بسم الله الرحمن الرحيم

ISFAHAN
CHAMBER OF COMMERCE
INDUSTRIES,MINES & AGRICULTURE

اتاق بازرگانی
صنایع، معادن و کشاورزی
اصفهان

تبیین کلان روندها، فرصت‌ها و نیازهای فناورانه در حوزه صرفه‌جویی در مصرف انرژی

کمیسیون اقتصاد دانش‌بنیان
با همکاری سرای نوآوری اتاق و دانشگاه

کمیته تامین فناوری و توسعه تقاضا

رویداد ارایه نیازهای فناورانه صنعت انرژی

۲۴ شهریورماه ۱۴۰۴

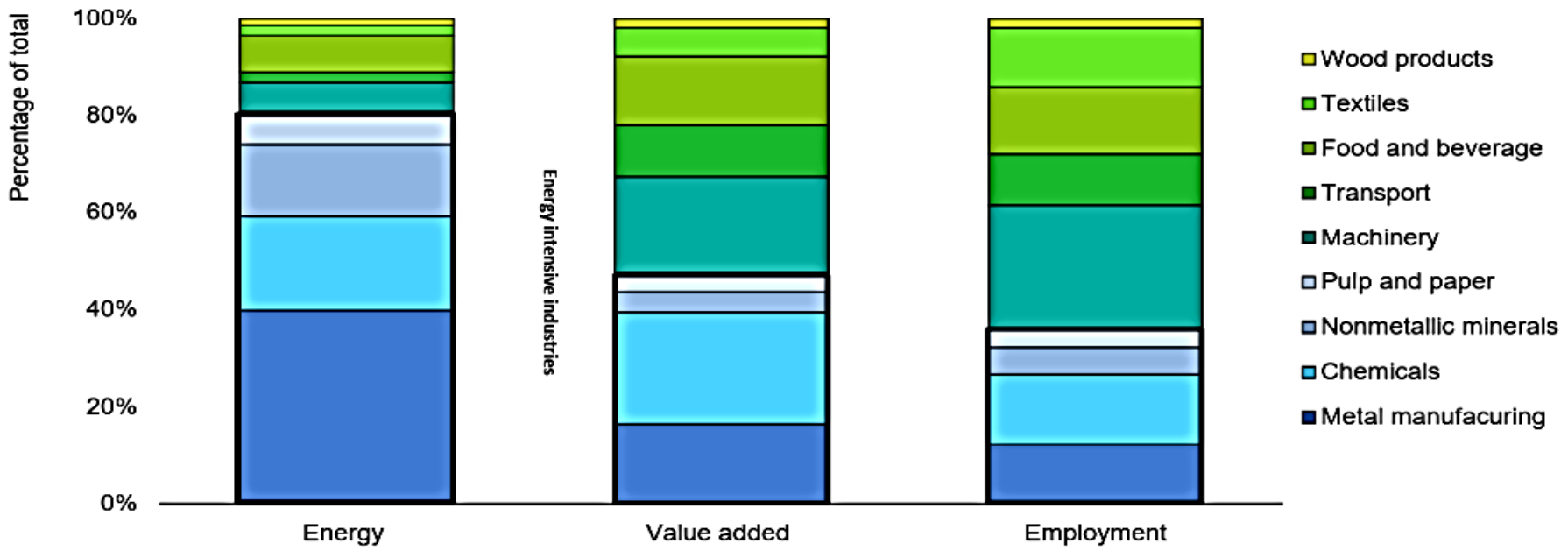
تبیین کلان روندها، فرصت‌ها و نیازهای فناورانه در حوزه صرفه جویی در مصرف انرژی

- معرفی
- نگاهی به آمار مصارف و صرفه جویی انرژی در جهان و ایران
- بیان کلی پتانسیل و تکنولوژی های صرفه جویی انرژی
- اشاره به چند نمونه مطالعاتی و اجرایی

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در جهان

Lighter industries account for less than a quarter of industrial energy demand, but over half of industrial value added and two-thirds of jobs

Share of manufacturing sector energy demand, value added, employment, latest common year of data, G20 countries



IEA. CC BY 4.0.

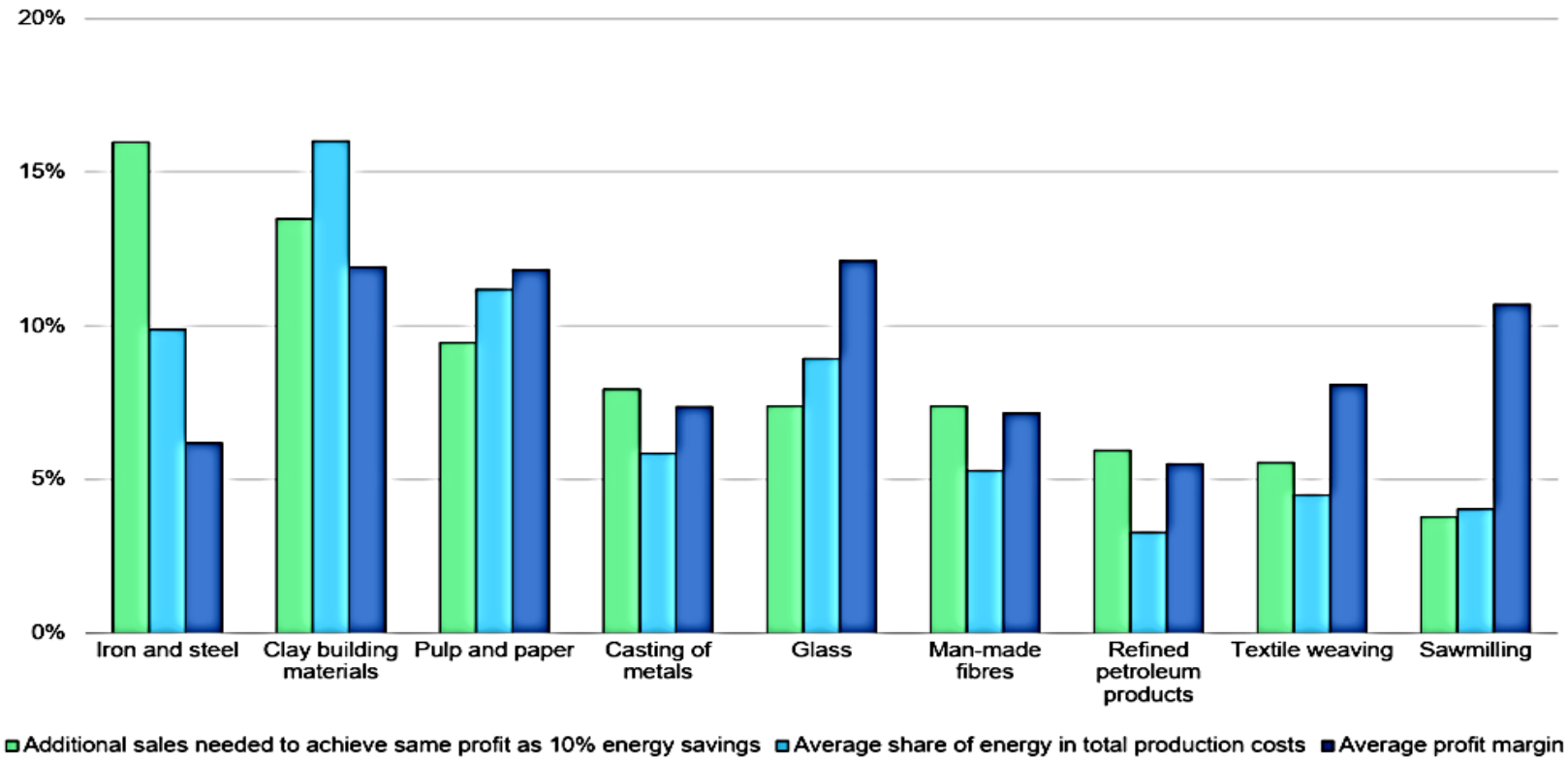
Notes: This chart shows data for manufacturing, which represents the largest component of industrial energy demand (excluding construction, mining and non-energy use in the chemical sector). Energy consumption and losses from blast furnaces and coke ovens is included in metals manufacturing. This chart reflects energy consumption in G20 countries only; shares thus differ slightly from the global average for industry as a whole. Base year for energy, value added, and employment data is 2022.

Sources: IEA analysis based on IEA (2024), World Energy Balances; UNIDO (2024) INDSTAT Revision 3.

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در جهان

For firms with high energy costs and thin profit margins, saving 10% in energy is equivalent to the profit achieved with a 4% to 16% increase in sales

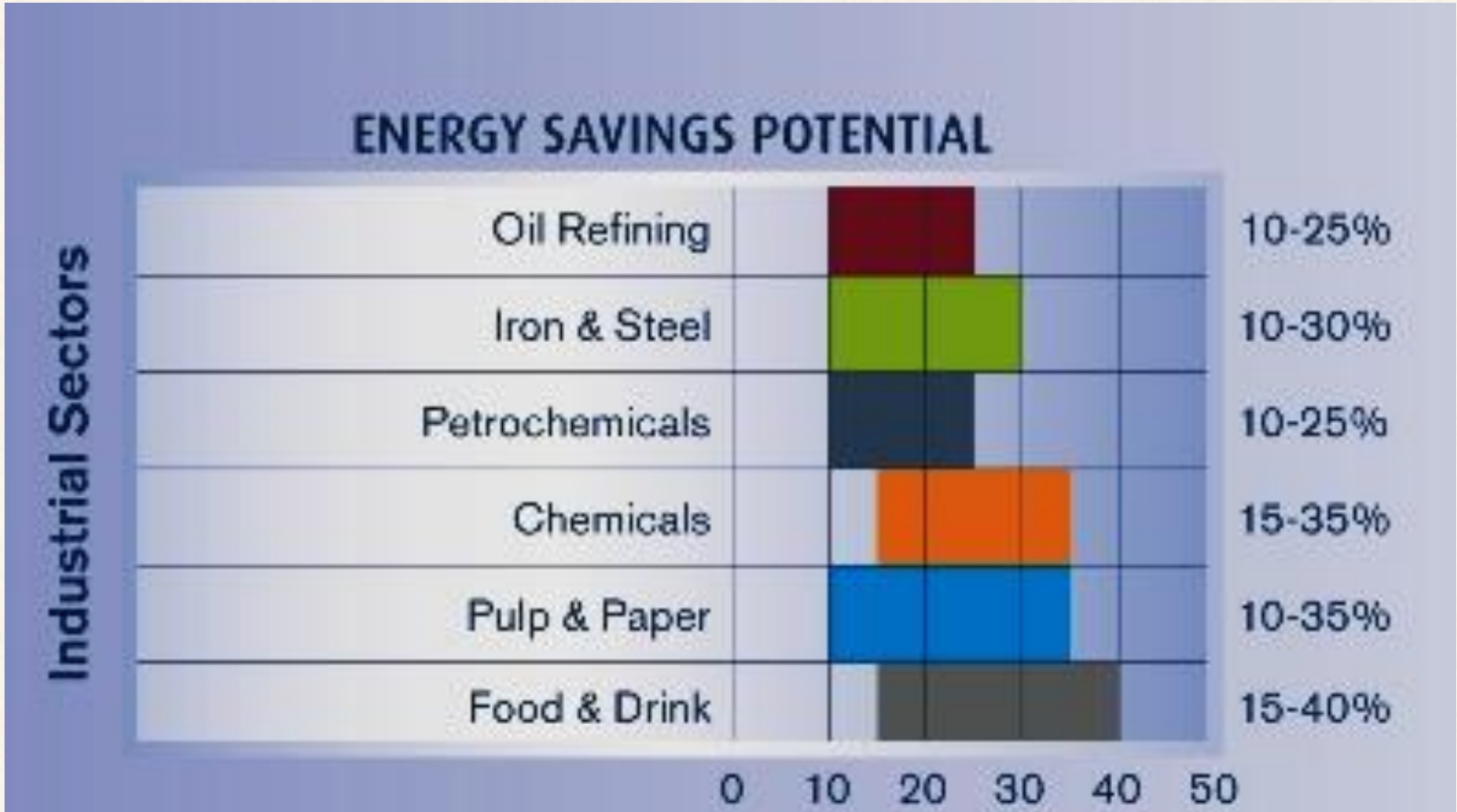
Comparison of additional sales required to match costs savings through energy efficiency, EU countries, 2012-2022



IEA. CC BY 4.

Source: IEA analysis based on OECD (2025), Structural Business Statistics; European Commission (2024), Industrial Energy Costs Dashboard.

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در جهان



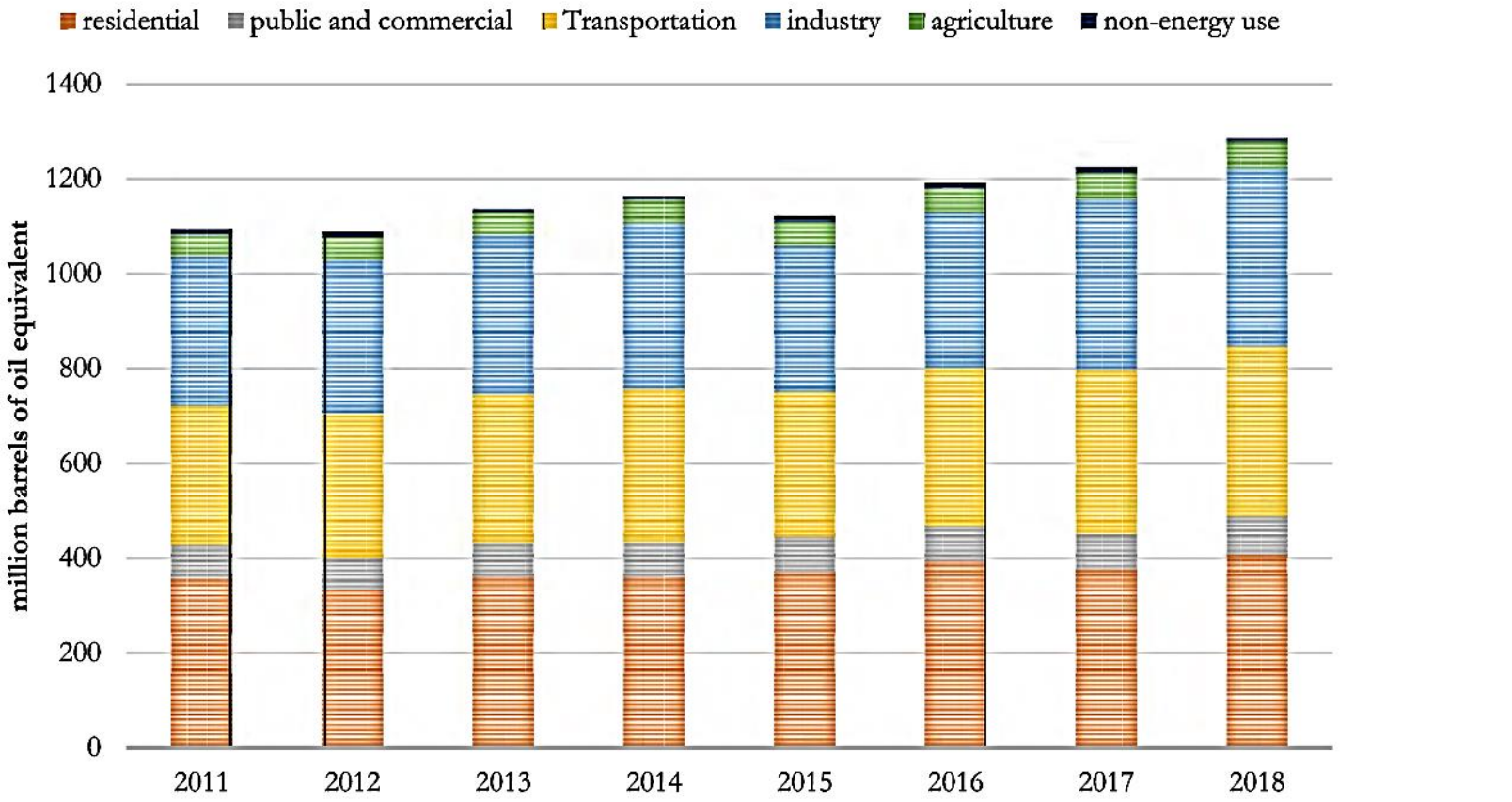
Energy Savings Potential for Various Industrial Sectors Through Process Integration

Ref.: Natural Resources Canada - Date modified: 2024-12-23

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در ایران

- **Consuming 357.99 million** barrels of crude oil equivalent, the industrial sector in Iran is the second-largest consumer of energy **after the residential sector.**

- Chemical industries, non-metallic mineral products, and base metals are Iran's most energy-consuming industries, which in total account for about **80%** of Iran's energy consumption in the industrial sector



Total amount of different sectors in final energy consumption (sectors' share trends can be interpreted visually) (12).

Ref.: Souhankar, A., Mortezaee, A., & Hafezi, R. (2023). Potentials for energy-saving and efficiency capacities in Iran: An interpretive structural model to prioritize future national policies. Energy, 262, 125500.

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در ایران

Potential of energy saving in different sectors.

Sector	Potential of Energy Saving (mmboe/y)
Production	270
Transmission and Distribution	76
Residential	265
Industry	100
Transportation	137
Commercial and Public	20
Total	858

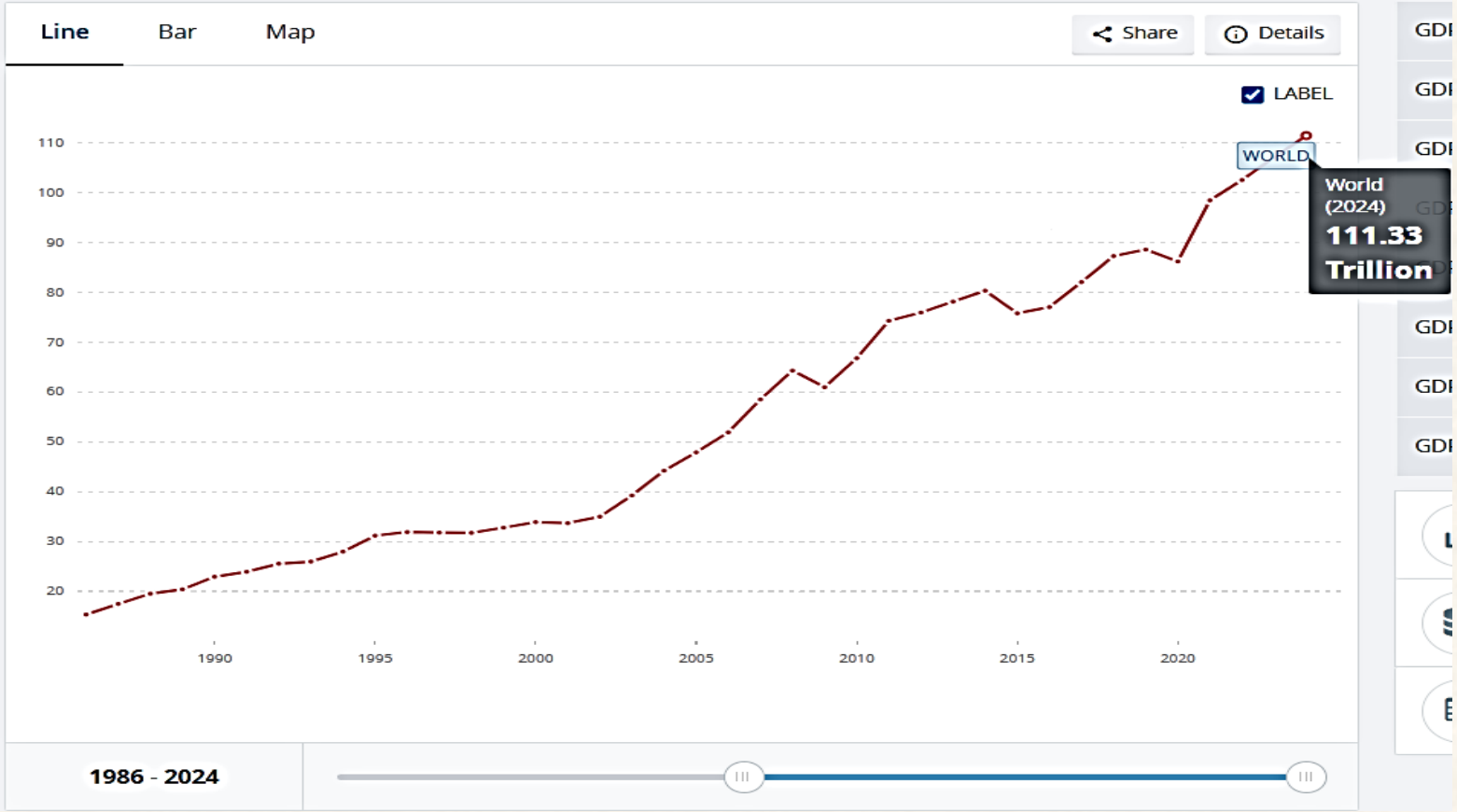
Ref.: Souhankar, A., Mortezaee, A., & Hafezi, R. (2023). Potentials for energy-saving and efficiency capacities in Iran: An interpretive structural model to prioritize future national policies. Energy, 262, 125500.

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در ایران

GDP (current US$)

Country official statistics, National Statistical Organizations and/or Central Banks; National Accounts data files, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); Staff estimates, World Bank (WB)

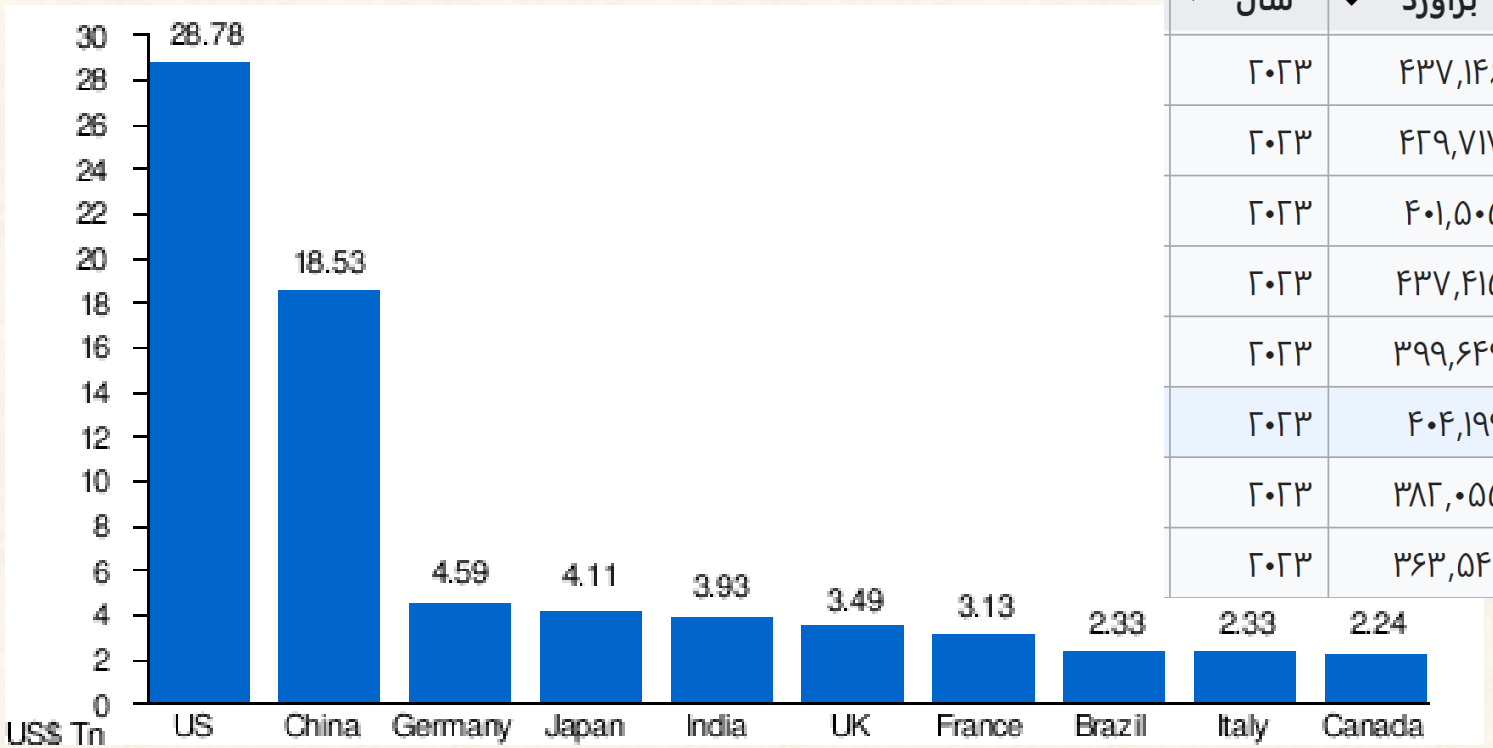
License : CC BY-4.0



روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در ایران

تولید ناخالص داخلی کشورها (به میلیون دلار آمریکا)

