



# اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



کمیته ملی استاندارد ایران

## ارزیابی پتانسیل های بهبود بهره وری انرژی در فرآیندهای تولید پنیر

مهرناز امینی فر

پژوهشکده صنایع غذایی و کشاورزی-پژوهشگاه استاندارد  
ایمیل نویسنده مسئول: Aminifar.m@standard.ac.ir

### چکیده

صنعت تولید پنیر به عنوان یکی از زیرشاخه های مهم صنایع غذایی، به دلیل وابستگی بالا به انرژی حرارتی و الکتریکی، سهم قابل توجهی در مصرف انرژی دارد. افزایش هزینه های انرژی و الزامات زیست محیطی، توجه به بهینه سازی مصرف انرژی در این صنعت را ضروری ساخته است. هدف این پژوهش، شناسایی بخش های اصلی مصرف انرژی در فرآیند تولید پنیر و ارزیابی راهکارهای فنی و مدیریتی مؤثر در کاهش مصرف انرژی است. روش تحقیق به صورت توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر بررسی منابع علمی، مطالعات موردی صنعتی و تحلیل فرآیندهای تولید پنیر انجام شده است. نتایج نشان می دهد که استفاده از سیستم های بازیافت حرارت، بهینه سازی تجهیزات حرارتی و سرمایشی، و استقرار سیستم مدیریت انرژی می تواند منجر به کاهش قابل توجه مصرف انرژی و هزینه های تولید شود.

**کلید واژه ها:** بهره وری انرژی - پنیر - بازیافت حرارتی

### تحلیل مصرف انرژی در فرآیند تولید پنیر

نتایج بررسی ها نشان می دهد بیشترین مصرف انرژی مربوط به مراحل پاستوریزاسیون شیر، سیستم های سرمایشی و تولید آب گرم برای شست و شو و ضد عفونی تجهیزات است. در بسیاری از واحدهای پنیرسازی، بازدهی پایین تجهیزات و نبود سیستم های بازیافت انرژی منجر به اتلاف قابل توجه انرژی می شود.

### نقش بازیافت حرارت در کاهش مصرف انرژی

استفاده از مبدل های حرارتی برای بازیافت حرارت خروجی از فرآیند پاستوریزاسیون و انتقال آن به شیر ورودی یا آب مصرفی، می تواند مصرف انرژی حرارتی را تا حد قابل توجهی کاهش دهد. مطالعات نشان می دهد که این روش یکی از اقتصادی ترین راهکارهای بهینه سازی انرژی در صنایع لبنی است.

### بهینه سازی سیستم های سرمایشی

سیستم های سرمایشی مورد استفاده در سردخانه های پنیر، سهم بالایی در مصرف برق دارند. استفاده از عایق کاری مناسب و کنترل هوشمند دما و رطوبت، از جمله راهکارهای مؤثر برای افزایش بهره وری انرژی در این بخش محسوب می شوند.

### مدیریت انرژی و عوامل انسانی

پایه سازی سیستم مدیریت انرژی و آموزش نیروی انسانی، نقش مهمی در شناسایی نقاط اتلاف انرژی و بهبود عملکرد تجهیزات دارد. نتایج مطالعات پیشین نشان می دهد که اقدامات مدیریتی و رفتاری می توانند بدون نیاز به سرمایه گذاری سنگین، کاهش محسوسی در مصرف انرژی ایجاد کنند.

صنایع غذایی یکی از صنایعی است که مصرف قابل توجهی از انرژی را به خود اختصاص داده است و صنعت لبنیات به ویژه تولید پنیر، به دلیل فرآیندهای حرارتی، سرمایشی و نگهداری طولانی مدت، از جمله صنایع انرژی بر محسوب می شود. در سال های اخیر، افزایش قیمت حامل های انرژی و قوانین زیست محیطی، واحدهای تولیدی را به سمت بهبود بهره وری انرژی سوق داده است. بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت پنیر علاوه بر کاهش هزینه های عملیاتی، می تواند در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و دستیابی به توسعه پایدار مؤثر باشد. این پژوهش با هدف بررسی جامع راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت پنیر انجام شده است.

این پژوهش به روش توصیفی-تحلیلی انجام شده و داده های آن از طریق:

- مرور مقالات علمی و پژوهش های پیشین
  - بررسی گزارش های فنی صنایع لبنی
  - تحلیل فرآیندهای متداول تولید پنیر صنعتی
- گردآوری شده است. در این مطالعه، مراحل اصلی تولید پنیر شامل دریافت و ذخیره شیر، پاستوریزاسیون، انعقاد، پرس، رسیدگی و نگهداری سردخانه ای از منظر مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای بهینه سازی انرژی در هر مرحله تحلیل شده اند.

نتیجه گیری

منابع

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). Dairy Science and Technology. CRC Press.

Ramirez, C. A., Patel, M., & Blok, K. (2006). From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry. Energy, 31(12).

ISO 50001. (2018). Energy management systems — Requirements with guidance for use.

مقدمه

روش پژوهش