



تحلیل نقش استانداردهای مدیریت انرژی در ارتقای بهره‌وری مصرف انرژی صنایع غذایی و کشاورزی

نسیم فرهادی خطیر^۱

چکیده

صنایع غذایی و کشاورزی به دلیل ماهیت فرایندهای تولید، نگهداری، سردسازی، آبیاری، خشک کردن و حمل و نقل، از جمله بخش‌های پرمصرف انرژی محسوب می‌شوند. بهبود بهره‌وری انرژی در این صنایع، نه تنها یک ضرورت اقتصادی، بلکه الزام زیست‌محیطی و توسعه‌ای است. در این میان، استانداردها و مدل‌های بهره‌وری انرژی به عنوان ابزارهایی ساختارمند و نظام‌مند، نقش مهمی در ارتقای عملکرد انرژی ایفا می‌کنند. در این مطالعه نقش استانداردهای مدیریت انرژی به ویژه ISO 50001 و مدل‌های بلوغ و بهره‌وری انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: مدیریت انرژی، بهره‌وری انرژی، مدل‌های بهره‌وری انرژی، صنایع غذایی، کشاورزی، استاندارد ISO 50001، استانداردسازی

۱-مقدمه

مصرف انرژی یکی از مؤلفه‌های اصلی هزینه تولید در صنایع غذایی و بخش کشاورزی است. فرایندهایی نظیر فرآوری مواد غذایی، سردخانه‌ها، پخت و حرارت‌دهی، بسته‌بندی، آبیاری تحت فشار، گلخانه‌ها و حمل و نقل محصولات کشاورزی، وابستگی بالایی به انرژی دارند. در بسیاری از کشورها، ناکارآمدی مصرف انرژی در این بخش‌ها منجر به افزایش هزینه‌های تولید، کاهش رقابت‌پذیری و تشدید پیامدهای زیست‌محیطی شده است.

در دهه‌های اخیر، رویکردهای فنی صرف برای کاهش مصرف انرژی جای خود را به رویکردهای مدیریتی و سیستماتیک داده‌اند. استانداردها و مدل‌های بهره‌وری انرژی با ایجاد ساختار، شاخص و چرخه بهبود مستمر، امکان مدیریت علمی مصرف انرژی را فراهم می‌کنند. از این رو، بررسی نقش این استانداردها و مدل‌ها در صنایع غذایی و کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲- پیشینه تحقیق

مطالعات Patterson (1996) بهره‌وری انرژی را یکی از شاخص‌های کلیدی توسعه صنعتی معرفی می‌کند. Bunse et al. (2011) نشان دادند که پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت انرژی در صنایع غذایی موجب کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های تولید می‌شود.

^۱ - رئیس اداره هماهنگی امور تدوین استاندارد اداره کل استاندارد استان البرز



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره‌وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی ۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵ هتل المپیک - تهران



Backlund et al. (2012) نقش ISO 50001 را در ایجاد بهبود پایدار عملکرد انرژی تأیید می‌کنند.

همچنین Trianni et al. (2017) بیان می‌کنند که صنایع کشاورزی با بهره‌گیری از مدل‌های مدیریت انرژی، کاهش شدت انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها را تجربه کرده‌اند.

محمدی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که استقرار سیستم‌های مدیریت انرژی در صنایع غذایی ایران منجر به بهبود شاخص‌های مصرف انرژی شده است.

حسینی (۱۳۹۷) بر نقش استانداردهای مدیریتی در ارتقای بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی تأکید می‌کند.

رضایی و همکاران (۱۴۰۰) نیز اثر مثبت اجرای ISO 50001 را بر کاهش هزینه‌های انرژی صنایع فرآوری مواد غذایی، گزارش کرده‌اند.

۳- مبانی نظری پژوهش

۳-۱ مدیریت انرژی

مدیریت انرژی به مجموعه‌ای از سیاست‌ها، فرآیندها و اقدامات نظام‌مند اطلاق می‌شود که با هدف پایش، کنترل و بهبود مصرف انرژی در سازمان‌ها اجرا می‌گردد. این مفهوم مبتنی بر تفکر سیستمی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده بوده و به‌عنوان یکی از ارکان توسعه پایدار صنعتی شناخته می‌شود.

