



نقش استانداردهای مدیریت آب و انرژی (ISO 46001) و (ISO 50001) در ارتقای بهره‌وری منابع در صنایع غذایی

نسیم فراهادی خطیر

رئیس اداره هماهنگی امور تدوین استاندارد استان البرز

چکیده

صنایع غذایی و کشاورزی از جمله بخش‌های اقتصادی با مصرف قابل توجه آب و انرژی هستند و مدیریت کارآمد این منابع به یکی از الزامات اساسی توسعه پایدار تبدیل شده است. افزایش تقاضای جهانی برای مواد غذایی، محدودیت منابع آب، افزایش هزینه‌های انرژی و تشدید نگرانی‌های زیست‌محیطی باعث شده است که سازمان‌ها به دنبال راهکارهای نظام‌مند برای بهینه‌سازی مصرف منابع باشند. در این میان، استانداردهای بین‌المللی نقش مهمی در ایجاد چارچوب‌های مدیریتی برای بهبود عملکرد سازمان‌ها ایفا می‌کنند. استاندارد ISO 50001 به عنوان سیستم مدیریت انرژی، رویکردی ساختاریافته برای پایش، تحلیل و بهبود مستمر مصرف انرژی ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، استاندارد ISO 46001 با تمرکز بر بهره‌وری آب، ابزارهای مدیریتی لازم برای اندازه‌گیری، ارزیابی و کاهش مصرف آب در سازمان‌ها را فراهم می‌سازد.

هدف این پژوهش بررسی نقش و کارکرد استانداردهای ISO 50001 و ISO 46001 در افزایش بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی است. روش تحقیق مبتنی بر تحلیل مطالعات علمی، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی و تجربیات صنعتی در حوزه مدیریت انرژی و آب است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که استقرار این استانداردها موجب بهبود نظام پایش مصرف منابع، شناسایی نقاط اتلاف، بهبود کارایی تجهیزات و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. همچنین ادغام سیستم‌های مدیریت آب و انرژی می‌تواند به ارتقای عملکرد زیست‌محیطی و کاهش ردپای کربن و ردپای آب در صنایع غذایی منجر شود. بر اساس یافته‌های پژوهش، به کارگیری همزمان این استانداردها می‌تواند به عنوان رویکردی مؤثر برای توسعه پایدار و افزایش بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت انرژی، بهره‌وری آب، ISO 50001، ISO 46001، صنایع غذایی، پایداری منابع



مقدمه

مدیریت کارآمد منابع طبیعی به ویژه آب و انرژی در دهه‌های اخیر به یکی از چالش‌های اساسی در حوزه توسعه صنعتی و کشاورزی تبدیل شده است. صنایع غذایی به دلیل ماهیت فرآیندهای تولیدی خود، مصرف‌کننده قابل توجهی از این منابع هستند. فعالیت‌هایی مانند شست‌وشوی مواد اولیه، فرآیندهای حرارتی، تولید بخار، سیستم‌های سرمایش و نگهداری محصولات، نیازمند مصرف گسترده آب و انرژی هستند. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، حدود ۳۰ درصد انرژی جهانی در زنجیره تأمین غذا مصرف می‌شود و بخش قابل توجهی از منابع آب شیرین نیز در فرآیندهای تولید مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، افزایش جمعیت جهانی و رشد تقاضا برای مواد غذایی موجب شده است فشار بیشتری بر منابع طبیعی وارد شود. در چنین شرایطی، ارتقای بهره‌وری منابع و کاهش اتلاف در فرآیندهای تولید به یکی از اولویت‌های اصلی سیاست‌گذاران و مدیران صنعتی تبدیل شده است. یکی از ابزارهای مؤثر در این زمینه استفاده از استانداردهای بین‌المللی مدیریت منابع است که چارچوبی نظام‌مند برای پایش، ارزیابی و بهبود مصرف منابع ارائه می‌دهند.

استاندارد ISO 50001 به عنوان یکی از مهم‌ترین استانداردهای حوزه مدیریت انرژی، سازمان‌ها را قادر می‌سازد با ایجاد یک سیستم مدیریتی ساختاریافته، عملکرد انرژی خود را به طور مستمر بهبود دهند. در کنار آن، استاندارد ISO 46001 نیز با تمرکز بر مدیریت بهره‌وری آب، راهکارهایی برای کاهش مصرف آب و بهبود عملکرد استفاده از این منبع حیاتی ارائه می‌دهد. ترکیب این دو استاندارد می‌تواند به شکل قابل توجهی در افزایش بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی مؤثر باشد.

