یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

اثرات زیست محیطی در تولید نان لواش

کامران خیرعلی پور[1]، محمد مهدی جلیلیان[2]، اسماعیل میرزایی قلعه[3] و کاظم اکبرنژاد[4]

[1]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام، ایلام؛ k.kheiralipour@ilam.ac.ir

[2]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام، ایلام؛ mmj09187336808@gmail.com

[3]استادیار گروه گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه؛ e.mirzaee@razi.ac.ir

[4]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان؛ k.akbarnezhad@ag.int.ac.ir

چکیده

نان از اصلی ترین غذاهای اکثر مردم دنیا می باشد و به آن دسته از غذاها اطلاق می‌شود که با پختن، بخارپز کردن یا سرخ کردن خمیر متشکل از آرد و آب، تهیه می‌شود. این تحقیق در سال ۱۳۹۶ با هدف تحلیل و ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید نان لواش در شهرستان اسلام آباد غرب، کرمانشاه، انجام شد. داده های مورد نیاز در تحقیق به روش پرسش‌نامه‌ای و مصاحبه با نانواها جمع آوری گردید. از تبعات زیست محیطی تولید نان با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات (LCA) و نرم افزار سیماپرو تعیین گردید. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد بیشترین بارهای محیطی از جانب آرد گندم می باشد. همچنین تحلیل نتایج مشخص نمود که در تولید یک تن نان گروه های اثر سمیت آب های آزاد، تقلیل منابع غیرآلی (سوخت های فسیلی)، گرمایش جهانی، سمیت آب های سطحی و پتانسیل اسیدی شدن نسبت به سایر گروه های اثر دارای اثرات زیست محیطی قابل توجهی می باشند.

کلمات کلیدی: اثرات زیست محیطی، ارزیابی چرخه حیات، نان

Environmental Impacts of Lavash Bread

Kamran Kheiralipour[1], Mohammad Mehdi Jalilian[2], Esmaeil Mirzaee Ghaleh[3], Kazem Akbarnezhad[4]

[1]Assistance Professor. Mechanical Engineering of Biosystems Department, Ilam University, Ilam. k.kheiralipour@ilam.ac.ir

[2]M.Sc. Student, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Ilam University, Ilam. mmj09187336808@gmail.com

[3]Assistance Professor. Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah. e.mirzaee@razi.ac.ir

[4]M.Sc. Student, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Isfahan University of Technology, Isfahan. k.akbarnezhad@ag.int.ac.ir

ABSTRACT

Bread is one of the main foods of most people in the world and is referred to those foods that made by cooking, steaming or frying the dough of flour and water. This research was conducted in 2017 with the aim of analyzing and evaluating the energy and environmental impacts of lavash and sangak bread production in West Islamabad, Kermanshah. The required data was gathered by questionnaire and interview with the bakers. The environmental consequences of bread production were determined using the Life Cycle Assessment (LCA) method and the SiamPro Software. The results of this study showed that the highest environmental loads were from wheat flour. Also, the results of the analysis showed that the production of one ton of bread fresh water toxicity, reduction of inorganic resources (fossil fuels), global warming, surface water toxicity and acidification potential had the higher environmental loads compared to other groups effect.

Keywords: Life cycle assessment, Environmental impacts, Bread.

۱- کامران خیرعلی‌پور، دانشگاه ایلام، تلفن و نمابر: ۰۸۴۳۲۲۲۷۰۱۵.

۱- مقدمه

کشاورزی سهم زیادی در انتشار گازهای گلخانه ای دارد (Robitzer et al., 2004). روش های تولید محصولات کشاورزی در دنیا به دلیل وابستگی بیشتر به کودها، سموم شیمیایی و غیره، به طور عمیقی تغییر یافته است. همچنین آلاینده های منتشر شده ناشی از مصرف منابع مختلف انرژی دو سوم کل گازهای گلخانه ای انتشار یافته را به خود اختصاص داده است (Taseska et al., 2011). در حال حاضر میزان انتشارگازهای گلخانه ای در جهان ۱۴ درصد بیشتر از مقداری است که برای سال ۲۰۲۰ پیش بینی شده است. غلظت گازهای گرم کننده کره زمین مانند کربن دی اکسید در جو از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ به میزان ۲۰ درصد افزایش یافته است. سازمان ملل هشدار داده است در صورتی که اقدام فوری جهت کاهش گازهای گلخانه ای از جانب کشورها صورت نگیرد، میزان انتشار این گازها درسال ۲۰۲۰میلادی به ۵۸ گیگاتن برسد (Mehr. 2012). انتشارگازهای گلخانه ای سبب تغییر اقلیم، برهم خوردن چرخه هیدرولیکی (خشک سالی ها و سیلاب های شدید)، بالا آمدن سطح آب دریاها و مرگ جنگل ها شده که حاصل گرمایش جهانی می باشد (Al Mohammad et al., 2013).