۳-۲ بهره‌وری انرژی

بهره‌وری انرژی به معنای دستیابی به بیشترین ستانده یا ارزش افزوده با کمترین میزان مصرف انرژی است. افزایش بهره‌وری انرژی علاوه بر کاهش هزینه‌ها، منجر به کاهش شدت انرژی و متعاقباً کاهش پیامدهای زیست‌محیطی می‌شود. در صنایع غذایی و کشاورزی، بهره‌وری انرژی شاخصی کلیدی برای سنجش کارایی فرایندها محسوب می‌شود.

۳-۳ استانداردهای مدیریت انرژی

استانداردهای مدیریت انرژی چارچوب‌هایی رسمی و بین‌المللی هستند که سازمان‌ها را در طراحی، استقرار و بهبود سیستم‌های مدیریت انرژی یاری می‌دهند. استاندارد ISO 50001 به عنوان مهم‌ترین استاندارد این حوزه، مبتنی بر چرخه برنامه‌ریزی، اجرا، بررسی و اقدام اصلاحی (PDCA) بوده و سازمان‌ها را ملزم به تعریف خط‌مبنای انرژی، شاخص‌های عملکرد انرژی و برنامه‌های بهبود می‌کند.

به لحاظ نظری، استانداردهای مدیریت انرژی سه کارکرد اساسی دارند:



۱- کارکرد ساختاری: ایجاد چارچوب رسمی برای برنامه‌ریزی، پایش و بازنگری مصرف انرژی.

۲- کارکرد رفتاری: ارتقای آگاهی و مسئولیت‌پذیری کارکنان نسبت به مصرف انرژی.

۳- کارکرد عملکردی: بهبود قابل اندازه‌گیری شاخص‌های عملکرد انرژی در طول زمان.

در صنایع غذایی و کشاورزی که تنوع فرایندها و نوسانات فصلی مصرف انرژی بالاست، این کارکردها اهمیتی دوچندان می‌یابند.

۴- استانداردهای مدیریت انرژی مرتبط با صنایع غذایی و کشاورزی

۴-۱ استاندارد ISO 50001 (سیستم مدیریت انرژی)

استاندارد ISO 50001 مهم‌ترین استاندارد بین‌المللی در حوزه مدیریت انرژی است که چارچوبی برای تعیین خط مبنای انرژی، تعریف شاخص‌های عملکرد انرژی (EnPIs) و اجرای برنامه‌های بهبود ارائه می‌دهد. این استاندارد در صنایع غذایی و کشاورزی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در فرایندهایی مانند سردسازی، پخت، خشک‌کردن، پمپاژ آب و نگهداری محصولات کاربرد گسترده‌ای دارد.

۴-۲ استانداردهای پشتیبان و مکمل

- ISO 9001 (مدیریت کیفیت): تضمین می‌کند که اقدامات کاهش مصرف انرژی به افت کیفیت محصول منجر نشود.
- ISO 14001 (مدیریت زیست‌محیطی): پیوند میان بهره‌وری انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی را تقویت می‌کند.
- ISO 14064 (حسابرسی گازهای گلخانه‌ای): امکان پایش اثرات کاهش مصرف انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای را فراهم می‌سازد.

بسیاری از این استانداردها به صورت استاندارد ملی ترجمه و منتشر شده‌اند و قابلیت اجرا در واحدهای تولیدی در داخل کشور را دارند.

۵- نقش استانداردهای مدیریت انرژی در ارتقای بهره‌وری انرژی

۵-۱ بهینه‌سازی مصرف انرژی در سطح فرایند

استانداردسازی مدیریت انرژی، شناسایی فرایندهای انرژی‌بر و اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی را تسهیل می‌کند. این موضوع در خطوط تولید صنایع غذایی و سامانه‌های آبیاری کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد.

۵-۲ کاهش اتلاف انرژی و تلفات پنهان



الزامات پایش و اندازه‌گیری در ISO 50001، ناکارآمدی‌هایی نظیر تلفات حرارتی، عملکرد غیربهینه تجهیزات و مصرف خارج از برنامه را آشکار می‌سازد.

۵-۳ نهادینه‌سازی بهره‌وری انرژی در مدیریت

با ادغام شاخص‌های انرژی در بازنگری مدیریت، تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری مبتنی بر عملکرد انرژی انجام می‌شود.

۵-۴ ارتقای یادگیری و بلوغ سازمانی

مستندسازی، ممیزی داخلی و اقدامات اصلاحی مندرج در استانداردها، موجب یادگیری سازمانی و ارتقای بلوغ مدیریت انرژی می‌شود.

