



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



معاونت توسعه و ارتباطات  
معاونت توسعه و ارتباطات

## تحول مدل‌ها و استانداردهای بهره‌وری انرژی در صنایع کشاورزی و غذایی: گذار از ارزیابی ایستا به مدیریت یکپارچه و چابک

محمدعلی میسمی<sup>۱\*</sup>، حبیبه نعلبندی<sup>۱</sup>، علی میرزازاده<sup>۲</sup>

گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

maysami@tabrizu.ac.ir

کدمقاله: EFAB015831133



## چکیده

• پیشینه و هدف:

صنایع کشاورزی و غذایی ایران با شدت انرژی بالا و نبود رویکردی نظام‌مند برای بهبود مستمر بهره‌وری انرژی مواجه است. پژوهش‌های پیشین عمدتاً به ارزیابی‌های ایستا و مقطعی محدود بوده و از یکپارچگی استانداردها، تحلیل کیفیت انرژی و فناوری‌های دیجیتال غافل مانده‌اند.

• روش تحقیق:

این مطالعه با مرور سیستماتیک منابع معتبر فارسی و انگلیسی و تحلیل محتوای استانداردهای کلیدی (ISO 50001، ISO 14044، VDI 4600) و خانواده آن) و روش‌های تحلیلی (اکسرژی)، یک مدل مفهومی یکپارچه و گام‌به‌گام برای پیاده‌سازی در شرایط بومی ایران ارائه می‌دهد.

• یافته‌ها:

کاربست منفرد استانداردهایی مانند LCA یا CED برای بهبود مستمر کافی نیست. گذار از ارزیابی ایستا به مدیریت پویا، مستلزم استقرار چارچوب مدیریت انرژی مبتنی بر ISO 50001، تعمیق تحلیل‌ها با اکسرژی، و توانمندسازی با فناوری‌هایی مانند IIoT و هوش مصنوعی است. مدل پیشنهادی در سه فاز (شناخت، اقدام، نهادینه‌سازی) و هشت گام، راهی واقع‌بینانه و مقیاس‌پذیر برای صنایع کشاورزی و غذایی ایران ترسیم می‌کند.

• گرچه سرمایه‌گذاری اولیه برای استقرار سیستم مدیریت انرژی یکپارچه نیازمند عزم و تغییر نگرش است، اما در بلندمدت منجر به کاهش هزینه‌های تولید، افزایش تاب‌آوری در برابر شوک‌های قیمتی انرژی، رقابت‌پذیری بین‌المللی محصولات و ارتقای اعتبار زیست‌محیطی کشور می‌شود.

• **کلمات کلیدی:** بهره‌وری انرژی، ISO 50001، ارزیابی چرخه حیات، تحلیل اکسرژی، صنایع کشاورزی و غذایی، مدیریت یکپارچه، فناوری

دیجیتال



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



موسسه تحقیقات و توسعه  
مهندسی نوین

## ساختار ارائه

- مقدمه و ضرورت
- مواد و روش ها
- استانداردهای ارزیابی انرژی (VDI 4600، LCA، اکسرژی)
- استانداردهای مدیریت انرژی (ISO 50001 و خانواده آن)
- فناوری های توانمندساز (نرم افزار و دیجیتال)
- مدل یکپارچه پیشنهادی برای ایران
- نتیجه گیری و پیشنهادها



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



وزارت انرژی  
معاونت توسعه انرژی

مقدمه

## چالش کلیدی در بحث بهره وری انرژی

- ۳۰٪ مصرف انرژی جهانی در سیستم‌های غذایی
- ایران: رتبه سوم جهان در مصرف انرژی کشاورزی، رتبه دهم در ارزش تولید
- **شدت انرژی بالا** نسبت به میانگین جهانی
- سهم انرژی در صنایع ایران:
  - گاز طبیعی ۷۸٪ (فرآیندهای حرارتی)
  - برق ۱۳٪ (سرمایش و برودت)



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



مقدمه

## کاستی‌های رویکردهای رایج در مطالعات انرژی

- مقطعی و ایستا (فاقد چشم‌انداز چرخه حیات)
- بدون چارچوب بهبود مستمر
- توجه فقط به کمیت انرژی (غفلت از کیفیت/اکسرژی)
- قابل مقایسه نبودن نتایج به دلیل اختلاف در تعاریف و مرز سیستم



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



مؤسسه پژوهش و فناوری  
دانشگاه گیلان

## مقدمه

### پرسش اصلی مقاله

الگوی بهینه برای یکپارچه سازی استانداردها، مدل های تحلیلی و فناوری های نوین به منظور دستیابی به بهبود مستمر و قابل اندازه گیری در بهره وری انرژی صنایع کشاورزی و غذایی ایران چگونه باید باشد؟



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



موسسه تحقیقات  
کشاورزی و باغبانی  
گیلان

## مواد و روش ها

### روش تحقیق

- رویکرد: توصیفی-تحلیلی

- گام‌ها:

۱. جستجوی هدفمند در پایگاه‌های علمی
۲. گزینش منابع (فارسی و انگلیسی، دهه اخیر)
۳. استخراج و تحلیل در ماتریس تحلیلی
۴. سنتز و الگوسازی بومی



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



## مواد و روش ها

### سه رکن چارچوب تحلیلی مقاله

- ابزارهای ارزیابی پیشرفته (شناخت): VDI 4600، LCA، اکسرژی
- مدیریت نظام مند (اقدام): ISO 50001 و خانواده آن
- یکپارچه سازی و توانمندسازی: نرم افزار، IIoT، هوش مصنوعی



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



# نتایج

## استاندارد VDI 4600 و CED

- محاسبه کل انرژی اولیه مصرف شده در چرخه حیات
- مزیت: سادگی و شفافیت
- محدودیت: بی توجهی به کیفیت انرژی (برق و حرارت کم دما یکسان دیده می شوند)
- کاربرد: شاخص اولیه، نه نهایی



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



# نتایج

## ارزیابی چرخه حیات (LCA و ISO 14044)

- چندمعیاره (گرمایش جهانی، اسیدی سازی، یوتریفیکیشن)
- آشکارسازی مبادلات پنهان (Trade-offs)
- در ایران: مثلاً مطالعه تولید شکر از چغندر قند با SimaPro یا تولید چرم از پوست و ...
- خروجی: شناسایی نقاط داغ زیست محیطی



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



# نتایج

## استاندارد - ISO 50001 هسته مدیریت مستمر

- مبتنی بر چرخه PDCA (برنامه ریزی-اجرا-بررسی-اقدام)
- اجزای کلیدی:
  - شناسایی SEUs (جنبه‌های انرژی بر معنادار)
  - تعریف EnPIs (شاخص‌های عملکرد انرژی)
  - تعیین EnB (پایه عملکرد)
- مطالعه موردی در ایران: کارخانه کنسانتره میوه



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



وزارت کشاورزی و  
آموزش عالی  
موسسه تحقیقات انرژی

نتایج

## استانداردهای مکمل ISO 50001

کاربرد	استاندارد
ممیزی انرژی سیستماتیک	ISO 50002
راهنمای تعریف EnPI و EnB	ISO 50006
اعتبارسنجی صرفه جویی (جداسازی اثر)	ISO 50015



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



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت ملی برنامه ریزی و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی  
جمهوری اسلامی ایران

# نتایج

## همگرایی EnMS و LCA

- **LCA** نقاط داغ کربن را مشخص می کند
- **EnMS** اولویت ها را بر همان نقاط متمرکز می کند
- نتیجه: حداکثر کارایی سرمایه گذاری بهینه سازی
- پیوند شناخت (LCA) و اقدام (ISO 50001)



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



## نتایج

### فناوری‌های توانمندساز

- نرم‌افزارها: SimaPro، openLCA، EES، Aspen Plus، DEXMA
- فناوری‌های دیجیتال:
- IIoT (پایش لحظه‌ای)
- هوش مصنوعی (تشخیص الگو، پیش‌بینی بار، کنترل بهینه)
- تحول از رفتار واکنشی به پیش‌گیرانه و خودکار



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



## نتایج

مدل یکپارچه پیشنهادی برای ایران (فاز اول)

□ فاز اول: آماده سازی و اولویت بندی (شناخت)

- گام ۱: LCA ساده شده برای محصولات استراتژیک ( مثل گندم، چغندر قند)
- گام ۲: انتخاب پایلوت + ممیزی انرژی مطابق ISO 50002 + نصب کنتورهای پایه

کم هزینه، یادگیرنده، مبتنی بر داده



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



## نتایج

مدل یکپارچه پیشنهادی برای ایران (فاز دوم)

□ فاز دوم: استقرار و بهبود (اقدام)

- گام ۳: استقرار ISO 50001، تعیین SEUs، EnPIs، EnB
- گام ۴: تحلیل اکسرژی برای SEUs پیچیده (دیگ، سردخانه، خشک کن)
- گام ۵: اجرای پروژه‌ها + IIoT + اعتبارسنجی صرفه جویی (ISO 50015)