روش ارزیابی چرخه حیات (LCA[1]) روش مناسبی برای تحلیل و ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید محصولات در بخش کشاورزی است (ISO 14040, 2006). در این روش با بررسی دقیق، کلیه منابع مصرف شده و مواد منتشر شده به محیط زیست برای تولید یک محصول تحلیل و ارزیابی می شوند (Nemecek et al., 2008). در ابتدا، از این شیوه بیشتر در زمینه های صنعتی استفاده شده است، اما امروزه اکثر محققان از آن به طور گسترده برای تعیین اثرات محصولات، فرآیندها و خدمات بر روی محیط زیست استفاده می کنند (Harding et al., 2008).

یکی از راه‌های حفظ منابع طبیعی و دست یافتن به توسعه‌ی پایدار و به ویژه کشاورزی پایدار، ارزیابی زیست محیطی فرآیند تولید محصولات کشاورزی است (Mirhaji et al., 2011). در این راستا، Iribarren et al. (2010) در مطالعه ای را بر روی ارزیابی چرخه حیات صدف تازه و کنسرو شده در اسپانیا انجام دادند. Karakay & Ozilge (2011) گازهای کربن دی اکسید منتشر شده از گوجه های تازه، رب، کمپوت و آب آن در ترکیه را بررسی نمودند. Nutter et al. (2012) به بررسی چرخه حیات شیر و تولیدی در آمریکا در رابطه با پتانسیل گرمایش جهانی پرداختند. Finnegan et al (2017) پتانسیل گرمایش جهانی در رابطه با محصولات لبنی ایرلند را بررسی کردند. Kheiralipour et al. (2017a) اثرات زیست‌محیطی در تولید و انتقال محصول کلزا به دروازه کارخانه روغن‌کشی در چهار سناریو مختلف در استان اردبیل به روش ارزیابی چرخه حیات را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. Kheiralipour et al. (2017b) Payandeh et al. (2017) مطالعاتی بر روی ارزیابی چرخه حیات پرورش مرغ گوشتی و بوقلمون در اصفهان انجام داد.

با بررسی‌های انجام شده تاکنون مشخص گردیدکه هیچگونه پژوهشی در این زمینه گزارش نشده است. میانگین مصرف سرانه نان در ایران حدود ۳۲۰ گرم در روز می‌باشد که معادل ۱۱۷ کیلوگرم در سال است. در حالیکه مصرف سرانه نان در کل اتحادیه اروپا ۵۰ کیلوگرم در سال می‌باشد. در آمریکا میزان سرانه مصرف نان کمتر از ۵۰ کیلوگرم در سال می‌باشد (Kaboli et al., 2014). با افزایش روز افزون جمعیت و نیاز انسان به تغذیه، بخصوص نان که جز اصلی جیره غذایی انسان به شمار می‌رود، تولید محصولات کشاورزی افزایش یافته است که با افزایش آلودگی محیط زیست و همچنین گرمایش کره زمین همراه است. حال هدف از این تحقیق محاسبه شاخص‌های انرژی و تعیین اثرات زیست محیطی در تولید نان لواش در شهرستان اسلام آباد غرب می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در اسلام آباد غرب از توابع استان کرمانشاه انجام شده است. شهرستان اسلام آباد غرب با مساحت ۴/۲ کیلومتر مربع در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه و در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۶ دقیقه و در ارتفاع ۱۳۳۵متری از سطح دریا، در ۶۵ کیلومتری جنوب غربی کرمانشاه و در مسیر راه کرمانشاه-خسروی قرار دارد.

برای جمع آوری اطلاعات مربوط به نانوایی‌های شهرستان پرسش‌نامه‌ای طراحی گردید و همچنین با نانواها مصاحبه صورت گرفت. اطلاعات از زمان ورود آرد تا تولید نان در ۱۳ واحد نانوایی جمع آوری شد. پرسش‌نامه شامل تمام اطلاعات در مورد مقدار مصرف آرد، نمک، خمیرمایه، آب، برق، نیروی کارگری و سوخت در روز می باشد. همچنین میزان تولید نان در روز به عنوان ستاده ثبت گردید.

ارزیابی چرخه حیاتی عبارت از روشی است که در آن کلیه اثرات زیست محیطی مرتبط با یک محصول (شامل کالا و خدمات) درکل چرخه حیات آن از مرحله استخراج و یا جمع آوری مواد خام، تا مرحله مصرف وسپس بازیافت و یا امحا ضایعات حاصل از آن ارزیابی می شود. در این روش با بررسی دقیق،کلیه منابع مصرف شده برای تولید محصول کلیه مواد منتشره به محیط زیست کمی و ارزیابی می شوند (Pennington et al., 2004). LAC یک فرآیند سیستماتیک و مرحله ای است که از چهار بخش تعریف هدف و حوزه مطالعه (حوزه کاری)، صورت برداری، ارزیابی تاثیر و تفسیر تشکیل

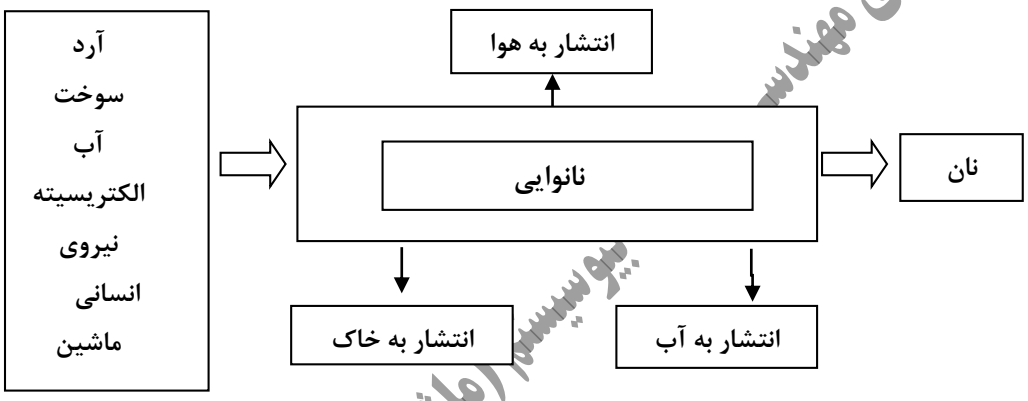
1 Life Cycle Assessment

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

شده است (Rahimian, 2015). داده های مربوط به نهاده های مصرفی از پایگاه داده Ecoinvent2.0 که در نرم افزار ارزیابی چرخه حیات موجود است به دست آمد. در این تحقیق، از نرم افزار سیماپرو[1] v8.2 استفاده گردید و نتایج به دست آمده برای محصولات مورد مطالعه مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.

مرحله اول: تعریف هدف و حوزه مطالعه

در این مرحله محصول، فرآیند یا فعالیت تعریف و توصیف می شود. همچنین سامانه تحت مطالعه، مرزهای سامانه و واحد کار کردی مشخص می شوند (Boguski et al., 1996). تعریف هدف و حوزه کاری، مهمترین مرحله ارزیابی چرخه حیات می باشد، زیرا مهمترین منبع راهنما برای مراحل بعدی و انتخاب گروه های اثر مورد مطالعه است. هدف از ارزیابی چرخه حیات در این مطالعه، نشان دادن اثرات زیست محیطی تولید نان در منطقه مورد مطالعه و شناسایی ورودی های تاثیر گذار در ایجاد آلایندگی در سامانه تعریف شده است. مرز سامانه از ابتدای ورود آرد به نانوایی تا مرحله تولید نان در نظر گرفته شد (شکل ۱). واحد کار کردی مبنایی است که تمامی محاسبات در طول چرخه محصول بر اساس آن انجام می پذیرد (Rajaeifar et al., 2014). واحد کار کردی در این مطالعه یک تن نان تولیدی در نظر گرفته شد که کلیه ورودی ها و خروجی ها و اثرات زیست محیطی نسبت به آن سنجیده شدند.



شکل ۱. طرح واره سامانه موردبررسی.

Fig. 1. Schematic of the investigate system.

مرحله دوم: صورت برداری

این مرحله شامل شناسایی و کمی کردن کلیه منابع مورد استفاده برای تولید نان می باشد. منابع مورد استفاده شامل انرژی، آب، مواد خام و فرآوری شده و کلیه مواد منتشر شده به محیط زیست مانند انتشار مواد آلاینده به هوا، خاک آب و ضایعات ناشی از تولید و مصرف محصول می باشد. بر اساس دستور العمل ایزو، اثرات زیست محیطی شامل انتشار مواد مختلف از جمله گازهای گلخانه ای، مواد معدنی و فلزات سنگین (کادمیم، کرومیم و غیره) به اتمسفر، خاک و آب می باشند (ISO 14040, 2006).

مرحله سوم: ارزیابی اثر

در این مرحله ابتدا باید مشخص ساخت که کدام طبقات اثر لحاظ شوند و نیز برای ارزیابی تاثیر آن ها از چه روشی استفاده گردد. گروه های عمده موثر مطالعات کشاورزی شامل توانایی بالقوه تقلیل منابع غیر آلی، پتانسیل گرمایش جهانی، مسمومیت انسانی و اکولوژیکی، اسیدی شدن اراضی و یوتریفیکاسیون می باشند. با مرور تحقیق های انجام شده، نتیجه گرفته شد که در مطالعات LCA کشاورزی به طور رایج از CMl baseline world 2000 و CMl-IA baseline V0.02 EU که توسط انجمن محیط زیست دانشگاه لیدن ایجاد شده است، استفاده می کنند. جدول (۱) طبقات اثر یا شاخص های زیست محیطی را که در مدل CML baselineV0.02EU مورد ارزیابی قرار می گیرند نشان می دهد.

1 SimaPro

مرحله چهارم: تفسیر چرخه حیات

در این مرحله نتایج ارزیابی طبقات اثر وصورت برداری ها، ارزشیابی می گردد تا مراحل یا نقاطی که در مسیر تولید، دارای بیشترین اثرات سوء زیست محیطی هستند شناسایی می شوند. در مرحله تفسیر چرخه حیات همچنین، محصول وگزینه های دارای اثرات سوءکمتر، برای محیط زیست مشخص می گردند. در این مرحله، نتیجه گیری انجام می شود و گزارش LCA تهیه می گردد.

جدول ۱. طبقات اثر و واحد هر شاخص (نرم‌افزار سیماپرو).

Table 1. Impact categories and their units (SimaPro Software).

شاخص Indicator	نماد Symbol	واحد Unit
گرمایش جهانی Global warming	GWP	kg CO_2 eq
مسمومیت انسان Human toxicity	HTP	kg 1,4-DB eq
سمیت آب‌های سطحی Fresh water aquatic ecotoxicity	FAET	kg 1,4-DB eq
اختناق دریاچه‌ای Eutrophication	EU	kg PO_4^{3-} eq
تقلیل منابع غیرآلی Abiotic depletion	AD	kg Sb eq
تقلیل منابع غیرآلی (سوخت‌ها فسیلی) Abiotic depletion (fossil fuels)	AD_F	MJ
سمیت خاک Terrestrial ecotoxicity	TE	kg 1,4-DB eq
اسیدی شدن Acidification	AC	kg SO_2 eq
سمیت آب‌های آزاد Marine aquatic ecotoxicity	MAET	kg 1,4-DB eq
اکسیداسیون فتو شیمیایی Photochemical oxidation	PHO	kg C_2H_4 eq
نقصان لایه ازن Ozone layer depletion	OD	kg CFC-11 eq

۳- نتایج و بحث

شاخص های زیست محیطی محاسبه شده در تولید یک تن نان لواش در جدول (۲) همان گونه که در این جدول مشاهده می شود در تولید نان بارهای محیطی زیادی ساطع می شود و مصرف نهاده های مختلف، علاوه بر آنکه خود محصول تولیدی برای سلامتی انسان مفید است، اما باعث آلودگی محیط زیست و عواقب ناشی از آن نیز می شود.

طبق جدول (۲) سمیت آب های آزاد به مقدار ۱۹۸۲۱۲۰ kg 1,4-DB eq برای نان لواش بیشترین بار زیست محیطی را دارند. همچنین تقلیل منابع غیرآلی (سوخت های فسیلی)، گرمایش جهانی، سمیت آب های سطحی و مسمومیت انسان به ترتیب بیشترین سهم را در انتشار آلایندگی ها در تولید نان های لواش و سنگک دارند. Mirhaji et al (2011) اثر تخلیه منابع آبی در تولید چغند قند در استان خراسان جنوبی را بیشتر از سایر اثرات به محیط زیست ذکر کردند. Peyman & Nabavi Pelesaraei (2015) در بررسی شاخص های زیست محیطی یک کارخانه شالی کوبی مدرن در گیلان نشان دادند که شاخص های تقلیل منابع فسیلی، مسمومیت انسان ها و سمیت آب های آزاد بیشترین سهم را در انتشار آلایندگی ها در تولید برج سفید داشته است. در تحقیق دیگر توسط Kheiralipour et al (2017a) شاخص های زیست محیطی تولید کلزا در استان اردبیل در چهار سناریو مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که شاخص های سمیت آب های آزاد، تقلیل غیر آلی منابع فسیلی و گرمایش جهانی بیشترین اثرات زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه را دارا بوده اند.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

در شکل (۲) میزان شاخص های زیست محیطی در تولید نان لواش مشاهده می شود. با بررسی این شکل مشخص می شود که تاثیر گذار ترین نهاده در گروه های اثر برای تولید نان، آرد می باشد. همان طور که مشاهد می شود، آرد در تمام شاخص ها، به جز شاخص های تقلیل منابع غیرآلی و نقصان لایه ازون که آرد در شاخص سمیت درصد ناچیزی از آن ها را دارد، بیشترین تاثیر را دارد. سهم آرد در شاخص سمیت خاک ۵۴ درصد و در شاخص اختناق دریاچه ای ۴۳ درصد می باشد. در شاخص گرمایش جهانی نیز سهم درصدی نان موثرترین عامل انتشار را در محیط زیست دارا می باشد. در شاخص تقلیل منابع فسیلی، بیشترین سهم مربوط به گاز های طبیعی می باشد. Bastani (2016) عنوان کردند که بیشترین بارهای محیطی در تولید کمپوت سیب، خود نهاده سیب درختی می باشد. Payandeh et al (2017) گزارش دادند که بیشترین بارهای محیطی در تولید مرغ گوشتی، مرحله تولید خوراک بوده است. Kheiralipour et al (2017a) بیان کردند که مصرف نهاده های کود شیمیایی، الکتریسیته و سوخت موجب افزایش اثرات زیست محیطی در تولید کلزا در استان اردبیل شده است.

جدول ۲. شاخص های زیست محیطی در تولید یک تن نان لواش.

