



مدیریت مصرف انرژی گاز طبیعی در تولید کیک با استفاده از تکنیک های تحلیل پوشش داده ها و الگوریتم

ژنتیک

بیبا حسینی

دانشجوی دکتری مهندسی صنایع غذایی

چکیده

در این پژوهش به بررسی میزان مصرف انرژی در تولید کیک در استان تهران پرداخته شده است. روش های بهینه سازی مصرف انرژی به منظور کاهش آلاینده های محیط زیست با استفاده از دو روش تحلیل پوشش داده ها و الگوریتم ژنتیک ارائه گردید. با استفاده از رویکرد ارزیابی چرخه زندگی، تاثیرات زیست محیطی تولید کیک بررسی شد. نتایج نشان می دهد که $30533/66$ مگاژول انرژی برای تولید هر تن کیک مصرف می شود. بیشترین سهم انرژی مصرفی به گاز طبیعی با $16945/28$ مگاژول به ازای هر تن کیک تولیدی ارتباط دارد. طبق نتایج ارزیابی چرخه زندگی، شاخص گرمایش جهانی برای تولید هر تن کیک $3732/09$ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل تعیین گردید. براساس نتایج مدل های تحلیل پوشش داده ها، میزان کل انرژی مورد نیاز در حالت مصرف بهینه نهاده ها، درصد صرفه جویی انرژی و کاهش شاخص گرمایش جهانی به ترتیب برابر $30222/58$ مگاژول درتن، $1/02$ درصد و $190/37$ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل به ازای تولید یک تن کیک به دست آمد. همچنین اجرای الگوی پیشنهادی توسط الگوریتم ژنتیک مصرف انرژی $21/621$ درصد کاهش می دهد. براساس نتایج مدیریت مصرف انرژی، میزان شاخص گرمایش جهانی به ازای تولید یک تن کیک برابر $2923/74$ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل تعیین شد.

واژه های کلیدی

مصرف انرژی، کیک، گرمایش جهانی

مقدمه:

با نگاهی به توانمندی کشور به لحاظ تامین نیازهای داخلی و صدور تولیدات به سایر کشورها، می توان صنایع شیرینی و تولیدات مشابه را یکی از گروه های عمده صنایع غذایی دانست که در سالهای اخیر رشد بسیار خوبی در سرمایه گذاری، تولید و صادرات داشته است.

براساس نتایج آمارگیری از کارگاه های صنعتی ایران، بخش صنایع غذایی ۱۸/۳ درصد از صنایع کشور را به خود اختصاص داده است. از سوی دیگر، همانند دیگر بخش های صنعتی، صنایع تولید کیک نیز نیازمند استفاده از تجهیزات پیشرفته وابسته به مصرف انرژی هستند که از سوخت دیزل، گاز طبیعی و الکتریسیته به دست می آید. (karakaya&izilgen,2011)

گاز طبیعی گازی بی رنگ، بی بو و سبک تر از هوا است. حدود ۹۰ درصد گاز طبیعی مورد استفاده در صنایع را گاز متان تشکیل می دهد(CH₄). ارزش حرارتی هر متر مکعب گاز طبیعی تقریباً معادل ارزش حرارتی یک لیتر نفت سفید می باشد.

باتوجه به اینکه گاز طبیعی یک شکل از انرژی های تجدیدناپذیر بوده، لذا مدیریت توزیع و مصرف آن امری ضروری است و چون صنایع غذایی با زندگی امروز و آینده ی بشریت ارتباط مستقیم دارد و از مصرف کنندگان عمده ی گاز طبیعی می باشند، بررسی و مطالعه ی کلیه موارد مصرف انرژی، بخصوص گاز طبیعی در آن لازم است.

انرژی یکی از اجزای اصلی استراتژی توسعه پایدار در هر کشور است.

با افزایش مصرف انرژی علاوه بر افزایش هزینه های تردید انتشار گازهای گلخانه ای و سایر آلاینده های زیست محیطی را بالا می برد، آلاینده هایی که بر سلامت عمومی جوامع و اکوسیستم به طور مستقیم تاثیر منفی می گذارند و هزینه های اجتماعی بسیار بالایی را به جامعه تحمیل می کنند (Rajaeifar2015)

در تحقیقی در آلمان، تاثیرات زیست محیطی تولید شیرینی در دو مقیاس صنعتی و خانگی مقایسه و نشان داده شد. شاخص پتانسیل گرمایش جهانی، شاخص نقصان لایه اوزون، شاخص مسمومیت انسان و شاخص اسیدی شدن برای تولید صنعتی شیرینی نسبت به تولید سنتی به طور غیر محسوس وضعیت مناسب تری دارند.(Bimpeh,2006)

در بررسی چرخه تولید شیرینی در ایتالیا نشان داده شد که تولید مواد اولیه، انبارداری و حمل و نقل بین ۴۴ تا ۱۰۰ درصد شاخص های پتانسیل گرمایشی جهانی، اسیدی شدن و مسمومیت آب های سطحی و آزاد را شامل شده اند.

توجه همزمان به کاهش مصرف انرژی، افزایش تولید و کند کردن روند رو به رشد گرمایش زمین از مهم ترین عوامل برای رسیدن به موفقیت در صنایع غذایی است.

بر این اساس استفاده از روش های نوین برای ارائه الگوهای بهینه، یکی از فاکتورهای کلیدی به منظور مصرف صحیح انرژی و همچنین کاهش تاثیرات گلخانه ای است. بهینه سازی در هر سامانه فرآیندی است که در آن با تغییر مقادیر ورودی یا خروجی می توان به بیشترین میزان سود یا کمترین میزان زیان دست یافت. (thankappan,2003)

فارل (Farrell,1957)، با استفاده از روشی مانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه گیری کارایی در واحد تولیدی پرداخت که شامل یک ورودی و یک خروجی بود (charnes.1979)

چندی بعد چارتر و همکاران (charnes etal1979) دیدگاه فارل را توسعه و الگویی ارائه دادند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو تحلیل پوششی داده ها نام گرفت. (cooper,2004)

تحلیل پوششی داده ها رویکردی داده محور نسبتاً جدیدی است برای ارزیابی عملکرد به مجموعه ای از موجودیت های مشابه به نام واحدهای تصمیم گیری که ورودی چندگانه را به خروجی های چندگانه تبدیل می کند. در تحلیل پوششی داده ها، از کلیه مشاهدات گردآوری شده برای اندازه گیری کار این استفاده می شود. از آنجا که تحلیل پوششی داده ها غیرپارامتری است، آزمون های آماری برای آن مشکل است. تعداد مدل های مورد نیاز و حل آنها وابسته به تعداد واحدهای تحت بررسی است که تا حدودی حجم محاسبات را افزایش تعداد متغیرهای ورودی و خروجی، تعداد واحدهای کار را نیز افزایش می یابد. (Qasari,2007)

الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه های محاسبات شامل یافته است که رابطه ای مستقیم با مبحث هوش مصنوعی دارد. در واقع الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه های هوش مصنوعی است.

الگوریتم ژنتیک را می توان یک روش جستجوی کلی نامید که از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید می کند. در سال های اخیر، از الگوریتم ژنتیک به طور گسترده ای در حوزه ای وسیع از مسائل علوم، بازرگانی و مهندسی به عنوان ابزار جست و جو



و بهینه سازی استفاده شده است. دلیل عمده موفقیت این الگوریتم، قابلیت کاربرد وسیع، سهولت در استفاده و چشم انداز عمومی آنهاست.

هدف از این مطالعه، مدیریت مصرف انرژی گاز طبیعی با هدف افزایش کار این انرژی و کمک به کاهش پدیده گرمایش جهانی ناشی از مصرف انرژی است. برای رسیدن به این هدف، دو روش مرسوم مدیریت مصرف انرژی، که تحلیل پوششی داده ها و الگوریتم ژنتیک هستند و الگوی مصرف بهینه انرژی در تولید کیک در سال ۱۳۹۸، با بررسی از ۳۰ کارخانه تولید کیک ارائه گردید.

