‌روز می‌باشد. در این پژوهش شالیکوبی مدرن منصوری راد به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین و پیشرفته‌ترین شالیکوبی‌های موجود در مرکز استان گیلان (شهرستان رشت) به‌منظور مطالعه انتخاب‌شده است. دارا بودن روند استاندارد، علمی و مطابق روز بودن دستگاه‌های فرآیند تبدیل و همچنین داشتن ظرفیتی در حدود ٦۰ تن در ۲٤ ساعت برای فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید مسبب اصلی برای انتخاب این مجموعه برای مطالعه‌ی حاضر بود. این واحد شالیکوبی در منطقه شاقاجی شهر سنگر که از توابع شهرستان رشت است، واقع می‌باشد.

در ابتدا کلیه‌ی دستگاه‌های مورداستفاده در طی فرآیند تبدیل موردبررسی قرار گرفتند و اطلاعات لازم برای تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک به برنج سفید مورداندازه‌گیری قرار گرفت. این اطلاعات شامل تعیین نهاده‌ها و مقدار مصرف هر یک از آن‌ها بوده است و سپس با استفاده از آن‌ها مقادیر انرژی مصرفی محاسبه گردید.

تحلیل انرژی

نهاده‌های انرژی برای فرآیند تبدیل در واحد شالیکوبی شامل شلتوک، نیروی کارگری، ماشین‌ها، الکتریسیته و گاز طبیعی بود. برای محاسبه انرژی شلتوک ورودی، مقدار شلتوک (در این مطالعه ۱۰۰ تن) را در هم‌ارز انرژی آن‌که در جدول یک ارائه‌شده است، ضرب می‌نماییم.

جدول ۱– هم‌ارز انرژی برای فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید در واحدهای شالیکوبی مدرن.

نهاده / ستانده	واحد	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	منبع
الف) : نهاده‌های ورودی			
۱– شلتوک	تن	۱٤۷۰۰	(Sing et al., 1994)
۲– نیروی کارگری	ساعت	۱/۹٦	(Kitani, 1999)
۳– ماشین‌ها	کیلوگرم	۹	(Kitani, 1999)
٤– الکتریسیته	کیلووات ساعت	۱۲	(Pishgar-Komleh et al., 2013)
٥– گاز طبیعی	مترمکعب	٤۹/٥	(Kitani, 1999)
ب): خروجی			
برنج سفید	تن	۱۷۰۰۰	(Kitani, 1999)

برای محاسبه انرژی نیروی کارگری، هم‌ارز انرژی نیروی کارگری را در تعداد نفرات ضرب نموده و انرژی مصرفی برحسب ساعت حساب می‌شود. سپس تعداد ساعات کاری هر نفر را نیز حساب کرده و درنهایت انرژی مصرفی برای نیروی کارگری را محاسبه می‌کنیم:

$$HLE = N \times E_{HL} \qquad (۱)$$

که در آن:

HLE: انرژی نیروی کارگری به ازای تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک

N: تعداد کارگر در هر دستگاه به ازای تولید ۱۰۰ تن شلتوک

E_{HL}: انرژی موجود به ازای هر کارگر

برای محاسبه مقدار انرژی ماشین‌ها در واحد شالیکوبی دو پارامتر مورداندازه‌گیری قرار گرفت اولین پارامتر ساعات کاری ماشین بوده که در بسیاری از تحلیل‌های انرژی مورد ارزیابی قرارگرفته و پارامتر بعدی وزن ماشین بود که در محاسبه شاخص‌های زیست‌محیطی مدنظر قرار می‌گیرد، ساعات کار دستگاه‌ها برای فرآیند تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک برای یکایک مراحل تبدیل محاسبه گردید و با ضرب مجموع آن‌ها باهم ارز انرژی مقدار انرژی ماشین‌ها به دست آمد همچنین محاسبه وزن ماشین با استفاده از اطلاعات موجود بر روی کاتالوگ دستگاه‌ها صورت پذیرفت.

انرژی الکتریسیته با استفاده از اطلاعات موجود روی بدنه الکتروموتور به‌دست آمد، بدین‌صورت که شدت‌جریان و ولتاژ هر دستگاه به‌دست‌آمده و پس از محاسبه کیلووات، مقدار آن را در هم‌ارز ارائه‌شده‌ی جدول ۱، ضرب می‌نماییم. فرمول ذیل شرح کاملی بر محاسبه‌ی انرژی الکتریکی دارد (فیضی و خفافی، ۱۳۹۲):

$$EE = \sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times H \times E_{EL} \qquad (۲)$$

که در آن:

EE: انرژی الکتریسیته به ازای تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک

V: مقدار ولتاژ هر دستگاه

I: مقدار آمپراژ هر دستگاه

CosΦ: ضریب توان مصرف‌کننده

H: مقدار ساعات استفاده از هر دستگاه برای فرآیند تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک به برنج سفید

EEL: انرژی موجود به ازای هر کیلووات ساعت

گاز طبیعی در فرآیند خشک‌کردن شلتوک و کاهش رطوبت آن به میزان ۸ درصد مورداستفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از راندمان مشعل، مقدار مترمکعب گاز مصرفی و هم‌ارز انرژی ارائه‌شده در جدول ۱ مقدار آن قابل‌استفاده است.

شاخص‌های زیست‌محیطی

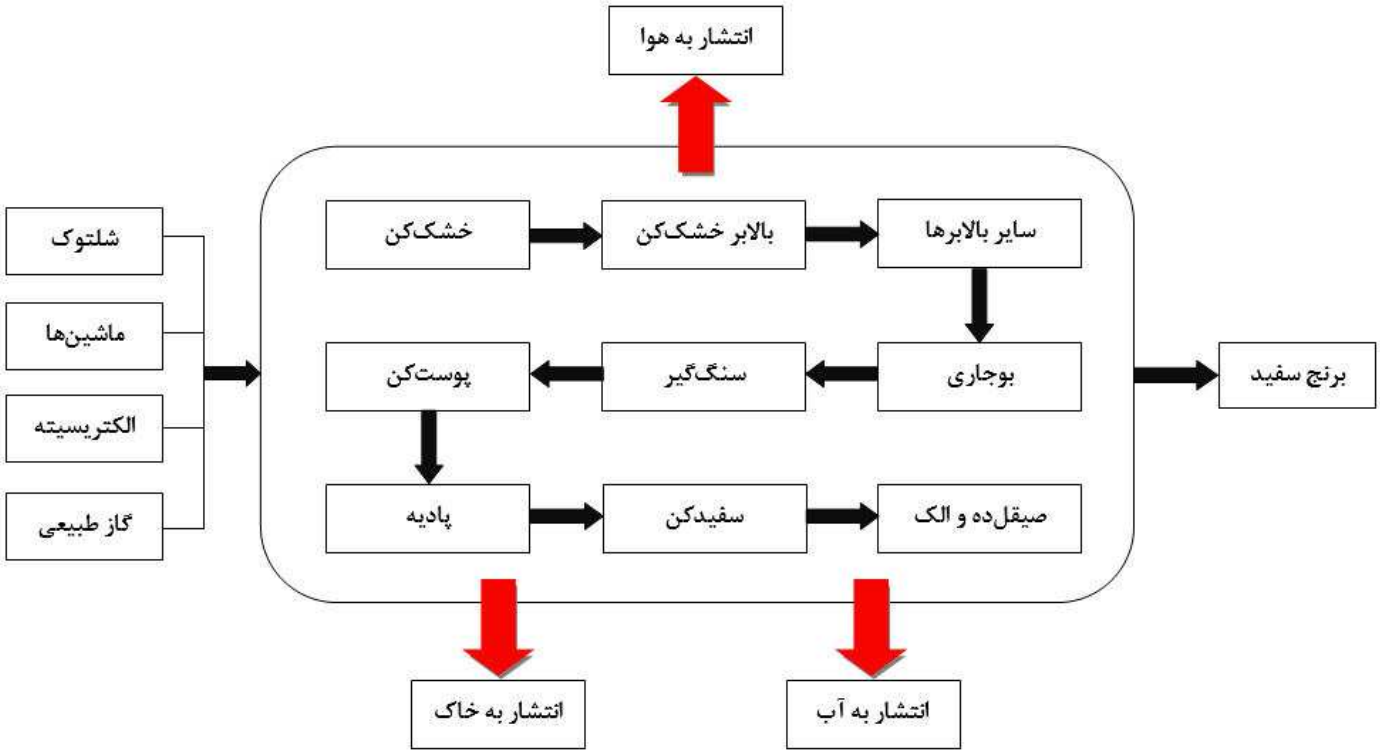
ارزیابی چرخه‌ی حیات از روندی که در استاندارد ISO 14044 آورده شده است پیروی می‌کند. روند ارزیابی چرخه‌ی حیات از چهار مرحله تشکیل‌شده است: تعیین هدف و دامنه[۱]، ممیزی چرخه حیات[۲]، ارزیابی اثرات[۳] و تفسیر نتایج[٤]. در مرحله‌ی تعیین هدف و دامنه در مورد چگونگی (دامنه) و چرایی (هدف) یک مطالعه‌ی ارزیابی چرخه‌ی حیات بحث می‌شود. تعیین هدف، نتیجه و عواید حاصل از مطالعه را مشخص می‌کند و تعیین دامنه در رابطه با توصیف واحد عملکردی محصول موردمطالعه، سامانه‌ی تولید و مرزهای آن، روند جمع‌آوری و پردازش داده‌ها و بخش‌های اثر زیست‌محیطی موردنظر می‌باشد. در مرحله‌ی تحلیل سیاهه، منابع طبیعی و دیگر ورودی‌های سامانه و انتشارات آلاینده‌ها و سایر خروجی‌ها در هر فرآیند از سامانه‌ی تولید موردبررسی قرار می‌گیرد. در مرحله‌ی ارزیابی اثرات، ورودی‌های منابع طبیعی و انتشارات زیست‌محیطی به‌صورت سهم آن‌ها در محدوده‌ی بخش‌های اثر منتخب ارائه می‌شود و در مرحله‌ی نهایی نتایج مراحل قبلی تفسیر می‌شود (یوسفی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

یک مفهوم کلیدی در مطالعات ارزیابی چرخه حیات، واحد عملکردی (FU)[۵] می‌باشد که مقایسه‌ی تولیدات و خدمات مختلف را امکان‌پذیر می‌سازد (ISO, 2006). واحد عملکردی در پژوهش حاضر بر پایه‌ی جرم بوده و به‌صورت تولید ۱۰۰ تن برنج سفید تعریف گردید.

یکی دیگر از اقدامات مهم و الزامی در مرحله‌ی تعیین هدف و دامنه، انتخاب مرز سامانه است. تعیین مرز مطالعه به‌منظور محاسبه‌ی دقیق‌تر مواد منتشرشده‌ی ناشی از مصرف درون سیستم و یا خارج آن ضروری می‌باشد. ارزیابی چرخه‌ی حیات یک نگرش «گهواره تاگور»[٦] می‌باشد اما این امکان فراهم‌شده است تا به‌منظور تمرکز بیشتر روی فرآیندها، مرز سامانه به‌صورت بخشی از کل سامانه در نظر گرفته شود و نتایج بر اساس مرز انتخاب‌شده و برای یک مقیاس کوچک‌تر بیان شوند (خوشنویسان و همکاران، ۱۳۹۲). مرز سامانه در این پژوهش در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است.

بخش‌های اثر مورداستفاده در این مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید سیر بر اساس روش CML 2 baseline 2000 انجام‌گرفته است (Guinée et al., 2002).

[۱] Goal and scope definition
[۲] Inventory analysis
[۳] Impact assessment
[٤] Interpretation
[۵] Functional unit
[٦] Cradle to Grave



شکل ۱- مرز سامانه فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید.

جدول۲- معرفی شاخص‌های زیست‌محیطی موردبررسی در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید

بخش‌های اثر	علامت اختصاری	واحد
۱- تقلیل منابع غیر آلی	AD	kg Sb eq.
۲- پتانسیل گرمایش جهانی	GWP	kg CO_2 eq.
۳- نقصان لایه اوزون	OLD	kg CFC11 eq.
٤- مسمومیت انسان	HT	kg 1,4-DB eq.
٥- مسمومیت آب‌های سطحی	FE	kg 1,4-DB eq.
٦- مسمومیت آب‌های آزاد	ME	kg 1,4-DB eq.

کاهش منابع غیرزنده (مانند سنگ‌آهن، منابع نفت خام و ...) یکی از موارد آسیب‌رسانی انتشارها در یک سیستم بوده که به‌عنوان تقلیل منابع غیر آلی شناخته می‌شود (Guinée et al., 2002). پتانسیل گرمایش جهانی سهم گازهای منتشرشده از سیستم را نشان می‌دهد، که باعث تغیر اقلیم و آب‌وهوا می‌شود (خوشنویسان و همکاران، ۱۳۹۲). نقصان لایه‌ی اوزون درواقع نشان‌دهنده‌ی آن است که نهاده‌های مصرفی تا چه میزان کلروفلوئوروکربن منتشر کرده و باعث از بین بردن این لایه می‌شوند. شاخص مسمومیت انسان نشان‌دهنده‌ی آن است که انتشارات دی کلروبنزن تا چه حد می‌تواند در محیط کار

سیستم برای انسان سمی باشد، در سایر شاخص‌های مسمومیت نیز دی کلروبنزن اندازه‌گیری می‌شود با این تفاسیر که به‌جای انسان در انواع منابع آب‌های سطحی و آزاد میزان خطر مسمومیت تعیین می‌شود (Guinée et al., 2002).

داده‌های مربوط به تولید نهاده‌های مصرفی نیز از پایگاه داده‌ی Ecoinvent 3.0 که در نرم‌افزار ارزیابی چرخه‌ی حیات SimaPro 8.0.3 موجود است، به‌دست آمد.

همچنین لازم است اشاره شود که انتشارات درون سیستمی تولید برنج نیز بر اساس مقادیر میانگین نهاده‌های مصرفی تولید شلتوک در مزرعه تا حمل به کارخانه از مطالعه نبوی پله سرائی و همکاران در استان گیلان محاسبه‌شده و سپس به‌صورت ورودی جداگانه در نرم‌افزار SimaPro 8.0.3 مورد استفاده قرارگرفته است (Nabavi-Pelesaraei et al., 2014).

نتایج و بحث

نتایج تحلیل انرژی

مقدار فیزیکی هریک از نهاده‌های استفاده‌شده و برنج سفید خروجی در فرآیند تبدیل و همچنین مقادیر انرژی محسوب از هر یک آن‌ها در جدول ۳ نشان داده‌شده است.

جدول۳– میزان نهاده و ستانده / انرژی ورودی – خروجی برای فرآیند تبدیل یک‌صد تن شلتوک

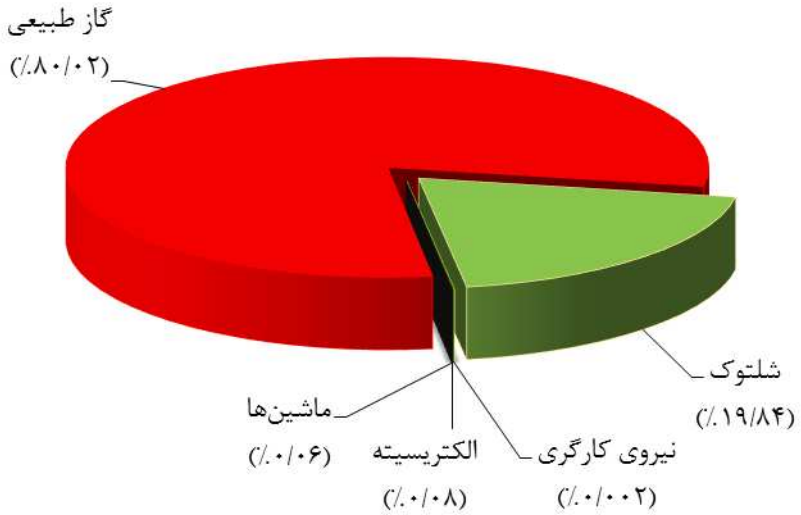
نهاده / ستانده (واحد)	میانگین میزان مصرف و تولید (واحد)	کل انرژی معادل (مگاژول)
الف) : نهاده‌های ورودی		
۱– شلتوک (تن)	۱۰۰۰۰۰	۱٤۷۰۰۰۰
۲– نیروی کارگری (ساعت)	٦۱/٦۲	۱۲۰/۷۷
۳– ماشین‌ها (کیلوگرم)	۵۲٤/۰۰	٤۷۱٦/۰۱
٤– الکتریسیته (کیلووات ساعت)	٤۸۳/٦۹	۵۸۰٤/۳۱
۵– گاز طبیعی (مترمکعب)	۱۱۹۷۷۰	۵۹۲۸٦۱۵
کل انرژی ورودی (مگاژول)	–	۷٤۰۹۲۵٦/۰۹
ب): خروجی		
برنج سفید (تن)	۷۲۰۰۰	۱۲۲٤۰۰۰

بر اساس نتایج برای تبدیل یک‌صد تن شلتوک به برنج سفید کل انرژی ورودی ۷٤۰۹۲۵٦/۰۹ مگاژول به دست آمد درحالی‌که میزان انرژی خروجی در حدود ۱۲۲٤۰۰۰ مگاژول یافت شد. این بدان معناست که در حدود ۷۲ تن به ازای هر

صد تن شلتوک در فرآیند تبدیل استحصال می‌شود، این نتایج نشان‌دهنده‌ی آن است که فرآیند تولید برنج سفید در واحدهای مدرن بسیار با صرف انرژی بالایی همراه بوده، به‌گونه‌ای که انرژی خروجی کمتر از انرژی ورودی و درنتیجه بازده‌ی انرژتیک سیستم کمتر از یک می‌باشد. همچنین همان‌طور که انتظار می‌رفت ساعات کار نیروی کارگری و ماشین‌ها و مقدار کیلووات ساعت مصرفی، مقادیر چندان بالایی را در اختیار نداشتند.

مقدار مصرفی گاز طبیعی در فرآیند خشک‌کن نیز به طرز چشمگیری بالا و در حدود ۱۲۰۰۰۰ مترمکعب بوده که انرژی مصرفی آن ۵۹۲۸۶۱۵ مگاژول برآورد شد.

سهم هریک از نهاده‌ها در میزان کل مصرف انرژی در شکل ۲ نمایش داده‌شده است. نتایج بر آن است که گاز طبیعی با سهم حدود ۸۰٪ انرژی‌برترین نهاده مصرفی بوده است، از یک طرف استفاده از مشعل‌های قدیمی و فرسوده در فرآیند خشک‌کردن مکانیزه و همچنین استفاده از خشک‌کن‌های نامناسب (خشک‌کن‌هایی بدون عایق و با اتلاف حرارتی بالا) و از طرفی صرف زمان مضاعف برای کاهش رطوبت از ۹٪ تا ۸٪ در شلتوک تا حد زیادی موجب این نتیجه بوده است. همچنین شلتوک نیز با ۲۰٪ در رتبه‌ی بعدی مصرف انرژی قرار داشت، درواقع می‌توان بیان کرد که شلتوک خود به‌عنوان یک منبع انرژی اصلی مطرح بوده و سیستم‌های شالیکوبی اولاً بایستی با اعمال روش‌های مناسب پوست‌کنی و سفید کنی بایستی مقدار شکست و خرد برنج را کاهش داده تا درصد بیشتری از آن به‌عنوان برنج سفید مرغوب حاصل شود و همچنین بایستی سیستمی برای استفاده از سبوس برنج وجود داشته باشد، که به‌طور مثال در واحد موردمطالعه نیز به‌طور جداگانه واحدی برای جمع‌آوری پوست و سبوس وجود دارد. این روش می‌تواند به‌طور موضعی تأثیر چشمگیری در بالا بردن راندمان انرژی در فرآیند تبدیل داشته باشد.

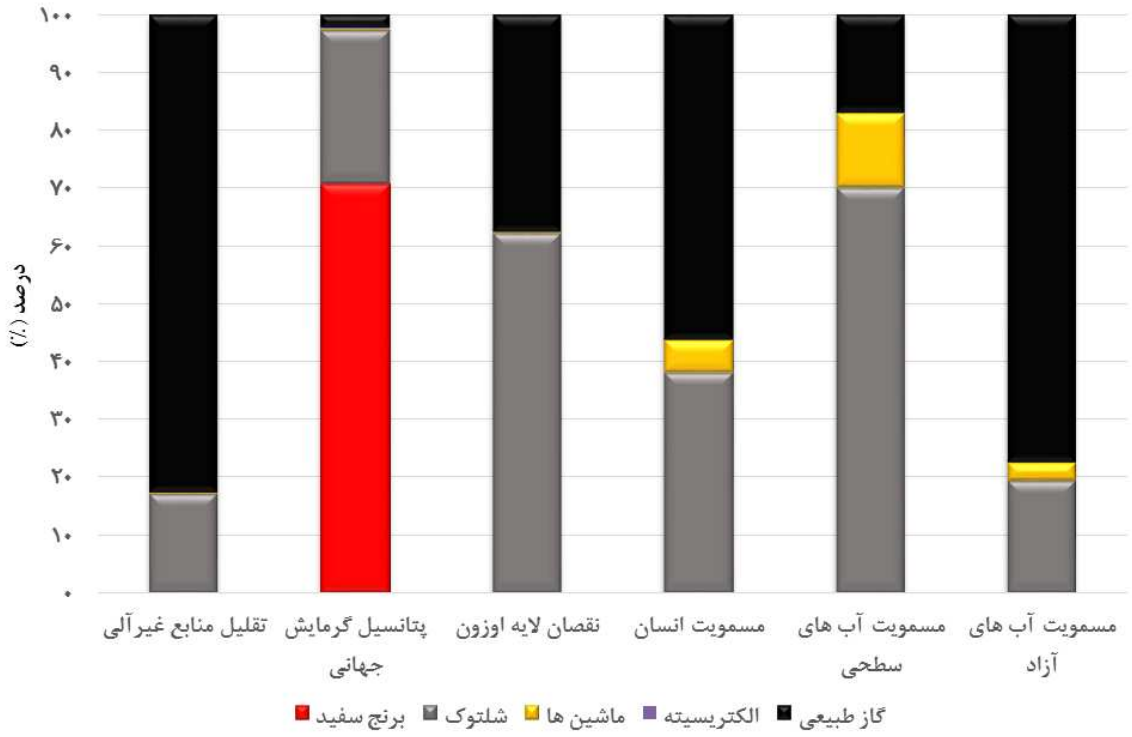


شکل ۲– سهم هریک از نهاده‌ها در انرژی ورودی کل برای فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید.

نتایج شاخص‌های زیست‌محیطی

در شکل ۳ سهم هریک از نهاده‌ها در انواع شاخص‌های زیست‌محیطی آورده شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که در شاخص تقلیل منابع غیر آلی، گاز طبیعی با بیش از ۸۰ درصد بالاترین سهم را به خود اختصاص داد و شلتوک با ۲۰ درصد در جایگاه بعدی قرار داشت. همچنین انتشار درون سیستمی در پتانسیل گرمایش جهانی بالاترین اثر را داشته به‌گونه‌ای که در حدود ۷۰ درصد از کیلوگرم کربن دی‌اکسید منتشر به برنج سفید یا به عبارتی انتشار مستقیم داشته است. در شاخص نقصان لایه اوزون و مسمومیت آب‌های سطحی شلتوک ورودی بیشتر سهم را در انتشار این شاخص‌ها به خود اختصاص داده است.در دو نوع مسمومیت دیگر یعنی انسان و آب‌های آزاد گاز طبیعی بالاترین درصد را از میان نهاده‌ها به خود اختصاص دادند. سهم چشمگیر شلتوک در بسیاری از شاخص‌ها بسیار سؤال‌برانگیز بوده، اما در توضیح بایستی اشاره کرد که سهم شلتوک درواقع شامل زراعت برنج از مرحله‌ی نشاء تا برداشت بوده است و استفاده از نهاده‌ای شیمیایی بسیار در فرآیند تولید آن کاملاً مبین این موضوع می‌باشد.

در پژوهشی بر روی تولید برنج در استان گیلان در دو روش مرسوم و مکانیزه، نتایج نشان داد که کودهای شیمیایی و الکتریسیته تأثیرات بیشتری بر روی نشر آلایندگی در کشت برنج دارند (Khoshnevisan et al., 2014). پس می‌توان گفت اصلاح شاخص‌های زیست‌محیطی در فرآیند تبدیل بایستی از همان عملیات نشاء شروع و تا آخرین مرحله‌ی تبدیل ادامه یابد، که درواقع معنای کامل گهواره تاگور در ارزیابی چرخه‌ی حیات را بیان می‌کند.



شکل ۳– سهم تولید هریک از نهاده‌های مصرفی در بخش‌های اثر آلاینده‌های زیست‌محیطی در فرآیند تبدیل.

برآیند نتایج نشان می‌دهد کاهش مصرف گاز طبیعی اولین و اصلی‌ترین اقدام برای کاهش مصرف انرژی و همچنین مقادیر شاخص‌های زیست‌محیطی در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید می‌باشد. همان‌طور که در بالا اشاره‌شده است، به‌کارگیری سیستم‌های نوین در مشعل‌های خشک‌کن می‌تواند گامی مؤثر در این کاهش باشد. از طرفی دیگر کاهش رطوبت در رده‌های پایین رطوبت بسیاری انرژی‌بر و زمان‌بر بوده و تعیین مقدار رطوبت مناسب در فرآیند خشک‌کردن مسبب کاهش قابل‌ملاحظه‌ای از میزان گاز مصرفی در سیستم شالیکوبی‌های مدرن می‌باشد. کاربرد الکتریسیته و ماشین‌ها هم ازلحاظ انرژی مصرفی و هم به لحاظ انتشار شاخص‌های زیست‌محیطی بسیار مناسب بوده و امروزه در چندین کشور تولیدکننده اصلی برنج در جهان همانند چین و تایلند از سیستم‌های خشک‌کن برقی برای کاهش رطوبت شلتوک استفاده‌شده است، که در کشور ما هم نیز بایستی مورد آزمایش قرار بگیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه بیان‌گر آن بود که برای فرآیند تبدیل ۱۰۰ تن شلتوک به برنج سفید ۷٤۰۹۲٥٦/۰۹ مگاژول انرژی صرف شده است. که از این مقدار انرژی، نهادهای سوخت و شلتوک با ۸۰/۰۲ درصد و ۱۹/۸٤ درصد به ترتیب بیشترین سهم را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است در این مطالعه از به‌روزترین روش‌های موجود در دنیا برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی استفاده شد. همچنین ٦ شاخص زیست‌محیطی برای ارزیابی چرخه حیات مورداستفاده قرار گرفت که نتایج محاسبات بر آن بود که در شاخص تقلیل منابع غیر آلی، مسمومیت انسان و مسمومیت آب‌های آزاد گاز طبیعی بیشترین سهم در انتشار را دربر داشته و پس‌ازآن شلتوک در جایگاه بعدی قرار دارد. در شاخص مسمومیت آب‌های سطحی شلتوک، گاز طبیعی و ماشین‌ها تا حد زیادی مؤثر بوده، در شاخص پتانسیل گرمایش جهانی نیز میزان انتشار درون سیستمی با حدود ۷۰ درصد بسیار مؤثر در نشر گازهای گلخانه‌ای بوده است. استفاده از مشعل‌های مناسب در فرآیند خشک‌کردن و بررسی رطوبت بالاتر از ۸ درصد در شلتوک برای شروع فرآیند تبدیل می‌تواند مدت‌زمان زیادی را از خشک‌کردن شلتوک بکاهد و باعث کاهش چشمگیر گاز طبیعی در فرآیند تولید برنج سفید در شالیکوبی‌های مدرن گردد.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم است از زحمات بی‌شائبه‌ی جناب آقای مهندس منصوری راد در طی فرآیند انجام این تحقیق، نهایت سپاسگزاری را نمائیم.