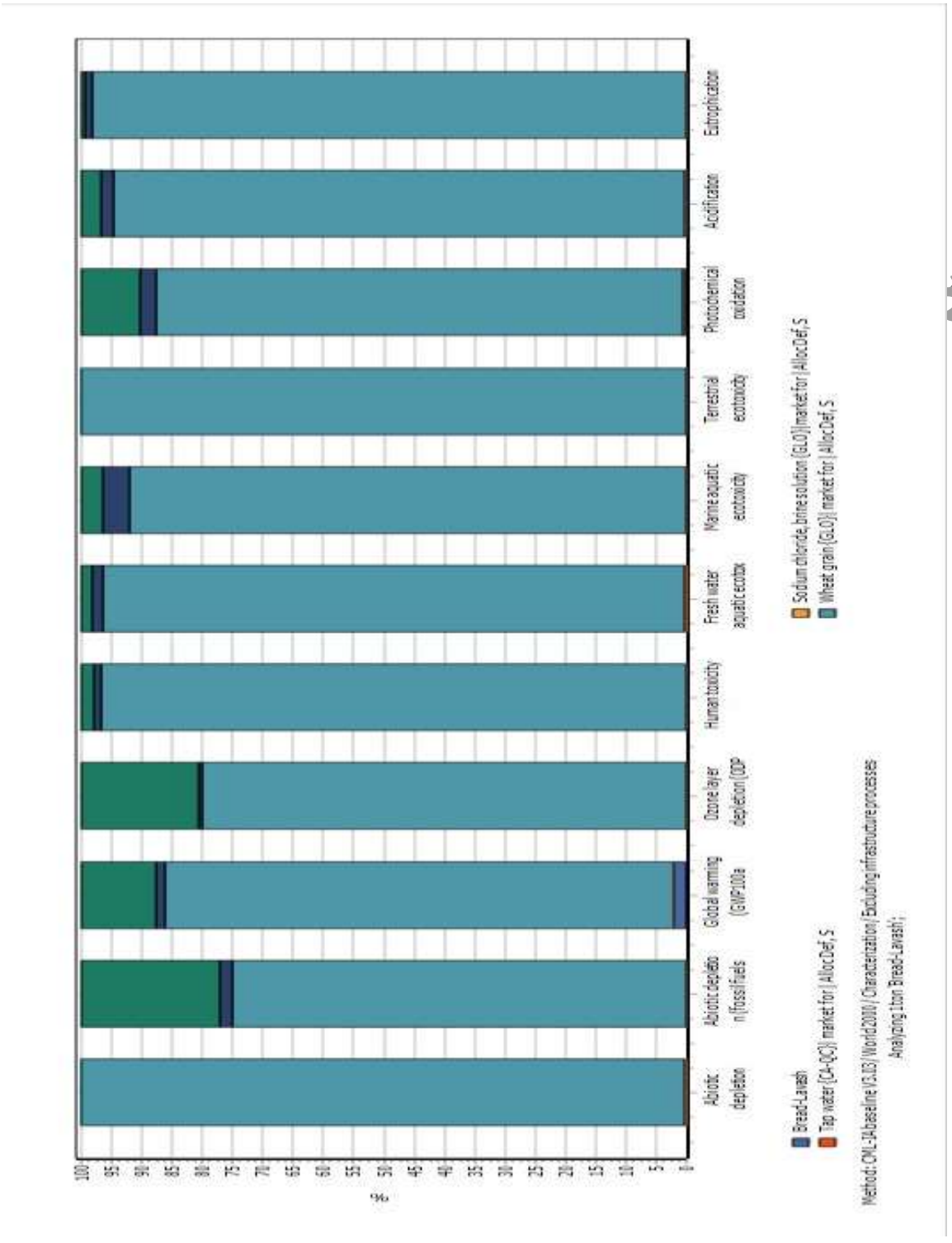
Table 2. Environmental indicators in Lavash bread producing.

شاخص Indicator	واحد Unit	مقدار Value
گرمایش جهانی Global warming	kg CO2 eq	3835.47
مسمومیت انسان Human toxicity	kg 1,4-DB eq	1308.86
سمیت آب‌های سطحی Fresh water aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	965.11
اختناق دریاچه‌ای Eutrophication	kg PO_4^{3-} eq	27.52
تقلیل منابع غیرآلی Abiotic depletion	kg Sb eq	0.01
تقلیل منابع غیرآلی (سوخت‌ها فسیلی) Abiotic depletion (fossil fuels)	MJ	33834.07
سمیت خاک Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	145.47
اسیدی شدن Acidification	kg SO2 eq	28.01
سمیت آب‌های آزاد Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	1982120.00
اکسیداسیون فتو شیمیایی Photochemical oxidation	kg C2H4 eq	0.74
نقصان لایه ازن Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	0.000289

۴- نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌ها در این تحقیق نشان می‌دهد که شاخص سمیت آب‌های آزاد موثرترین بار محیطی در تولید نان به شمار می‌آید، همچنین تقلیل منابع غیرآلی (سوخت‌های فسیلی)، گرمایش جهانی، سمیت آب‌های سطحی و پتانسیل مسمومیت انسان به ترتیب بیشترین سهم را در انتشار آلایندگی‌ها در تولید نان دارند. در تولید نان، نهاده‌های آرد، گاز طبیعی، تجهیزات و ماشین‌ها، و الکتریسیته بیشترین تاثیر را در تشکیل بارهای محیطی داشته‌اند که پیشنهاد می‌شود جهت کاهش اثرات زیست محیطی، تحقیقاتی در زمینه چگونگی استفاده صحیح از انرژی و ابزار و ماشین‌ها و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر صورت گیرد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران



یازدهمین

شکل ۲. سهم نهاده‌های مختلف در گروه‌های اثر گذار بر تولید نان لواش.

Fig. 2. The share of different inputs in impact categories on Lavash bread producing.

مراجع

Al Mohamad, S., Ramazani Talayeri, K., & Piviaee, M. (2013). Use of life cycle assessment to compare greenhouse gas emissions of power plants. *3rd Conference on Environmental Planning and Management*, Tehran.

Boguski, T.K., Hunt, R.G., Cholakis, J.M., & Franklin, W.E. (1996). LCA methodology . In: Curran, M.A. (Ed), Environmental Life-Cycle Assessment. *Library of Congress Cataloging-in-publication Data*, 15-33.

Finnegan, W., Goggins, J., Clifford, E., Zhan, X. (2017). Global warming potential associated with dairy products in the Republic of Ireland. *Jouirnal of Cleaner Production*,163:262-273.

Harding, K.G., Dennis, J.S., von Blottnitz, H., & Harrison, S. (2008). A life-cycle comparison between inorganic and

biological catalysis for the production of biodiesel. *Journal of Cleaner Production 16*, 1368-1378.

Iribarren, D., Moreira, M.T., & Feijoo, G. (2010). Life Cycle Assessment of fresh and canned mussel processing and consumption in Galicia (NW Spain). *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 106-117.

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

Kaboli, N., & Sabouni, S. (2014). Per capita consumption of bread in Iran and the world. A consistent message in the field of wheat, flour and bread. No. 12.

Karakaya, A., & Özilgen, M. (2011). Energy utilization and carbon dioxide emission in the fresh, paste, whole-peeled, diced, and juiced tomato production processes. *Energy*, 36, 5101-5110.

Kheiralipour, K., Jafari Soumarin, H., & Soleimani, M. (2017a). Determining the environmental impacts of canola production by life cycle assessment, case study: Ardabil Province. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48(4), 517-526. (Persian).

Kheiralipour, K., Payandeh, Z., & Khoshnevisan, B. (2017b). Evaluation of Environmental Impacts in Turkey Production System in Iran. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 7(3), 507-512.

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.

Mehr. 2012. UN warning about greenhouse gases. http://www.mehrnews.com/news/1749711.

Mirhaji, H., Khojastehpour, M.H., Abasspour Fard, M., & Mahdavi Shahri, S.M. (2011). Evaluation of resource depletion in production of sugar beet using life cycle assessment (case study: South Khorasan Province, Khezri Agricultural Stock Company. *5th National Conference and Technical Exhibition* of Environmental Engineering, Tehran. (Persian).

Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B., Chervet, A. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems*, 104, 233.

Payandeh, Z., Kheiralipour, K., & Karimi, K. (2016). Evaluation of energy efficiency of broiler production farms using data envelopment analysis technique, case study: Isfahan Province. *Energy*, 74(3): 577-585.

Pennington, D.W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliete, O., Rydberg, T., & Rebitzer, G. (2004). Life Cycle Assessment Part2: Current Impact assessment practice. *Environ. Int.* 30: 721-739.

Peyman, M.H., & Nabavi Pelesaraei, A. (2015). Investigation of energy consumption and environmental indicators of a modern Shalykobi unit in Guilan Province. *9th national congress on Agricultural Machinery Engineering (Mechanic of Biosystems) and Mechanization*. Karaj. (Persian).

Rahimian, B. (2015). Determination of economic, energy and environmental indicators in crop cultivation (sugar beet, wheat and chickpea) in West Azerbaijan Province (Bukan Township) by computational intelligence techniques, M.Sc. Thesis, University of Tehran.

Rajaeifar, M.A., Clark, S., Shamahirband, S., Anuar, N.B., Shuib, N.L.M., & 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*, *481*, 242-251.

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W., Suh, S., Weidema, B.P., & Pennington, D.W. (2004). Life cycle assessment. Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environ.* Int. 30: 701–720.

Taseska, V., Markovska, N., Causevski, A., Bosevski, T., Pop-Jordanov, J. (2011). Greenhouse gases (GHG) emissions reduction in a power system predominantly based on lignite. *Energy*, 36, 2266-2270.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران