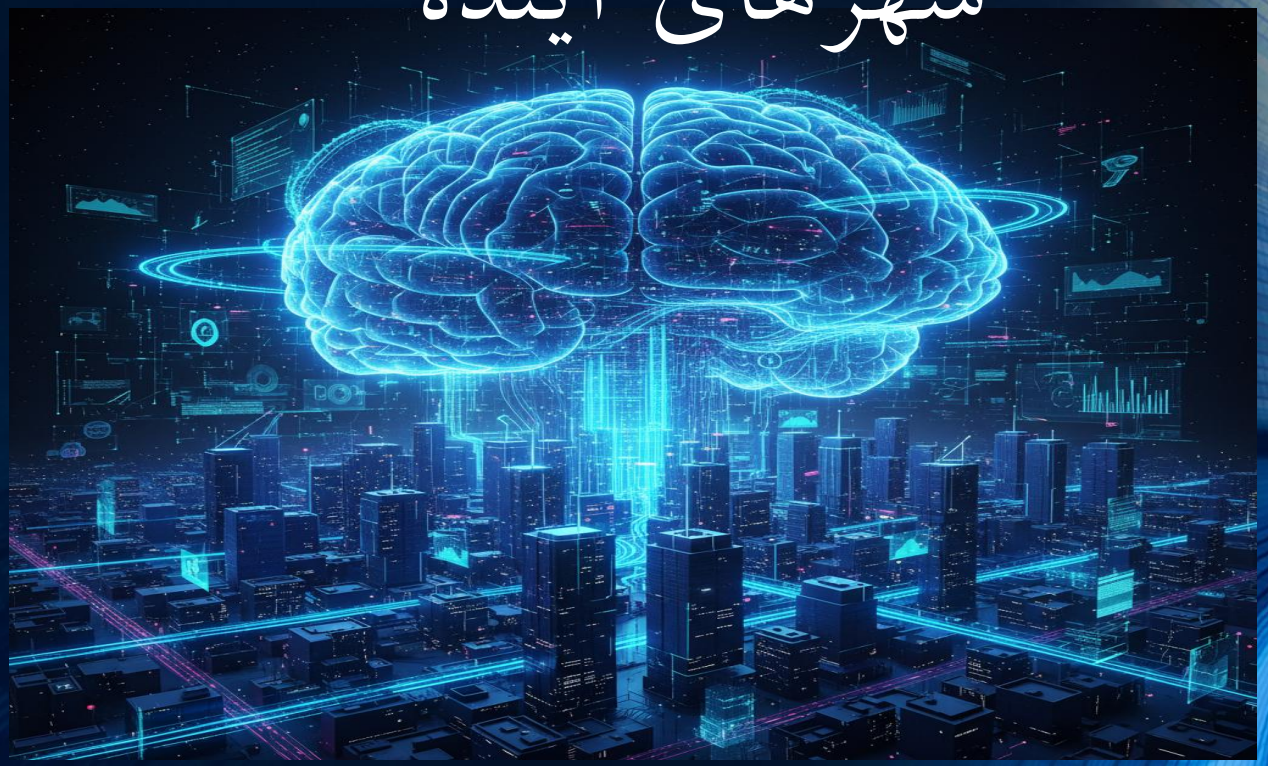
هوش مصنوعی؛ مغز دیجیتال شهرهای آینده



ارائه برای مدیران شهری و تصمیم‌سازان

هدف: تصویر کلان، مبانی علمی، کاربردها و نقشه راه

دکتر بهروز معصومی

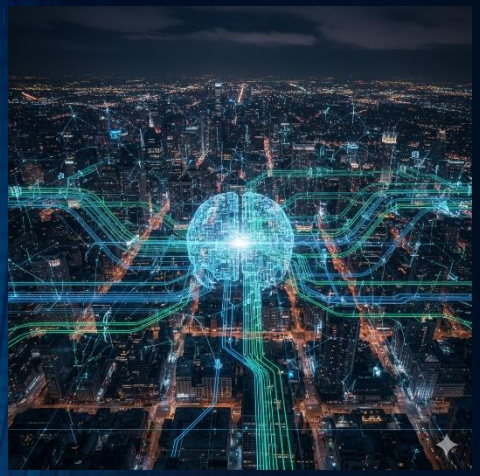
هیات علمی گروه کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

مسئول انجمن هوش مصنوعی شاخه استان قزوین

مقدمه

- آیا تا به حال فکر کرده‌اید شهر شما چقدر "باهوش" است؟
- اگر شهر می‌توانست فکر کند، چه تصمیمی می‌گرفت؟
  و آیا ما آماده‌ایم شهری داشته باشیم که خودش تصمیم بگیرد؟
- در هر ثانیه، یک شهر متوسط امروزی بیش از **۲۵۰ ترابایت داده** از حسگرها، تلفن‌ها و سامانه‌ها تولید می‌کند.
- اما فقط **کمتر از** ۵٪ آن تحلیل می‌شود.
  مغز انسان اگر چنین کند، دچار فلج شناختی می‌شود!
- شهرهای آینده دیگر نمی‌توانند بدون مغز دیجیتال، زنده بمانند

هوش مصنوعی مغز دیجیتال شهر



- تصور کنید شهر، مانند بدن انسان است. خیابان‌ها، رگ‌های خونی‌اند؛ ساختمان‌ها، اندام‌ها؛ شهروندان، سلول‌های زنده.
  اما سؤال مهم این است: مغز این بدن کجاست؟

- تا همین چند دهه پیش، شهرها مغز نداشتند.
  تصمیم‌ها بر پایه گزارش‌های گذشته گرفته می‌شد و واکنش‌ها معمولاً بعد از وقوع مشکل بود.
  اما امروز، داده‌ها در هر ثانیه از هزاران حسگر، تلفن همراه، دوربین و سامانه شهری جاری‌اند.
  اگر این داده‌ها تحلیل نشوند، شهر درست مانند بدنی است که احساس دارد ولی نمی‌فهمد.

- اینجاست که **هوش مصنوعی** وارد می‌شود — نه فقط به‌عنوان یک ابزار، بلکه به‌عنوان **مغز دیجیتال شهر**.

هوش مصنوعی مغز دیجیتال شهر

- مغزی که می‌تواند در لحظه بیاموزد، پیش‌بینی کند، هشدار دهد و تصمیم بگیرد.

- در شهرهای پیشرفته، این مغز دیجیتال در حال شکل‌گیری است.
در سئول، ترافیک پیش از ازدحام مدیریت می‌شود.
در دوبی، خدمات شهری بر اساس رفتار شهروندان بهینه می‌شود.
و در بارسلونا، انرژی و آب به‌صورت هوشمند توزیع می‌شود.

- امروز می‌خواهیم با هم ببینیم **چگونه شهرهای ما نیز می‌توانند از شهر داده‌محور به شهری با مغز دیجیتال** تبدیل شوند؛

- در ادامه، نگاهی خواهیم داشت به مراحل تکامل شهر هوشمند، مفهوم مغز دیجیتال، و نقشه‌راهی که می‌تواند شهر ما را از مصرف‌کننده داده به تصمیم‌گیرنده هوشمند تبدیل کند.

مراحل تکامل شهر هوشمند

- **۱. شهر سنتی Traditional City**
- زیرساخت‌های فیزیکی سنتی و غیرهوشمند
- خدمات شهری عمدتاً به‌صورت دستی و حضوری ارائه می‌شوند
- داده‌ها به‌صورت پراکنده و غیرمتصل نگهداری می‌شوند
- تمرکز بر ساخت فیزیکی شهر، نه کیفیت زندگی دیجیتالی
- **مثال:** مدیریت ترافیک توسط نیروهای انسانی بدون حسگر یا سیستم هوشمند.

۲. شهر دیجیتال یا الکترونیکی (Digital City / e-City)

- آغاز دیجیتالی شدن خدمات شهری
- ارائه خدمات عمومی از طریق پلتفرم‌های آنلاین (مثلاً پرداخت عوارض، دریافت مجوزها)
- زیرساخت ارتباطی (اینترنت، شبکه فیبر نوری) توسعه پیدا می‌کند
- سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پایگاه‌های داده شهری شروع به کار می‌کنند
- **ویژگی برجسته**: شهروندان با سازمان های محلی از طریق پورتال‌ها تعامل می‌کنند.

۳. شهر متصل Connected City
شهر یکپارچه Integrated City

- حسگرها، دستگاه‌ها و سیستم‌ها از طریق اینترنت اشیا IoT به هم متصل می‌شوند
- جمع‌آوری داده‌های زنده از ترافیک، هوا، مصرف انرژی و...
- شکل‌گیری «پلتفرم داده‌های شهری» برای یکپارچه‌سازی و تحلیل اطلاعات
- افزایش نقش بنگاه‌ها و استارتاپ‌ها در توسعه خدمات شهری
- **تمرکز**: اتصال زیرساخت‌ها و ایجاد جریان آزاد داده‌ها در سراسر شهر.

٤. شهر هوشمند Smart City

- تصمیم‌گیری مبتنی بر داده Data-Driven Decision Making
- استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده برای بهینه‌سازی خدمات:
  - مدیریت هوشمند ترافیک
  - انرژی پاک و مدیریت هوشمند مصرف
  - خدمات اضطراری با پاسخ سریع
- همکاری میان شهروندان، دولت و بخش خصوصی
- **نتیجه**: افزایش کارایی، پایداری و کیفیت زندگی شهروندان.

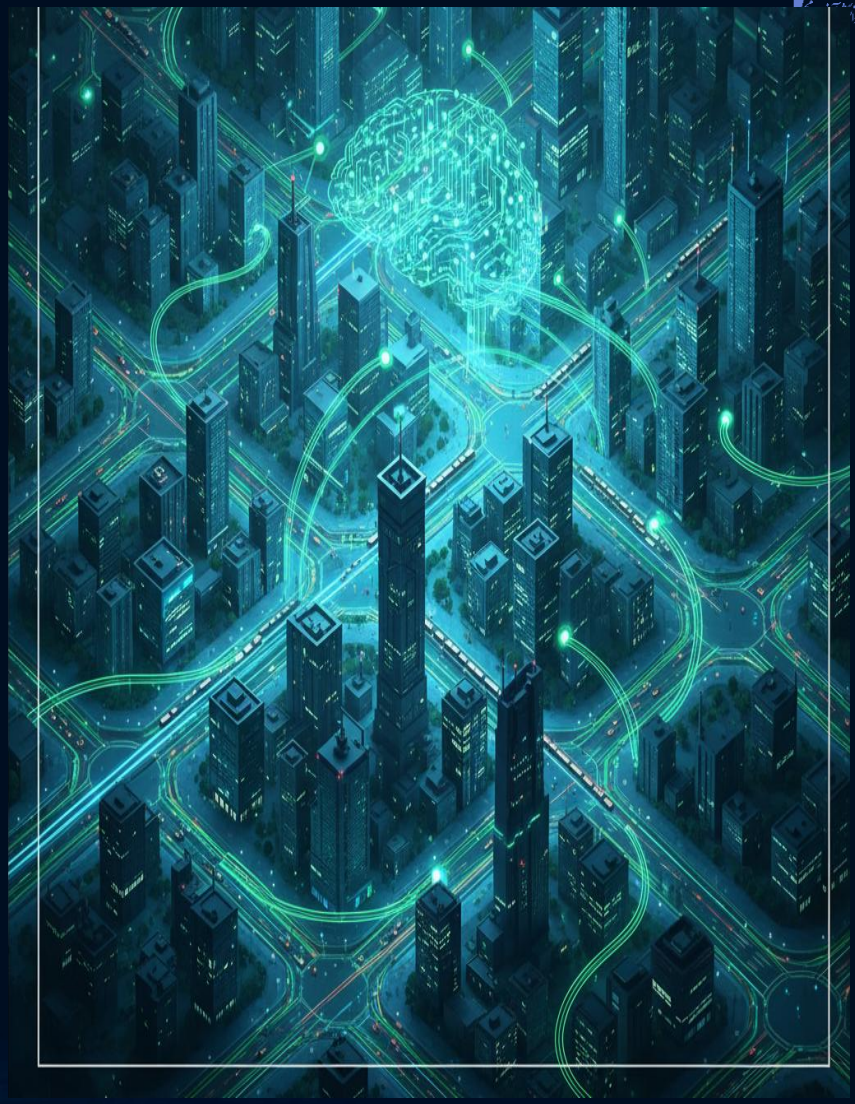
۵. شهر شناختی یا خودیادگیر
(Cognitive / Intelligent City)
Digital Brain City

- ترکیب هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، و اتوماسیون پیشرفته
- شهر خود را تحلیل می‌کند، از تجربه‌ها یاد می‌گیرد و پیشنهاد بهبود می‌دهد
- سیستم‌ها قادر به پیش‌بینی نیازها و رفتارها هستند
- شهر به‌صورت خودکار سیاست‌ها و فرآیندهای خود را تنظیم می‌کند
- **نمونه‌های پیشرفته**: سنگاپور، بارسلونا، دُبی در حال حرکت به این مرحله‌اند.

