



فرزان زارعی

طراح و مدلساز شهری، تحلیلگر
پیشرفته داده‌های مکانی

عضو ارشد تحقیق و توسعه
آزمایشگاه شهر هوشمند
دانشگاه علم و صنعت ایران

انقلاب داده‌ای در شهر هوشمند
دگرگونی فضای شهری با قدرت تحلیل

The Data Revolution in the Smart City
Transforming Urban Space Through the Power of Analytics.

تابستان ۱۴۰۴

1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا شهرهای هوشمند باید از آن استفاده کنند؟

3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا در شهرهای هوشمند از آن استفاده می‌کنیم؟

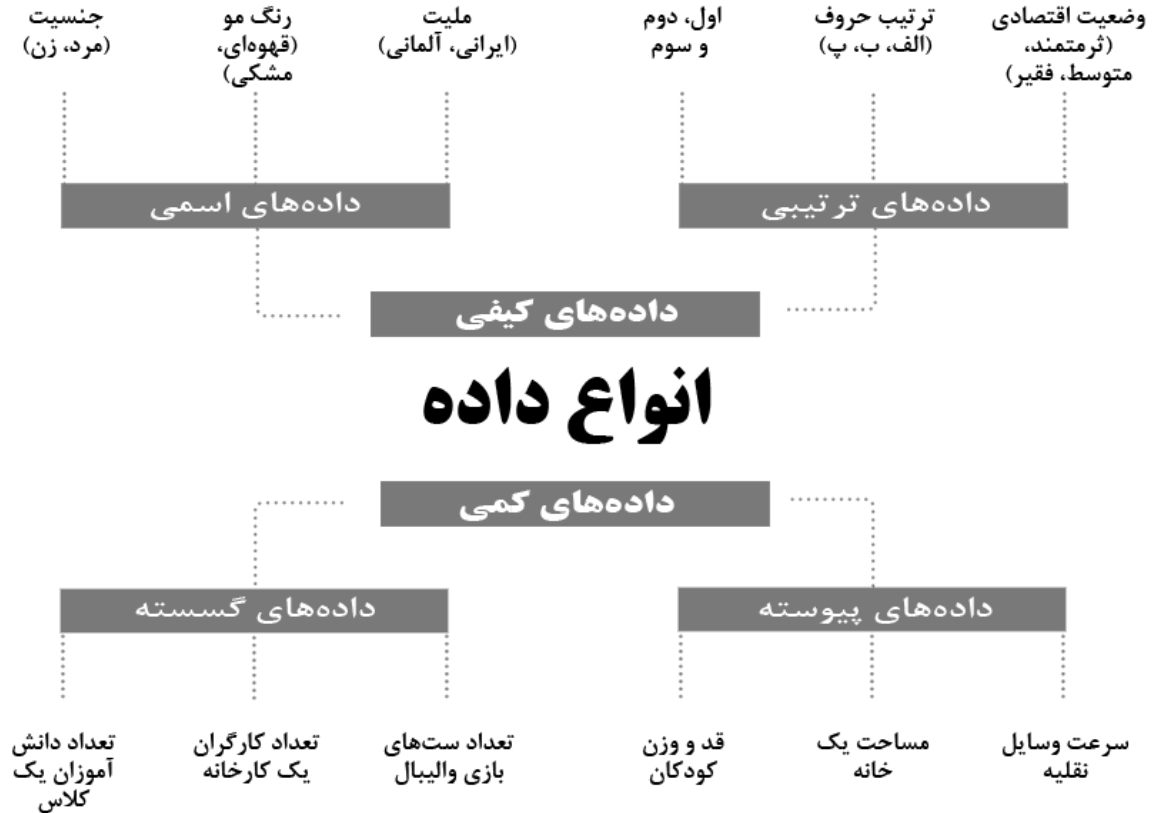
3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



چستی: انواع داده



انواع داده‌ها به دو دسته کلی **کیفی** و **کمی** تقسیم می‌شوند.

داده‌های کیفی نیز به دو زیرمجموعه **کیفی اسمی** مانند جنسیت و

ملیت و **کیفی ترتیبی** مانند رتبه‌بندی دسته‌ها تقسیم می‌شوند.

داده‌های کمی نیز شامل دو نوع **کمی گسسته** مانند تعداد دانش‌آموزان

و **کمی پیوسته** مانند قد و وزن هستند.

شناخت انواع داده‌ها برای انتخاب روش‌های مناسب تجزیه و تحلیل و

ارائه اطلاعات، ضروری است.



داده‌ها در شهرسازی دیجیتال امروزی، نقش حیاتی در **توسعه پایدار شهری** ایفا می‌کنند.

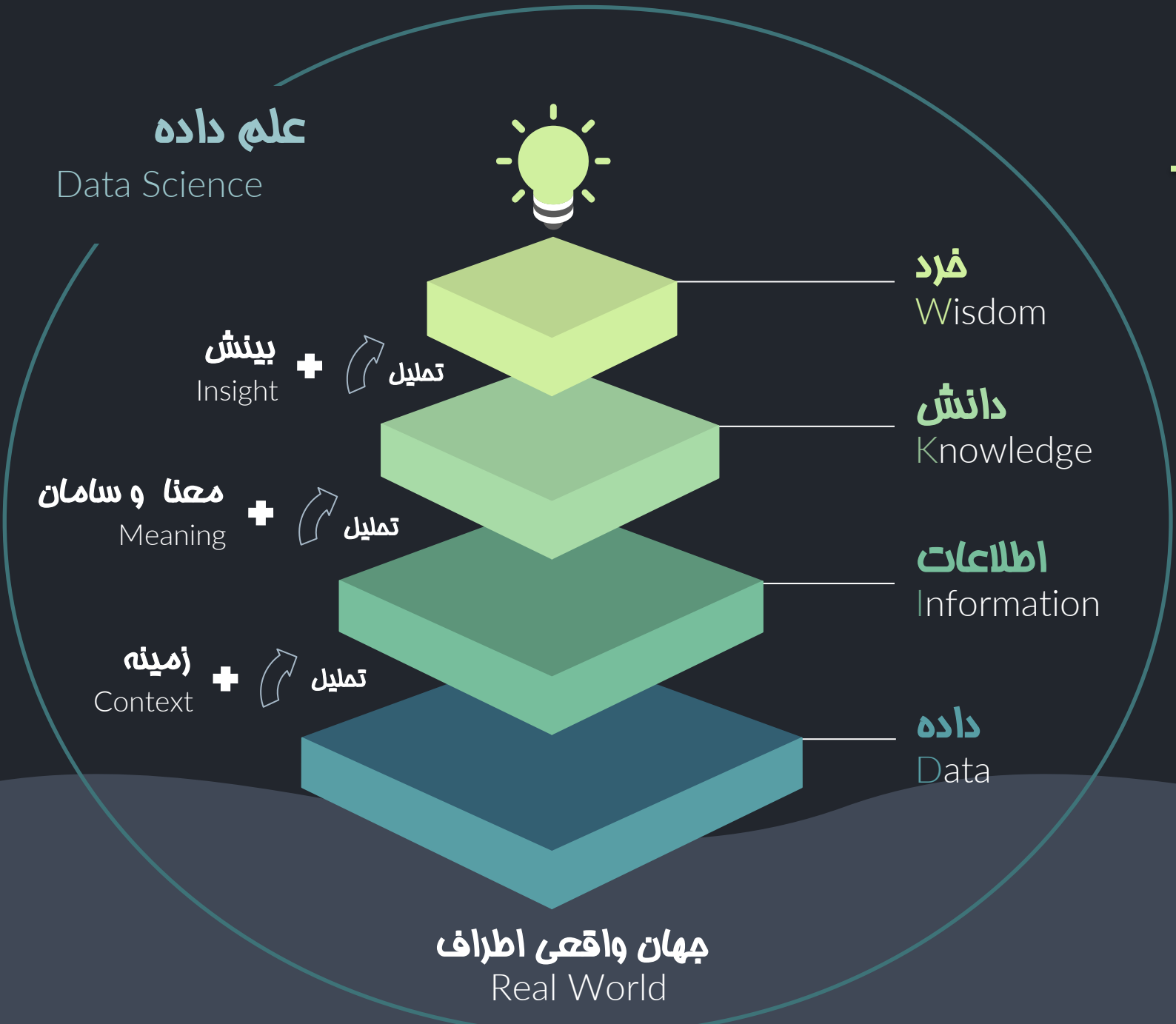
این داده‌ها با **فراهم آوردن اطلاعات دقیق و به‌روز**، به مدیران شهری در **تصمیم‌گیری آگاهانه، بهینه‌سازی زیرساخت‌ها، و ارائه خدمات هوشمند** به شهروندان کمک می‌کنند.

به طور خلاصه، داده‌ها **ستون فقرات شهرهای هوشمند** هستند و **پیش‌رانه اصلی رسیدن به اهداف پایداری شهری** محسوب می‌شوند.





چیستی: هرم دانش



علم داده

Data Science

فرد

Wisdom

دانش

Knowledge

اطلاعات

Information

داده

Data

بینش

Insight

تملیل

معنا و سامان

Meaning

تملیل

زمینه

Context

تملیل

جهان واقعی اطراف

Real World



در نتیجه علم داده:

۱. به استخراج بینش‌های **محداد** از داده‌های خام و سپس ارتباط موثر آن بینش‌ها برای **ایجاد ارزش** می‌پردازد (P, Lillian. (2021)).
۲. روشی سیستماتیک برای **تجزیه و تحلیل داده‌ها** در چارچوبی علمی است (Chantal D. Larose, Daniel T. Larose. (2019)).
۳. مجموعه‌ای از اصول، تعریف مسائل، الگوریتم‌ها و فرآیندهایی برای استخراج الگوهای **غیرقابل مشاهده** و مفید از مجموعه **داده‌های بزرگ** است (John D. Kellher, Brendan (Tierney. (2018)).



Smart City Laboratory, SCL. (2024)

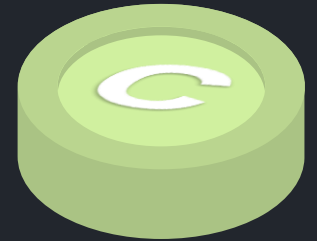
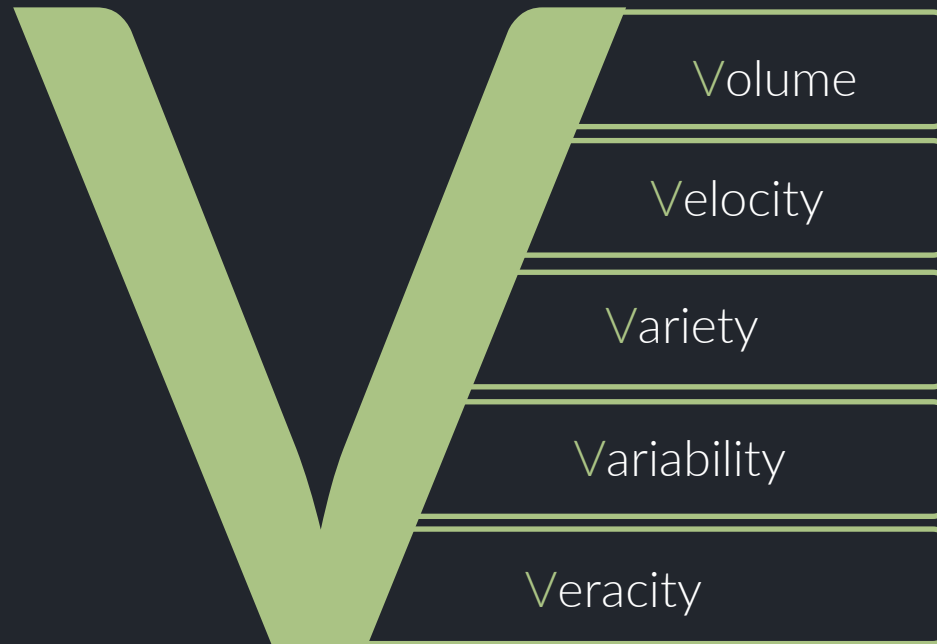


چیستی: کلان داده (BIG Data)



کلان داده
BIG Data

Mwita, K. (2022).

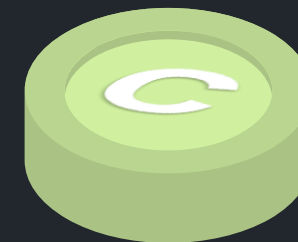


جمع‌آوری داده‌ها
Data Collection

جمع‌آوری داده‌ها از منابع
مختلف



چیستی: کلان داده (BIG Data)



کلان داده BIG Data

حجم Volume	سرعت Velocity	تنوع Variety	تغییر پذیری Variability	صحت Veracity
TB = 1024 GB PB = 1024 TB EB = 1024 PB ZB = 1024 EB YB = 1024 ZB	30 KB/S 30 GB/S	Structured Semi-structured Unstructured	User behavior Time Environment	Reliable / True Unreliable / False

جمع‌آوری داده‌ها Data Collection

جمع‌آوری داده‌ها از منابع
مختلف



چیستی: نمونه‌هایی از کلان داده در شهر هوشمند

نمونه‌ای از پایگاه‌های کلان داده در شهرهای هوشمند:

۱. **حسگرهای ترافیکی:** تعداد خودروهای عبوری، سرعت متوسط، طبقه‌بندی نوع خودرو، تشخیص تراکم ترافیک در هر لحظه.
۲. **داده‌های GPS از وسایل نقلیه:** موقعیت مکانی لحظه‌ای، سرعت، مسیرهای پیموده شده، زمان شروع و پایان سفر. حجم این داده‌ها با وجود هزاران خودرو و کاربر بسیار زیاد می‌شود.
۳. **کنتورهای هوشمند آب، برق و گاز:** میزان مصرف انرژی (برق، گاز) یا آب در فواصل زمانی کوتاه (مثلاً هر ۱۵ دقیقه یا هر ساعت). این داده‌ها برای میلیون‌ها مشترک، حجم عظیمی را تشکیل می‌دهد.
۴. **دوربین‌های نظارتی (CCTV):** حجم بسیار بالای داده‌های ویدئویی خام. حتی اگر فقط فراداده (metadata) مثل تشخیص حرکت یا شمارش افراد استخراج شود، باز هم حجم داده قابل توجه است.





چیستی: نمونه‌هایی از کلان داده در شهر هوشمند

نمونه‌ای از پایگاه‌های کلان داده در شهرهای هوشمند:

۵. سیستم‌های بلیط الکترونیک حمل و نقل عمومی: زمان و مکان ورود و خروج مسافران، خطوط و ایستگاه‌های پر استفاده، الگوهای سفر روزانه و هفتگی.

۶. حسگرهای زیست‌محیطی: مقادیر لحظه‌ای یا میانگین آلاینده‌ها، سطح دسی‌بل صدا در نقاط مختلف و زمان‌های متفاوت.

۷. شبکه‌های اجتماعی و اپلیکیشن‌های شهری: متن، تصویر، موقعیت مکانی (گاه‌به‌گاه)، زمان، بازخوردها و نظرات شهروندان که می‌توانند برای تحلیل احساسات عمومی یا شناسایی مشکلات نوظهور استفاده شوند.

۸. حسگرهای پارکینگ هوشمند: حجم بسیار بالای داده‌های ویدئویی خام. حتی اگر فقط فراداده (metadata) مثل تشخیص حرکت یا شمارش افراد استخراج شود، باز هم حجم داده قابل توجه است.





چستی: ابزارهای جمع آوری داده‌ها

زبان برنامه‌نویسی همه‌کاره (مثل آچار فرانسه):

• پایتون (Python): محبوب‌ترین گزینه است چون بسیار انعطاف‌پذیر است. برنامه‌نویسان از آن برای نوشتن کدهای سفارشی استفاده می‌کنند تا داده‌ها را تقریباً از هر منبعی (مثل وبسایت‌ها، API‌ها، حسگرهای ساده، پایگاه‌های داده) استخراج کنند.

سیستم مدیریت داده‌های زنده و پرسرعت (مثل بزرگراه داده):

• Apache Kafka: وقتی داده‌ها به صورت لحظه‌ای و با حجم بالا از حسگرها می‌آیند (مانند داده‌های ترافیک یا برق)، کافکا مانند یک سیستم بزرگراهی مرکزی عمل می‌کند که این جریان سنگین داده را مدیریت کرده و به سمت مقصد هدایت می‌کند تا چیزی از قلم نیفتد.





پروتکل ارتباطی سبک برای حسگرها (زبان کم مصرف اینترنت اشیا):

• MQTT این یک "زبان" بسیار سبک و کم مصرف است که برای حسگرها (مثل حسگرهای محیطی، کنتورهای هوشمند) ایده آل است. به آن‌ها اجازه می‌دهد اطلاعات خود را با مصرف کم باتری و حتی روی شبکه‌های اینترنتی ضعیف‌تر ارسال کنند. (استاندارد برای IoT)

پایگاه داده‌های تخصصی (برای ذخیره بهینه انواع داده):

• PostgreSQL + PostGIS بهترین گزینه برای ذخیره داده‌هایی که بعد مکانی دارند (مثلاً موقعیت دقیق حسگرها، مرزهای مناطق شهری). InfluxDB عالی برای ذخیره داده‌هایی که برچسب زمانی دارند و به صورت سری زمانی ثبت می‌شوند (مثل دمای هوا در هر دقیقه، مصرف برق در هر ساعت).



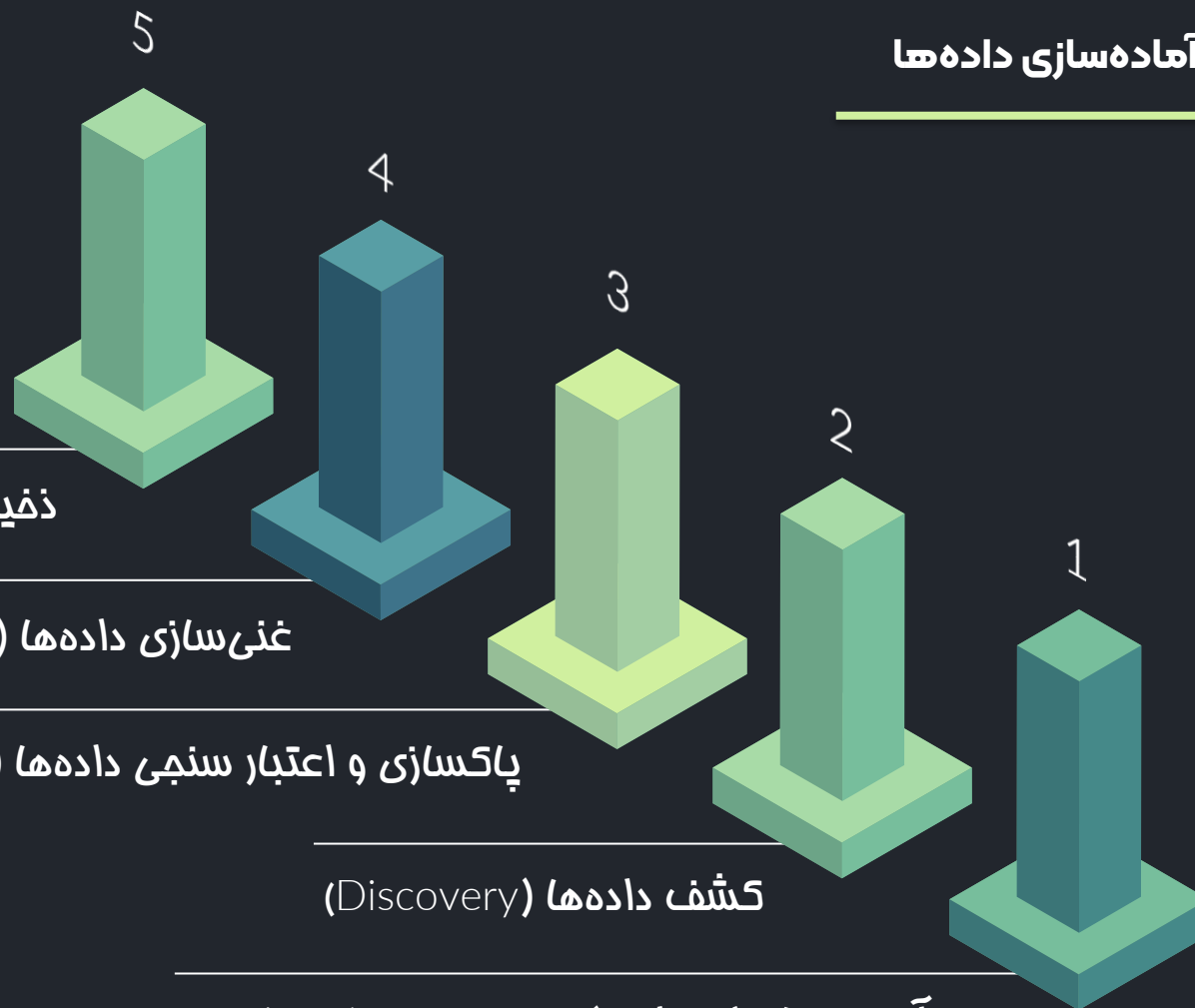


چستی: فرآیند آماده‌سازی داده‌ها



آماده‌سازی داده‌ها
Data Preparation

آماده‌سازی داده‌ها برای
تجزیه و تحلیل



ذخیره‌سازی داده‌ها (Store the Data)

غنی‌سازی داده‌ها (Enrich the Data)

پاک‌سازی و اعتبار‌سنجی داده‌ها (Clean & Validate Data)

کشف داده‌ها (Discovery)

جمع‌آوری و یا خلق داده (Gather / Create Data)



ابزارهای اصلی کار با داده

• Pandas + python این ترکیب، محبوب‌ترین و اصلی‌ترین ابزار است. Pandas مثل یک نسخه بسیار قدرتمند از اکسل است که با کدهای پایتون کنترل می‌شود. از آن برای تعییر کردن داده‌ها (مثلاً حذف ردیف‌های تکراری یا پر کردن جاهای خالی)، تغییر فرمت داده‌ها (مثلاً تبدیل متن به عدد)، و ترکیب جداول مختلف استفاده می‌کنند. (استاندارد و متن‌باز)

پردازشگر داده‌های خیلی بزرگ

• Apache Spark وقتی حجم داده‌ها انقدر زیاد است که یک کامپیوتر معمولی از پس آن برنمی‌آید، از Spark استفاده می‌شود. Spark کار آماده‌سازی را بین چندین کامپیوتر تقسیم می‌کند تا کار سریع‌تر انجام شود. (برای کلان‌داده‌ها، متن‌باز)

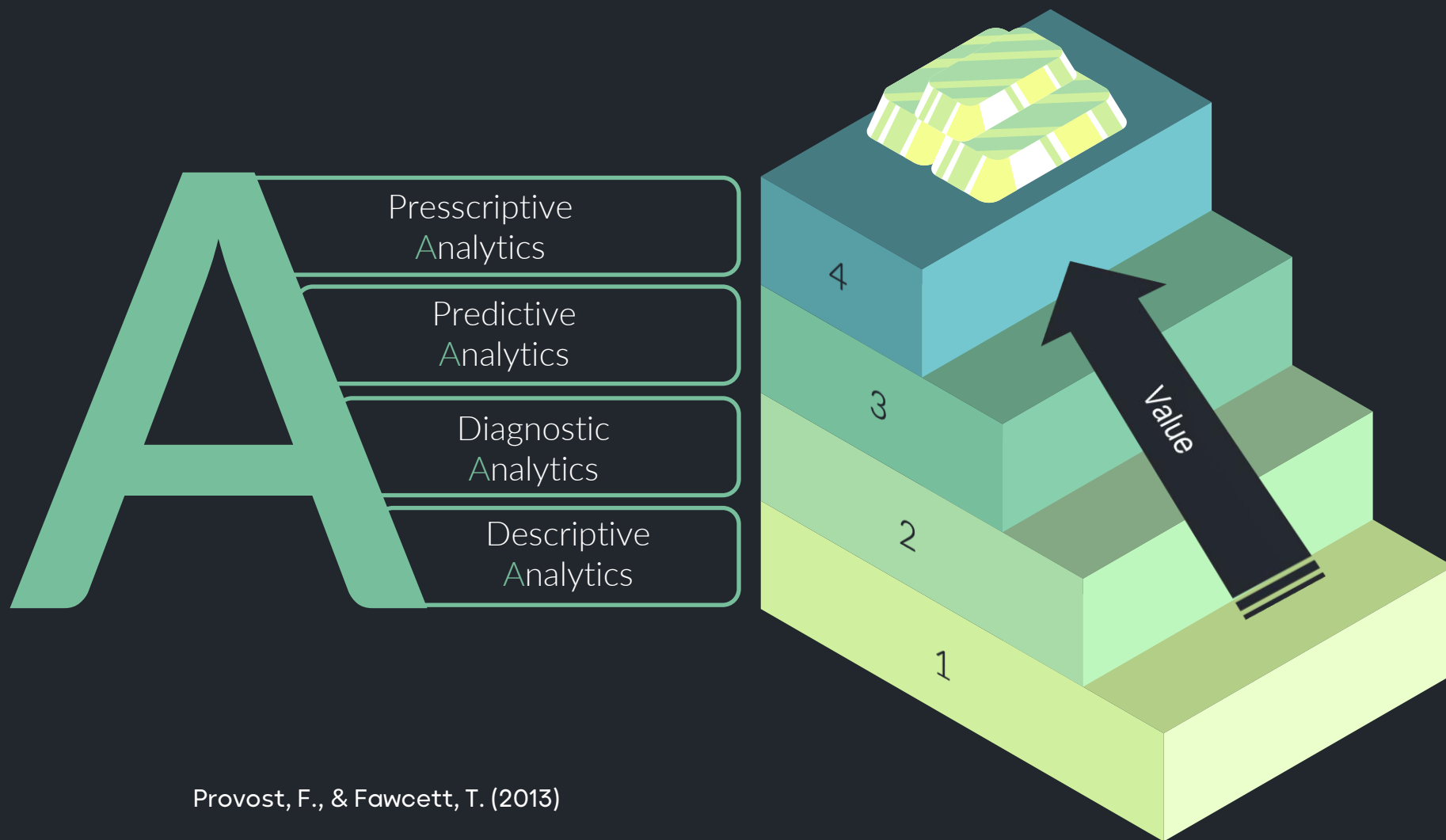


ابزار تخصصی تمیزکاری داده‌های نامرتب

OpenRefine یک ابزار رایگان و کمکی که به خصوص برای پیدا کردن و یکدست کردن داده‌های متنی که به شکل‌های مختلف نوشته شده‌اند (مثلاً نام یک خیابان با املاهای متفاوت) بسیار مفید است. (برای داده‌های متنی کثیف)

کمک گرفتن از خودِ پایگاه داده

SQL گاهی اوقات به جای اینکه همه داده‌ها را اول خارج کنیم و بعد تمیز کنیم، کارآمدتر است که بعضی کارهای اولیه مثل ترکیب چند جدول یا خلاصه‌سازی را با زبان SQL همان داخل پایگاه داده انجام دهیم.



تجزیه و تحلیل داده‌ها Data Analysis

تجزیه و تحلیل داده‌ها برای
استفراغ بینش

چستی: ابزارهای تجزیه و تحلیل داده‌ها



زبان اصلی برای تحلیل و مدل‌سازی Python (+ Scikit-learn, Statsmodels) ابزار اصلی برای اکثر تحلیل‌ها. Scikit-learn مثل یک جعبه ابزار بزرگ برای یادگیری ماشین است (مثلاً برای پیش‌بینی ترافیک یا دسته‌بندی نوع مصرف انرژی). Statsmodels برای تحلیل‌های آماری دقیق‌تر استفاده می‌شود.

ابزار تحلیل داده‌های بسیار بزرگ Apache Spark (+ MLlib) وقتی حجم داده‌ها آنقدر زیاد است که روی یک کامپیوتر معمولی قابل تحلیل نیست، از Spark و بخش یادگیری ماشین آن (MLlib) استفاده می‌شود تا تحلیل‌ها به صورت موازی روی چندین ماشین انجام شوند.





چستی: ابزارهای تجزیه و تحلیل داده‌ها

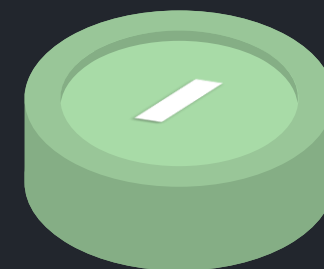
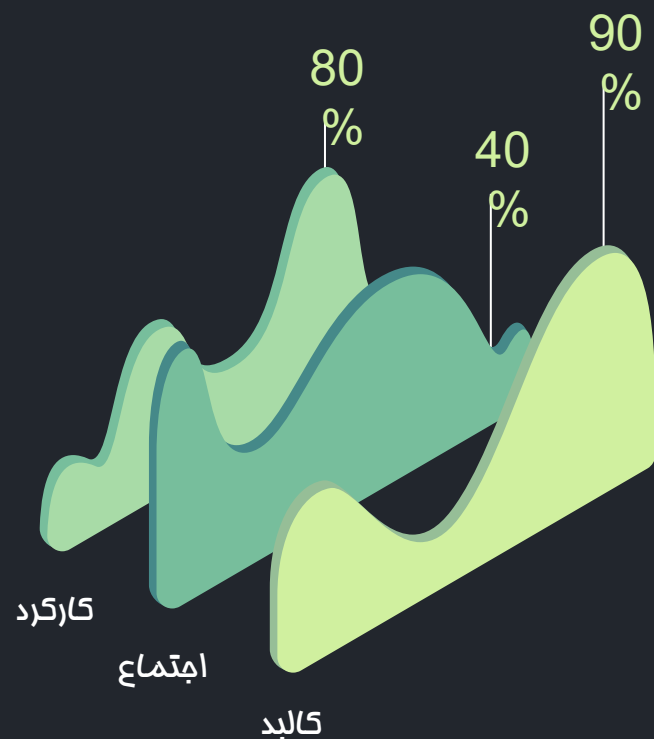


سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

یک فناوری قدرتمند برای کار با داده‌هایی است که موقعیت مکانی دارند. تحلیل داده‌های مکانی با استفاده از GIS به ما کمک می‌کند تا الگوها، روابط و روندهای موجود در این داده‌ها را شناسایی و درک کنیم.

متخصص تحلیل داده‌های مکانی

GeoPandas (در پایتون) / SF/ (در R) / PostGIS در پایگاه داده: ابزارهای ویژه‌ای که برای تحلیل داده‌های جغرافیایی (هر چیزی که روی نقشه مکان دارد) استفاده می‌شوند. مثلاً برای پیدا کردن مسیرهای بهینه یا تحلیل پراکندگی امکانات شهری.



تفسير نتايج

Results Interpretation

تفسير بينش‌ها و مصورسازی
برای تصميم‌سازی بهينه

- ۱- توجه به اهداف و نیازهای پردازش.
- ۲- توجه به محدودیت‌های مدل‌سازی داده‌ها.
- ۳- استفاده از دانش و تجربه.



ابزارهای نمایش نتایج

نمودارها و داشبوردها (که با Plotly, Grafana, Superset و... ساخته شده‌اند): از همان نمودارها و داشبوردهای مرحله قبل استفاده می‌کنیم، اما با دقت زیاد طوری تنظیمشان می‌کنیم که پیام اصلی را به وضوح به کسی که تخصصی ندارد، نشان دهند. مثل انتخاب تیترو عکس مناسب برای یک خبر.

ابزارهای گزارش‌نویسی

Jupyter Notebooks / R Markdown این‌ها کمک می‌کنند یک گزارش بنویسیم که هم نمودارها را داشته باشد، هم توضیحات لازم را، تا دیگران بفهمند نتایج از کجا آمده و چه معنایی دارند.





1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا در شهرهای هوشمند از آن استفاده می‌کنیم؟

3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟

1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا در شهرهای هوشمند از آن استفاده می‌کنیم؟

3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

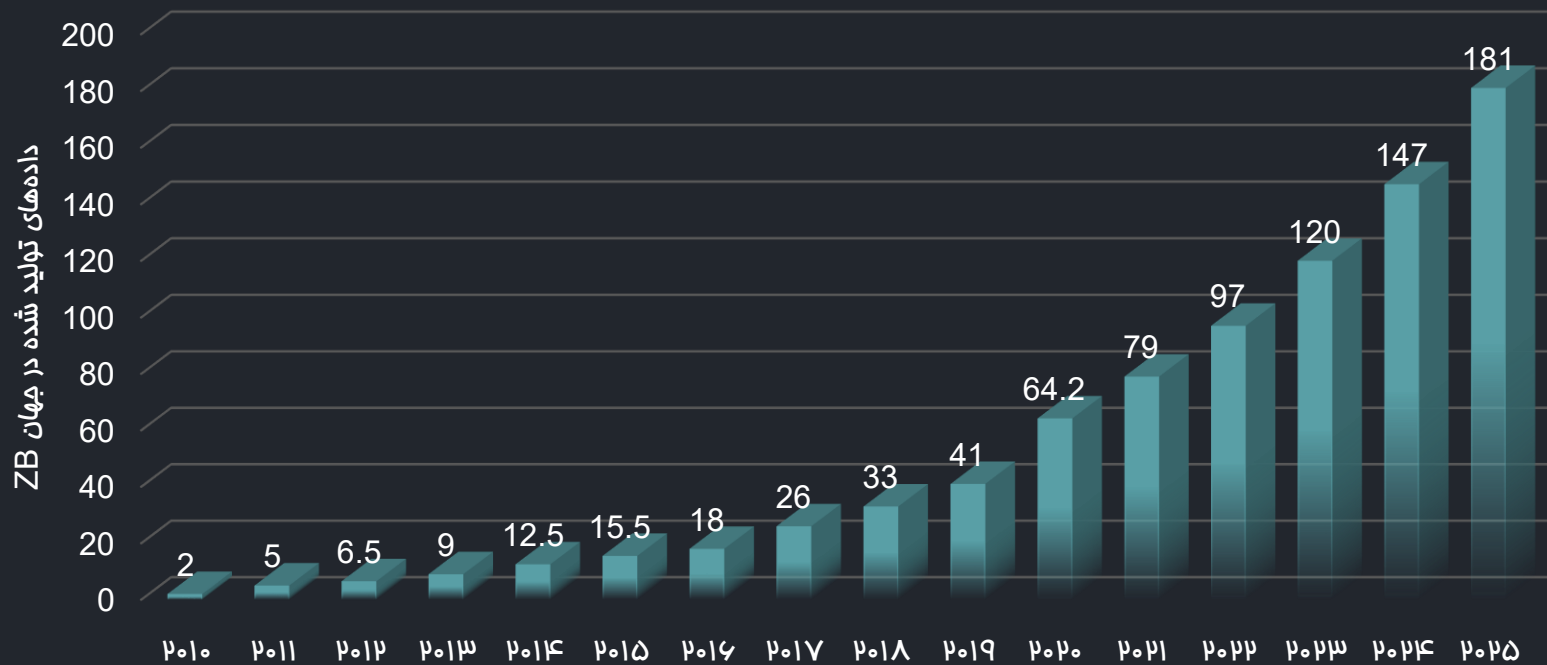
چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا شهرهای هوشمند باید از آن استفاده کنند؟

3

چگونگی؟

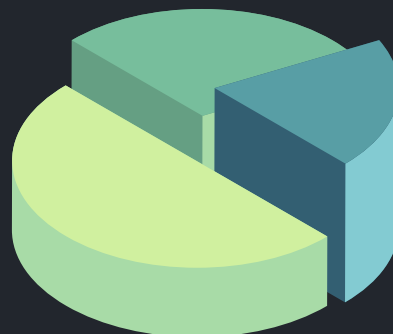
در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



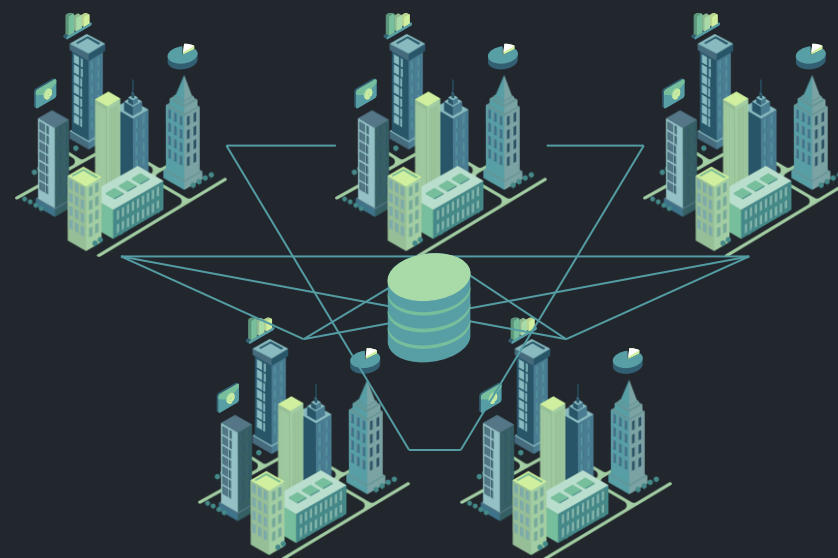
Bernard Marr & Co., & Statista. (2024).