نتایج و روش :

تجزیه و تحلیل انرژی در تولید کیک

در این پژوهش، جریان انرژی در تولید کیک با استفاده از هم ارزهای انرژی نهاده ها بررسی شده است. هم ارز (معادل) انرژی به ضرایبی اطلاق می شود که بیان کننده میزان انرژی معادل نهاده ها یا ستانده هاست که در فرآیند تولید به سامانه تولیدی وارد یا از آن خارج می شود.

در این مطالعه نهاده هایی که در نظر گرفته شده اند از این قرارند: آرد، شکر، روغن، تخم مرغ، گردو، وانیل، آب، الکتریسیته، گاز، ماشین ها، و خروجی سامانه تولید نیز کیک است.

هم ارز انرژی معادل نهاده و ستانده در تولید کیک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مقدار انرژی ورودی و خروجی در تولید کیک

ورودی ها و خروجی سامانه تولید	واحد	هم ارز انرژی (مگاژول بر واحد)
آرد	کیلوگرم	۲۰/۵۶
شکر	کیلوگرم	۱۶/۱۹
روغن	کیلوگرم	۳۶/۸
تخم مرغ	کیلوگرم	۷/۲۸
گردو	کیلوگرم	۱/۹
پوانیل	کیلوگرم	۱/۰۲
آب	مترمکعب	۱/۰۲
الکتریسیته	کیلووات ساعت	۱۲
گاز طبیعی	مترمکعب	۴۹/۵
ماشین ها	کیلوگرم	۶۲/۷

ارزیابی چرخه زندگی

ارزیابی چرخه زندگی یا تحلیل چرخه زیستی، روشی است که برای گردآوری و ارزیابی ورودی و خروجی و تاثیرات زیست محیطی بالقوه فرآیند تولیدی یا خدماتی در طول چرخه زندگی آن استفاده می شود. در این روش، تمام مراحل فرآیند موردنظر شامل استخراج منابع، قطعات تولیدی و ساخت آنها مدیریت تولید و مدیریت پسماند (دورریز، بازیافتی یا دفع نهایی) بررسی می شود. هر پروژه ارزیابی چرخه زندگی چهار مرحله الزامی دارد: تعریف هدف و دامنه، تحلیل سیاهه، ارزیابی تاثیرات چرخه زندگی و تحلیل و تفسیر نتایج.

در این مطالعه، هدف در مرحله اول ارزیابی زیست محیطی تولید کیک و در مرحله دوم تحلیل زیست محیطی تولید کیک با در نظر گرفتن مصرف بهینه انرژی است. از این رو واحد کارکردی در این مطالعه یک تن کیک در نظر گرفته شده و مرز سامانه از ورود مواد اولیه به کارخانه تا پایان مرحله پخت کیک گسترش یافته است. در مرحله تحلیل سیاهه، منابع استفاده شده و انتشار آلاینده ها با توجه به واحد عملکردی و مرز سامانه تعیین می شود.

در مرحله تحلیل سیاهه، به اطلاعاتی در مورد ورودی ها و خروجی های فیزیکی فرایندهای سامانه تولیدی نیاز خواهد بود.

نهاده	واحد	مقدار
آرد	کیلوگرم بر تن	۲۴۴/۹۱
شکر	کیلوگرم بر تن	۲۴۸/۹۴
روغن	کیلوگرم بر تن	۳۶/۱۱
تخم مرغ	کیلوگرم بر تن	۱۳/۴۲
گردو	کیلوگرم بر تن	۸/۳۵
وانیل	کیلوگرم بر تن	۶/۴۲
آب	مترمکعب بر تن	۰/۱۸
الکتریسیته	کیلووات ساعت بر تن	۱۵۰
گاز طبیعی	مترمکعب بر تن	۳۴۵/۳۴
ماشین ها و تجهیزات	کیلوگرم بر تن	۵۲/۹۸

در این مطالعه برای ارزیابی آلاینده های محیط زیست در تولید کیک با رویکرد چرخه زندگی از روش CML2 شامل ۱۰ بخش اثر با نام های تقلیل مواد غیرآلی، اسیدی شدن، اختناق دریاچه ای، گرمایش جهانی، نقصان لایه اوزون، مسمومیت انسان ها، مسمومیت آب های سطحی، مسمومیت آب های ازاد، مسمومیت خاک و اکسیداسیون فتوشیمیایی استفاده شده است.

تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده ها با ساخت و حل n مدل، عملکرد n را بررسی می کند. این روش، به طور کلی با ترکیب تمامی واحدهای تحت بررسی، یک واحد مجازی با بالاترین کارایی را می سازد و واحدهای ناکارا را با آن می سنجد در حقیقت تحلیل پوششی داده ها کارایی یک واحد را محاسبه نمی کند.

بلکه کارایی یک واحد را در برابر کارایی واحدهای دیگر محاسبه می کند و آن را با واحدهای دیگر می سنجد. در این پژوهش، کارایی واحدهای تولید کیک با نرم افزار EMS103 تحلیل گردید و کارخانه ها از نظر کارایی مصرف انرژی ارزیابی شدند. واحدهای کارا و ناکارا در مصرف انرژی تعیین گردیدند و میزان مصرف نهاده ها در حالت کار این صد در صد واحدهای تولیدی بررسی شد.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روشی برای حل مسائل بهینه سازی است که از طبیعت الهام می گیرد و فرآیندهای آن بر اساس تکامل زیستی پیش می رود. (Davis.1991)

این روش راه حل های منفرد مسئله را تغییر می دهد که از این تغییرات با عنوان تکامل یاد می شود.

الگوریتم های ژنتیک برای حل مسائل مفیدند که فضای راه حل بزرگی دارند.

از سوی دیگر بسیاری از مسائل واقعی چند هدفه اند و نمی توانند محدود به یک ویژگی شوند تا آن ویژگی حداکثر یا حداقل شود. الگوریتم های ژنتیک با قابلیت تغییر همزمان چندین پارامتر، در حل این گونه مسائل بسیار مفیدند و ممکن است برای هر مسئله، دو یا چند راه حل پیدا کنند که هر یک با در نظر گرفتن یک پارامتر خاص به جواب رسیده است.

در این بخش از مطالعه، دو هدف افزایش عملکرد و تولید کیک و مدیریت مصرف انرژی گاز طبیعی بررسی شده است. از میان شاخص های زیست محیطی محاسبه شده ، گرمایش جهانی بیشتر مورد توجه قرار می گیرد. بنابراین دو تابع هدف یکی برای به حداکثر رساندن عملکرد تولید کیک و دیگری برای به حداقل رساندن میزان شاخص گرمایش جهانی در فرآیند تولید تعریف شده است.

تعیین کارایی و بهینه سازی انرژی مصرفی تولید کلوچه با استفاده از تحلیل گوششی داده ها

براین اساس، میزان کل انرژی مورد نیاز در حالت مصرف بهینه نهاده ها برابر ۳۰۲۲۱/۵۸ مگاژول به ازای هر تن تعیین شد که این میزان مصرف انرژی موجب کاهش ۳۱۲/۰۷ مگاژول یا ۱/۰۲ درصد در انرژی مصرفی به ازای تولید هر تن کیک است.

به طور کلی می توان گفت واحدهای تولیدکننده کیک در استان تهران باتوجه به میانگین نمره های کارایی از نظر مصرف و تولید انرژی وضعیت مطلوبی دارند.

براساس نتایج به دست آمده تخم مرغ با ۵/۴۸ درصد بیشترین مقدار ذخیره انرژی را در حالت بهینه به خود اختصاص داده است که کمترین میزان ذخیره انرژی مربوط به مصرف الکتریسیته و گاز طبیعی با ۰/۹۱ درصد است.

مدیریت مصرف انرژی گاز طبیعی می تواند در تولید کیک به کمک الگوریتم ژنتیک الگوی مصرف انرژی ارائه شده با الگوریتم ژنتیک منجر به کاهش ۲۱/۶۲ درصد مصرف انرژی شده است. که این الگو در نرم افزار MATLAB در شرایط ایده آل برای تصمیم گیری کلان در تولید کیک بیان می شود همچنین بیشترین صرفه جویی در انرژی به کاهش در مصرف گردو (۶۹/۴۴٪) و به دنبال آن آب (۴۵/۶۲٪) و تخم مرغ (۴۵/۵۲٪) بوده است.

نتایج الگوریتم ژنتیک، میزان گرمایش جهانی را برای تولید کیک برابر ۲۹۲۳/۷۴ کیلوگرم CO₂ معادل نشان می دهد. بر این اساس، میزان انرژی مصرفی کل ارائه شده توسط الگوریتم ژنتیک به مقدار ۲۰/۸۱٪ کمتر از انرژی کل مصرفی ارائه شده توسط روش تحلیل پوششی داده هاست.

نتیجه گیری:

نتایج این تحقیق نشان می دهد که برای تولید هر تن کیک در استان تهران، به طور متوسط ۳۰۵۳۳/۶۶ مگاژول انرژی مصرف می شود که گاز طبیعی بیشترین سهم را دارد. در ازای این میزان انرژی مصرفی، ۳۷۳۲/۰۹ کیلوگرم CO₂ معادل به جو منتشر شده است. نتایج بررسی ها نشان می دهد مدیریت مصرف انرژی با استفاده از الگوی ارائه شده از طریق تحلیل پوششی داده ها منجر به کاهش ۱/۰۲ درصد در انرژی مصرفی خواهد شد درحالی که با استفاده از الگوی ارائه شده با الگوریتم ژنتیک این کاهش به ۲۱/۶۲ درصد می رسد. نتایج مقایسه الگوی مصرف ارائه شده با تحلیل پوششی داده ها و الگوریتم ژنتیک نشان می دهد که با استفاده از الگوی مصرف ارائه شده با الگوریتم ژنتیک، نسبت به روش تحلیل پوششی داده ها، ۶۲۶۹/۲۳ مگاژول انرژی بیشتر برای هر تن کیک صرفه جویی می شود که نشان دهنده برتری الگوی ارائه شده با الگوریتم ژنتیک است. مهم ترین دلیل این امر چند هدفه بودن الگوی ارائه شده با الگوریتم ژنتیک است. از این رو می توان گفت پتانسیل بالای کاهش مصرف انرژی براساس بهینه سازی چند هدفه نه تنها باعث کاهش انرژی مصرفی و شاخص گرمایش جهانی در تولید کیک خواهد شد بلکه موجب کارایی مصرف انرژی واحدهای تولیدی، افزایش عملکرد، افزایش سودآوری، کاهش مستقیم و غیرمستقیم، هزینه ها و کاهش هزینه های زیست محیطی می شود و راه را برای رقابت پایدار با سایر صنایع غذایی مشابه در داخل و خارج از کشور هموار خواهد کرد.



مراجع

- 1-Karakaya,A.and ozolgen,M.2011.Energy utilization and carbon sioxide emission in the fresh 5101-5110
- 2-Rajaeifar,M.A,H,Khoshnevisan.2015.comparative life cycle assessment of different municipal solid waste management in iran.886-898
- 3-Bimeeh,M.Doe.2006.Life cycle assessment of the production of homemade and indu strial bread.
- 4-Thankappan, 2003,Modelling sustainable energy use for smallholder agriculture.
- 5-charnes,A.cooper 1978. Measurting the efficiency of decision,making units.429-444
- 6-cooper, zhu,j.2004.Data envelop,ent analysis.
- 7-Qaseri,k.2007.introduction to fuzzy Data envelopment Analysis.
- 8- Davis,L.1991.A Review of Genetic Algorithms.