

# معرفی درس تحلیل و طراحی سیستم

دکتر مهدی روانشادنیا

# فهرست مطالب بخش اول: معرفی

- توسعه زیرساخت و جایگاه مهندسی سیستم
- جایگاه صنعت ساخت
- روندهای مهندسی سیستم
- سرفصلهای درس
- نحوه ارزیابی و پروژه های درس
- منابع و مراجع

# توسعه زیرساخت و جایگاه مهندسی سیستم

3

## انقلاب صنعتی اول



۱۷۸۴

مکانیزه کردن  
تولید به یاری  
آب و انرژی بخار

## انقلاب صنعتی دوم



۱۸۸۰

ایجاد خط تولید و تولید  
انبوه به یاری قدرت  
الکتریسته

## انقلاب صنعتی سوم



۱۹۶۹

تولید خودکار به یاری فناوری  
اطلاعات، کامپیوتر  
و اتوماسیون

## انقلاب صنعتی چهارم



امروز ★ ۲۰۰۶ / آلمان

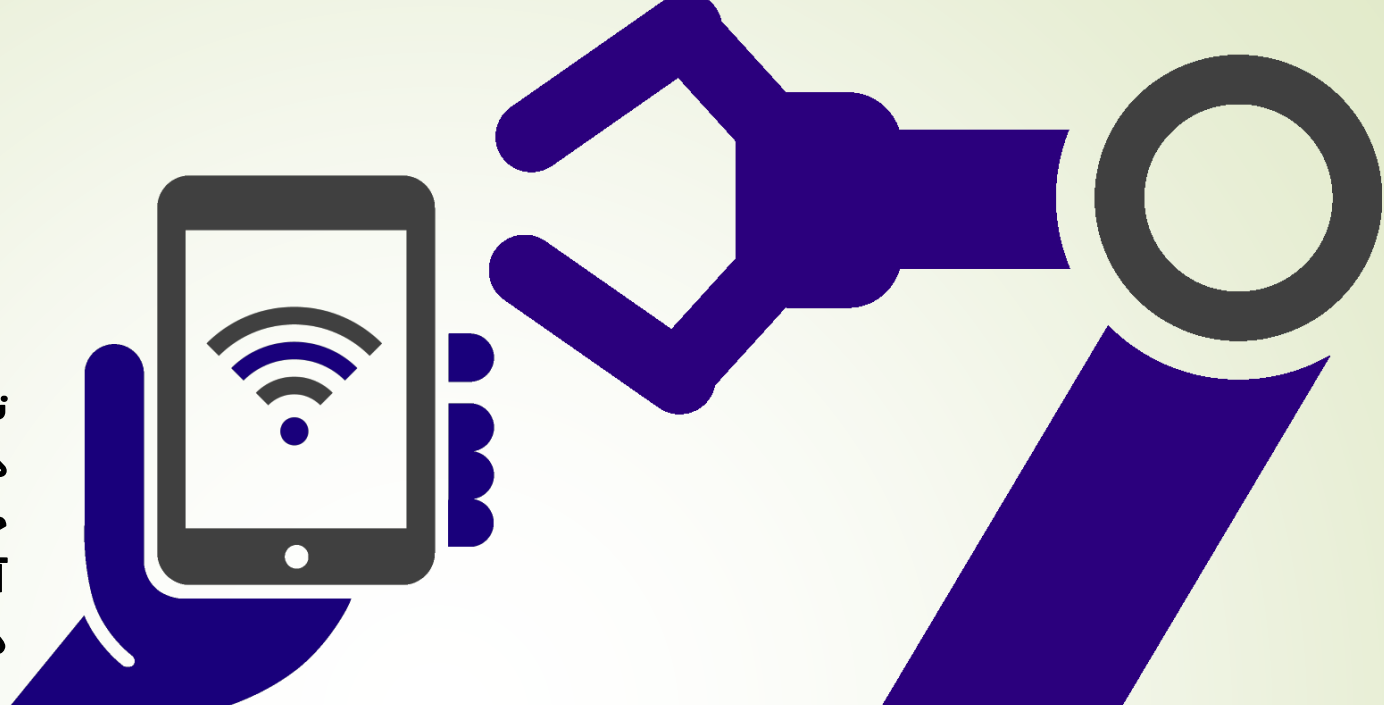
ایجاد سیستمهای خودکار جدید با ترکیب شبکه های  
سایبری و فیزیکی و هم جوشی فن آوریهای مختلف

# فقط ۳۰ سال طول کشید تا همه این وسایل توی جیب جا بگیره.....





توجه جدی به اینترنت اشیا،  
در بسیاری از کشورها از  
جمله در آلمان، انگلستان،  
آمریکا، چین، کره جنوبی،  
هند، برزیل، سنگاپور و...



## ۹ تکنولوژی کلیدی پایه‌های انقلاب صنعتی چهارم

اینترنت اشیا

روبات‌های  
خودکار

واقعیت  
افزوده

یکپارچه‌سازی  
سیستم‌ها

شبیه‌سازی

امنیت

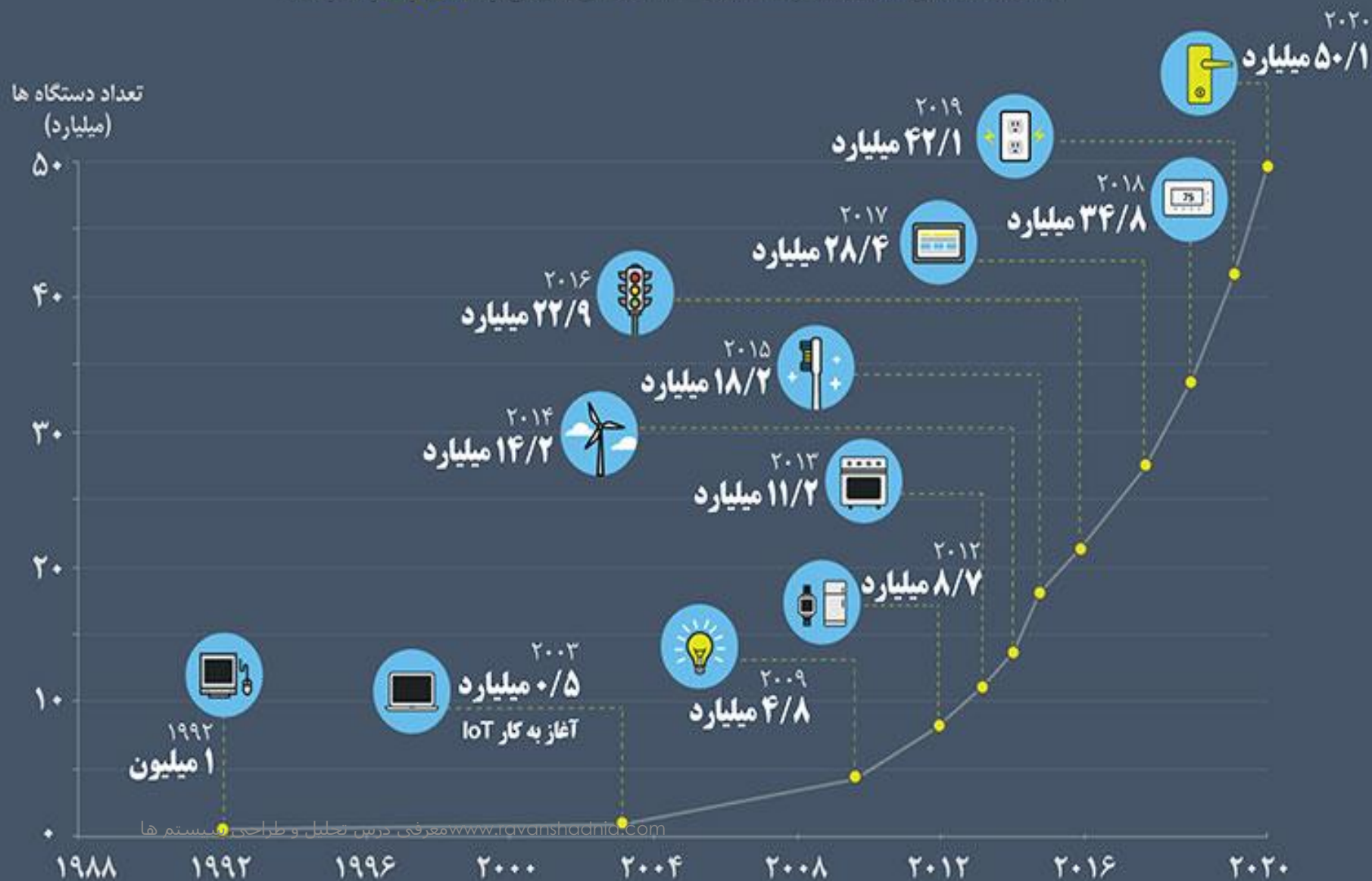
تولید  
افزایشی

رایانش ابری

بیگ دیتا

# روند توسعه اینترنت اشیا (IoT)

تعداد دستگاه های متصل به اینترنت تا سال ۲۰۲۰ میلادی به بیش از ۵۰ میلیارد خواهد رسید.



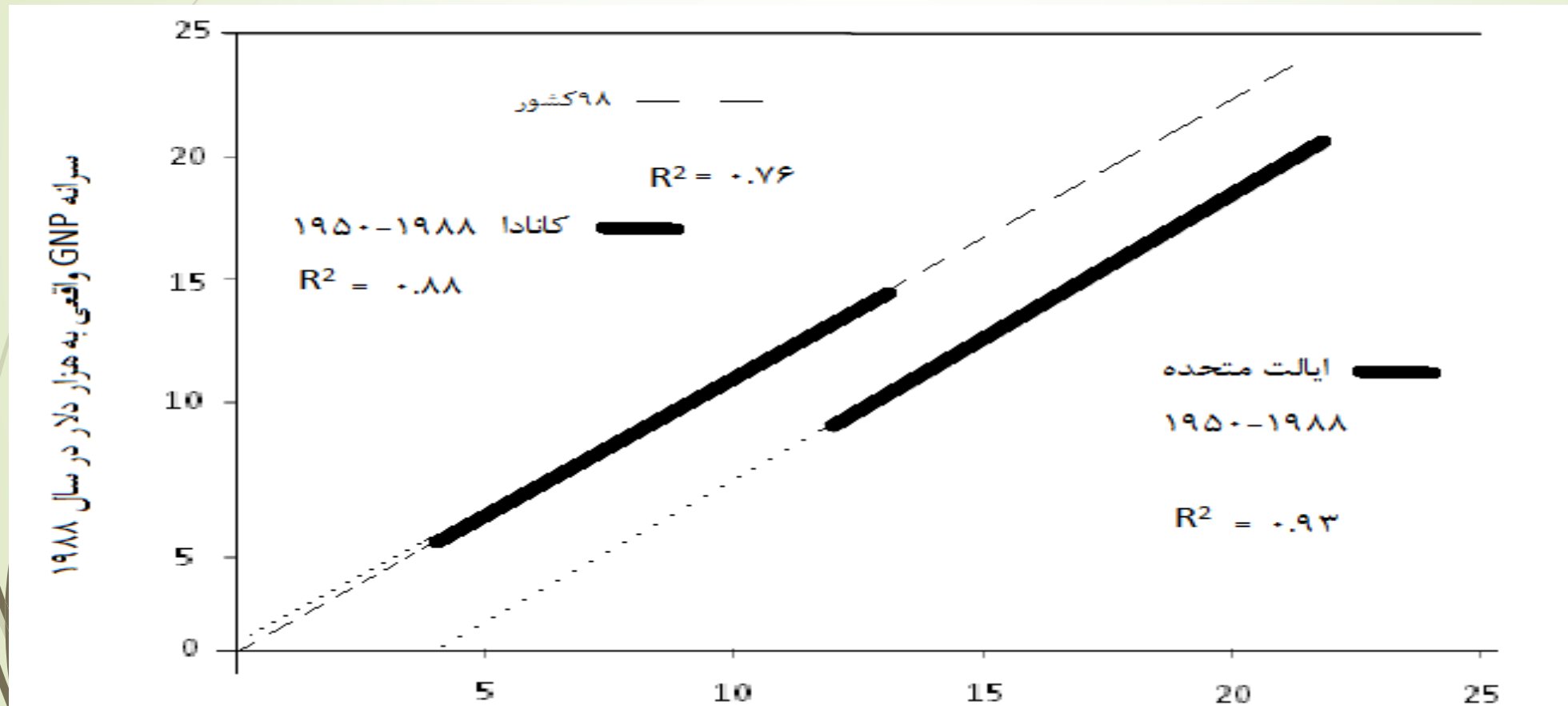
# جایگاه صنعت ساخت



# رابطه زیرساخت و توسعه

همبستگی سرانه در آمد ناخالص ملی واقعی و تأخیر زمانی در تراکم جاده‌های آسفالت شده

9



# دستاوردهای گذشته مهندسی عمران و معماری در قرن بیستم

10

➤ سیستم های حمل و نقل [۳۰ برابر شدن سرعت حمل و نقل بین شهری در نیم قرن]

➤ سیستم های تصفیه و توزیع آب [تسری آب آشامیدنی سالم به کوچکترین روستاها]

➤ بازیافت پساب، فاضلاب و نخاله های ساختمانی

➤ روش های ساخت جدید [شهرهای عمودی، هوشمند و...]

➤ دور شدن از پایداری تا نیمه قرن و توجه به پایداری از دهه ۱۹۷۰

➤ توسعه قابل توجه فرایندها، ابزارها و نرم افزارهای طراحی

# چالش های عمده صنعت ساخت دنیا



**Transportation problems.  
Need better public services and  
administrative efficiency**



**Air pollution, global warming,  
resource un-sustainability...**



**Soil and Water**



**Need to develop new industries and  
Improving traditional industries.**



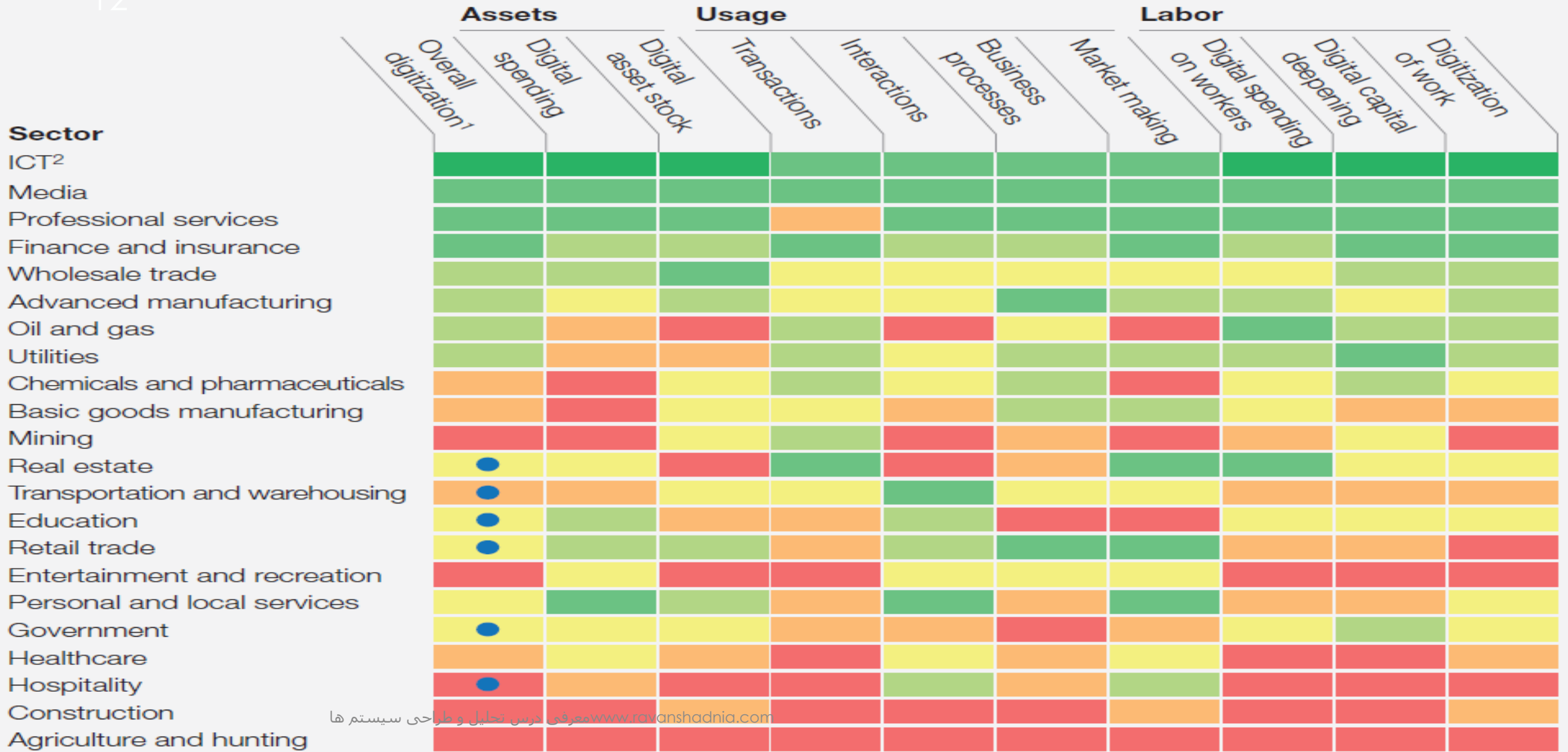
**Environmental**



**Social security problem.  
Health care and education.**

# صنعت ساختمان عقب افتاده انقلاب صنعتی چهارم - مک کینزی

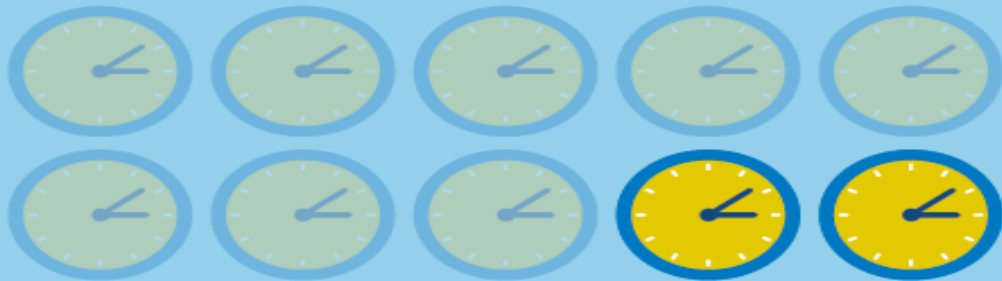
12



# سهم پایین بودجه تحقیق و توسعه در صنعت ساخت-مک کینزی

13

Large capital projects typically take



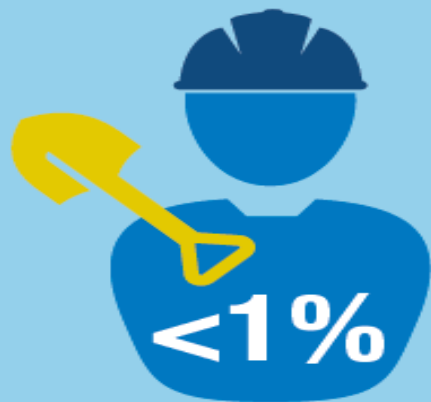
**20%** longer to finish...

...and are up to

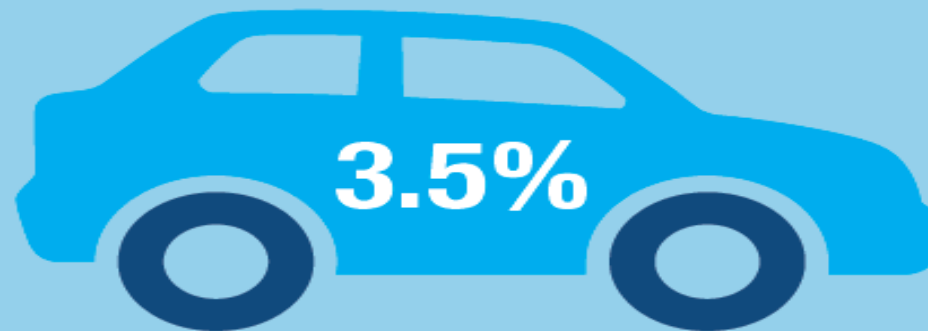


**80%** over budget,

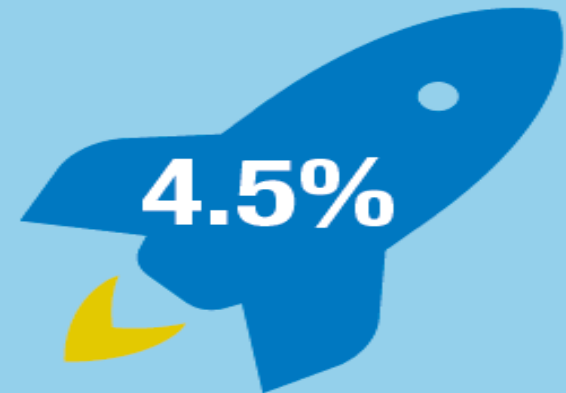
and R&D spending in construction runs well behind other industries.



Construction



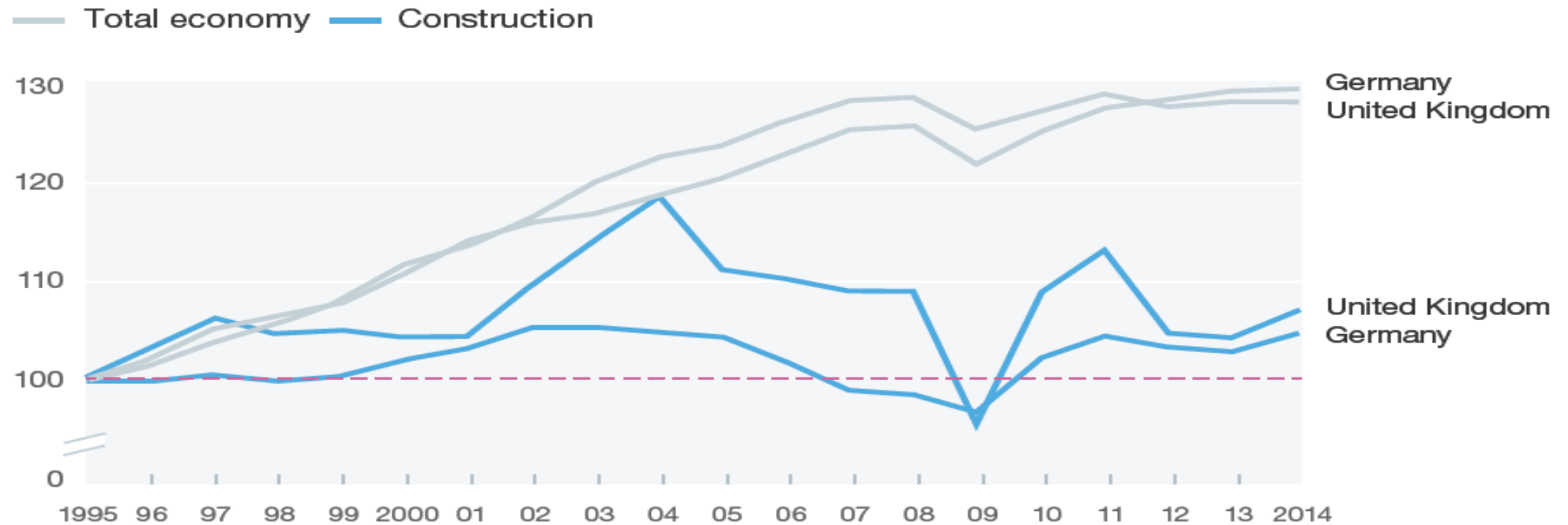
Auto



Aerospace

# مقایسه ارزش افزوده کارگران صنعت ساختمان و کل

Labor productivity, gross value added per hour worked, constant prices,<sup>1</sup> index: 100 = 1995



<sup>1</sup>Based on 2010 prices.

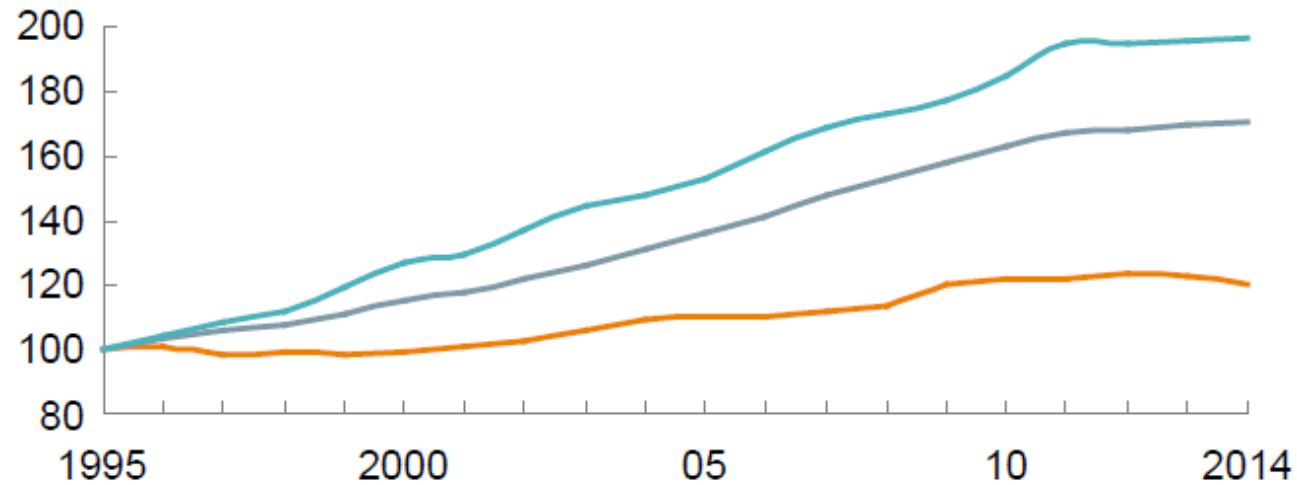
Source: Organisation for Economic Co-operation and Development  
 www.ravanshadnja.com معرفی درس تحلیل و طراحی سیستم ها

# روند رشد بهره وری در صنعت ساخت و سایر صنایع – ترکیه، مالزی و سنگاپور

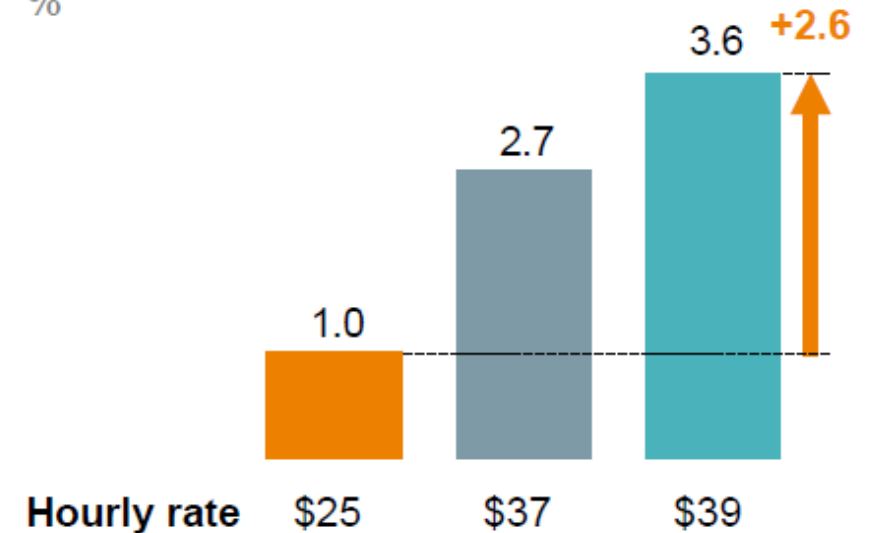
Global productivity growth trends<sup>1</sup>

Construction Total economy Manufacturing

Real gross value added per hour worked  
by persons engaged, 2005 \$  
Index: 100 = 1995



Compound annual growth rate,  
1995–2014  
%



1 Based on a sample of 41 countries that generate 96% of global GDP.

SOURCE: OECD; WIOD; GGCD-10, World Bank; BEA, BLS; national statistical agencies of Turkey, Malaysia, and Singapore; Rosstat; McKinsey Global Institute analysis

# بهره وری بخش های مختلف صنعت ساخت

## US example

- Specialty
- Building
- Civil
- Industrial

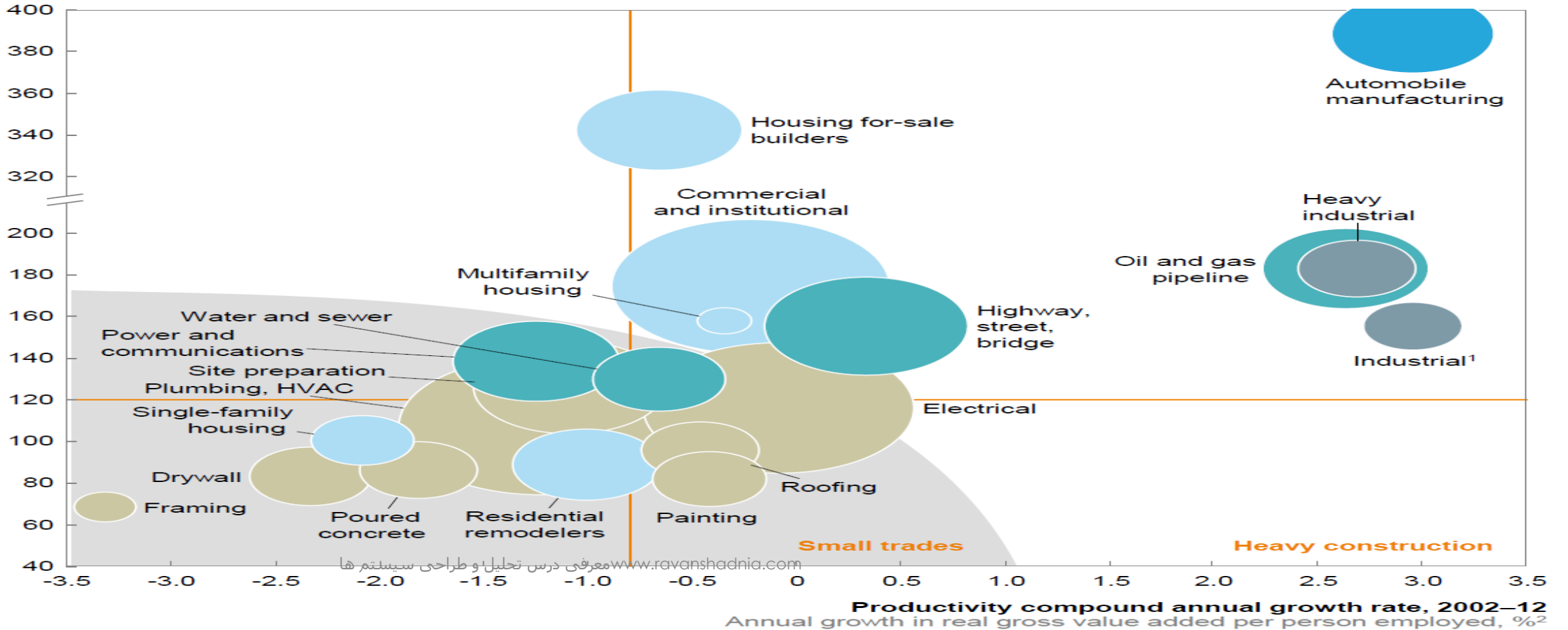
Size indicates economic value added, 2012  
2015 \$ million



— US construction average

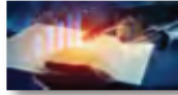
## Productivity, 2012

\$ thousand per person employed, 2015 \$





# ابر روندهای صنعت ساخت



## Market and customers

### *Demand in developing countries*

**65%** of the next decade's growth in construction will happen in emerging countries

### *Globalized markets*

**1 in 2** E&C companies plan to move into new geographies

### *Bigger, more complex projects*

**123km** (76 miles) is the length of the Undersea tunnel that will connect Dalian and Yantai in China

### *Ageing infrastructure*

**1 in 3** German railway bridges are more than 100 years old

### *Massive financing need*

**\$1tn** annual investments are needed to close the global infrastructure gap



## Sustainability and resilience

### *Resource scarcity*

**No. 1** consumer of global raw materials is the construction industry

### *Sustainability requirements*

**50%** of the solid waste in the United States is produced by the construction industry

### *Energy and climate change*

**30%** of global greenhouse gas emissions are attributable to buildings

### *Resilience challenges*

**3x** as many disasters were reported last year as in 1980

### *Cyberthreats*

**90%** of firms agree that information controls have an impact on front-line employees



## Society and workforce

### *Urbanization and housing crisis*

**200k** people are added daily to urban areas and need affordable and healthy housing

### *Health/comfort needs of citizens*

**2-5x** higher than outside are the levels of volatile organic compounds found inside US homes

### *Talent and ageing workforce*

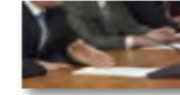
**50%** of general contractors are concerned about finding experienced crafts workers for their workforce

### *Stakeholder pressure and organization*

**67k** signatures were collected opposing the construction of the Stuttgart train station

### *Politicization of construction decisions*

**In 2011** the Portuguese government cancelled a 165km (103 mile) high-speed train line project as an austerity measure



## Politics and regulation

### *Complex regulatory requirements*

**25** different procedures are required for a typical warehouse construction permit in India

### *Stricter HSE and labour laws*

**10%** of the workforce in a California public project had to come from the "otherwise unemployable"

### *Slow permit and approval process*

**\$1.2tn** of infrastructure could be added by 2030 if all countries committed to specific time limits for approvals

### *Geopolitical uncertainty*

**18** Turkish construction workers were kidnapped by militants in Baghdad in September 2015

### *Corruption*

**49%** of survey respondents believe corruption is common in a Western European construction market

# چالش های توسعه زیرساخت در ایران - ضرورت اصلاح سیستم ها

18

- عدم تناسب تعداد طرح ها و بودجه قابل تامین
- اشکالات نظام پیدایش طرح
- تنوع پایین روش های تامین مالی
- تاخیر در اجرای طرح های عمرانی
- کمبود زیرساخت در برخی حوزه ها (مانند راه آهن)
- محدودیت منابع آب و مدیریت منابع آب
- تعدد نظامات فنی
- بهره وری پایین
- مصرف بالای انرژی (شدت انرژی)
- استقرار مراکز جمعیتی بر روی گسل های زلزله و سیل ها
- بیکاری بالای جوانان و فارغ التحصیلان دانشگاهی و پایین بودن بهره وری نیروی کار و سرمایه

# وضعیت زیرساختی ایران-مک کینزی

19

- اتصال ریلی کریدور های شمال-جنوب و شرق-غرب
- توسعه زیرساخت انرژی های نو و کاهش مصرف انرژی (مصرف سرانه گاز دو برابر برزیل، مالزی و ترکیه) (مصرف برق ۳ برابر ترکیه)
- کارایی تولید برق در ایران ۳۹ درصد (ترکیه ۴۹ درصد)، تلفات انتقال و توزیع نیرو ۲۲ درصد (چین ۷ درصد)
- تأخیر در اجرای پروژه های زیرساختی (میانگین ۶۰ درصد تأخیر و ۲۰ درصد افزایش هزینه)
- بهره وری نیروی کار بخش ساختمان ایران نصف ترکیه
- مدت اجرای ابرپروژه ها ۵.۴ سال (عراق ۳.۳ سال)
- کیفیت پایین زیرساخت ها (به ویژه ساختمان)-سرانه مسکن ۳۴ متر مربع (نصف ایتالیا)
- کیفیت فرودگاه در ایران ۳.۲ از ۷ (روسیه ۴.۱ و ترکیه ۵.۳)

## Labour productivity in metals

Output per worker, \$ thousand, 2014

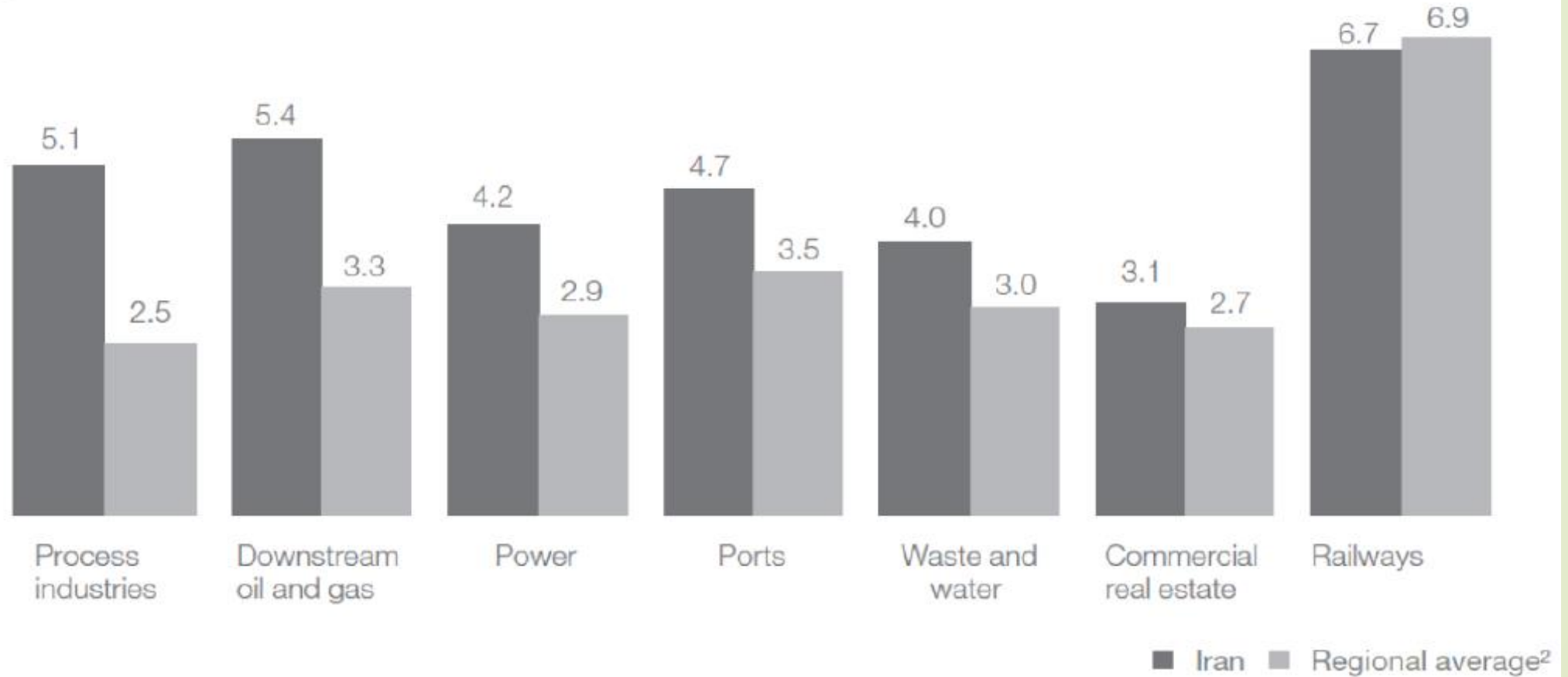


# تاخیر در اجرای پروژه ها

21

ساخت و ساز در ایران بیش از کشورهای هم‌مرده به طول می‌انجامد

Construction time<sup>1</sup>  
Years



# ناکارآمدی نظام مالی

همچنین نظام مالی به یک بازبینی کامل نیاز دارد. بانک‌های ایرانی حجم زیادی از دارایی‌های کم‌بازده<sup>۷۶</sup> را در ترازنامه خود دارند و نیازمند تجدید سرمایه کلان هستند. سال‌ها دوری از بانکداری بین‌المللی باعث قدیمی شدن رویه‌های ریسک و انطباق شده است. به عنوان مثال، بانک‌های ایرانی هنوز با قواعد بازل ۱ در ارتباط با کفایت سرمایه و قبول ریسک اداره می‌شوند، و احتمالاً باید سریعاً به سمت استانداردهای بین‌المللی بازل ۲ و بازل ۳ برای ایفای الزامات ریسک شرکت‌های بین‌المللی حرکت نمایند. به طور مشابه، باید شفافیت، حسابرسی و رویه‌های افشا را بهبود بخشیده و رتبه‌های اعتباری خود را قبل از انجام کسب و کار با بسیاری از بنگاه‌های خارجی ارتقا دهند. لذا در حال حاضر، شرکت‌های چندملیتی که می‌خواهند از طریق بانک‌های ایرانی معاملات خود را انجام دهند، مردد هستند. مضاف بر این، در حالی که تحریم‌های سازمان ملل متحد و اتحادیه اروپا رفع شده‌اند، اما تداوم تحریم‌های اولیه ایالات متحده آمریکا باعث پیچیده شدن تراکنش‌های بین‌المللی بلافاصله پس از توافق هسته‌ای گردیده است.

## رتبه ایران در سال ۲۰۱۴ در میان کشورهای تولید کننده گاز CO2

منبع: EDGAR: Trends in global CO2 emissions: 2015 report

23

رتبه	کشور	انتشار سالانه CO2 (میلیون تن)	تولید CO2 به ازای هر نفر
۱	چین	۱۰۵۹۰	۷/۶
۲	ایالات متحده امریکا	۵۳۳۰	۱۶/۵
۳	هند	۲۳۴۰	۱/۸
۴	روسیه	۱۷۷۰	۱۲/۴
۵	ژاپن	۱۲۸۰	۱۰/۱
۶	آلمان	۷۷۰	۹/۳
۷	مکزیک	۶۶۰	۳/۷
۸	ایران	۶۲۰	۷/۹
۹	کره جنوبی	۶۱۰	۱۲/۳
۱۰	کانادا	۵۷۰	۱۵/۹
۱۱	برزیل	۵۰۰	۲/۵
۱۲	عربستان سعودی	۴۹۰	۱۶/۸
۱۳	اندونزی	۴۵۰	۱/۸
۱۴	بریتانیا	۴۲۰	۶/۵
۱۵	استرالیا	۴۱۰	۱۷/۳

## جایگاه ایران در شاخص عملکرد محیط زیست





# شدت بالای انرژی ایران نسبت به سایر مناطق دنیا

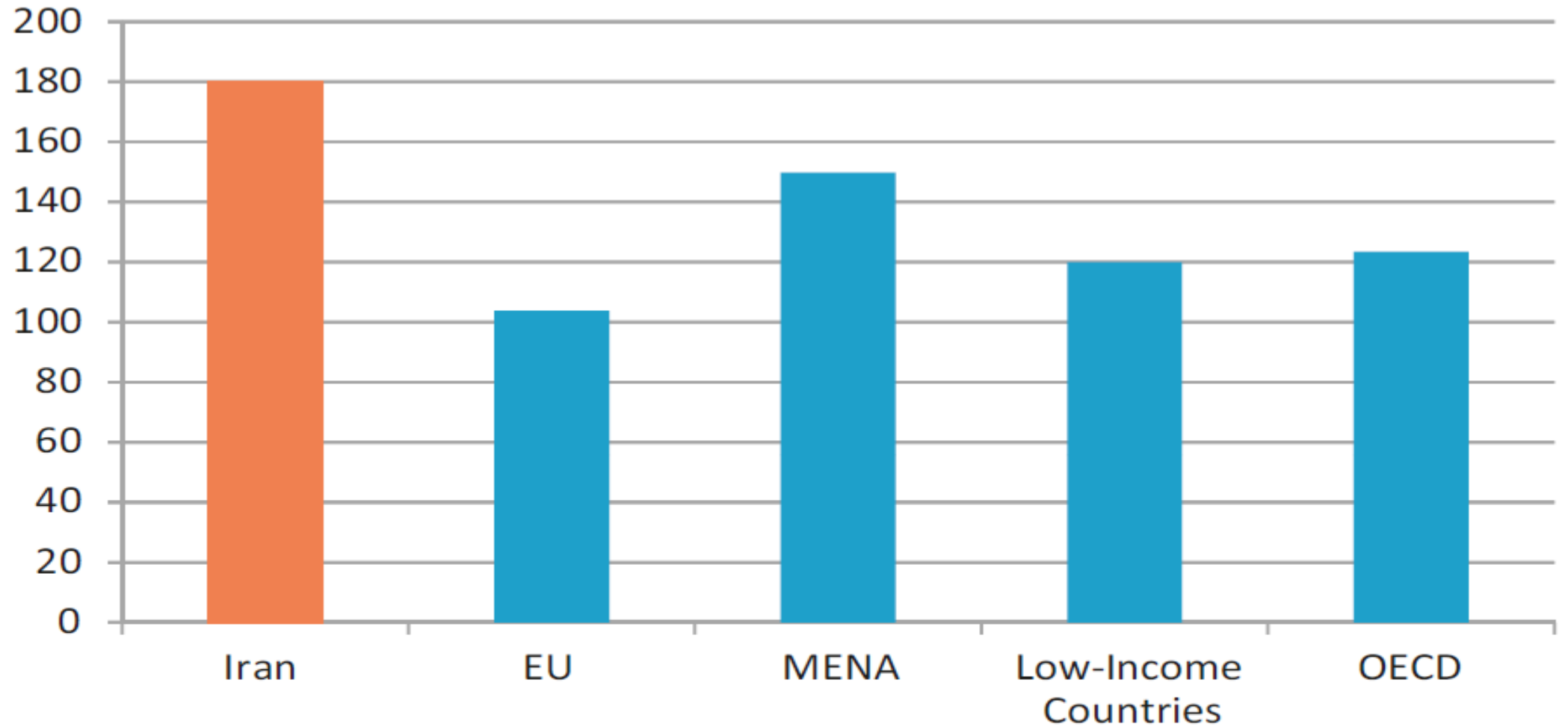


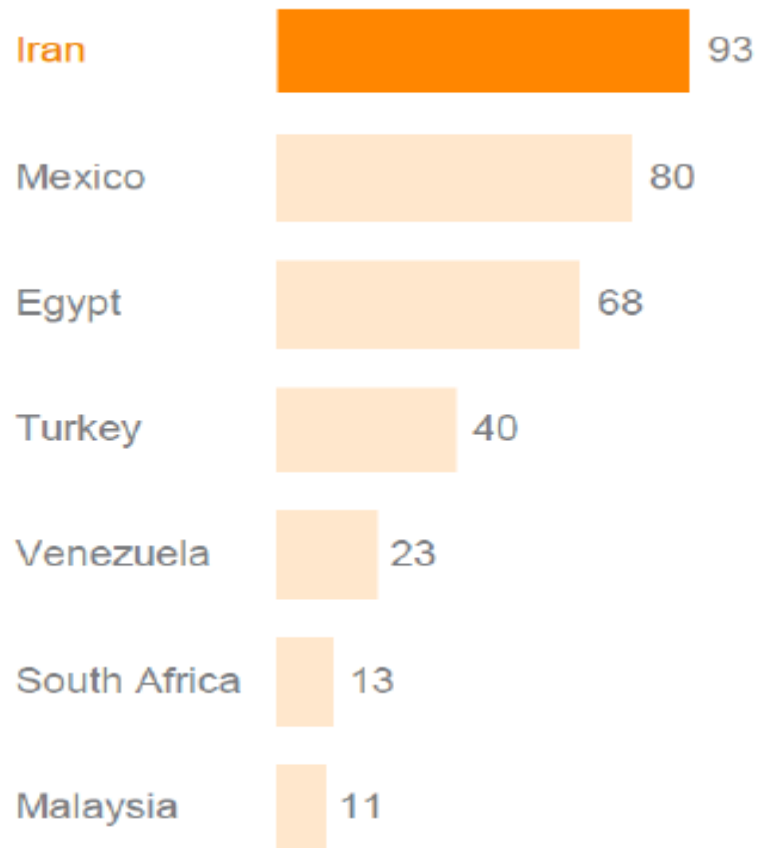
Figure 2.4. Energy Intensity in Iran and Selected Regions (2010)  
(Kg oil equivalent per \$1000 GDP, constant 2011 PPP)

Source: World Bank, World Development Indicators (2014)

# وضعیت محیط زیست - نمونه: مصرف آب

26

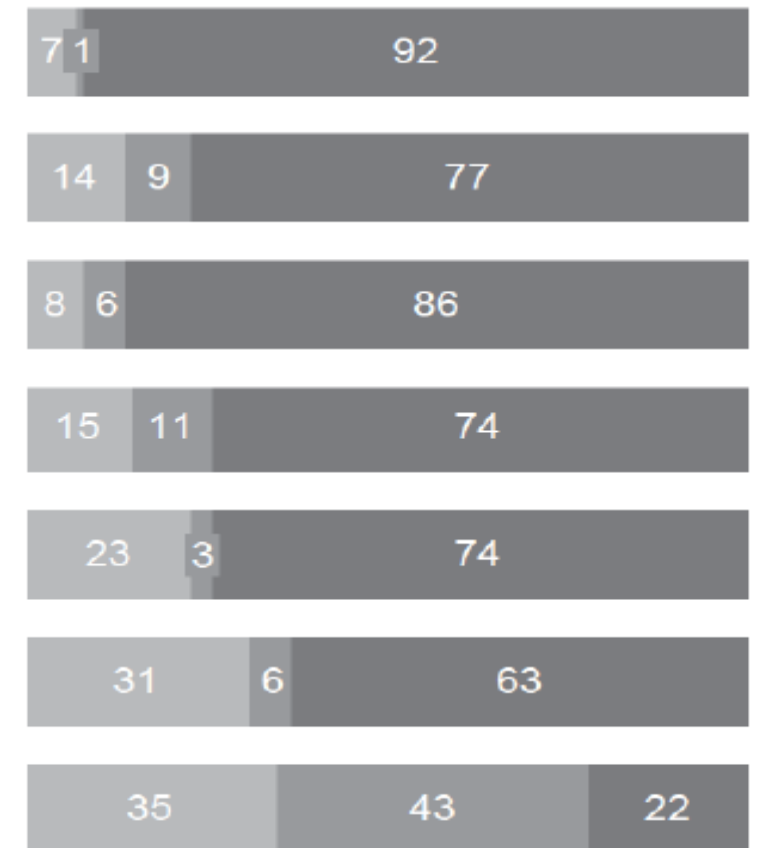
Annual freshwater withdrawals  
Billion cubic meters



Water consumption per capita  
Cubic meters



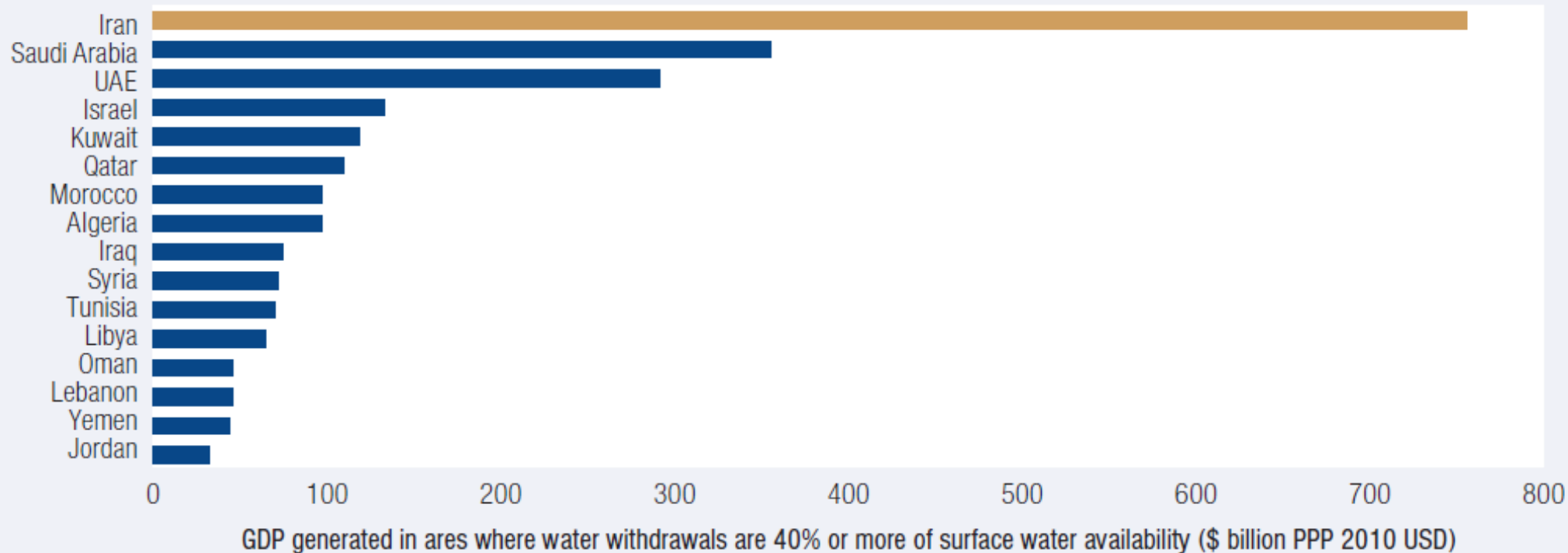
Water consumption by sector  
%



■ Domestic ■ Industrial ■ Agriculture

# وضعیت ایران در مقایسه با کشورهای خاورمیانه در سهم تولید ناخالص داخلی از آب ناپایدار

More than 750 bn\$ worth of GDP are generated in areas where water withdrawals are approaching or have surpassed sustainable resource use



Source: World Bank.