شهر هوشمند (سام)
Smart City



علم داده
Data Science



شبکه شهرهای هوشمند
Intelligent Cities Network



۱- بهبود کیفیت زندگی مردم:

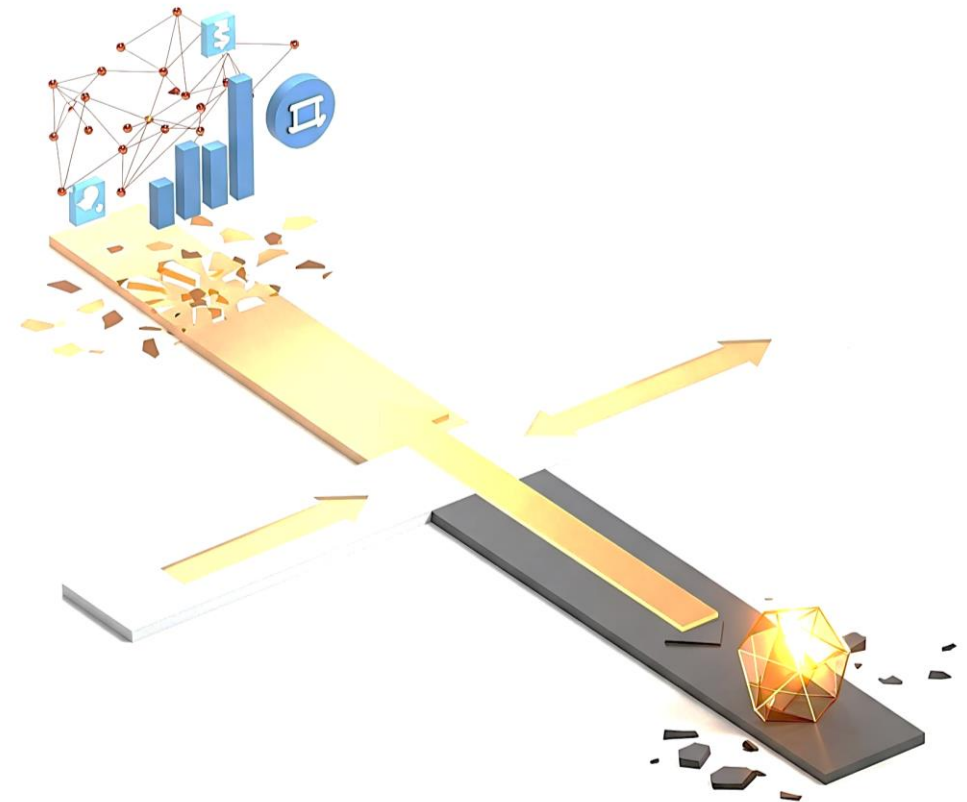
داده‌ها به شما کمک می‌کنند تا **کیفیت زندگی** افرادی که از آنها حمایت می‌کنید یا از شما حمایت می‌کنند را بهبود بخشید. بهبود کیفیت در درجه اول و مهم‌ترین دلیل استفاده‌ی سازمان‌ها از داده‌هاست. اگر در جایگاهی هستید که می‌توانید برای زندگی مردم جامعه‌تان تصمیم‌گیری کنید و یا دغدغه‌ی این وظیفه‌ی اجتماعی را دارید، یک سیستم داده موثر می‌تواند سازمان یا ساختار ذهنی شما را قادر سازد تا کیفیت زندگی مردم را بهبود بخشد.





۲- گرفتن تصمیمات آگاهانه:

داده‌ها با سپری کردن چند مرحله تحلیل، در نهایت به یک **تصمیم ارزشمند** تبدیل می‌شوند. اگر از داده‌هایی که شواهد غیرقابل انکار در بستر واقعیت ارائه می‌دهند استفاده کنیم، در نهایت به تصمیم درست بر مبنای **آگاهی** می‌رسیم. اما اگر از شواهد حکایتی، فرضیات یا مشاهدات ذهنی استفاده کنیم، درواقع باعث به هدر رفتن منابع و گرفتن تصمیم‌های مخرب شده‌ایم.





۳- جلوگیری از تبدیل چالش به بحران:

داده‌ها به شما اجازه می‌دهند تا سلامت سیستم‌های مهم در سازمان خود را **نظارت** کنید. اگر از داده‌ها برای نظارت بر کیفیت خروجی‌ها استفاده کنید، سازمان شما می‌تواند قبل از تبدیل چالش‌های احتمالی به یک **بحران تمام عیار**، به آنها پاسخ درست دهد. نظارت بر کیفیت و کارآمدی خروجی‌ها، به سازمان شما اجازه می‌دهد که بجای واکنش‌پذیر بودن، **فعال** باشد. همچنین داده‌ها از سازمان شما برای حفظ بهترین شیوه‌ها و تصمیمات در طول زمان حمایت می‌کند.





۴- کسب نتایجی که به دنبالش هستید:

داده‌ها به سازمان‌ها اجازه می‌دهند که **اثربخشی** یک استراتژی مشخص را اندازه‌گیری کنند. وقتی استراتژی‌ها برای غلبه بر یک چالش در نظر گرفته می‌شوند، جمع‌آوری داده‌ها به شما این امکان را می‌دهد تا تعیین کنید که راه‌حل شما چقدر خوب عمل می‌کند؟ و اینکه آیا رویکرد شما در بلند مدت نیاز به اصلاح یا تغییر دارد یا خیر؟





۵- یافتن راه حل برای مشکلات:

داده‌ها به سازمان‌ها اجازه می‌دهند تا به طور موثرتری **علت مشکلات** را تعیین کنند. داده‌ها به سازمان‌ها اجازه می‌دهند تا روابط بین آنچه در مکان‌ها، بخش‌ها و سیستم‌های مختلف اتفاق می‌افتد را تجسم کنند. به عنوان مثال اگر یک مجتمع تجاری بازدهی مناسبی ندارد، آیا با جابجایی ساده‌ی چند نیروی انسانی این مشکل برطرف می‌شود؟ در نظر گرفتن داده‌ها به عنوان یک نقطه، نگاه کردن به آنها در کنار هم و کشف روابط معنادار از میان این نقاط داده‌ای در راستای هدف سازمان، به ما این امکان را می‌دهد که تئوری‌های دقیق‌تری را توسعه دهیم و **راه‌حل‌های موثرتری** را ارائه کنیم.





۶- پشتیبانی از چرایی اعمال تغییرات:

داده‌ها یک جزء کلیدی برای حمایت از سیستم‌ها هستند. استفاده از داده‌ها یک **استدلال قوی** برای تغییر سیستم ارائه می‌دهد. خواه از افزایش بودجه در منابع عمومی یا خصوصی حمایت می‌کنید، یا از تغییرات در مقررات دفاع می‌کنید، آوردن دلیل قابل قبول، به شما این امکان را می‌دهد که نشان دهید **چرا** تغییرات لازم است. این مهم از طریق استفاده از داده‌ها و تحلیل‌های درست امکان‌پذیر است.





۷- متوقف کردن حدس و گمان:

داده‌ها به شما کمک می‌کنند تا **خوب** یا **بد** بودن تصمیمات را برای ذینفعان **توضیح** دهید. خواه راهبردها و تصمیمات شما نتیجه‌ای را که پیش‌بینی می‌کردید داشته باشد یا خیر، می‌توانید مطمئن باشید که رویکرد خود را بر اساس داده‌های محکم و درست اتخاذ کرده‌اید، نه بر اساس **حدس و گمان**.





۸- ایجاد رویکردهای استراتژیک:

داده‌ها **کارایی** را افزایش می‌دهند. جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل مؤثر داده‌ها به شما این امکان را می‌دهد که منابع کمیاب را به جایی که بیشتر مورد نیاز هستند هدایت کنید. اگر نارسایی در یک منطقه خدماتی خاص مشاهده شود، داده‌ها را می‌توان بیشتر تجزیه و تحلیل کرد تا مشخص شود که آیا این نارسایی گسترده است یا فقط یک محدوده‌ی خاص را شامل می‌شود؟ اگر موضوع مربوط به محدوده‌ای خاص باشد، به جای صرف هزینه‌های گزاف در کل سیستم، آیا می‌توان آموزش سازمانی، نیروی انسانی و یا سایر منابع را دقیقاً در جایی که مورد نیاز است به کار برد؟ داده‌ها همچنین سازمان‌ها را برای تعیین اینکه کدام محدوده‌ها باید نسبت به سایرین **اولویت بیشتری** داشته باشند نیز پشتیبانی می‌کنند.





۹- بهبود آگاهانه‌ی عملکرد سازمان:

داده‌ها به شما این امکان را می‌دهد که **نقاط قوت** را در سراسر سازمان خود تکرار کنید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به شما برای شناسایی برنامه‌ها، مناطق خدماتی و نیروهای انسانی با **عملکرد بالا** کمک می‌کند. هنگامی که افراد با عملکرد بالا را شناسایی کردید، می‌توانید آنها را مورد بررسی قرار داده تا راهبردهایی را طراحی کنید که به برنامه‌ها، مناطق خدماتی و افرادی که عملکرد پایینی دارند کمک کند.





۱۰- تعیین اهداف عملیاتی سازمان:

داده‌های خوب به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا خطوط پایه، معیارها و اهداف خود را برای ادامه حرکت به جلو تعیین کنند. از آنجایی که داده‌ها به شما امکان **اندازه‌گیری** را می‌دهند، می‌توانید خطوط پایه را تعیین کنید، معیارها را پیدا کنید و اهداف عملیاتی خود را تعیین کنید. خط پایه چیزی است که شرایط سازمان شما را قبل از اجرای یک راه‌حل خاص نشانه‌گذاری می‌کند. **معیارها**، وضعیت شما را نسبت به دیگران در شرایطی یکسان نشان می‌دهند. بنابراین جمع‌آوری داده‌های درست به سازمان شما این امکان را می‌دهد تا برای رسیدن به موفقیت، **اهداف عملیاتی** خود را به درستی ترسیم کرده تا به برتری قابل قبولی نسبت به رقبای خود دست یابید.





۱۱- نهایت استفاده از پول:

تأمین مالی به طور چشم‌گیری داده محور و وابسته به نتیجه است. اگر سازمانی بخواهد فرآیند تأمین مالی خود، که پیش از این مبتنی بر ارائه خدمات بود را تغییر داده و آن را مبتنی بر نتایج به‌دست‌آمده‌ی سازمان کند، باید روش‌های مبتنی بر **داده‌های شهودی** را پیاده‌سازی کند و سامانه‌هایی را برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل این نوع داده‌ها توسعه دهد. بدین ترتیب **سود اقتصادی** خود را به طور چشم‌گیری افزایش خواهد داد.



1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا در شهرهای هوشمند از آن استفاده می‌کنیم؟

3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا در شهرهای هوشمند از آن استفاده می‌کنیم؟

3

چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟



1

چیستی؟

علم داده چیست؟
عناصر اصلی آن کدام است؟

2

چرایی؟

چرا علم داده مهم است؟
چرا شهرهای هوشمند باید از آن استفاده کنند؟

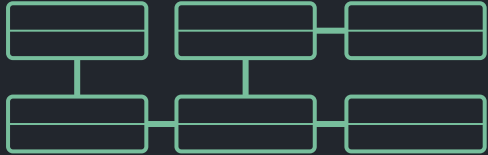
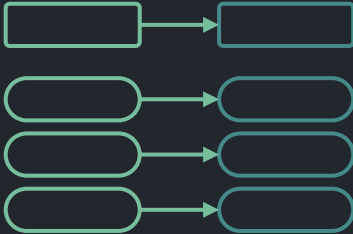
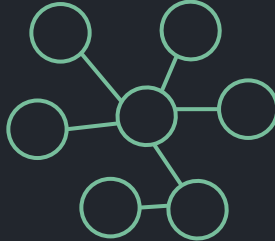
3