۶ مدل‌های بهره‌وری و بلوغ مدیریت انرژی

مدل‌های بلوغ مدیریت انرژی، سطح پیشرفت سازمان‌ها در مدیریت مصرف انرژی را در سطوح مختلف از واکنشی تا بهینه طبقه‌بندی می‌کنند. این مدل‌ها امکان ارزیابی وضعیت موجود و برنامه‌ریزی برای بهبود تدریجی بهره‌وری انرژی را فراهم می‌سازند.

ردیف	سطح بلوغ	ویژگی‌ها	وضعیت مدیریت انرژی
۱	سطح ۱ - واکنشی	نبود ساختار رسمی	واکنش به مشکلات انرژی
۲	سطح ۲ - کنترل اولیه	اندازه‌گیری محدود	اقدامات مقطعی
۳	سطح ۳ - استاندارد شده	استقرار ISO 50001	تعریف شاخص‌های انرژی
۴	سطح ۴ - مدیریت شده	تحلیل داده محور	بهبود مستمر
۵	سطح ۵ - بهینه	نهادینه‌سازی کامل	ادغام با استراتژی سازمان

۷- بحث و تحلیل

استاندارد ISO 50001 در کنار استانداردهای مکمل نظیر ISO 9001، ISO 14001 و ISO 14064، بستری مناسب برای تلفیق بهره‌وری انرژی با کیفیت و ملاحظات زیست‌محیطی فراهم می‌سازد. همچنین مدل‌های بلوغ مدیریت انرژی، امکان حرکت تدریجی سازمان‌ها به سوی بهینه‌سازی کامل مصرف انرژی و نهادینه‌سازی بهره‌وری انرژی را مهیا می‌کنند.

۸- نتیجه‌گیری

این مقاله نشان می‌دهد که تمرکز بر استانداردسازی و مدل‌های مدیریتی بهره‌وری انرژی، چارچوبی علمی، قابل تعمیم و کم‌هزینه برای ارتقای عملکرد انرژی صنایع غذایی و کشاورزی فراهم می‌کند. این رویکرد می‌تواند بدون نیاز به مداخلات سیاستی مستقیم، از طریق شناسایی فرایندهای انرژی‌بر و پایش و اندازه‌گیری آنها، اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی، بررسی شاخص‌های انرژی در جلسات بازرنگری مدیریت و یادگیری و بلوغ سازمانی، به بهبود پایدار بهره‌وری انرژی منجر شود.

منابع

- 1-Backlund, S., Thollander, P., Palm, J., & Ottosson, M. (2012). Extending the energy efficiency gap: Barriers and drivers for improving energy efficiency in Swedish industry. *Energy Policy*, 51, 392–402.
- 2-Bunse, K., Vodicka, M., Schönsleben, P., Brühlhart, M., & Ernst, F. O. (2011). Integrating energy efficiency performance in production management – Gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of Cleaner Production*, 19(6–7), 667–679.
- 3-Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5), 377–390.
- 4-Trianni, A., Cagno, E., & Farné, S. (2017). Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. *Energy*, 162, 115–126.
- 5-Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Energy use in agri-food systems*. FAO Publications.
- 6-International Energy Agency (IEA). (2022). *Energy efficiency in industry*. IEA Publications.
- 7-International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.
- 8-International Organization for Standardization (ISO). (2015). *ISO 9001: Quality management systems – Requirements*. ISO.
- 9-International Organization for Standardization (ISO). (2015). *ISO 14001: Environmental management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.
- 10-International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 14064: Greenhouse gases*



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵ هتل المپیک - تهران



Analyzing the Role of Energy Management Standards in Enhancing Energy Efficiency in the Food and Agricultural Industries

Abstract

The food and agricultural industries are considered among the most energy-intensive sectors due to the nature of their production, storage, cooling, irrigation, drying, and transportation processes. Improving energy efficiency in these industries is not only an economic necessity but also an environmental and developmental requirement. In this context, energy efficiency standards and models, as structured and systematic tools, play a significant role in enhancing energy performance.

This study examines the role of energy management standards, particularly ISO 50001, as well as energy efficiency and maturity models in the food and agricultural industries. The findings emphasize the importance of standardization and managerial frameworks in improving energy efficiency and supporting sustainable energy use in these sectors.

Keywords: Energy management, Energy efficiency, Energy efficiency models, Food industry, Agriculture, ISO 50001, Standardization