	کشور/قلمرو	صندوق بین‌المللی پول[۱][۱۲]		بانک جهانی[۱۳]	
		چشم‌انداز	سال	برآورد	سال
۳۲	ویتنام	۵۰۶,۶۰۰	۲۰۲۴	۴۳۷,۱۴۶	۲۰۲۳
۳۳	نروژ	۵۰۳,۴۷۰	۲۰۲۵	۴۲۹,۷۱۷	۲۰۲۳
۳۴	مالزی	۴۸۸,۷۰۰	۲۰۲۵	۴۰۱,۵۰۵	۲۰۲۳
۳۵	ایران	۴۷۸,۱۰۰	۲۰۲۵	۴۳۷,۴۱۵	۲۰۲۳
۳۶	بنگلادش	۴۵۷,۷۰۰	۲۰۲۵	۳۹۹,۶۴۹	۲۰۲۳
۳۷	دانمارک	۴۰۹,۹۸۹	۲۰۲۴	۴۰۴,۱۹۹	۲۰۲۳
۳۸	هنگ کنگ	۴۰۶,۷۷۵	۲۰۲۴[n ۴]	۳۸۲,۰۵۵	۲۰۲۳
۳۹	کلمبیا	۳۸۶,۰۷۶	۲۰۲۴	۳۶۳,۵۴۰	۲۰۲۳



بزرگ‌ترین اقتصادهای جهان بر اساس تولید ناخالص داخلی اسمی در سال ۲۰۲۴

روند مصارف و صرفه جویی انرژی حوزه صنعت در ایران

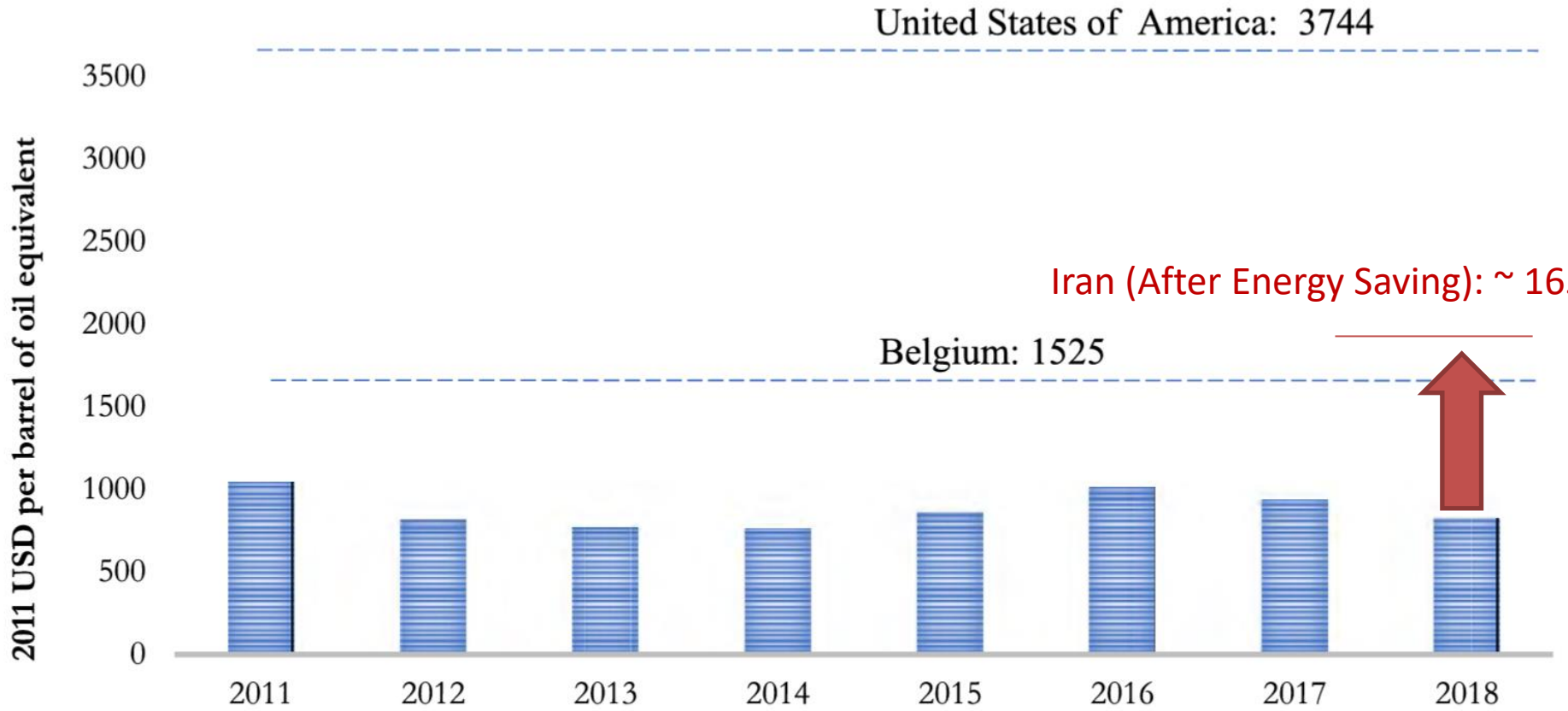
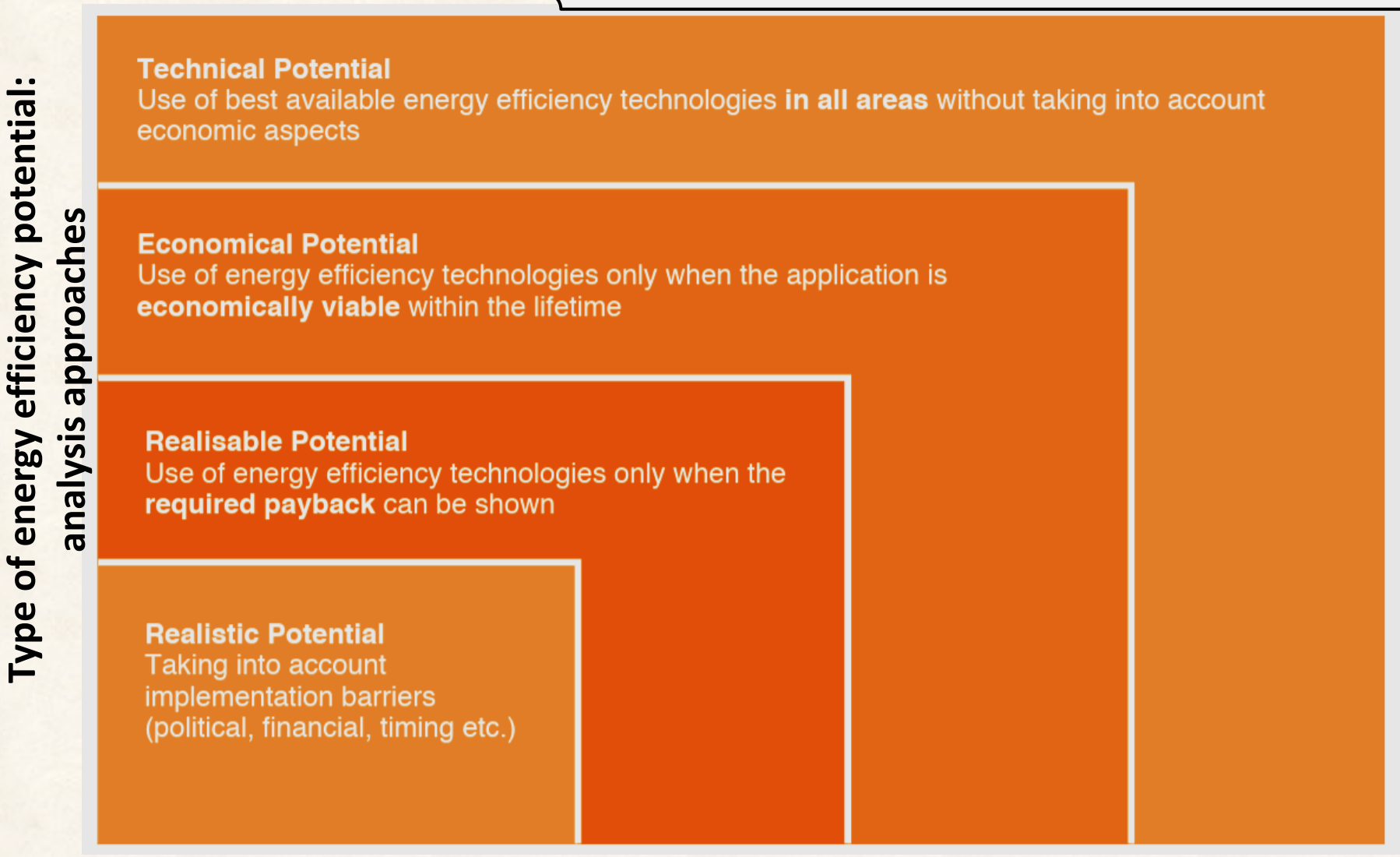


Fig. 5. Iran energy productivity in the industrial sector [62].

Ref.: Souhankar, A., Mortezaee, A., & Hafezi, R. (2023). Potentials for energy-saving and efficiency capacities in Iran: An interpretive structural model to prioritize future national policies. Energy, 262, 125500.

بیان کلی پتانسیل و تکنولوژی های صرفه جویی انرژی



Energy Efficiency Technologies

- Consider Waste Heat Recovery and Cogeneration
- Elaborate action plan to prevent steam leaks and condensate recovery (steam traps)
- Optimize service and instrumentation air system
- Optimize heat exchanger network, mainly in distillation units, using e.g. pinch technology
- Apply Total Site Analysis, searching for opportunities of plant integration and steam level optimization
- In heaters and steam generators, evaluate combustion air pre-heating, flue gas heat recovery and soot blowers distribution, taking into account NOx emissions.
- Evaluate Variable Speed Drivers for pumps and air coolers fans
- Implement Advanced Control and Real Time Optimization
- Implement Turboexpanders in suitable ereas
- Reduce electric losses and improve thermal insulation

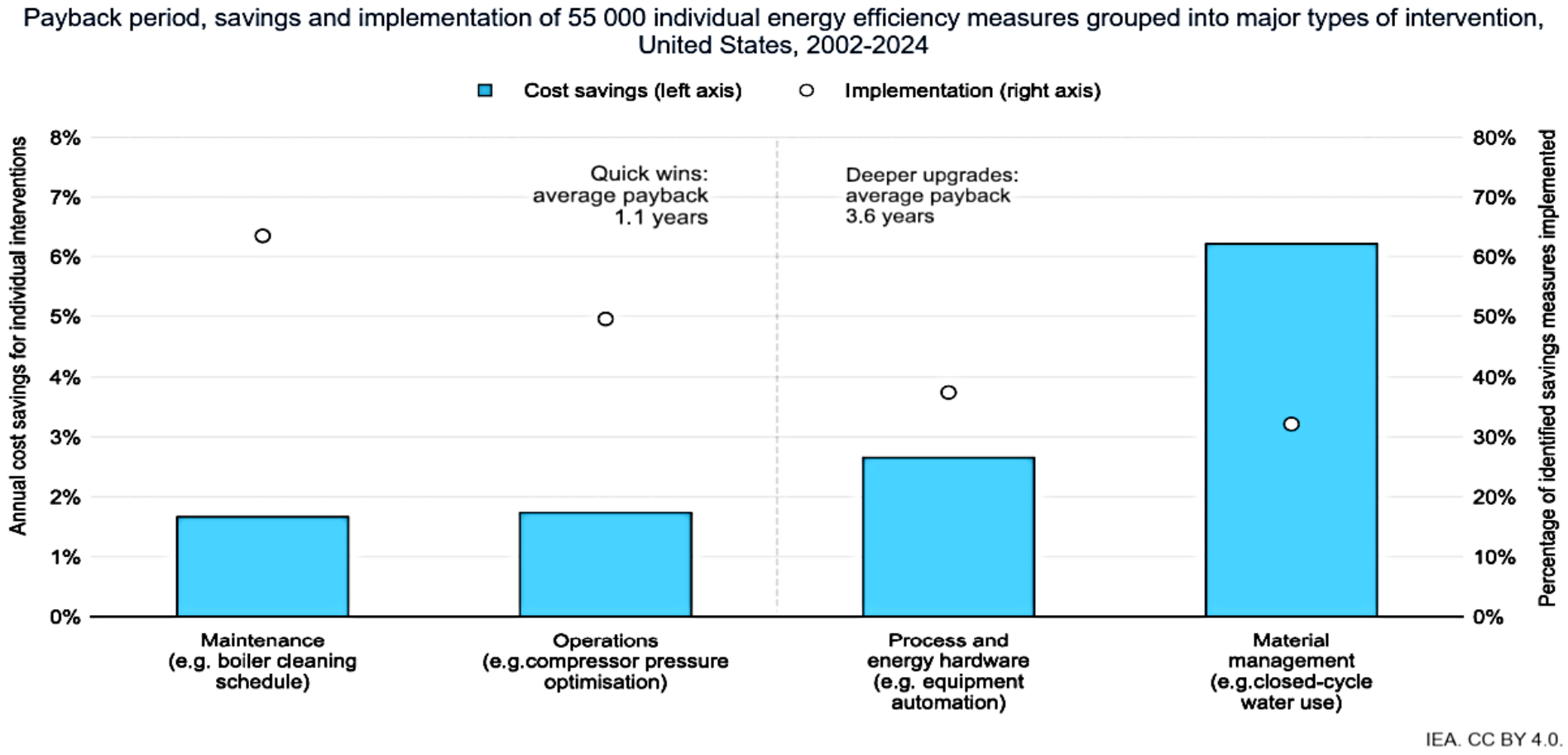
بیان کلی پتانسیل و تکنولوژی های صرفه جویی انرژی

- بازیابی گرمای تلف شده و تولید همزمان
- برنامه عملیاتی دقیقی برای جلوگیری از نشت بخار و بازیابی میعانات (تله‌های بخار)
- بهینه‌سازی سیستم هوای سرویس و ابزار دقیق
- بهینه‌سازی شبکه مبدل‌های حرارتی، عمدتاً در واحدهای تقطیر، با استفاده از فناوری پینچ
- بهینه‌سازی کل سایت، یکپارچه سازی کارخانه و بهینه‌سازی سیستم توزیع بخار
- ارزیابی پیش‌گرمایش هوای احتراق، بازیابی گرمای گاز دودکش، با در نظر گرفتن انتشار NOx
- ارزیابی درایوهای سرعت متغیر برای پمپ‌ها و فن ها
- پیاده‌سازی کنترل و بهینه‌سازی پیشرفته و بلادرنگ
- ارزیابی توربواکسپندرها بویژه در سیستم توزیع گاز و بخار
- کاهش تلفات الکتریکی و بهبود عایق حرارتی

The Future of Energy Efficiency Trends and Innovations

- Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML)
- Advanced Data Analytics and Tools
- Predictive Maintenance
- Goals of Sustainable Development
- Collaboration and Integration
- Energy Storage Solutions
- Integration of Renewable Energy
- ….

بیان کلی پتانسیل و تکنولوژی های صرفه جویی انرژی



Source: IEA analysis based on Industrial Assessment Centers (2002-2024), IAC Database.

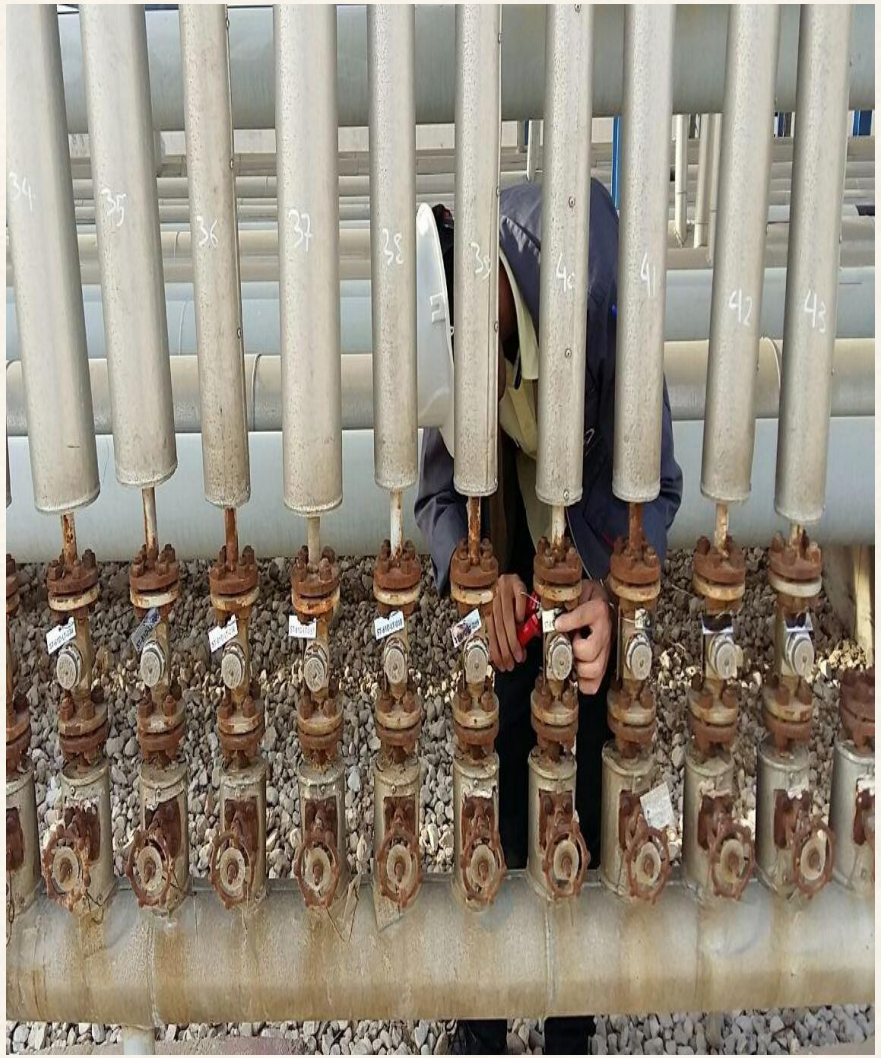
نمونه مطالعاتی و اجرایی (بررسی سیستم‌های تله بخار)

تفاوت بخار فلش و بخار زنده خروجی از تله بخار

بخار فلش

بخار زنده

نمونه مطالعاتی و اجرایی (بررسی سیستم‌های قله بخار)



نمونه مطالعاتی و اجرایی (بررسی سیستم‌های تله بخار)

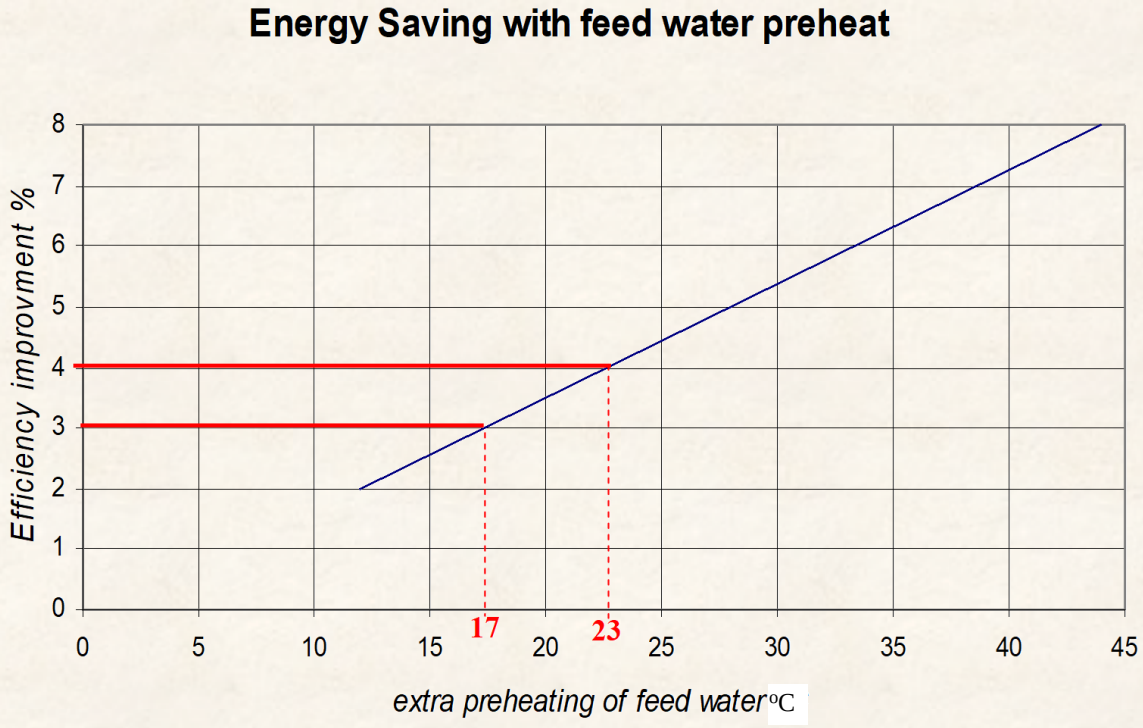
تعویض تله بخارهای معیوب

واحد	پالایشگاه			پتروشیمی		
نوع تله بخار	Thermostatic	Ball Float	Thermodynamic	Inverted basket	Ball Float	Thermodynamic
تعداد کل	4	22	1533	2	13	1704
تعداد تله بخارهای معیوب	0	4	543	1	2	729
تعداد تله های خارج از سرویس	4	10	563	1	11	723
تعداد تست شده	0	12	970	1	2	981
درصد معیوب بودن		33.3	56	100	100	74.3
میزان اتلاف بخار kg/h	0	21.92	982.28	0	0	1410.83
قیمت هر تن بخار (ریال)	4040233	4040233	4040233	4040233	4040233	4040233
اتلاف مالی سالانه (ریال)	0	701410306	31431629364	0	0	45144648833
هزینه سرمایه گذاری (میلیون ریال)	18439			24447		
سود سالیانه (میلیون ریال)	32133			45145		
زمان بازگشت سرمایه ساده (سال)	**0.6**			**0.5**		

نمونه مطالعاتی و اجرایی (بازیابی انرژی حرارتی)

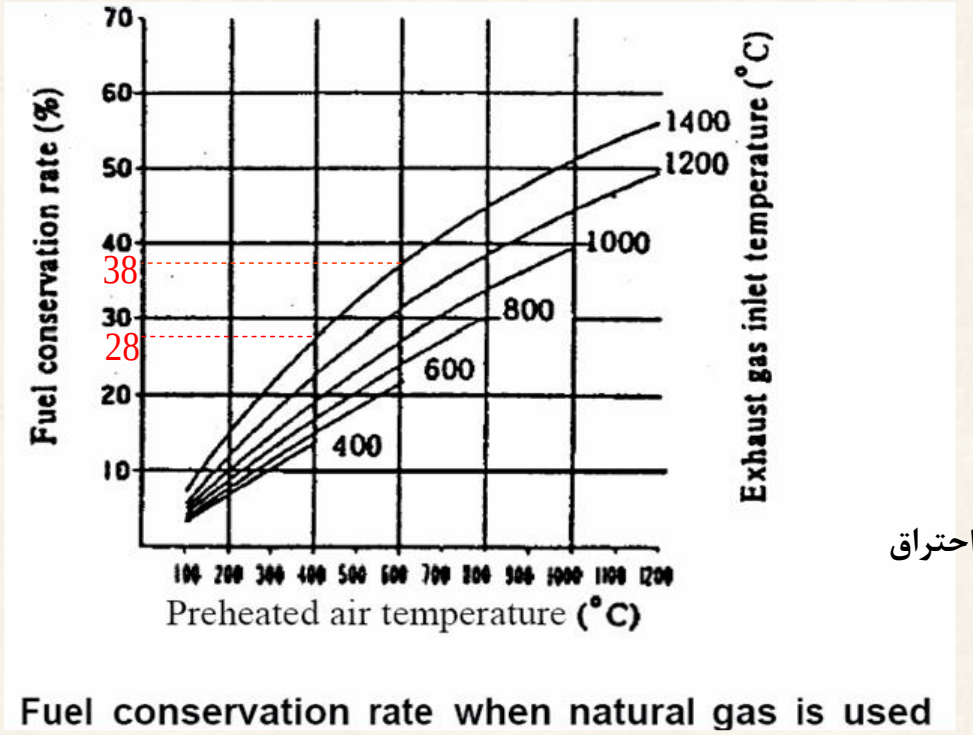
Economizer

- ✓ پیش گرم کردن آب تغذیه توسط اکونومایزر موجب صرفه جویی انرژی می شود.
- ✓ هر ۶ °C افزایش دمای آب تغذیه موجب افزایش راندمان به میزان ۱٪ می شود.



Recuperator

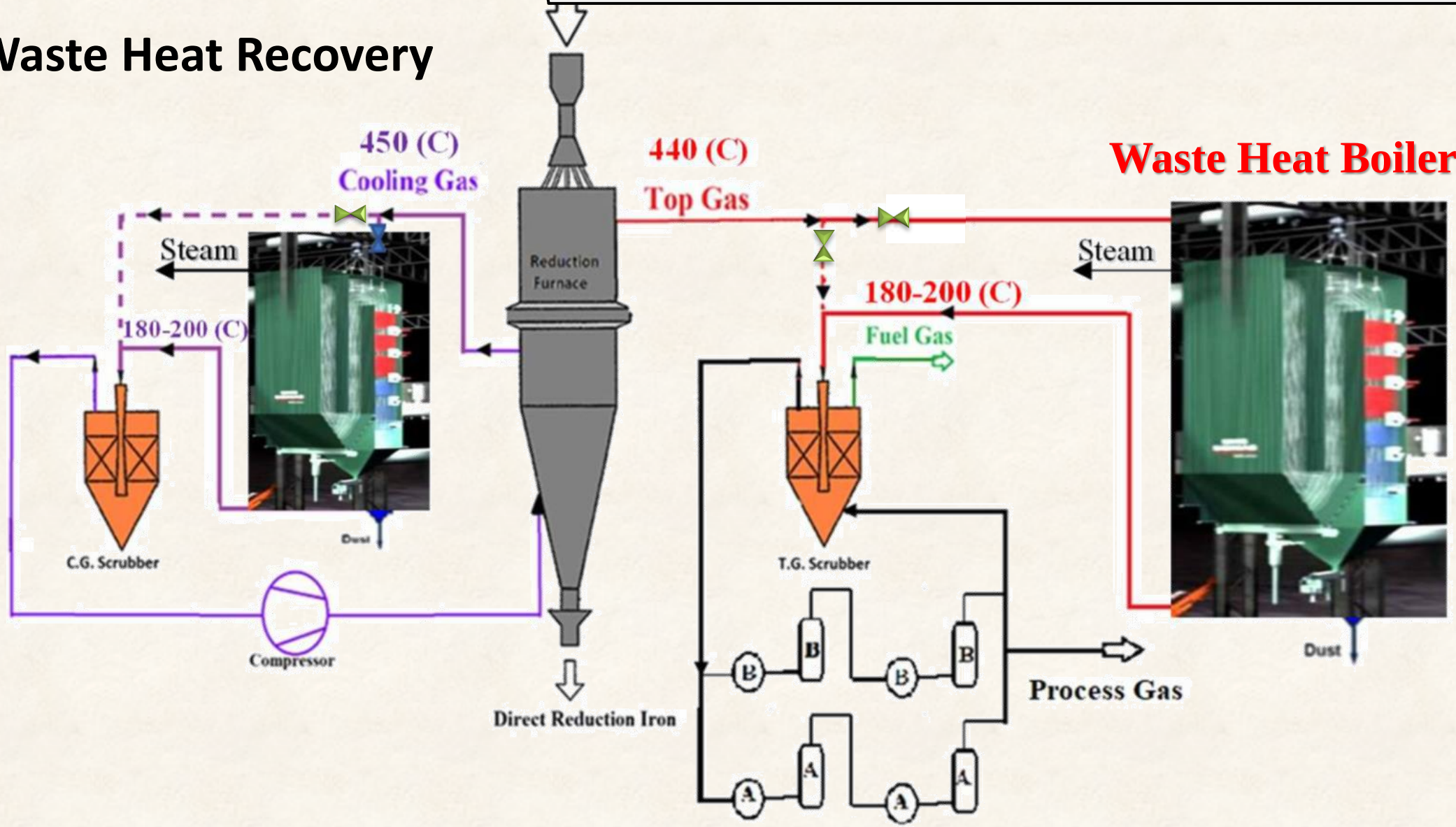
- تاثیرپیش گرم کردن هوای احتراق نیز مانند گرم کردن آب تغذیه، باعث افزایش راندمان می شود.
  - هر ۲۰ °C افزایش دمای هوای احتراق موجب افزایش راندمان به میزان ۱٪ می‌شود.



Fuel conservation rate when natural gas is used

نمونه مطالعاتی و اجرایی (بازیابی انرژی حرارتی)

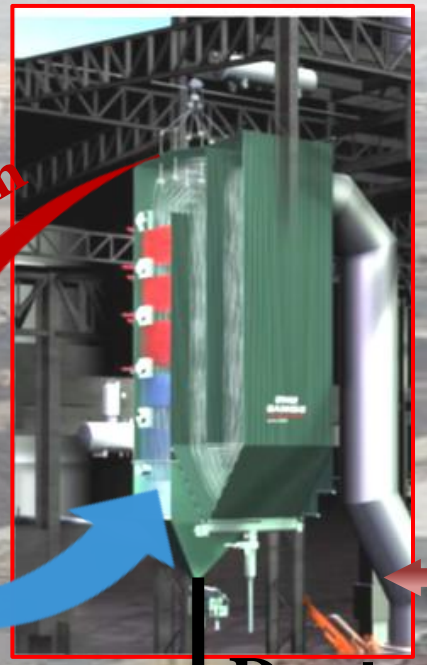
Waste Heat Recovery



Organic Rankin Cycle (ORC) plant
Electricity Generation

Steam

Waste Heat Boiler



Condensate

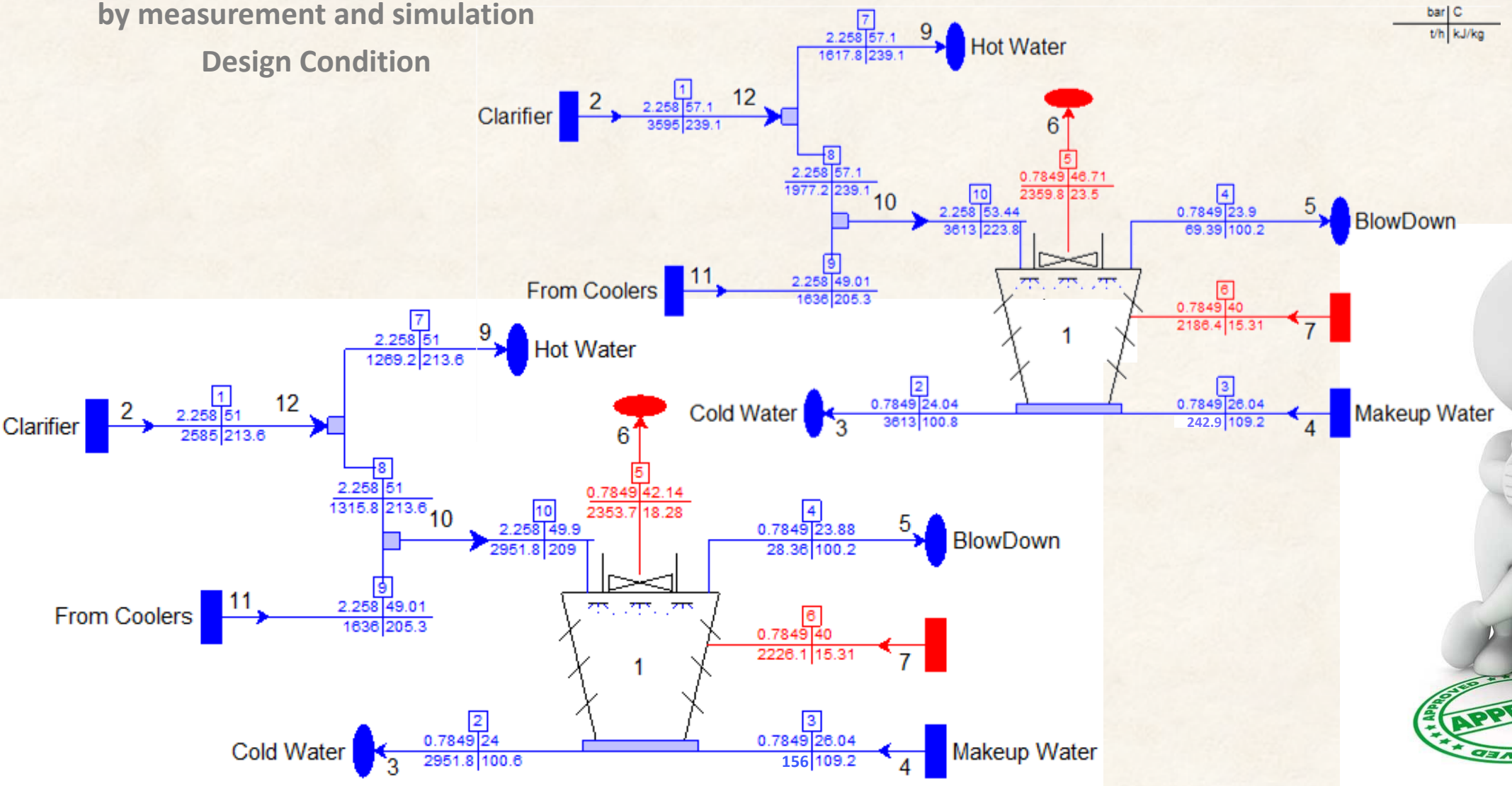
Dust

نمونه مطالعاتی و اجرایی (بازیابی انرژی حرارتی)

Evaluation of side effects

by measurement and simulation

Design Condition

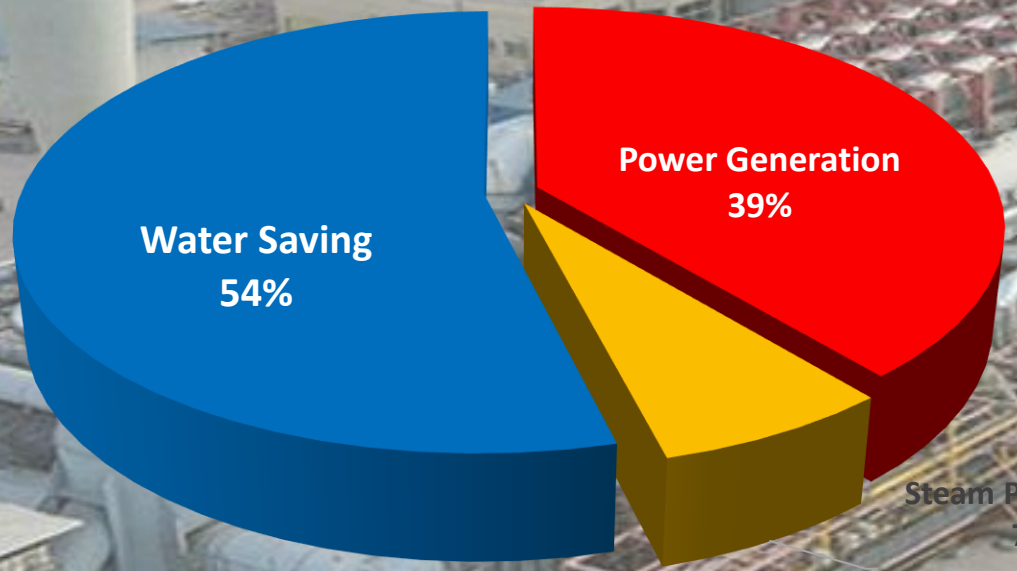


نمونه مطالعاتی و اجرایی (بازیابی انرژی حرارتی)

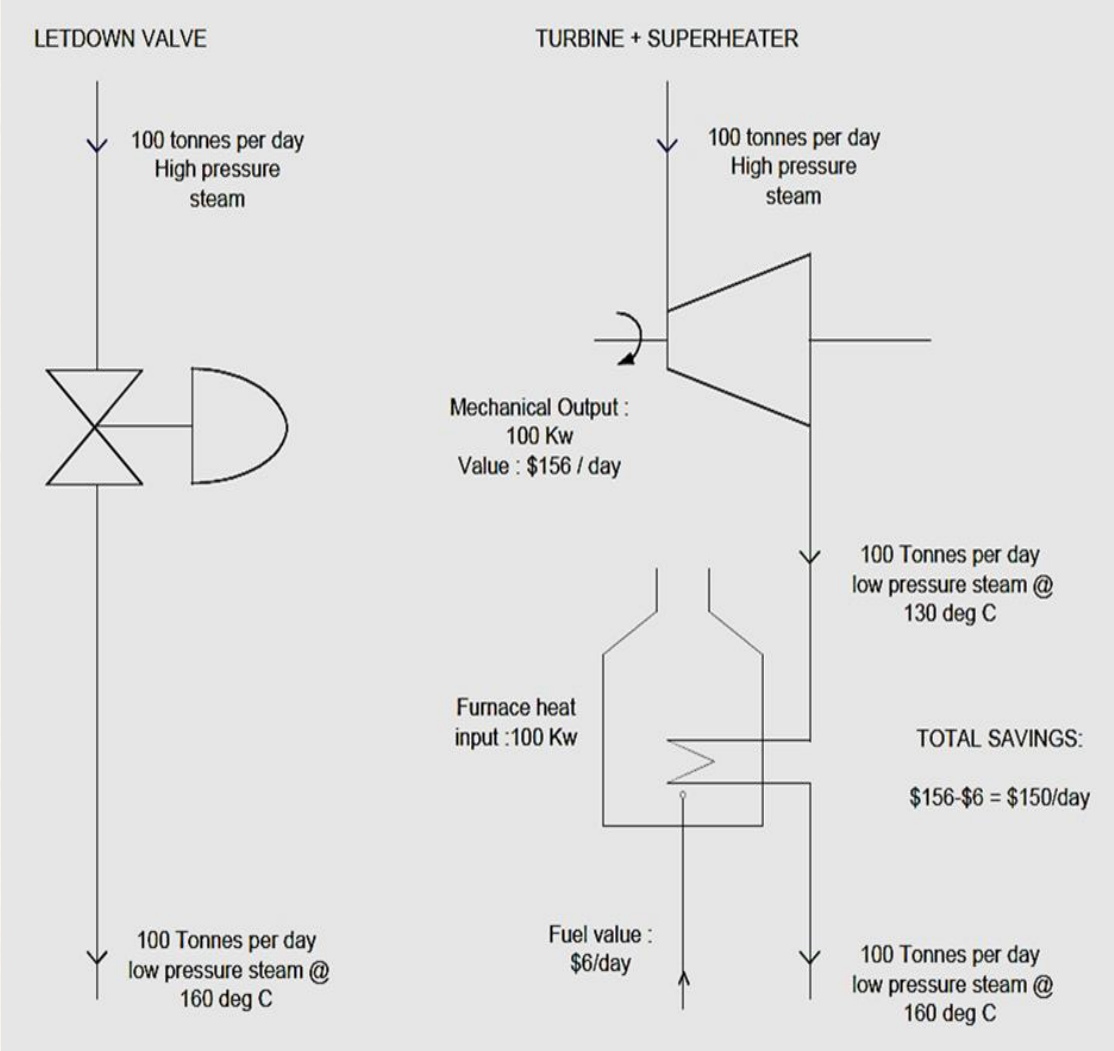
Economical Analysis

MIDREX Direct Reduction Plants	Recovered thermal energy	Electricity generation (ORC plant)	Specific Electrical energy Consumption	Make up Water Reduction	Payback
	250 kWh/tDRI	50 kWh/tDRI	110 kWh/tDRI	0.4-0.5 m^3/tDRI	< 4 year