منابع و مآخذ

۱. پیمان، ح. روحی، ر. مینایی، س. علیزاده، م.ر. ۱۳۸۳. بررسی انرژی مصرفی در عملیات پوست‌کنی شلتوک. سومین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲. خوشنویسان، ب. رفیعی، ش. امید، م. کیهانی، ع.ر. موحدی، م. ۱۳۹۲. بررسی میزان کارایی و بهره‌وری انرژی در تولید گوجه‌فرنگی. نشریه مهندسی بیوسیستم ایران. دوره ٤٤(۱)جلد ٤٤. ۵۷-٦٦.

۳. فرجام، ع. امید، م. اکرم، الف. فاضل نیاری، ض. ۱۳۹۲. ارزیابی CO_2 خروجی و مدل‌سازی مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی برای تخمین عملکرد ذرت بذری و دانه‌ای در پارس‌آباد مغان. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیتم) و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.

٤. فیضی، م.ر. خفافی، ک. ۱۳۹۲. ماشین‌های الکتریکی مخصوص. انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ پنجم.

۵. یوسفی نژاد استادکلایه، م. نبوی پله سرائی، الف. شریفی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی انرژی مصرفی و آلاینده‌های زیست‌محیطی در تولید سیر استان گیلان: مطالعه‌ی موردی شهرستان لنگرود. اولین کنفرانس بین‌المللی مهندسی محیط زیست.

6. Guinée, HB. Gorrée, M. Heijungs, R. Huppes, G. de Koning, KRA. Wegener Sleeswijk, A. Suh, S. Udo de Haes, H. Bruijn, H. Duin, RV. Huijbregts, MAJ. 2002. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
7. ISO. 2006. Environmental Management e Life Cycle Assessment a Principles and Framework ISO 14040.
8. Khoshnevisan, B. Rajaeifar, MA. Clark, S. Shamahirband, S. Anuar, NB. Shuib, NLM. & Gani, A. 2014. Evaluation of traditional and consolidated rice farms in Guilan Province, Iran, using life cycle assessment and fuzzy modeling. Science of the Total Environment. Vol. 481, 242-251.
9. Kitani, O. 1999. CIGR handbook of agricultural engineering. Energy & biomass engineering. St Joseph, MI: ASAE Publication, Vol. 5.
10. Nabavi-Pelesaraei, A. Abdi, R. Rafiee, S. & Taromi, K. 2014. Applying data envelopment analysis approach to improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emission of rice production. Engineering in Agriculture, Environment and Food. Vol. 7, 155-162.
11. Pishgar-Komleh, SH. Omid, M. & Heidari, MD. 2013. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province, Energy, Vol. 59(10), 63-71.
12. Singh, S. Singh, S. Mittal, JP. Pannu, CJS. & Bhangoo, BS. 1994. Energy inputs and crop yield relationships for rice in Punjab. Energy. Vol. 19(10), 1061-1065.
13. Taki, M. Ajabshirchi, Y. & Mahmoudi, A. 2012. Prediction of output energy for wheat production using artificial neural networks in Esfahan province of Iran. Journal of Agricultural Technology Vol. 7(4), 1229-1242.

Investigation of energy consumption and environmental impacts of a modern milling unit in Guilan province

Abstract

In this study, the energy consumption and determination of environmental impacts were conducted for converting process of paddy to white rice in Mansouri-Rad milling factory as one of the largest modern milling company of Rasht County in Guilan province. The results indicated that the total energy use and yield of white rice was found to be 73382.10 MJ and 72 ton per 100 ton of paddy, respectively. Moreover, the highest share of energy consumption belonged to the natural gas (80.79%) and paddy (19.08%), respectively. The life cycle assessment (LCA) was determined based on calculation of environmental impacts including abiotic depletion, global warming potential, ozone layer depletion, human toxicity, fresh water aquatic ecotoxicity and marine aquatic ecotoxicity. The results of the analysis illustrated that natural gas and paddy had the highest share of abiotic depletion, human toxicity and marine aquatic ecotoxicity, respectively. Moreover, the highest rate of direct emissions was in global warming potential index. Finally, it can be suggested the use of new burners instead on old burners and determination of optimal moisture for drying process can be effective in reduction of energy consumption and environmental impacts, significantly.

Keywords: Life cycle assessment, Energy, Modern milling, Milling processes