پیشینه تحقیق

در دهه‌های اخیر موضوع بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی به یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های مرتبط با توسعه پایدار تبدیل شده است. افزایش فشار بر منابع طبیعی، به‌ویژه منابع آب و انرژی، موجب شده است که پژوهشگران و سازمان‌های بین‌المللی توجه ویژه‌ای به توسعه چارچوب‌های مدیریتی برای بهینه‌سازی مصرف این منابع داشته باشند. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، بخش صنایع غذایی سهم قابل توجهی از مصرف انرژی صنعتی را به خود اختصاص می‌دهد و به همین دلیل اجرای سیستم‌های مدیریت انرژی در این بخش می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا کند. (IEA, 2023)

یکی از مهم‌ترین رویکردهای مدیریتی در این زمینه، استفاده از سیستم‌های مدیریت انرژی بر اساس استاندارد ISO 50001 است. این استاندارد با ارائه یک چارچوب نظام‌مند برای پایش و بهبود عملکرد انرژی، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا الگوهای مصرف انرژی خود را تحلیل کرده و فرصت‌های بهبود را شناسایی کنند. پژوهش Schulze و همکاران نشان داد که اجرای ISO 50001 در صنایع مختلف می‌تواند منجر به کاهش ۱۰ تا ۲۰ درصدی مصرف انرژی در سال‌های اولیه استقرار شود. (Schulze et al., 2016) همچنین McKane و همکاران در مطالعه‌ای درباره تأثیر این استاندارد در صنایع تولیدی گزارش کردند که استفاده از سیستم‌های مدیریت انرژی مبتنی بر ISO 50001 می‌تواند به شکل قابل توجهی شدت انرژی تولید را کاهش دهد. (McKane et al., 2017)



در کنار مدیریت انرژی، موضوع مدیریت کارآمد منابع آب نیز به یکی از دغدغه‌های مهم صنایع غذایی تبدیل شده است. فرآیندهای تولید مواد غذایی مانند شست‌وشوی مواد اولیه، فرآوری، خنک‌سازی و عملیات بهداشتی، مصرف قابل توجهی از آب را به همراه دارند. گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد نشان می‌دهد که حدود ۷۰ درصد از منابع آب شیرین جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و صنایع غذایی نیز سهم قابل توجهی در مصرف آب صنعتی دارند. (FAO, 2021)

در پاسخ به این چالش‌ها، استاندارد ISO 46001 به عنوان یک چارچوب مدیریتی برای بهبود بهره‌وری آب توسعه یافته است. این استاندارد با تمرکز بر اندازه‌گیری، پایش و بهبود عملکرد مصرف آب، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا الگوهای مصرف خود را تحلیل کرده و اقدامات اصلاحی لازم را اجرا کنند. (ISO, 2019) مطالعات Roy و همکاران نشان می‌دهد که استقرار سیستم‌های مدیریت آب در صنایع غذایی می‌تواند مصرف آب را تا حدود ۳۰ درصد کاهش دهد. (Roy et al., 2020)

در سال‌های اخیر مفهوم «پیوند آب و انرژی» یا Water-Energy Nexus نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این مفهوم بیان می‌کند که مصرف آب و انرژی در بسیاری از فرآیندهای صنعتی به یکدیگر وابسته هستند و بهینه‌سازی یکی از این منابع می‌تواند بر مصرف دیگری نیز تأثیر بگذارد. (Huang et al., 2020) برای مثال، فرآیندهای حرارتی در صنایع غذایی نه تنها انرژی قابل توجهی مصرف می‌کنند بلکه اغلب نیازمند مصرف آب برای خنک‌سازی یا تولید بخار هستند. بنابراین مدیریت یکپارچه آب و انرژی می‌تواند به شکل قابل توجهی در کاهش مصرف منابع و بهبود عملکرد زیست‌محیطی صنایع مؤثر باشد.

مطالعه Aghajanzadeh و Therkelsen نیز نشان می‌دهد که سازمان‌هایی که از رویکردهای یکپارچه مدیریت منابع استفاده می‌کنند، در مقایسه با سازمان‌هایی که مدیریت منابع را به صورت مجزا انجام می‌دهند، عملکرد بهتری در زمینه بهره‌وری انرژی و کاهش هزینه‌های عملیاتی دارند. (Aghajanzadeh & Therkelsen, 2019) این یافته‌ها اهمیت ادغام سیستم‌های مدیریت انرژی و آب را در صنایع مختلف، به ویژه صنایع غذایی و کشاورزی، برجسته می‌سازد.