Income share of savings sources



نمونه مطالعاتی و اجرایی (بازیابی اگزرژی)

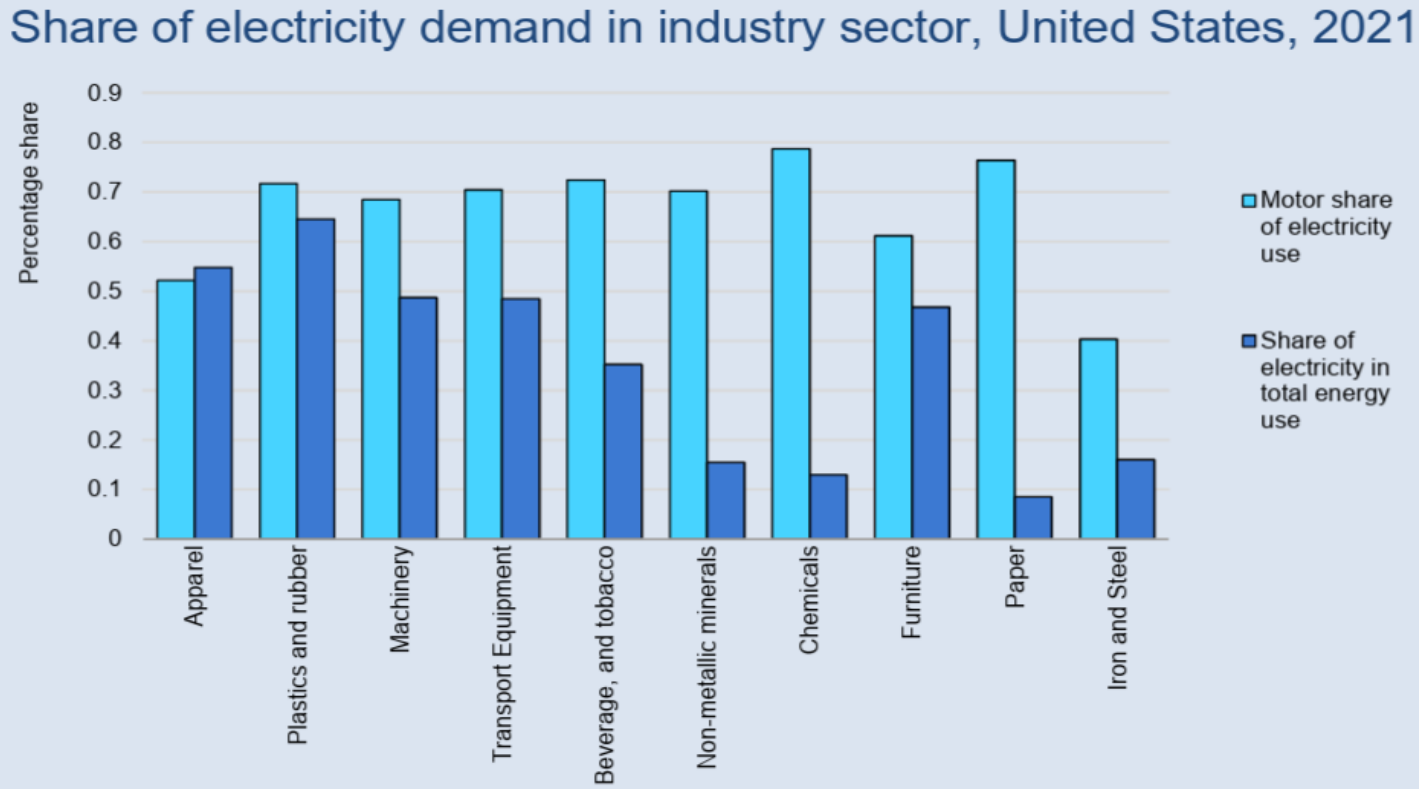


واحد	پتروشیمی	پتروشیمی	پتروشیمی
مقدار بخار عبوری از شیر فشارشکن (تن بر ساعت)	100	58.5	33
قیمت برق (ریال بر کیلووات ساعت)	24000	00024	24000
توان تولیدی (کیلووات)	4738	2527	1000
هزینه سرمایه گذاری (میلیون ریال)	1895200	1010800	400000
سود سالیانه ناخالص (میلیون ریال)	900599.0	600415.2	190080.0
هزینه های سالیانه (میلیون ریال)	25017	20054	5840
سود سالیانه خالص (میلیون ریال)	875582.4	580360.9	184240.0
زمان بازگشت سرمایه ساده (سال)	**2.1**	**1.7**	**2.1**

نمونه مطالعاتی و اجرایی ارزیابی درایو سرعت متغیر

38%
of electric energy use is for motors in commercial buildings.

70%
of electricity consumed by industry is used in electric motor systems.

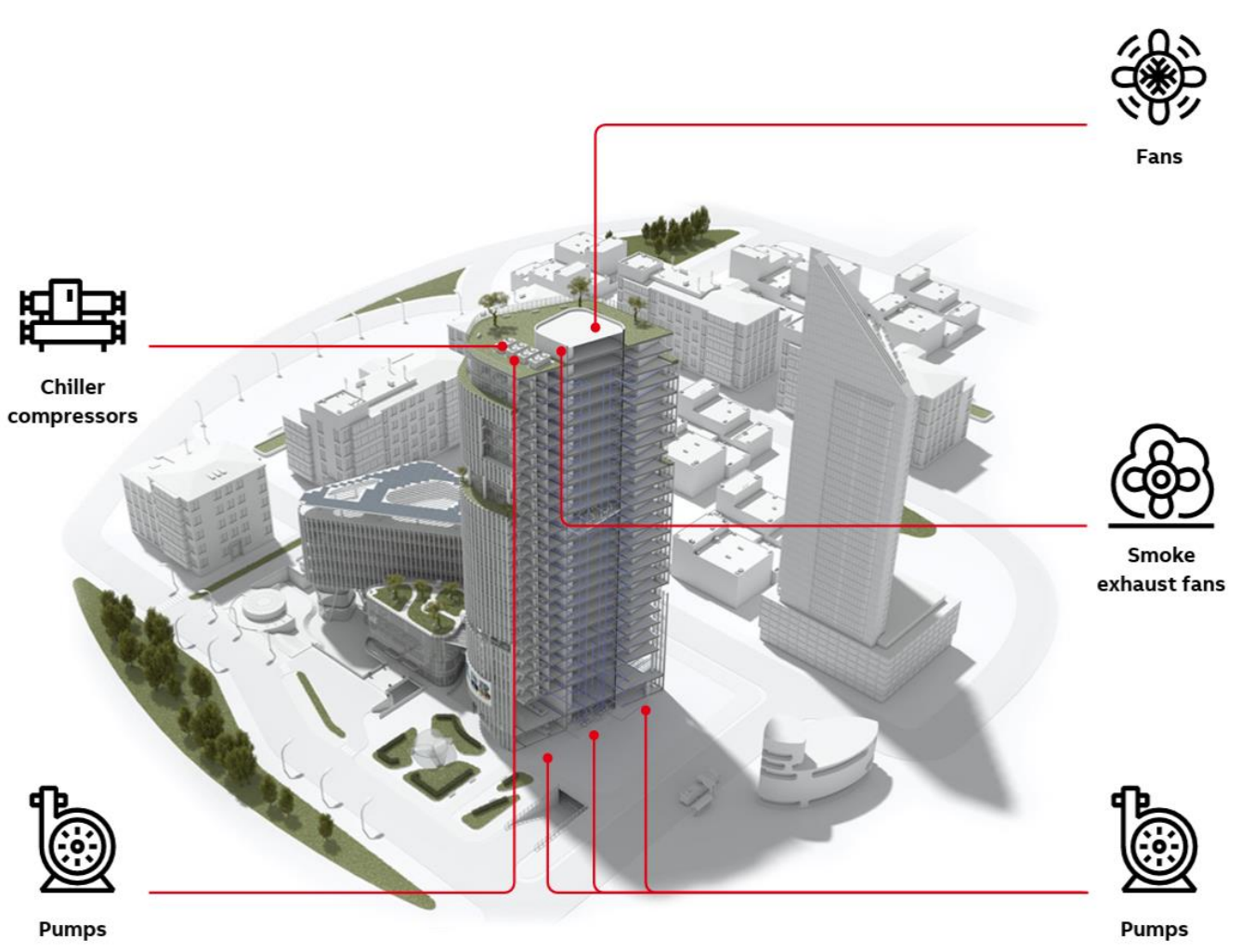


IEA. CC BY 4.0.

Source: IEA analysis based on Lawrence Berkeley National Laboratory (2021), U.S. Industrial and Commercial Motor System Market Assessment Report Volume 1: Characteristics of the Installed Base .

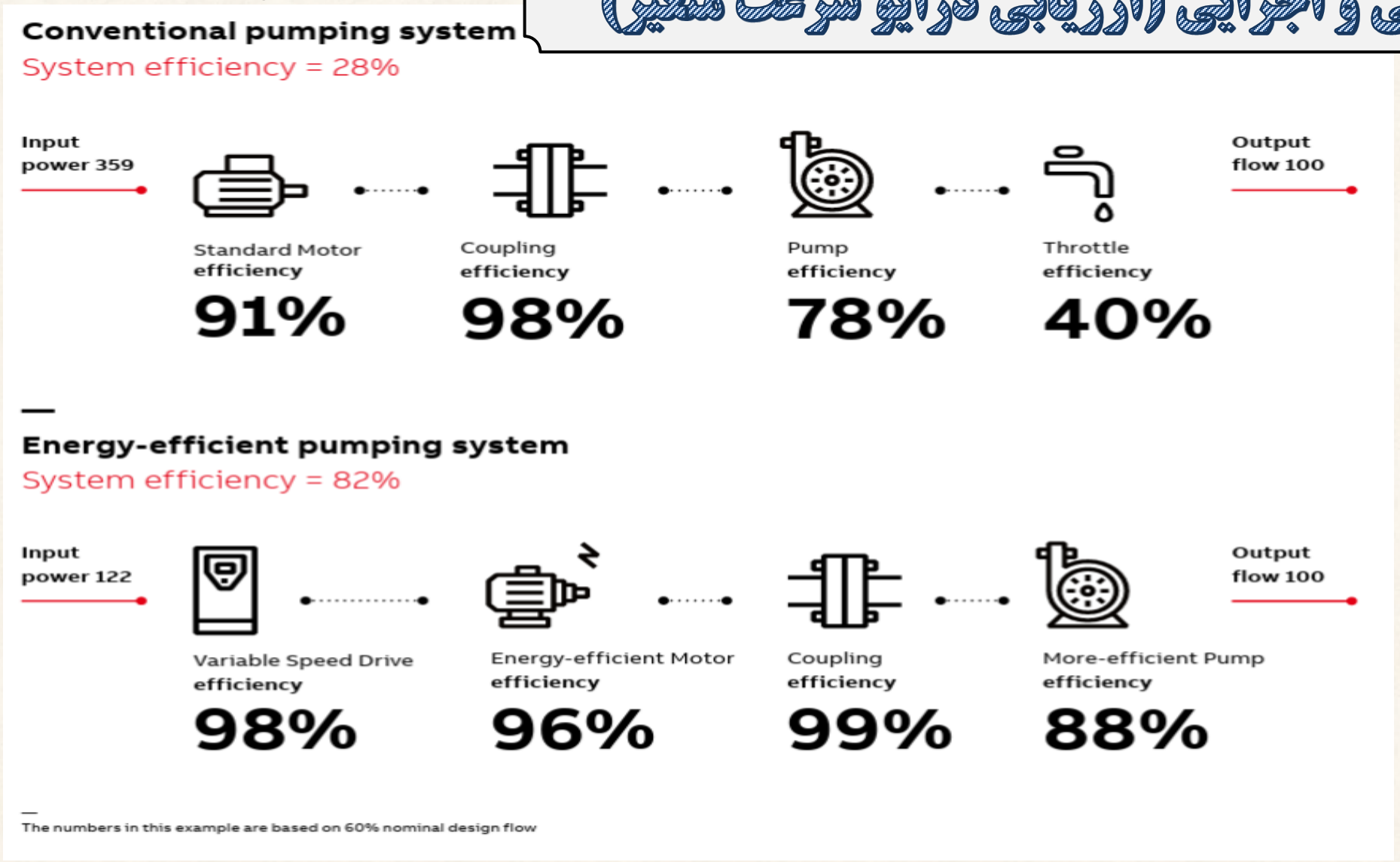
ABB

نمونه مطالعاتی و اجرایی (ارزیابی درایو سرعت متغیر)



نمونه مطالعاتی و اجرایی (ارزیابی درایو سرعت متغیر)

The role of variable-speed drives



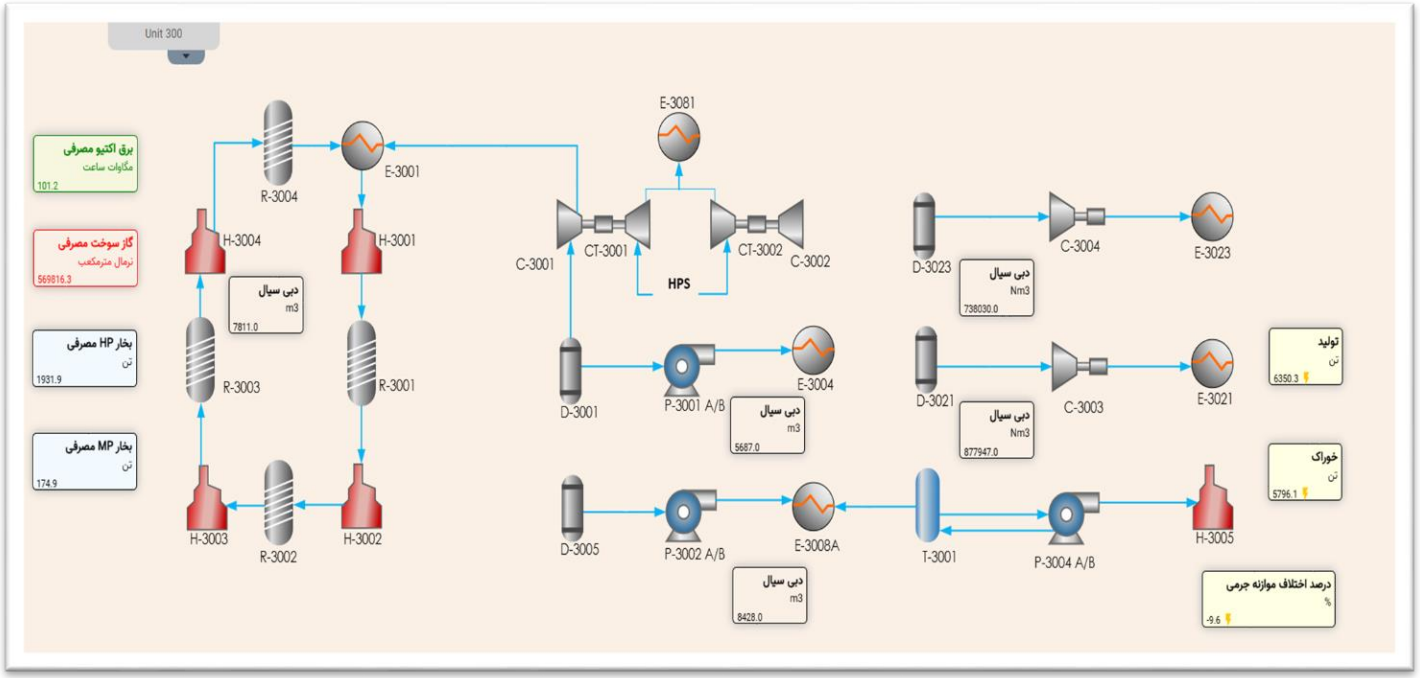
SIEM +

- AI Driven Energy Management Software

Management Dashboard based on AI Analysis

نمونه مطالعاتی و اجرایی (کاربرد هوش مصنوعی)

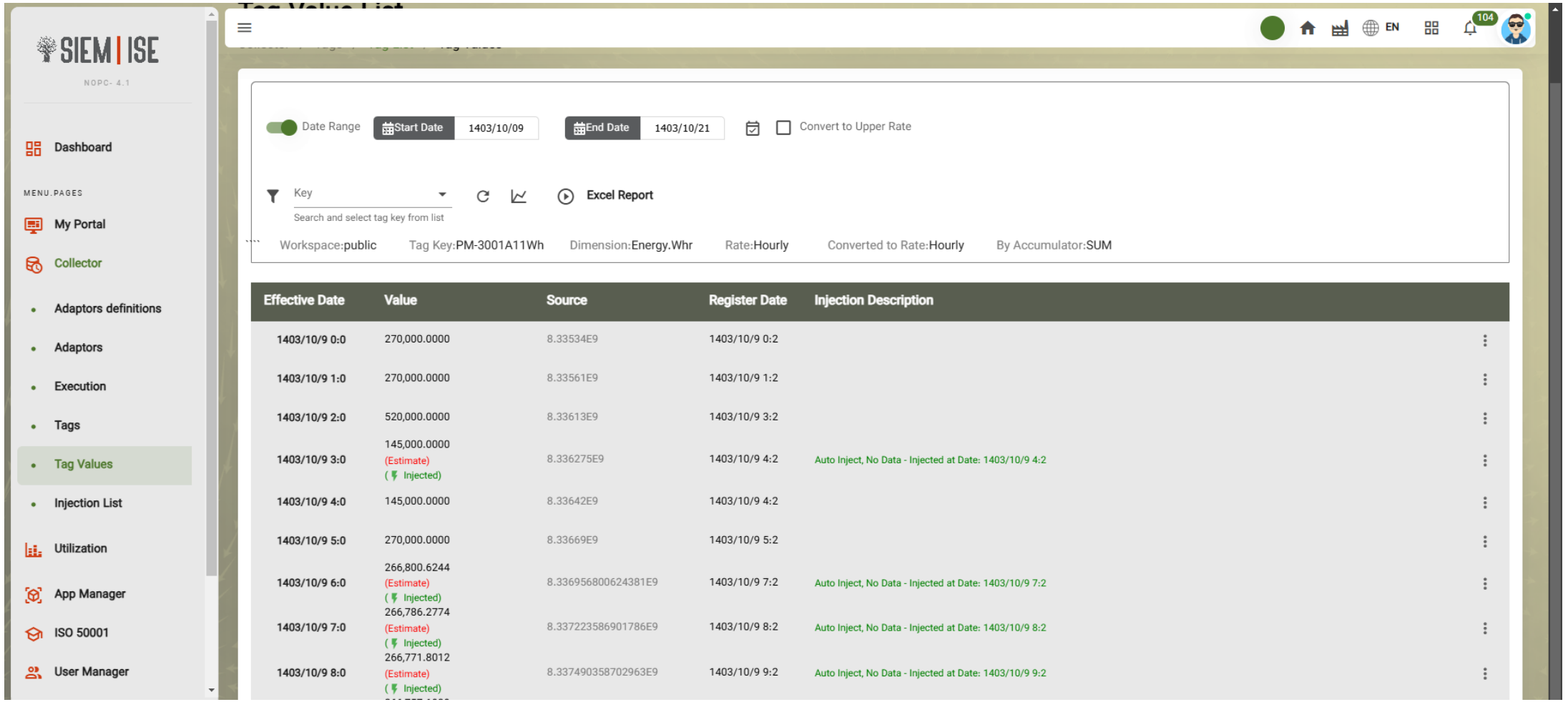
SIEM +
Process Dashboards



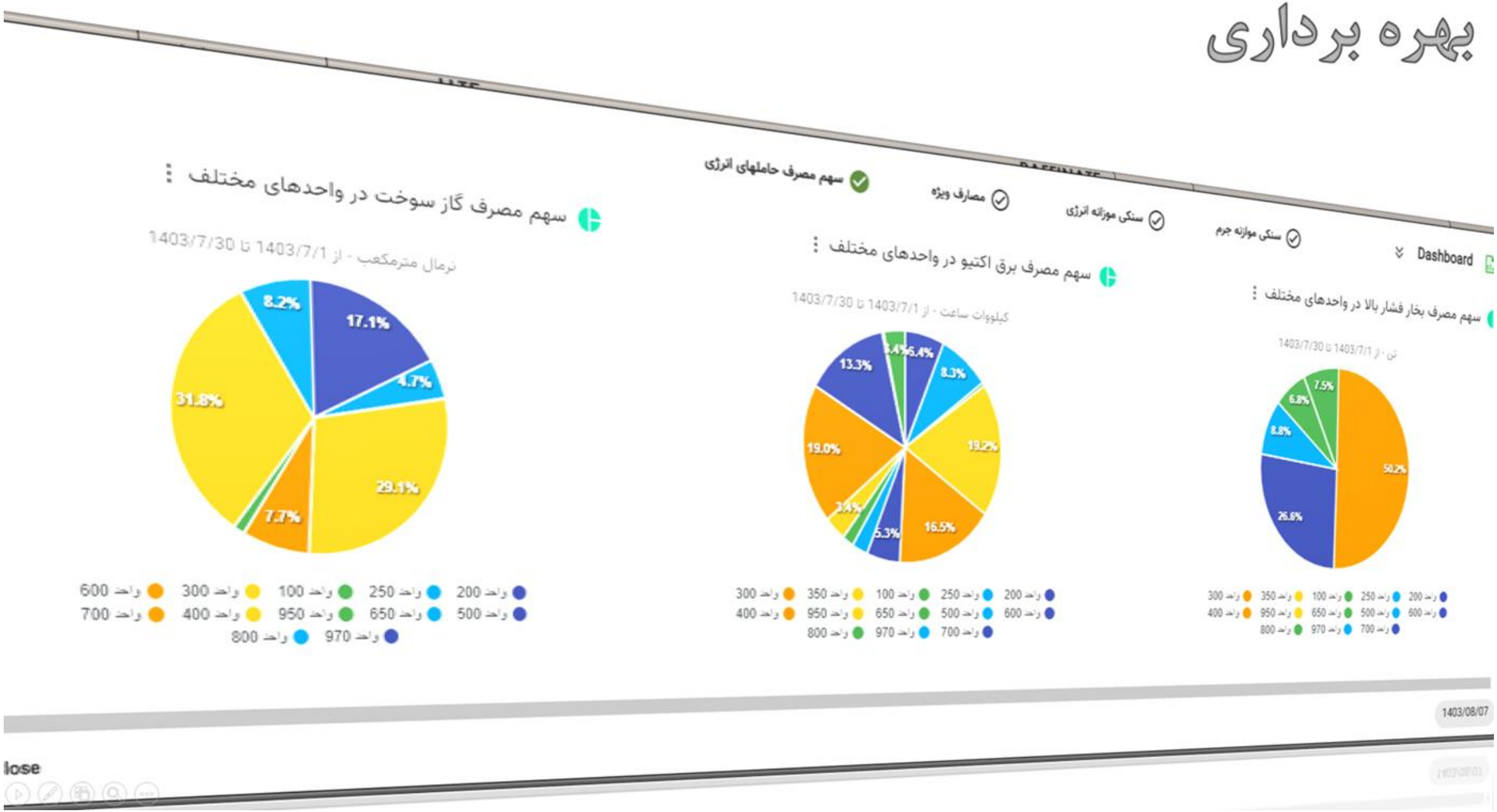
SIEM +

Data preprocessing

نمونه مطالعاتی و اجرایی (کاربرد هوش مصنوعی)

