

## مواد تغییر فاز دهنده در مواد غذایی: دمای تغییر فاز، سازگاری با محیط زیست و سیستماتیک شدن

### چکیده

زمینه و هدف: توسعه روش‌های کنترل دما با انرژی کارآمد موضوعی است که در بخش مواد غذایی مورد توجه قرار می‌گیرد. دمای بافری شدن و ذخیره انرژی در طول ذخیره‌سازی و حمل و نقل مواد غذایی را می‌توان با فرمولاسیون‌ها و کاربردهای مختلف مواد تغییر فاز دهنده ( $PCM^1$ ) به دست آورد. دمای تغییر فاز PCM سناریو و روش کاربرد آن را در بخش مواد غذایی تعیین می‌نماید.

دامنه و رویکرد: بررسی فعلی با هدف خلاصه نمودن PCM‌هایی که بر اساس محدوده دمای تغییر فاز به منظور هدایت کاربرد آن‌ها است و می‌توانند در بخش مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند خلاصه گردیده است. سناریوها و روش‌های کاربردی با توجه به ویژگی‌های PCM و نیازهای واقعی برای نگهداری مواد غذایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. خلاصه‌ای جامع از کاربردهای PCM در بخش مواد غذایی و چشم اندازی در مورد پیشرفت‌های آینده، از جمله طراحی سیستماتیک و طراحی سازگار با محیط زیست، ارائه شده است.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری‌های کلیدی: PCM طیف گسترده‌ای از کاربردها در بخش مواد غذایی برای حفظ انرژی و کنترل دما دارد، همانطور که توسط تعداد زیادی از مطالعات در مورد کاربردهای دمای پایین ( $10^\circ C - 65^\circ C$ ) و دمای بالا ( $40^\circ C - 230^\circ C$ ) ثابت شده است. در این بررسی، PCM‌ها برای کاربردهای دمای متوسط ( $10^\circ C - 40^\circ C$ ) با هم گروه‌بندی شده‌اند و عمدتاً برای استفاده از آن‌ها در ذخیره‌سازی مواد غذایی در محیط و کشت گلخانه‌ای مورد بحث قرار گرفته‌اند. طراحی سیستماتیک و سازگار با محیط زیست PCM‌ها در کاربردهای

---

<sup>1</sup> Phase change material

غذایی می‌تواند زمینه‌های کاربردی نوآورانه بالقوه‌ای باشد، از این رو منعکس کننده توسعه نیازهای کاربردها و نگرانی برای تحقیقات زیست محیطی است که می‌تواند در مجموع از مزایای PCM بهتر استفاده نماید.

### کلمات کلیدی

مواد تغییر فاز دهنده، دمای تغییر فاز، ذخیره انرژی حرارتی، کاربردهای مواد غذایی، طراحی سیستماتیک، طراحی سازگار با محیط زیست.

### نتیجه‌گیری

استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و حل بحران انرژی محسوب می‌شود. دمای بافری شدن و ذخیره انرژی در حین جابجایی، ذخیره‌سازی و حمل و نقل مواد غذایی با فرمولاسیون و استفاده از PCMها قابل دستیابی است. PCMها معمولاً بر اساس نوع مواد به مواد آلی، معدنی و یوتکتیک و بر اساس شکل تغییر فاز به مواد جامد-جامد، جامد-مایع، جامد-گاز و مایع-گاز طبقه‌بندی می‌شوند. این بررسی به طور خلاقانه‌ای کاربرد PCMها را در بخش مواد غذایی از منظر دمای تغییر فاز خلاصه می‌نماید. به ویژه پیشرفت تحقیق در مورد کاربرد PCM با دمای تغییر فاز متوسط در صنایع غذایی را مورد بحث قرار داد که به توضیح مواد، روش‌ها و سناریوهای کاربردی کمک نموده و می‌تواند افزودنی مفید برای رویکرد طبقه‌بندی باشد. همچنین این گزارش طراحی سیستماتیک و طراحی سازگار با محیط زیست PCMها در بخش مواد غذایی را خلاصه نموده. بنابراین به خوانندگان کمک می‌نماید تا توسعه تحقیقات کاربردی در سال‌های اخیر را درک نمایند. در کاربردهای دمای پایین، PCM را می‌توان در سیستم‌های تبرید فعال/غیرفعال در حمل و نقل زنجیره سرد ادغام نمود. استفاده از PCMها می‌تواند به طور موثری مصرف انرژی بالا، دمای ناپایدار و حلقه‌های از دست رفته در زنجیره سرد غذایی را جبران نماید. در کاربردهای دمای متوسط، PCM می‌تواند کیفیت حسی محصولات را



## مرجع پلیمر در بازار ایران

هنگامی که برای نگهداری و حمل و نقل مواد غذایی در دمای متوسط استفاده می‌شود حفظ نماید و در مصرف انرژی برای کشت گلخانه‌ای استفاده شود و در مصرف انرژی صرفه‌جویی نماید. در کاربردهای با دمای بالا، PCM عمدتاً در تجهیزات خشک نمودن مواد غذایی با مزایای کاهش مصرف انرژی، کوتاه شدن زمان خشک شدن و بهبود کیفیت خشک شدن استفاده می‌شود. PCM زمانی که در محصولات خاص مانند ظروف آشپزخانه و بسته‌بندی نوشیدنی گرم استفاده می‌شود کاربرد زیادی دارد. علاوه بر این، استفاده ترکیبی از PCMها با دماهای تغییر فاز مختلف و مطالعه آنها با مواد یا فناوری‌های دیگر می‌تواند نشان دهنده افزایش تدریجی الزامات کاربرد باشد. طراحی یک رویکرد کاربردی سیستماتیک بیشتر از استفاده از PCM به تنهایی سودمند است. به طور کلی نیاز به حفاظت از محیط زیست باید در طول تولید و استفاده از PCM برآورده شود. طراحی سازگار با محیط زیست PCM بازیافتی و برخی مواد کمکی از ضایعات مواد غذایی یا کشاورزی و استفاده از آنها برای مدیریت دمای مواد غذایی می‌تواند آسیب به محیط زیست را به حداقل برساند.

**Reference:**

**Hu, Chi, et al. "Phase change materials in food: Phase change temperature, environmental friendliness, and systematization." *Trends in Food Science & Technology* (2023): 104167.**

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104167>

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیمزاده