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



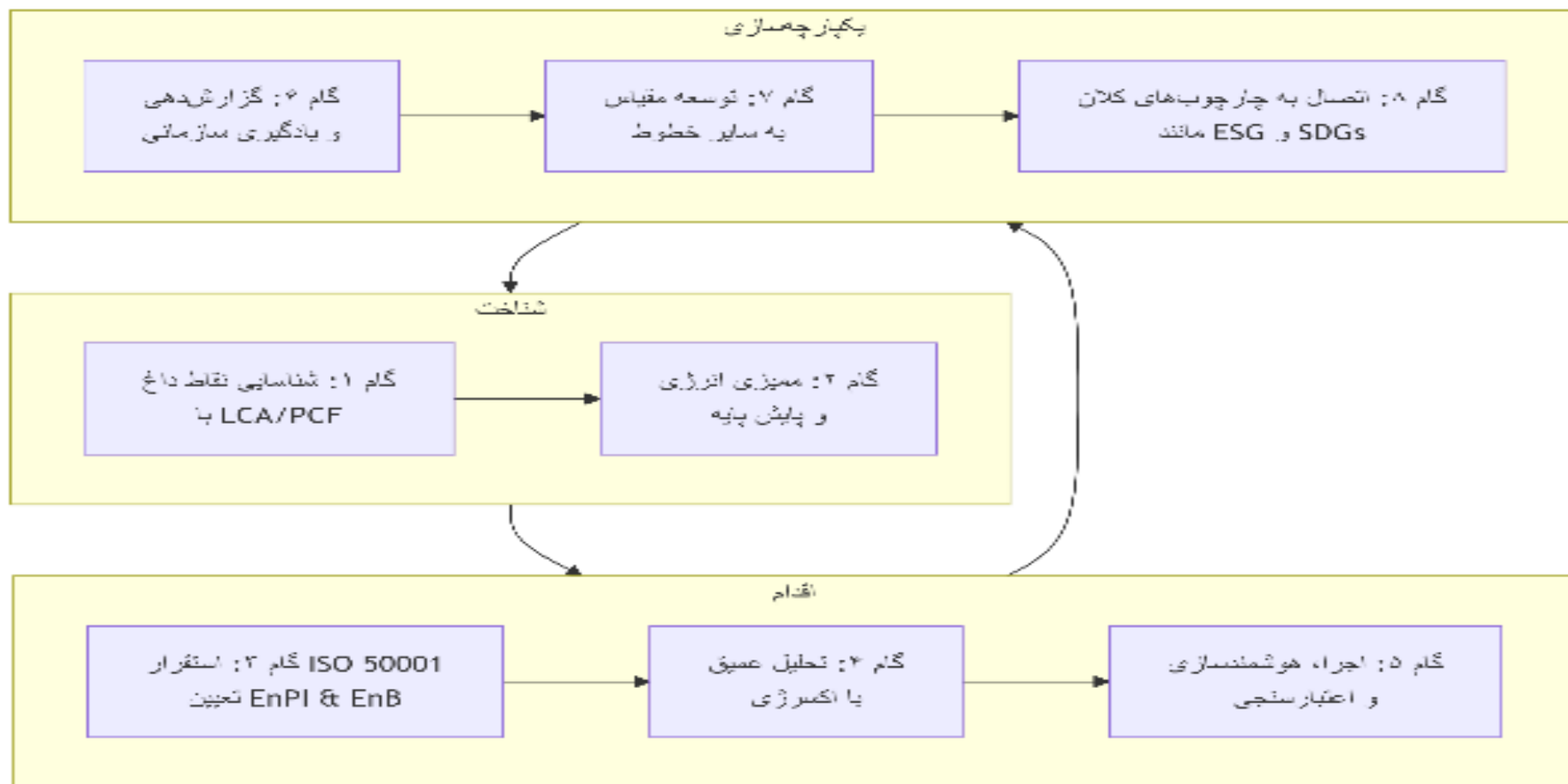
## نتایج

مدل یکپارچه پیشنهادی برای ایران (فاز سوم)

□ فاز سوم: نهادینه سازی و توسعه

- گام ۶: گزارش عملکرد در گزارش پایداری سالانه
- گام ۷: تعمیم به سایر سایتها
- گام ۸: پیوند با الزامات ملی (ISIRI 12001) و بین‌المللی (ESG، SDGs)

تبدیل بهبود انرژی از پروژه فنی به مزیت راهبردی





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



# نتایج

## مزایای مدل پیشنهادی

- واقع بینانه (شروع با پایلوت و اقدامات زودبازده)
- کم خطر (سرمایه گذاری تدریجی)
- مقیاس پذیر (توسعه به کل زنجیره)
- مبتنی بر چرخه **PDCA** (بهبود مستمر)
- هماهنگ با استانداردهای جهانی و شرایط بومی ایران



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



پژوهشگاه دانش بنیان  
موسسه تخصصی توسعه  
کشاورزی

## نتیجه گیری کلی

### نتیجه گیری کلیدی

- گذار از ارزیابی ایستا به مدیریت یکپارچه و چابک ضروری است
- **LCA** جهت دهنده، **ISO 50001** ساختار بهبود، اکسرژی و دیجیتال سازی تقویت کننده های دقت
- مدل سه فازی پیشنهادی، مسیر عملی برای صنایع کشاورزی و غذایی ایران
- خروجی: کاهش هزینه، افزایش تاب آوری، رقابت پذیری بین المللی



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



## پیشنهادات

### پیشنهادهای کاربردی

سیاستگذاری: برنامه ملی بهره‌وری انرژی، مشوق‌های مالیاتی، حمایت از ESCO ها

صنعت: شروع با پایلوت، سرمایه‌گذاری بر پایش، توانمندسازی نیروی انسانی

دانشگاه: بازنگری سرفصل‌ها، هدایت پایان‌نامه‌های کاربردی، ایجاد کلینیک صنعت و دانشگاه

**آینده از آن سیستم‌های غذایی هوشمند، کم‌مصرف و پایدار است.**

# سپاس از حضور شما

محمدعلی میسمی