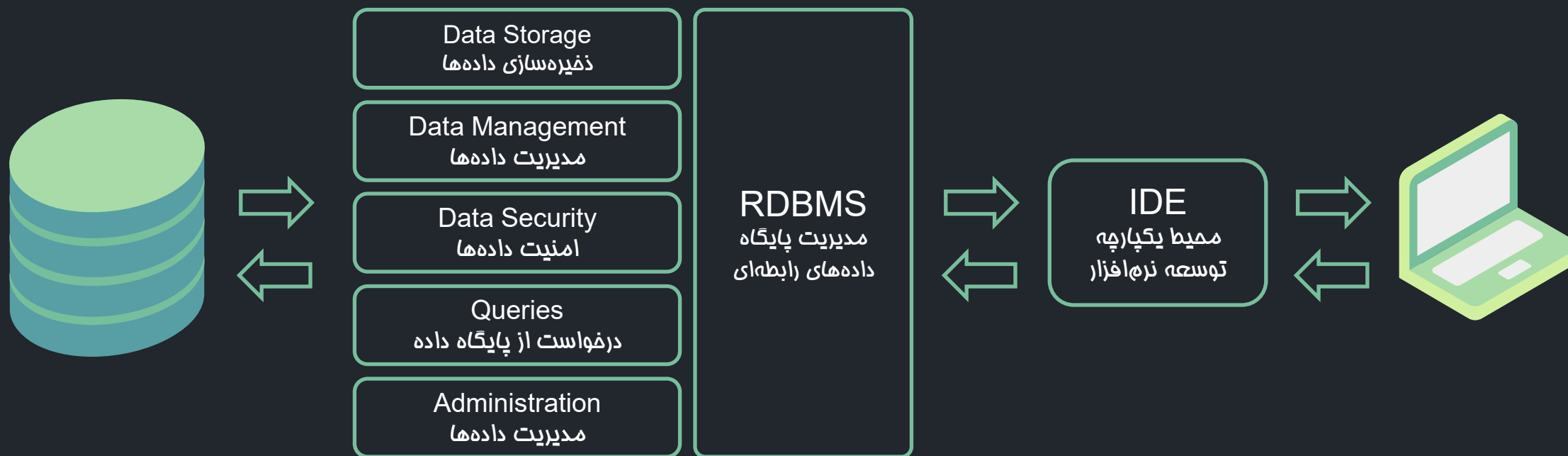
چگونگی؟

در شهرهای هوشمند، چگونه از
علم داده استفاده می‌کنیم؟

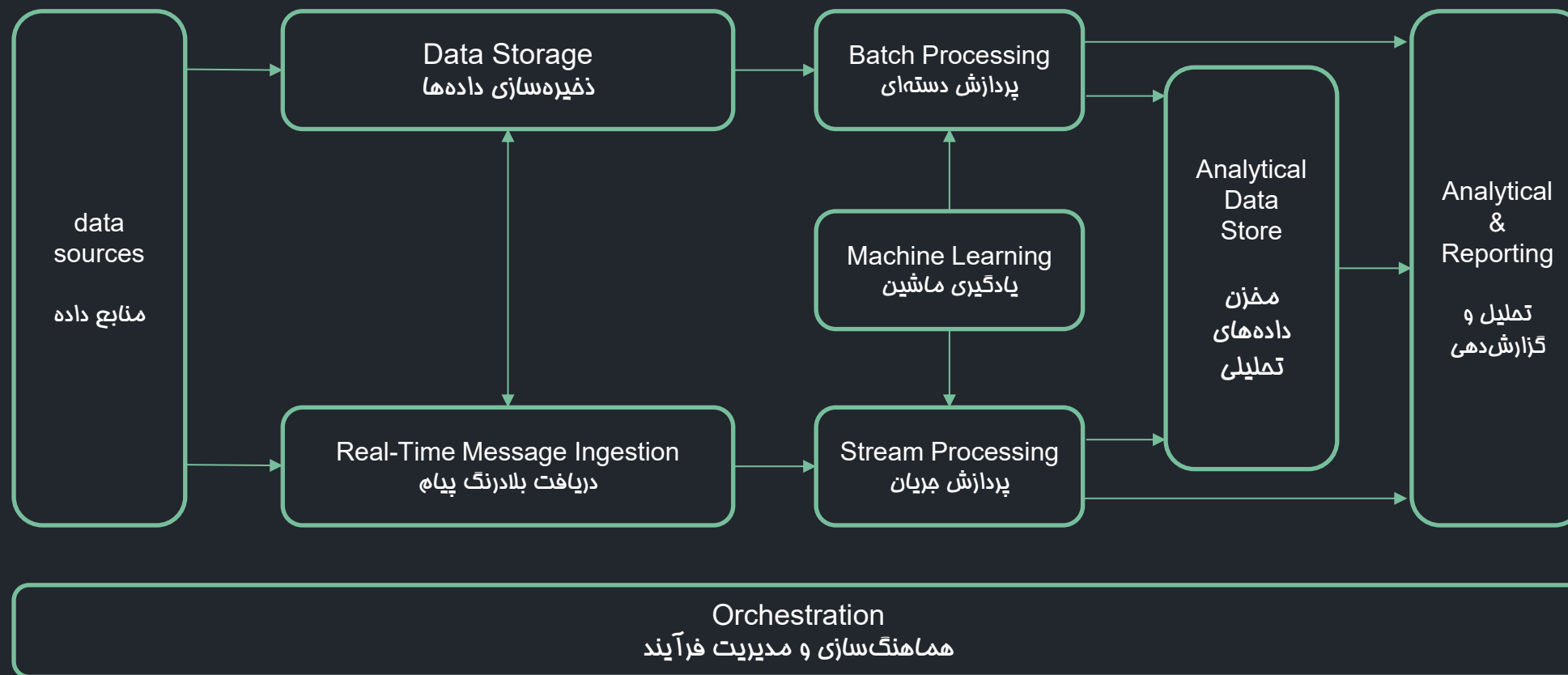


چگونگی:
انواع پایگاه‌های داده

SQL پایگاه داده رابطه‌ای	NoSQL پایگاه داده غیر رابطه‌ای	
Relational رابطه‌ای 	Key-Value کلید - ارزش 	Graph گراف 
Analytical تحلیلی 	Document اسناد 	Wide Column ستون گسترده 



RDBMS
مدیریت پایگاه داده‌های رابطه‌ای



داده‌های فضایی
Spatial Data

جغرافیا / مکان
Geography

داده‌های مکانی
Geospatial Data



چگونگی:
داده‌های مکانی



Geographic
Information System

(GIS)

داده‌های ادراکی

داده‌های کارکردی

داده‌های اجتماعی





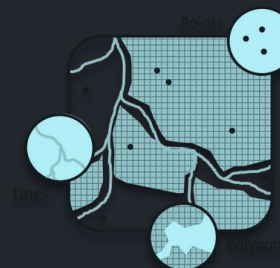
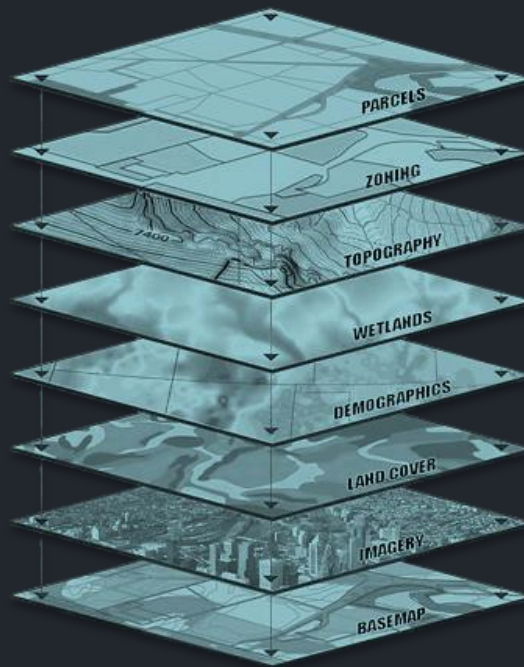
شهرهای واقعی

Real Cities



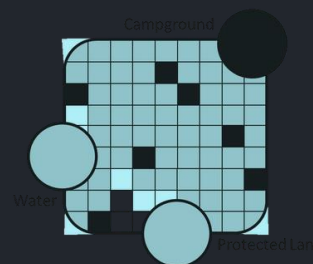
داده‌های مکانی

GIS Data



داده‌های برداری

Vector Data



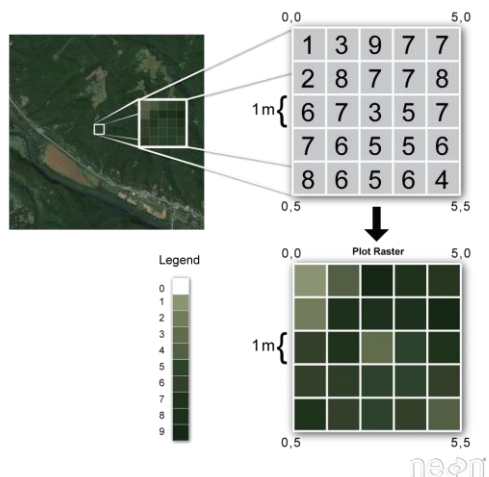
داده‌های رستری

Raster Data

چگونگی: انواع داده‌های مکانی



داده‌های رستری پیوسته Continuous Raster Data



Pleiades true-color image



OID	VALUE	COUNT	TYPE	AREA	CODE
0	1	9	Forest land	8100	FL010
1	2	5	Wetland	4500	WL001
2	3	9	Crop land	8100	CL301
3	4	11	Urban	9900	UL040

NoData



Classification image
Spectral Angle Mapper algorithm

- 0: Unclassified
- 1: Water
- 2: Sand
- 3: Grass
- 4: Trees
- 5: Shadow
- 6: Concrete
- 7: Building
- 8: Tennis Courts

داده‌های رستری گسسته Discrete Raster Data

1. Baker, L. (2020). Getting started with statistics: Data Types.
2. Bernard Marr & Co., & Statista. (2024). Global data creation growth projections via Statista.
3. Celko, J. (2012). Joe Celko's Trees and hierarchies in SQL for smarties. Elsevier.
4. Kleppmann, M. (2022, April). Making crdts byzantine fault tolerant. In Proceedings of the 9th Workshop on Principles and Practice of Consistency for Distributed Data (pp. 8-15).
5. GeeksforGeeks. (2025). Non-relational databases and their types. Retrieved from GeeksforGeeks website
6. Kitchin, R. (2021). The data revolution: A critical analysis of big data, open data and data infrastructures (2nd ed.). SAGE Publications.
7. Maślanka, D. (2024). How important is data and what can we learn from it. Webmakers.expert. <https://webmakers.expert/en/blog/how-important-is-data-and-what-can-we-learn-from-it>
8. Mwita, K. (2022). Factors to consider when choosing data collection methods. Available at SSRN 4880486.
9. Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business: what you need to know about data mining & data-Analytics thinking.
10. Shah, E. (2024). Difference Between Regression and Classification in Machine Learning. Scaler. <https://www.scaler.com/topics/difference-between-regression-and-classification/>
11. Smart City Research Lab. (2024). Research and Development Department. Iran University of Science and Technology.