Note: These numbers are estimated using spatial analysis comparing location of GDP with water withdrawals to freshwater availability ratio. GDP is measured in terms of purchasing power parity (PPP) and is in constant 2010 U.S. dollars.

# نگاهی به سیاست های آمایش سرزمین

28



آیا میدانید: برای تولید هر یک تن فولاد، ۲۳۰ هزار لیتر آب لازم دارد.  
آیا میدانید: ۹ کارخانه بزرگ فولاد کشور (از ۱۵ کارخانه) در مناطق خشک و کم آب کشور ساخته شده است!

# چرا؟!!

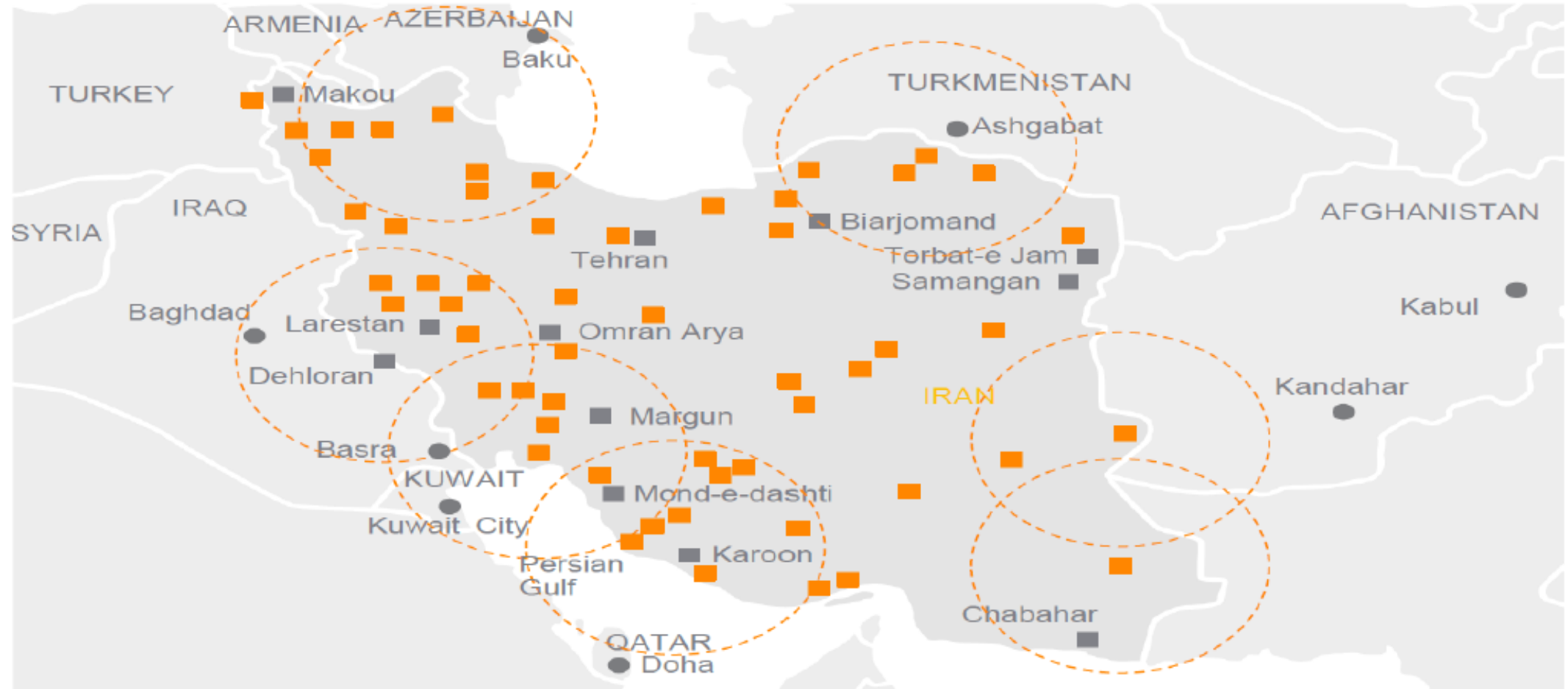
# ایران در مسیر کریدورهای شرقی غربی و شمالی جنوبی

30



# ایران - چهارمین تولید کننده سیمان دنیا

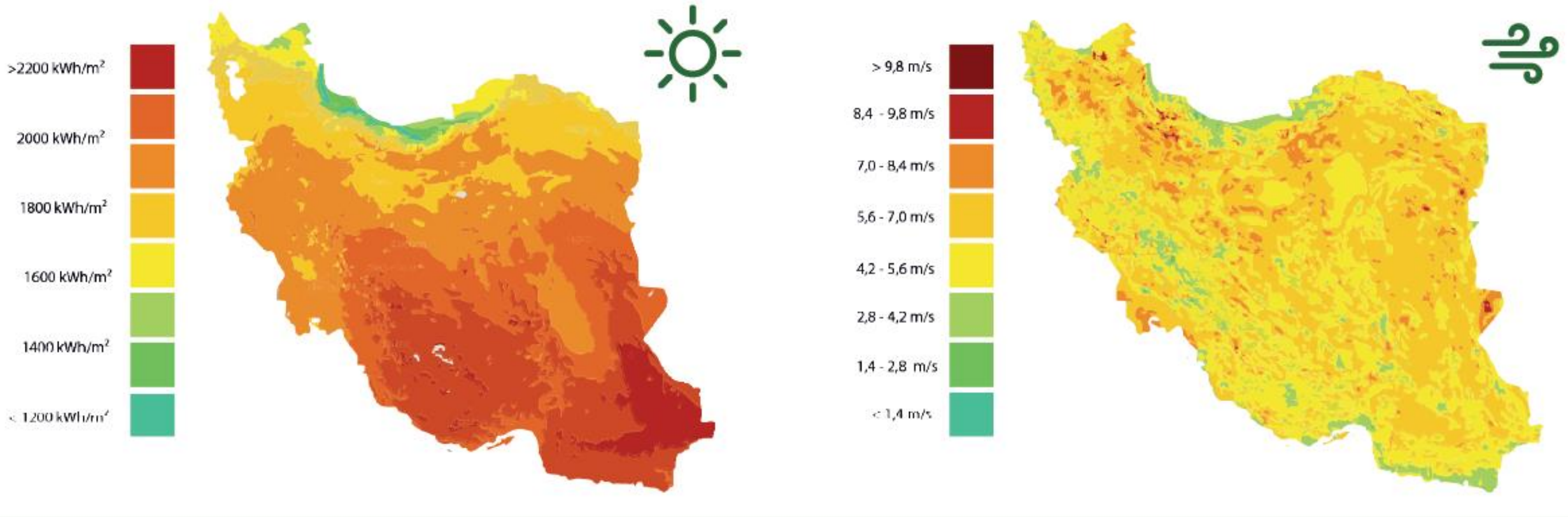
31



Estimated range of Iranian exports Existing plants Plants under construction

SOURCE: Hamid Reza Tarik, "Iranian Exports and New International Cement Standard", Irancement.com; McKinsey Global Institute analysis

# قابلیت های بزرگ در توسعه انرژی بادی و خورشیدی





## سایر پتانسیل ها



**Largest** gas reserves and **4th-largest** oil reserves in the world



56% of households have income **over \$20,000**<sup>1</sup>



**Over half** of all households own computers



**10th-largest** producer of petrochemicals



**Largest automotive market** in the Middle East



**90% of pharmaceuticals** are produced domestically



**9 of top 10 consumer brands** are domestic



**60% of Iranians** have access to 3G/4G networks



**Net exporter** of electricity



**19** UNESCO World Heritage sites



**Top 10** reserves of iron ore, copper, and zinc



**75% debit-card penetration rate**



### نقاط قوت

اقتصاد متنوع که تنها یک چهارم GDP آن مربوط به نفت و گاز است

آموزش علمی که به اندازه آمریکا مهندس تربیت می کند

طبقه مصرف کننده به میزان دو برابر این نسبت در چین و برزیل

نسبت شهرنشینی معادل دو برابر این نسبت در هند

فرهنگ کار آفرینی همراه با مجموعه ای پویا از شرکت های نوپا

موقعیت استراتژیک در محل اتصال شرق و غرب  
www.ravanshadnia.com معرفی درس تحلیل و طراحی سیستم ها

### چالش ها

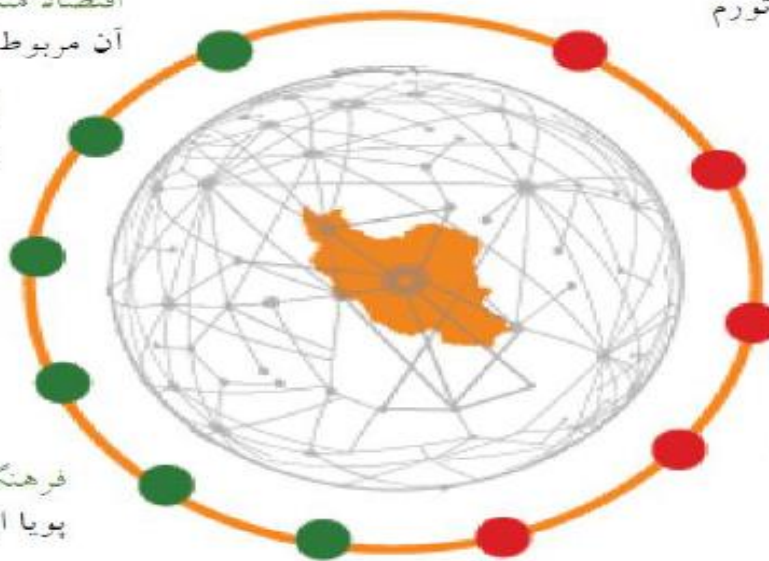
ثبات اقتصاد کلان به منظور کاهش تورم و تعدیل نوسانات نرخ ارز

رقابتی کردن محیط کسب و کار به وسیله مقررات زدایی

بازار کار انعطاف پذیر برای افزایش مشارکت و کاهش بیکاری

نظام مالی کارا یا سرمایه گذاری مجدد و ایجاد ارتباط مجدد بانکی

جذب و استقرار سرمایه گذاری به میزان ۳/۵ تریلیون دلار



# چهار حوزه رشد اقتصادی ایران



# کاهش هزینه سرمایه گذاری در انرژی های تجدید پذیر

36

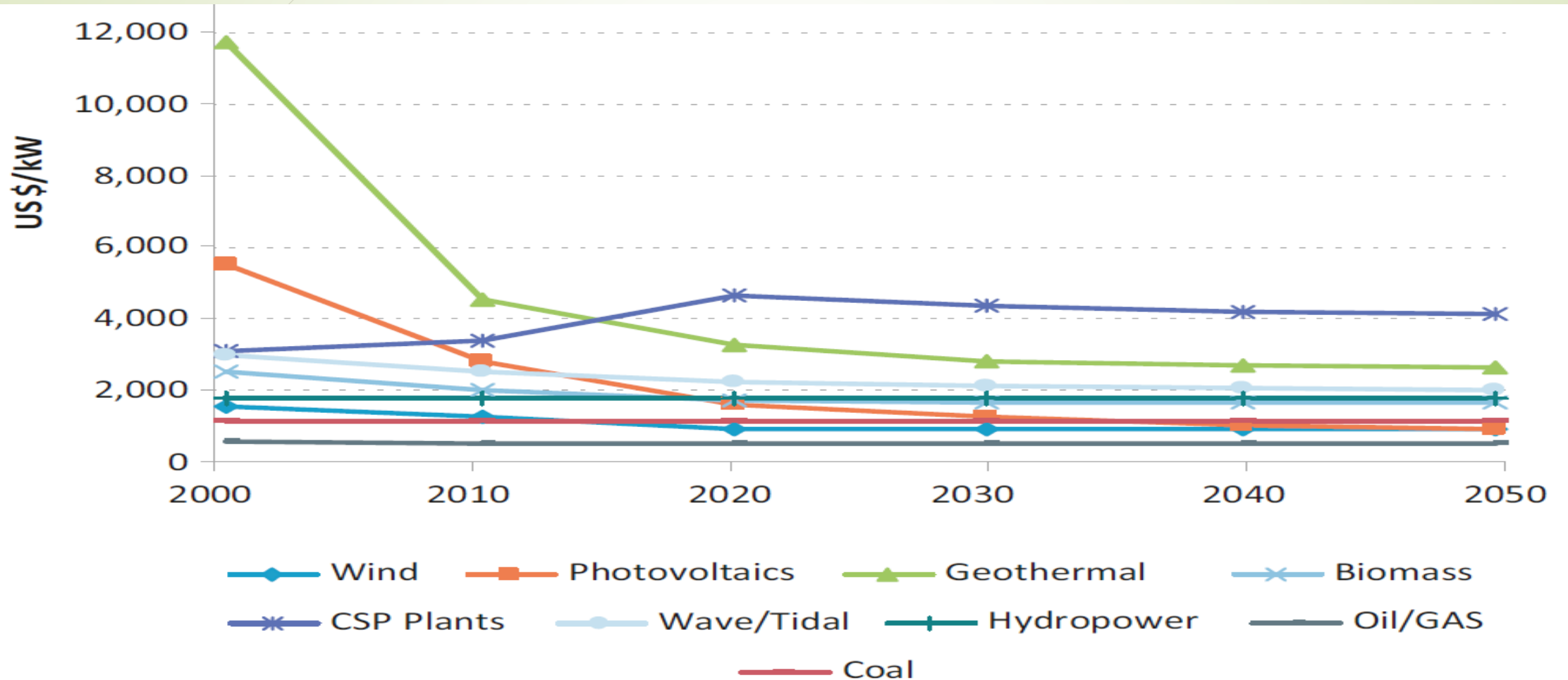


Figure 4.12. Investment Costs of Renewable Power Plants

Source: DLR, 2005

# روندهای مهندسی سیستم

# تاریخچه سیستم های نوین

- 1950s: focus on efficient automation of existing processes
- 1960s: advent of 3GL, faster and more reliable computers
- 1970s: system development becomes more like an engineering discipline
- 1980s: major breakthrough with 4GL, CASE tools, object oriented methods
- 1990s: focus on system integration, GUI applications, client/server platforms, Internet
- The new century: Web application development, wireless PDAs, component-based applications

# What's New in Systems Engineering?

- ➔ Systems are becoming far more software-intensive
- ➔ System complexity is increasing fast due to software complexity
- ➔ What's the same as it was, and what's different, and what should we do about it?

# Impact of System Development “Process” on Quality

<b>CMM Project Statistics for a Project Resulting in 200,000 Lines of Code</b>						
Organization's CMM Level	Project Duration (months)	Project Person-Months	Number of Defects Shipped	Median Cost (\$ millions)	Lowest Cost (\$ millions)	Highest Cost (\$ millions)
1	30	600	61	5.5	1.8	100+
2	18.5	143	12	1.3	.96	1.7
3	15	80	7	.728	.518	.933





**“The computer is a moron.”**

**Peter Ferdinand Drucker** (November 19, 1909–November 11, 2005)

[see an example here...](#)

**“People think computers will keep them from making mistakes.  
They're wrong.  
With computers you make mistakes faster.”**

**Adam Osborne** (March 6, 1939 – March 18, 2003)

# برخی کاربردهای مهندسی سیستم، محاسبات نرم و هوش مصنوعی

# بعضی نمونه های کاربرد در صنعت ساخت

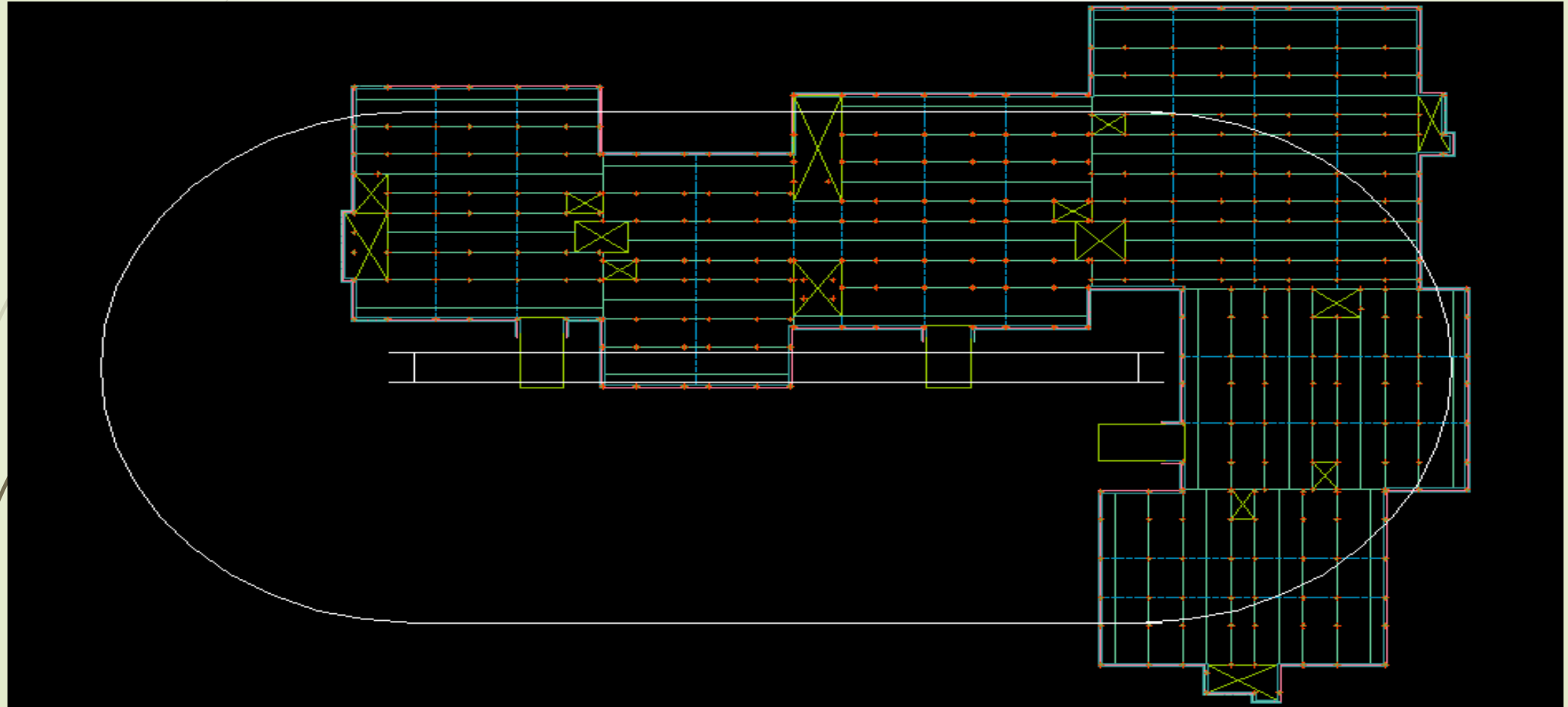
43

- پایش وضعیت
- پایش بینی زمان تعمیرات ماشین آلات با استفاده از هوش مصنوعی
- مدیریت ایمنی کارگاه
- بهینه سازی جانمایی تاورکین
- کنترل از راه دور و رباتیک
- مدل‌های بلوغ
- اتوماسیون
- بهینه سازی مصرف انرژی
- طرح اختلاط بهینه بتن

# پایش وضعیت



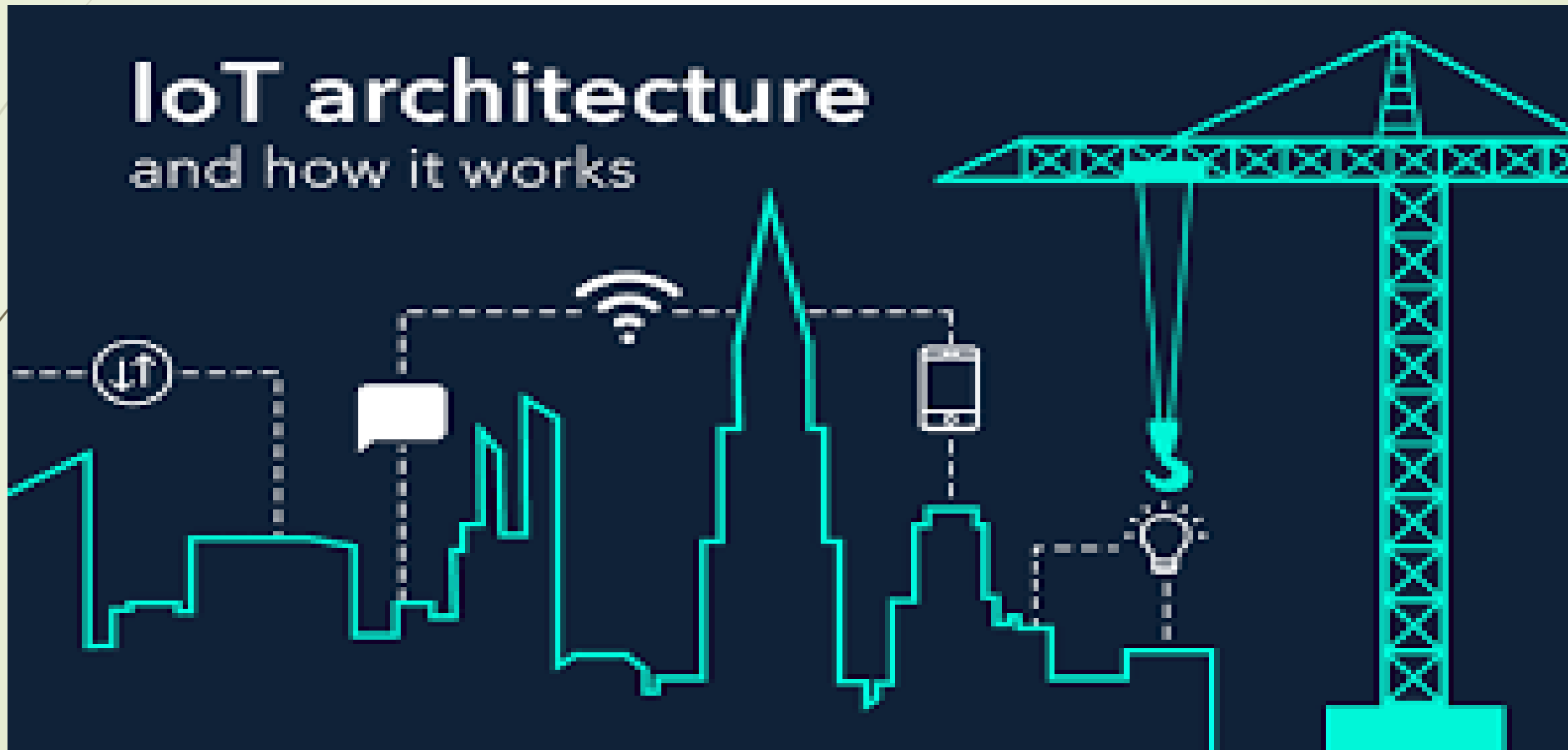
# بهینه سازی جانمایی تاور کرین



# مدیریت ریسک ایمنی کارگاه



# ترکیب اینترنت اشیا و هوش مصنوعی برای مدیریت کارگاه



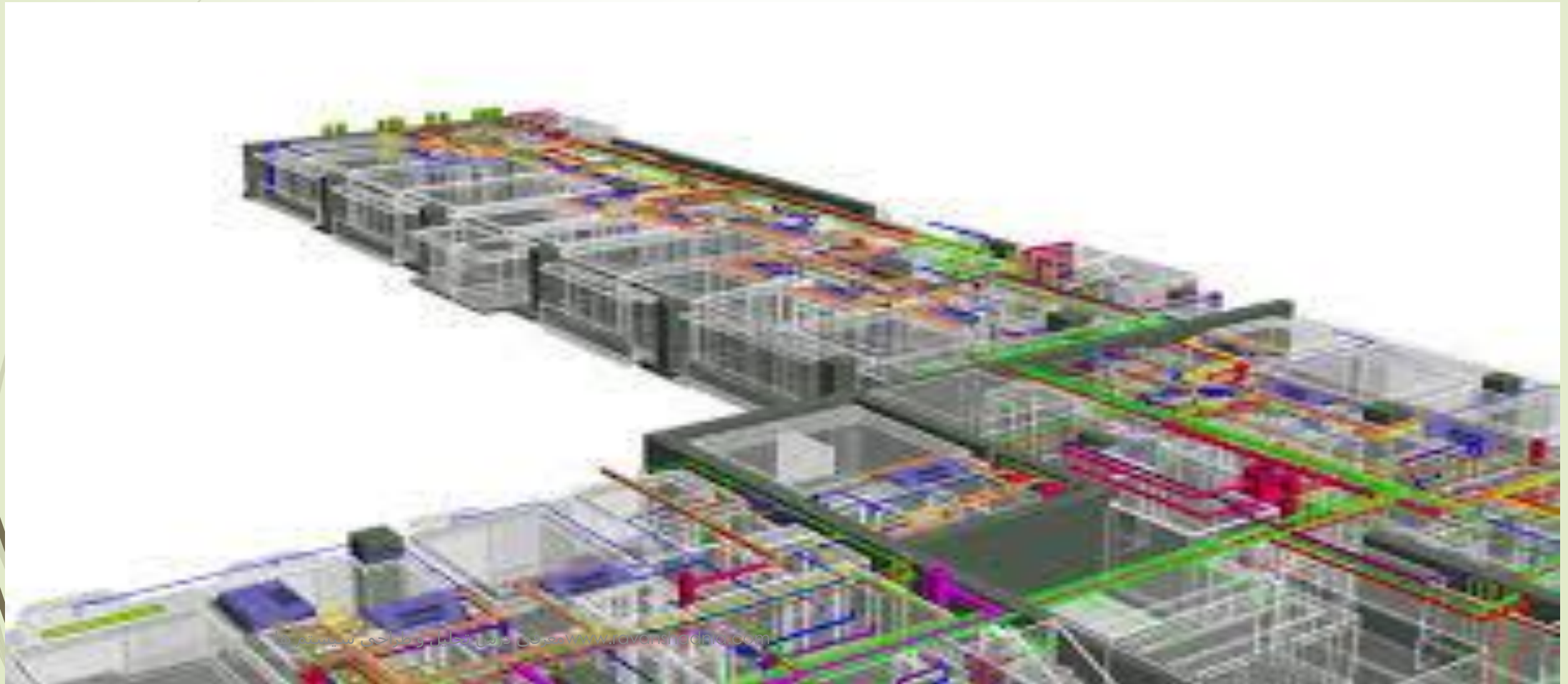
# کنترل از راه دور، رباتیک و پرینترهای سه بعدی







# بهینه سازی مصرف انرژی



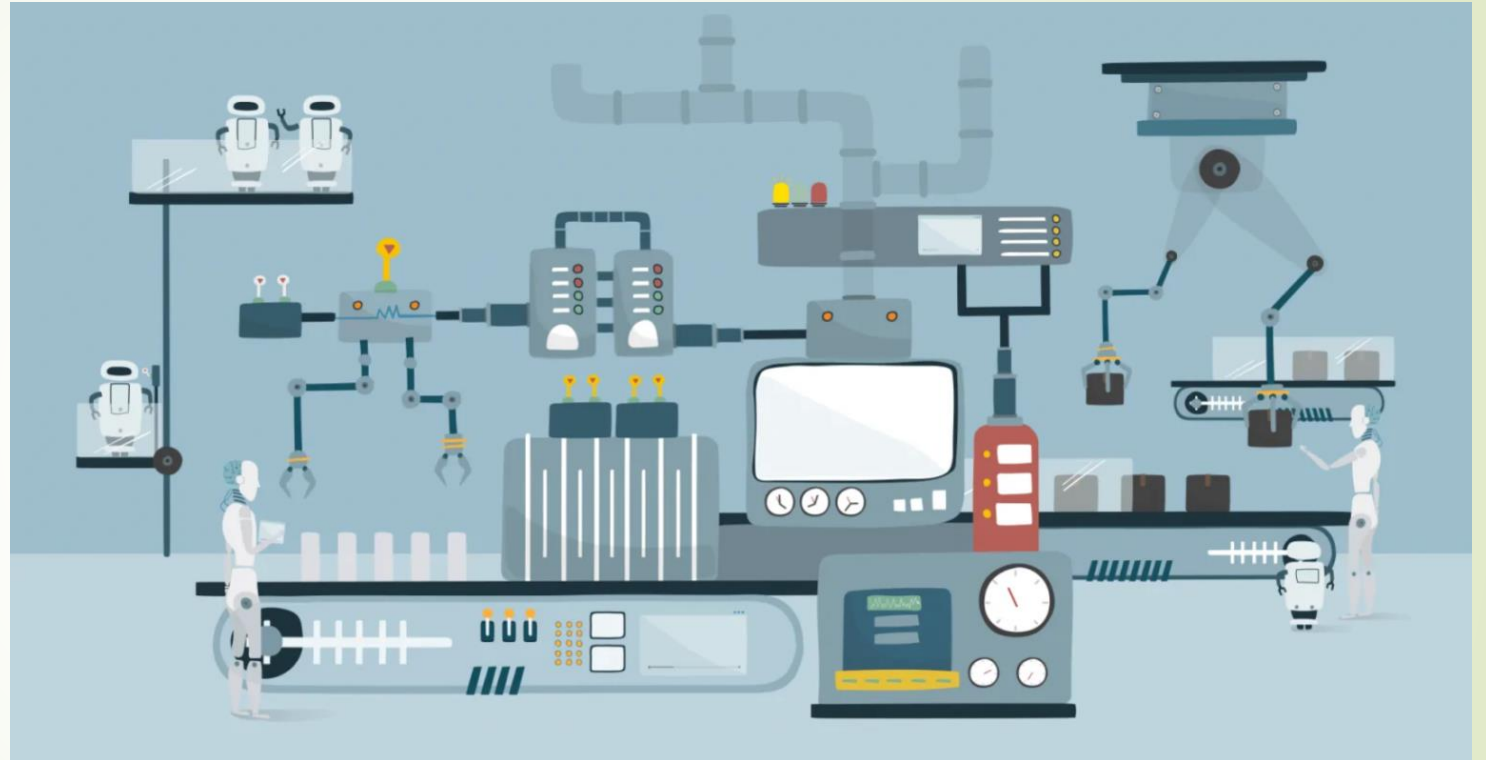
# Capability Maturity Model (CMM)



# بهینه سازی طرح اختلاط بتن



# کنترل کیفیت



# سرفصلهای درس

# سرفصلهای درس

- بخش اول: معرفی
- بخش دوم: سیستم، انواع و ویژگیها
- بخش سوم: تجزیه، تحلیل و طراحی سیستم
- بخش چهارم: مدلسازی، شبیه سازی و هوش مصنوعی
- بخش پنجم: تصمیم گیری چند معیاره
- بخش ششم: برنامه ریزی خطی
- بخش هفتم: شبکه های عصبی
- بخش هشتم: الگوریتم ژنتیک
- بخش نهم: محیط MATLAB , Paython

# فهرست مطالب بخش اول: معرفی

- توسعه زیرساخت و جایگاه مهندسی سیستم
- جایگاه صنعت ساخت
- روندهای مهندسی سیستم
- سرفصلهای درس
- نحوه ارزیابی و پروژه های درس
- منابع و مراجع



# فهرست مطالب بخش دوم: سیستم چیست؟

- سیستم چیست؟
- مهندسی سیستم
- نمونه های سیستم
- ویژگیهای اصلی سیستم
- تفکر سیستمی
- قوانین تفکر سیستمی
- انواع سیستم

# فهرست مطالب بخش سوم: تجزیه و تحلیل سیستم

58

- تعریف تجزیه و تحلیل سیستم
- اجزای سیستم
- وظایف و تیم تحلیل سیستم
- مراحل تجزیه و تحلیل سیستم
- طراحی سیستم
- امنیت سیستم
- اعتبار سنجی سیستم

# فهرست مطالب بخش چهارم: مدلسازی، شبیه سازی و هوش مصنوعی

59

- مدلسازی
- انواع مدل
- شبیه سازی
- هوش مصنوعی
- نمونه ۱ : مدل‌های ۴ بعدی با استفاده از نرم افزار
- نمونه ۲- مدل انتخاب پروژه
- نمونه ۳- مدل سرمایه گذاری در صنعت ساختمان

# سرفصل های بخش پنجم: تصمیم گیری چند معیاره

- تصمیم گیری و تصمیم بهینه
- روش های تصمیم گیری چند معیاره
- طبقه بندی انواع روشهای تصمیم گیری چند معیاره
- اصول تصمیم گیری چند شاخصه
- تحلیل سلسله مراتبی AHP
- ANP
- TOPSIS
- سایر روشهای تصمیم گیری چند شاخصه
- تصمیم گیری چند معیاره گروهی
- ترکیب روشهای تصمیم گیری چند معیاره
- تصمیم گیری چند معیاره فازی

# سرفصل های بخش ششم: برنامه ریزی خطی

- ▶ کلیات
- ▶ مدل سازی ریاضی خطی [مفاهیم، متغیرهای تصمیم، مثال]
- ▶ رویه حل مدل های ریاضی خطی
  - ▶ روش هندسی
  - ▶ روش سیمپلکس [ریاضیات، مفاهیم، و الگوریتم]
  - ▶ روش Big M
  - ▶ روش دوفازی
  - ▶ روش سیمپلکس دوگان [ریاضیات، قضایا، و الگوریتم]
- حالت های خاص مدل های ریاضی خطی
- تحلیل حساسیت مدل های ریاضی خطی

# سر فصلهای بخش هفتم: شبکه های عصبی

الگوهای طبیعی شبکه عصبی زیستی

معرفی شبکه های عصبی مصنوعی (ANNها)

مبانی شبکه های عصبی مصنوعی

توپولوژی شبکه

فرآیند یادگیری شبکه

تجزیه و تحلیل داده ها توسط شبکه های عصبی مصنوعی

ایده ی اصلی شبکه های عصبی مصنوعی

معایب شبکه های عصبی مصنوعی

کاربردهای شبکه های عصبی مصنوعی

# بخش هشتم: الگوریتم ژنتیک

- انواع استراتژیهای جستجو برای حل مسأله
- علم ژنتیک
- مبانی الگوریتم ژنتیک
- فرایند مدلسازی و حل مسائل الگوریتم ژنتیک
- کاربرد MATLAB toolbox
- مثال

# بخش نهم: الگوریتم های فراابتکاری در متلب و پایتون

64

- ✓ مبانی کاربرد و عملکرد روش شبکه های عصبی مصنوعی
- ✓ پیاده سازی مفهوم شبکه های عصبی مصنوعی
- ✓ مروری بر مفاهیم منطق فازی
- ✓ پیاده سازی مفاهیم منطق فازی در مسائل مختلف در محیط متلب
- ✓ طراحی و پیاده سازی سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی یا ANFIS
- ✓ پیاده سازی الگوریتم های تکاملی تک هدفه در متلب
- ✓ پیاده سازی الگوریتم های تکاملی چند هدفه در متلب
- ✓ مقایسه ی عملکرد انواع الگوریتم ها در مسائل بهینه سازی مختلف



# نحوه ارزیابی و پروژه های درس

## نحوه ارزیابی

➤ پروژه اول: یک نمونه از مبانی و مفاهیم جدید سیستم (مطالعه آخرین مقالات مرتبط و ارائه دستاوردها با تاکید بر کاربردها در صنعت احداث)

➤ پروژه دوم: روشهای حل مساله و الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی (آشنایی و تسلط به روش و نرم افزار مربوطه، حل یک مساله در زمینه مهندسی و مدیریت ساخت و ارائه آن)

➤ امتحان پایان ترم

# پروژه اول: مبانی و مفاهیم سیستم

- 1) تعریف و تحلیل و معرفی نرم افزارهای مرتبط با فرهنگ داده ها Data Dictionaries
- 2) نمودار جریان داده ها یا DFD
- 3) سیستم ها و روشهای بایگانی و مستندسازی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 4) سیستم های مدیریت اطلاعات و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 5) سیستم های مدار باز و مدار بسته و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 6) سیستم هومواستاتیک (Homeostatic System)
- 7) سیستمهای اطلاعات مدیریت (MIS) Management information systems
- 8) سیستم های خطی و تغییرناپذیر با زمان
- 9) سیستم فوریه سیستم های زمان پیوسته و زمان گسسته
- 10) خرده سیستم ها و ساده سازی الگوی تعاملی آنها
- 11) آنتروپی در سیستم و روشهای تحلیلی مرتبط
- 12) فنون و روشهای تعیین متغیرهای سیستم و همبستگی و استقلال آنها
- 13) سیستم پیمایش و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 14) تقسیم کار و ماتریس های تحلیل مسئولیت ها و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 15) روشهای جمع آوری و طبقه بندی اطلاعات و کاربرد آنها در تحلیل سیستم های مدیریت ساخت
- 16) شاخص های غالب و داد و ستد برای سیستم
- 17) روشهای ارزیابی و نگهداری سیستم با نمونه مرتبط
- 18) کاربرد رویکردهای فرایندگرا و داده گرا در مهندسی و مدیریت ساخت
- 19) معماری سیستم ها و الگوبرداری برای کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- 20) مدیریت ریسک سیستم و کاربرد آن

# پروژه اول: مبانی و مفاهیم سیستم-ادامه

- (۲۱) بررسی و معرفی مدل‌های تعالی
- (۲۲) امنیت سیستم‌ها و روش‌های ارزیابی آن
- (۲۳) سیستم‌های ساختاریافته و شی گرا Object Oriented System
- 24) روش‌های مدل‌سازی و اعتبارسنجی مدل‌های مفهومی Validation and Verification and Callibration
- 25) اصول و روش‌های داده‌کاوی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۲۶) روش‌های نمونه‌گیری و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۲۷) روش‌های تحلیل سیستم‌های ایمنی (مثل FMEA)
- 28) روش‌های تحلیل رفتاری و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۲۹) درخت تصمیم و سایر روش‌های تحلیلی
- (۳۰) مدل‌های اقتصادی اجتماعی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۳۱) مدل‌های کاربری زمین و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۳۲) مدل‌های تفکیک و تحلیل سفر در ترافیک
- (۳۳) مدل‌های انتخاب (لوجیت، پروبیت و...) و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۳۴) مدل‌های فعالیت مبنا در ترافیک
- (۳۵) سیستم‌های قطعی و احتمالی در مهندسی عمران
- (۳۶) اصول و مبانی و نرم‌افزارهای پویایی سیستم
- (۳۷) بررسی کاربردهای شبیه‌سازی و مدل‌سازی
- (۳۸) مهندسی مجدد و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- (۳۹) علم کنترل و ارتباطات (سایبرنتیک)
- (۴۰) روش‌های پردازش اطلاعات محیطی

# پروژه اول: مبانی و مفاهیم سیستم-ادامه

- ۴۱) شاخص های سنجش پیچیدگی و قابلیت پیش بینی سیستم
- ۴۲) روشهای شناخت محیط سازمان و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۴۳) روشهای عرضه یابی سازمانی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۴۴) مدیریت ذینفعان سیستم و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۴۵) مفاهیم و روشهای کارسنجی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۴۶) روشهای شناخت نیازمندیها و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۴۷) رابطه مهندسی سیستم و سایر روشهای مدیریت مانند JIT, QFD, HACCP, 5S, Lean Construction, 6sigma
- 48) توسعه چابک سیستم Agile System Development
- 49) کاربرد داده های ابری، اینترنت اشیا و سایر اجزای انقلاب صنعتی چهارم در مهندسی سیستم
- ۵۰) مدیریت کیفیت فراگیر
- ۵۱) سیستمهای کارگروهی Group decision support systems
- 52) روش های حل خلاق مساله و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۵۳) منطق فازی و تئوری فازی و ابزارها و روشهای مرتبط
- ۵۴) تحلیل قابلیت اعتماد سیستم و روشهای مرتبط
- 55) علم سنجی و روندهای آینده توسعه مهندسی سیستم
- 56) روند پژوهی و آینده پژوهی الگوریتم ها با روشهای علم سنجی

# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی

- 1) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی درخت تصمیم در یادگیری ماشین با پایتون
- 2) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی گرادیان بوستینگ با پایتون
- 3) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی رگرسیون لوجستیک با پایتون
- 4) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی شبکه-های بیزی با پایتون
- 5) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم جنگل تصادفی (Random Forest) با پایتون
- 6) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم های کاهش ابعاد (Dimensional Reduction Algorithms) با پایتون
- 7) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم های گرادیان تقویتی (Gradient Boosting Algorithms) با پایتون
- 8) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی یادگیری عمیق (Deep Learning)
- 9) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی مدل های شبکه عصبی عمیق مولد (Generative adversarial network)
- 10) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی مدل های شبکه عصبی کانولوشنی (Convolutional neural network) با پایتون
- 11) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی مدل های شبکه عصبی بازگشتی (Recurrent neural network) با پایتون
- 12) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی آپریوری (Apriori)
- 13) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم داده کاوی (PageRank)
- 14) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم داده کاوی نزدیک ترین همسایه (K-Nearest Neighbors)
- 15) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم داده کاوی پیشینه انتظار (Expectation-Maximization)

# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی-ادامه

- ۱۶) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machines)
- ۱7) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی برنامه نویسی R و نرم افزار RStudio
- ۱8) نرم افزار گمز (GAMS) و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۱۹) شبیه سازی متغیرهای تصادفی و وابسته در متلب
- ۲۰) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی نظریه صف (Queueing theory)
- 21) شبیه سازی مونت کارلو و کاربرد آنها در مدیریت ساخت
- ۲۲) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی شبکه های عصبی فازی ANFIS
- 23) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی روش تحلیل شبکه های اجتماعی SNA
- 24) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی یک موضوع مرتبط در نرم افزار MICMAC
- 25) روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (Particle Swarm Optimization)
- 26) اصول ریاضی، مبانی نرم افزاری و پیاده سازی پردازش تصویر با Python در OpenCV
- 27) خوشه بندی با استفاده از الگوریتم های تکاملی و فراابتکاری
- ۲۸) واقعیت مجازی و ساخت انیمیشن برای کاربران متلب و سیمولینک
- ۲۹) روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم گله اسب در مقاله ای با نام Horse herd optimization algorithm
- 30) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم بهینه سازی ملخ یا GOA

# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی-ادامه

۳۱ روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم بهینه سازی وال یا نهنگ WOA

32 روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای بهینه سازی کلونی مورچگان

۳۳ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی گرگ خاکستری

۳۴ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی زنبورها

۳۵ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی جستجوی ممنوع

۳۶ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی فاخته

۳۷ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی جستجوی هارمونی

۳۸ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی شیرمورچه

۳۹ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی TLBO

40 روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی جهش قورباغه

۴۱ روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی علف هرز مزاحم IWO

42 روابط ریاضی، نرم افزار و کاربردهای الگوریتم بهینه سازی جغرافیای زیستی BBO

43 روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم گله اسب Horse herd optimization algorithm

44 روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم شکارچیان Marine Predators Algorithm

تحلیل و طراحی سیستم ها- الگوریتم ژنتیک- دکتر روانشادنیا

45 روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم شاهین هریس Harris hawks optimization



# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی-ادامه

- ۴۶) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم فراابتکاری مسیریاب Pathfinder algorithm
- 47) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم جستجوی اتم Atom search optimization
- 48) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم بهینه سازی سنجاقک Dragonfly algorithm
- 49) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم رشد درخت Tree Growth Algorithm
- 50) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم جستجوی صف Queuing search algorithm
- 51) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان
- ۵۲) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم میگو Krill herd
- 53) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با روش Ensemble
- 54) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با الگوریتم خوشه بندی
- ۵۵) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با تحلیل مولفه های اصلی یا Principal Component Analysis
- 56) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با تجزیه مقادیر منفرد یا Singular Value Decomposition
- 57) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله رقابت استعماری
- ۵۸) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله الگوریتم ممتیک
- ۵۹) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله کرم شب تاب
- ۶۰) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله گرده افشانی گل

# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی-ادامه

(۶۰) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله گرده افشانی گل

(۶۱) روابط ریاضی، نرم افزار، کاربردها و حل یک مساله با تحلیل مولفه های مستقل یا Independent Component Analysis

(62) معرفی مبانی و نرم افزارهای Unified Modeling Language (UML)

(63) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی PROMETHEE

(64) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی MOORA

(65) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی ARAS

(66) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی COPRAS

(67) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی WASPAS

(68) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی CODAS

(69) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی CRITIC

(70) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی Fuzzy DEMATEL

(71) پیاده سازی روش تصمیم گیری چند معیاره فازی ANP

(72) سیستمهای پشتیبانی تصمیم (DSS) Decision support systems

(73) سیستمهای خبره فازی و کاربرد آنها در مدیریت ساخت

(۷۴) اصول ریاضی و نرم افزارهای روشهای شبیه سازی مانند ARENA

(75) اصول ریاضی و نرم افزارهای مدل‌های تخصیص ترافیک و امکانسنجی کاربرد آن در مدیریت ساخت

# پروژه دوم: الگوریتم های فراابتکاری و بهینه سازی و پیش بینی-ادامه

۷۶) اصول ریاضی و نرم افزارهای روشهای بهینه سازی حل تخصیص ترافیک و امکانسنجی کاربرد آن در مدیریت ساخت

۷۷) اصول ریاضی و نرم افزارهای روشها و ابزارهای پیش بینی

۷۸) اصول ریاضی و نرم افزارهای مدل‌های تفکیک و تحلیل سفر در ترافیک و امکانسنجی کاربرد آن در مدیریت ساخت

۷۹) اصول ریاضی و نرم افزارهای مدل‌های انتخاب (لوجیت، پروبیت و...) و امکانسنجی کاربرد آن در مدیریت ساخت

۸۰) اصول ریاضی و نرم افزارهای مدل‌های فعالیت مبنا در ترافیک و امکانسنجی کاربرد آن در مدیریت ساخت

۸۱) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست نظریه بازیها

۸۲) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست پردازش تصویر با استگانوگرافی

۸۳) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست پردازش تصویر با کریپتوگرافی

۸۴) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست سری زمانی در مسائل مهندسی و مدیریت ساخت

۸۵) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست ARIMA

86) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست تحلیل باکس-جنکینز

۸۷) اصول ریاضی، نرم افزار و کاربرست روشهای متداول تحلیلی در بورس (مانند بولینگر باند) به عنوان روش تحلیلی در مدیریت ساخت

۸۸) معرفی یک روش، مدل، الگوریتم، سیستم و یا نرم افزارهای نوظهور

۸۹) معرفی یک روش، مدل، الگوریتم، سیستم و یا نرم افزارهای هیبریدی

۹۰)

# منابع و مراجع

76



## برخی مجلات معتبر مهندسی سیستم-۲

78

*Expert Systems with application, Elsevier*

- *Fuzzy Sets and Systems, Elsevier*
- *Decision Support Systems, Elsevier*
- *Reliability Engineering and System Safety, Elsevier*
- *Journal of Management Information Systems, ME Sharpe*
- *Knowledge based Systems, Elsevier*
- *Robotics and Autonomous Systems, Elsevier*
- *Journal of Infrastructure Systems, ASCE*
- *Journal of Transportation Engineering, Part A; System, ASCE*
- *Civil Engineering and Environmental Systems, Taylor and Francis*
- *Systems Engineering's, John Wiley*
- *Business and Information Systems Engineering, Springer*
- *Engineering Intelligent Systems, CRL*
- *International Journal of Intelligent Engineering and Systems, INSS*
- *International Journal of Engineering Systems Modeling and Simulation, Switzerland, IS*

# برخی مراجع

- ✓ *Systems Analysis and Design in a Changing World*, John Satzinger, Robert Jackson and Stephen Burd. 5th edition. Thomson Course Technology, 2009 (ISBN-13: 978-1-4239-0228-7)
- ✓ *Systems Analysis and Design*, Alan Dennis and Barbara Haley Wixom. John Wiley & Sons, 2000 (ISBN 0-471-24100-8)
- ✓ *Essentials of Systems Analysis and Design*, Joseph Valacich, Joey F. George and Jeffrey A. Hoffer. Prentice Hall, 2001 (ISBN 0-13-018373-3)
- ✓ *Systems Analysis and Design Methods*, Jeffrey L. Whitten, Lonnie D. Bentley and Kevin C. Dittman. Irwin/McGraw-Hill, 1998 (ISBN 0-256-23826-X)
- ✓ *Introduction to Systems Analysis and Design: A Structured Approach*, Penny A. Kendall. Irwin/McGraw-Hill, 1996 (ISBN 0-697-12414-2)
- ✓ *System Analysis, design, and development*, Charles Wason, John Wiley, 2006
- ✓ *System analysis, and design in a changing world*, Satzinger, Jackson, Burd, 2012
- ✓ *Civil engineering systems*, Simonovic, 2003
- ✓ *System analysis and design*, Dennis, Wixom, Roth, John Wiley, 2012

# مراجع فارسی

- مهندسی سیستم، دکتر کارآموز، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- تصمیم گیری چند معیاره فازی، مهدی روانشادنیا، محمد عادل بزرگمهر، انتشارات سیمای دانش
- تحلیل سلسله مراتبی، دکتر حسن قدسی پور، انتشارات دانشگاه امیرکبیر
- تحلیل و طراحی سیستم ها، نشر نوپردازان، جعفر حبیبی
- تحلیل سیستم ها برای مهندسی صنایع و مدیریت، یحیی زارع، نشر مهر جرد، ۱۳۹۵
- روش های نوین تحلیل و طراحی سیستم ها، محمد حسین فاضل زرندی، نشر نیاز دانش، ۱۳۹۳
- آموزش کاربردی الگوریتم ژنتیک و فازی در نرم افزار **MATLAB**، علیرضا رضایی، سجاد رنجبران، نشر کتاب پدیده، ۱۳۹۱
- آموزش کاربردی پیاده سازی سیستم های خبره فازی، حامد محبتی، نشر دیباگران تهران، ۱۳۹۶
- تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم ها (تحلیل و مدلسازی)، اصغر صرافی زاده، امیر خسروانی، ۱۳۹۱
- تحلیل تصمیم گیری چند معیاره، علی بنیادی نایینی، امین هاشمی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۹۷
- آموزش کاربردی الگوریتم ژنتیک و فازی در نرم افزار **MATLAB**، علیرضا رضایی، سجاد رنجبران، نشر پدیده، ۱۳۹۱
- آموزش کاربردی **MATLAB** برای مهندسی عمران، هومان بابا احمدی میلانی و حمیدرضا روانشادنیا، انتشارات نوآور، چاپ ششم، ۱۳۹۹





# تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

ترجمه: دکتر مهدی روانشادنی  
مؤلف: دکتر علی محمد علی‌زاده  
مهندسان مختلف‌کاران ایران‌گه‌ها

AHP  
MCDM  
MODM  
MADM  
EGP  
FAMF  
SAW  
Fuzzy  
TOPSIS  
MCDSS



# با آرزوی تحول در دیدگاهها و سیستم ها به همت شما

83

مهدی روانشادنیا

[www.irancem.com](http://www.irancem.com)

[www.ravanshadnia.ir](http://www.ravanshadnia.ir)