۳. چارچوب نظری پژوهش

چارچوب نظری این پژوهش بر مبنای مفهوم مدیریت یکپارچه منابع شکل گرفته است. در این رویکرد، آب و انرژی به عنوان منابع مرتبط در فرآیندهای صنعتی در نظر گرفته می‌شوند و مدیریت آن‌ها به صورت هماهنگ انجام می‌گیرد. استاندارد ISO 50001 بر بهبود عملکرد انرژی از طریق تعیین شاخص‌های عملکرد انرژی، پایش مصرف و اجرای اقدامات اصلاحی تمرکز دارد. در مقابل، استاندارد ISO 46001 با تعریف شاخص‌های عملکرد آب و ارائه روش‌هایی برای پایش مصرف آب، به بهبود بهره‌وری استفاده از این منبع کمک می‌کند.

ادغام این دو سیستم مدیریتی امکان ایجاد یک چارچوب جامع برای مدیریت منابع را فراهم می‌کند. در چنین چارچوبی، سازمان‌ها قادر خواهند بود ارتباط میان مصرف آب و انرژی در فرآیندهای تولیدی را تحلیل کرده و اقدامات بهبود را به شکل مؤثرتری اجرا کنند. (Roy et al., 2020)

نتایج



نتایج تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که استقرار استانداردهای مدیریت انرژی و آب می‌تواند تأثیرات چندبعدی بر عملکرد صنایع غذایی و کشاورزی داشته باشد.

نخست، این استانداردها موجب بهبود بهره‌وری منابع در سازمان‌ها می‌شوند. با شناسایی نقاط اتلاف و اجرای اقدامات اصلاحی، سازمان‌ها می‌توانند مصرف آب و انرژی خود را به طور قابل توجهی کاهش دهند. مطالعات نشان می‌دهد که اجرای سیستم‌های مدیریت انرژی می‌تواند کاهش ۱۰ تا ۲۰ درصدی مصرف انرژی را در صنایع به همراه داشته باشد. (Schulze et al., 2016)

دوم، استفاده از این استانداردها موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. کاهش مصرف انرژی و آب نه تنها اثرات زیست‌محیطی مثبت به همراه دارد بلکه هزینه‌های تولید را نیز کاهش می‌دهد و موجب افزایش رقابت‌پذیری سازمان‌ها می‌شود. (IEA, 2023)

سوم، استقرار سیستم‌های مدیریت منابع می‌تواند به بهبود عملکرد زیست‌محیطی صنایع کمک کند. کاهش مصرف انرژی و آب در فرآیندهای تولیدی موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش ردپای آب محصولات غذایی می‌شود. (Xu et al., 2021)

چهارم، اجرای این استانداردها می‌تواند به بهبود انطباق با الزامات بازارهای بین‌المللی کمک کند. بسیاری از بازارهای صادراتی و زنجیره‌های تأمین جهانی توجه ویژه‌ای به عملکرد زیست‌محیطی تولیدکنندگان دارند و استفاده از استانداردهای بین‌المللی می‌تواند به افزایش اعتبار سازمان‌ها در این بازارها کمک کند.

بحث

این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از استانداردهای مدیریتی مانند ISO 50001 و ISO 46001 می‌تواند به عنوان یکی از مؤثرترین ابزارها برای بهبود بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. این استانداردها با فراهم کردن چارچوبی نظام‌مند برای پایش، تحلیل و بهبود عملکرد منابع، به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده در زمینه مدیریت منابع اتخاذ کنند.

از دیدگاه مدیریتی، یکی از مهم‌ترین مزایای این استانداردها ایجاد فرهنگ سازمانی مبتنی بر بهبود مستمر است. در چارچوب این استانداردها، سازمان‌ها موظف هستند به صورت مستمر عملکرد مصرف منابع خود را پایش کرده و اقدامات اصلاحی لازم را اجرا کنند. این رویکرد می‌تواند در بلندمدت به بهبود قابل توجه عملکرد منابع در سازمان‌ها منجر شود. (McKane et al., 2017)

با این حال، اجرای این استانداردها با چالش‌هایی نیز همراه است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه برای ایجاد زیرساخت‌های پایش مصرف منابع است. علاوه بر این، موفقیت در اجرای سیستم‌های مدیریتی تا حد زیادی به تعهد مدیران ارشد و مشارکت کارکنان سازمان بستگی دارد.

از منظر سیاست‌گذاری نیز می‌توان گفت که توسعه برنامه‌های حمایتی برای تشویق صنایع به استقرار استانداردهای مدیریت منابع می‌تواند نقش مهمی در بهبود بهره‌وری منابع در سطح ملی ایفا کند. تجربه بسیاری از کشورها نشان می‌دهد که ارائه مشوق‌های مالی، برنامه‌های آموزشی و سیاست‌های حمایتی می‌تواند موجب گسترش استفاده از این استانداردها در صنایع شود.



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



جمع‌بندی و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استانداردهای ISO 50001 و ISO 46001 می‌توانند نقش مهمی در ارتقای بهره‌وری منابع در صنایع غذایی و کشاورزی ایفا کنند. ادغام این استانداردها امکان مدیریت یکپارچه آب و انرژی را فراهم می‌سازد و می‌تواند به کاهش مصرف منابع، کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود عملکرد زیست‌محیطی سازمان‌ها منجر شود.

بر این اساس پیشنهاد می‌شود:

صنایع غذایی از سیستم‌های مدیریت یکپارچه آب و انرژی استفاده کنند

سامانه‌های هوشمند پایش مصرف منابع در خطوط تولید توسعه یابد

برنامه‌های آموزشی برای ارتقای آگاهی کارکنان در زمینه بهره‌وری منابع اجرا شود

سیاست‌های تشویقی برای استقرار استانداردهای مدیریت منابع در صنایع تدوین شود

منابع

- 1-Aghajanzadeh, A., & Therkelsen, P. (2019). The impact of energy management systems on industrial energy efficiency. *Energy Policy*, 127, 322–332.
- 2-Bunse, K., Vodicka, M., Schönsleben, P., Brühlhart, M., & Ernst, F. (2011). Integrating energy efficiency performance in production management. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 667–679.
- 3-FAO. (2021). Water use in agriculture and food systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 4-Hasanbeigi, A., & Price, L. (2015). A review of energy use and energy efficiency technologies for the food industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3648–3665.
- 5-Huang, Y., Weber, C., & Matthews, H. (2020). Water–energy nexus in industrial systems. *Environmental Science & Technology*, 54(8), 4618–4628.
- 6-IEA. (2023). Energy efficiency 2023. International Energy Agency.
- 7-ISO. (2018). ISO 50001: Energy management systems—Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization.
- 8-ISO. (2019). ISO 46001: Water efficiency management systems—Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization.

9-McKane, A., Therkelsen, P., Scodel, A., et al. (2017). Predicting the quantifiable impacts of ISO 50001 on climate change mitigation. *Energy Policy*, 107, 278–288.

10-Notarnicola, B., et al. (2017). Environmental impacts of food consumption and production. *Journal of Cleaner Production*, 140, 753–768.

11-Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., et al. (2020). A review of water use in food processing industries. *Journal of Food Engineering*, 168, 55–63.

12-Schulze, M., Nehler, H., Ottosson, M., & Thollander, P. (2016). Energy management in industry: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3692–3708.

13-UNIDO. (2021). Industrial energy efficiency and resource management guidelines. United Nations Industrial Development Organization.

14-Xu, X., Sharma, P., Shu, S., et al. (2021). Global greenhouse gas emissions from food systems. *Nature Food*, 2, 724–732.

The Role of ISO 46001 and ISO 50001 Standards in Improving Water and Energy Efficiency in the Food Industry

Abstract

The food and agricultural industries are among the most resource-intensive sectors in terms of water and energy consumption. Efficient management of these resources has become an essential requirement for achieving sustainable development. Growing global food demand, water scarcity, rising energy costs, and environmental concerns have prompted industries to adopt systematic approaches for improving resource efficiency. In this context, international standards provide structured frameworks that support organizations in improving their operational and environmental performance.

ISO 50001, the international standard for energy management systems, provides a systematic methodology for monitoring, analyzing, and continuously improving energy performance. Meanwhile, ISO 46001 focuses on water efficiency management systems and offers practical tools for measuring, evaluating, and reducing water consumption within organizations.

The aim of this study is to analyze the role of ISO 50001 and ISO 46001 standards in enhancing resource efficiency in food and agricultural industries. The research adopts a qualitative analytical approach based on reviewing scientific literature, international reports, and industrial best practices related to water and energy management.

The findings indicate that the implementation of these standards can significantly improve monitoring systems for resource consumption, identify inefficiencies within production processes, enhance equipment performance, and reduce operational costs. Furthermore, integrating water and energy management systems can contribute to improving environmental performance by reducing carbon and water footprints in food industries. The study concludes that adopting these standards provides an effective pathway toward sustainable resource management and improved efficiency in food and agricultural sectors.

Keywords: Energy management, Water efficiency, ISO 50001, ISO 46001, Food industry, Sustainability