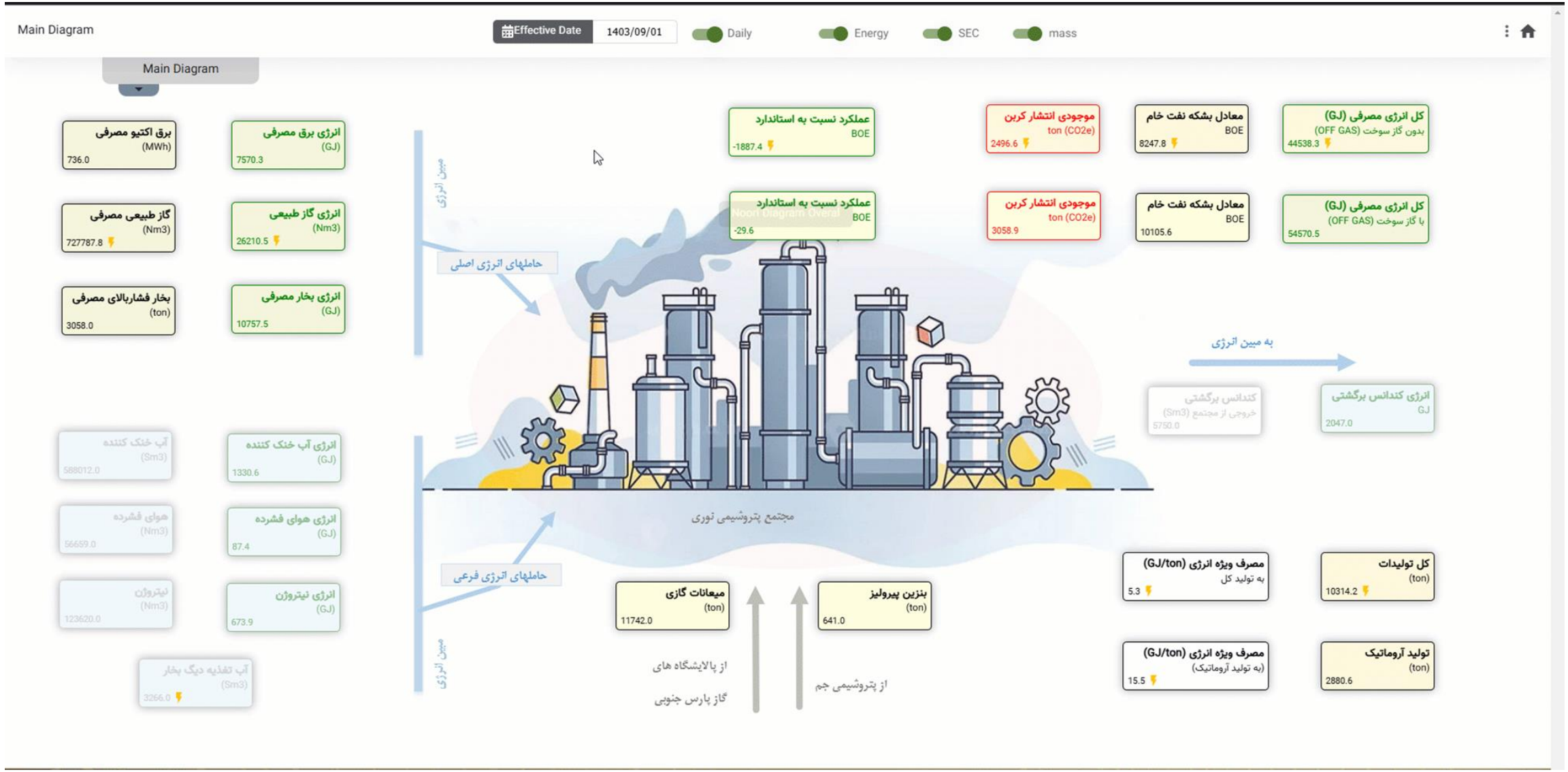


بهره برداری


Dashboard
سنکی موازنه جرم
سنکی موازنه انرژی
مصارف ویژه
سهم مصرف حاملهای انرژی
سهم مصرف بخار فشار بالا در واحدهای مختلف
تن - از 1403/7/1 تا 1403/7/30
50.2%
26.6%
8.8%
6.8%
7.5%
سهم مصرف برق اکتیو در واحدهای مختلف
کیلووات ساعت - از 1403/7/1 تا 1403/7/30
19.2%
16.5%
6.4%
8.3%
19.0%
13.3%
سهم مصرف گاز سوخت در واحدهای مختلف
نرمال مترمکعب - از 1403/7/1 تا 1403/7/30
17.1%
4.7%
29.1%
7.7%
31.8%
8.2%
1403/08/07

نمایی از داشبوردهای نرم افزار

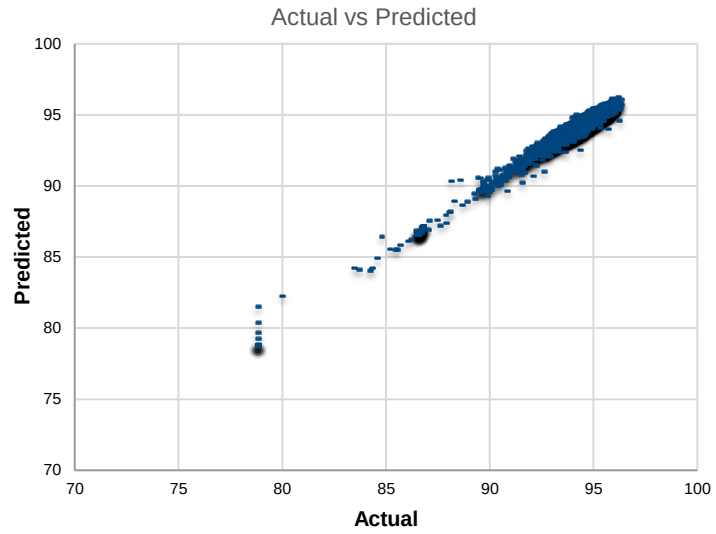
نمایی از دیاگرام های چند لایه



AI Optimization Cases in Chemical Process

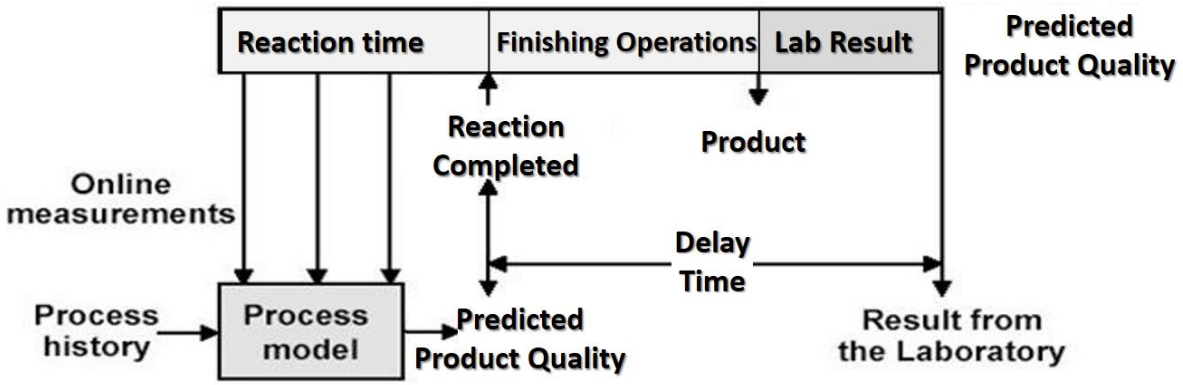
Prediction Delay Time

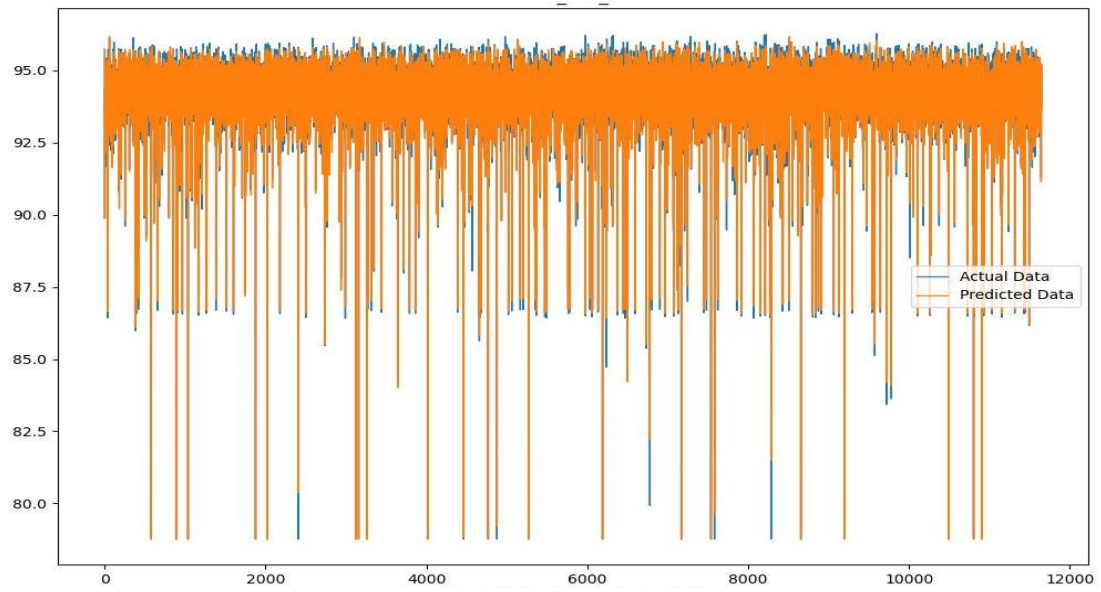
Predicting Product quality



Reactor Product quality Prediction

Calculated available product quality prior of product out of reactor
Immediate reaction on change in the product quality





ISFAHAN
CHAMBER OF COMMERCE
INDUSTRIES,MINES & AGRICULTURE

اتاق بازرگانی
صنایع، معادن و کشاورزی
اصفهان

راه های ارتباطی با سرای نوآوری اتاق بازرگانی اصفهان و دانشگاه

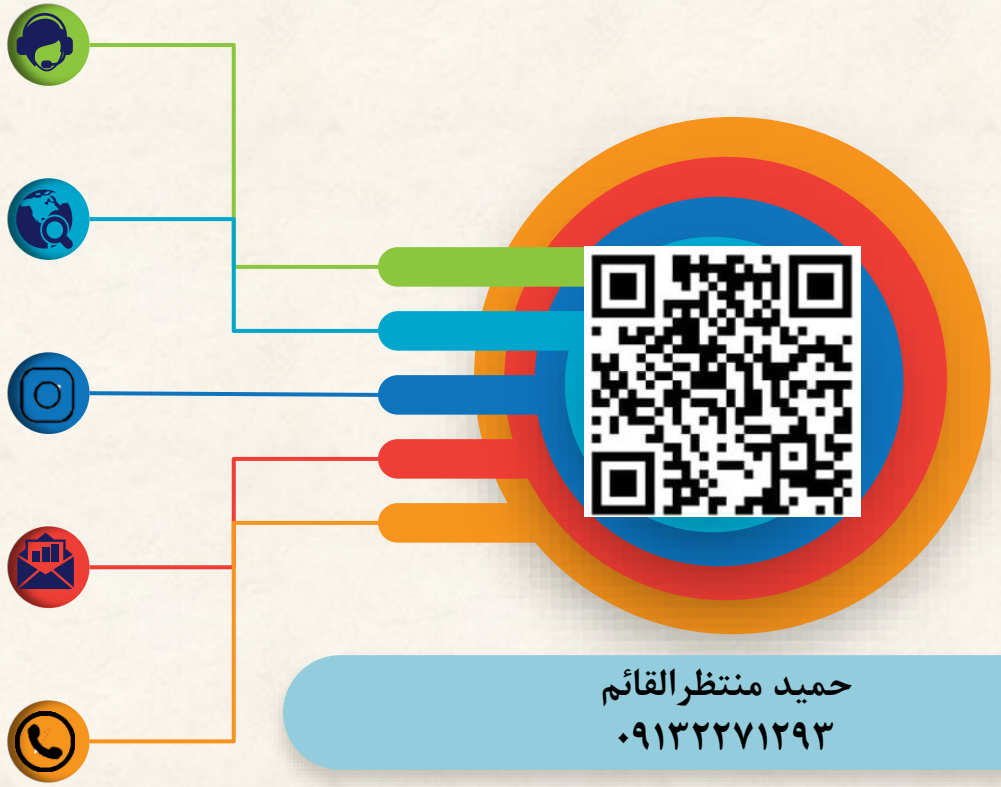
تلفن تماس: ۳۶۵۶۰۰۰۰ داخلی ۳۰۳۵ الی ۳۰۳۸

وبسایت و پلتفرم: IC.ECCIM.COM

اینستاگرام: ECCIM_INNOVATION

پست الکترونیکی: IC@ECCIM.COM

واتساپ و ایتا: ۰۹۹۱۰۵۰۰۲۶۶



حمید منتظرالقائم
۰۹۱۳۲۲۷۱۲۹۳

ISFAHAN
CHAMBER OF COMMERCE
INDUSTRIES,MINES & AGRICULTURE

اتاق بازرگانی
صنایع، معادن و کشاورزی
اصفهان

با سپاس از توجه شما

کمیسیون اقتصاد دانش‌بنیان

سرای نوآوری اتاق بازرگانی و دانشگاه

۲۴ شهریورماه ۱۴۰۴