«هوش مصنوعی در شهرهای آینده؛ انتخاب یا ضرورت؟»

«شهرهای آینده تنها با زیرساخت ساخته نمی‌شوند؛ بلکه با هوش ساخته می‌شوند.»

AIبه‌عنوان لایه فهم، پیش‌بینی و اقدام



بینش کلیدی بخش اول

- **هوش مصنوعی دیگر آینده نیست؛ حال است**
- شهرهایی که امروز سرمایه‌گذاری نکنند، فردا از رقابت جهانی عقب خواهند ماند

چرا اکنون؟ نیاز به تصمیم‌گیری سریع، دقیق و پایدار

مفهوم کلیدی: مدیریت سنتی دیگر پاسخ‌گو نیست

دنیای شهری امروز پر از تغییرات لحظه‌ای است — از ترافیک و آلودگی تا مصرف انرژی.
در این محیط پویا، تصمیم‌های دیرهنگام یا اشتباه، هزینه‌های بالایی دارد.



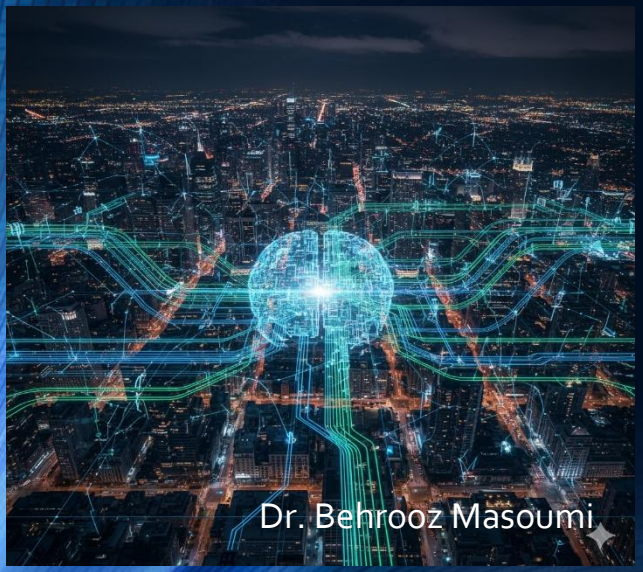
مثال‌ها:

- تنظیم ترافیک در لحظه بر اساس جریان خودروها
- هشدار پیش‌بین در بحران‌ها و بلایای طبیعی
- بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها
- نتیجه:

شهرهای امروز باید بتوانند **در لحظه بیاموزند، تحلیل کنند و تصمیم بگیرند — درست مانند یک مغز.**

معرفی هوش مصنوعی

- اگر داده‌ها نفت قرن بیست‌ویکم هستند، هوش مصنوعی پالایشگاه آن‌هاست. بدون آن، حتی بهترین داده‌ها هم فقط اطلاعات خام باقی می‌مانند.»
- هوش مصنوعی (AI) عبارت است از توانایی سیستم‌های کامپیوتری برای انجام وظایفی که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند.
- این وظایف شامل یادگیری از تجربه، تشخیص الگوها، استدلال و تصمیم‌گیری، حل مسئله و حتی درک زبان طبیعی
- انسان می‌شود.



چشم‌انداز شهر هوشمند آینده

- شهری که:
  - ✅ خودش یاد می‌گیرد و سازگار می‌شود
  - ✅ منابع را بهینه مصرف می‌کند
  - ✅ پیش از بروز مشکل، آن را حل می‌کند
  - ✅ با شهروندان تعامل می‌کند
  - ✅ پایدار، سالم و زیست‌پذیر است
- **هدف:** کیفیت زندگی بالاتر با هزینه کمتر



انواع هوش مصنوعی از نظر کاربرد

- ۱. **Narrow AI (هوش مصنوعی محدود) هوش تخصصی در یک کار**

- هوش‌های تخصصی که برای انجام یک یا چند وظیفه مشخص طراحی و بهینه شده‌اند. این سیستم‌ها خارج از دامنه تعریف‌شده توانایی «درک عمومی» یا «استدلال گسترده» ندارند.
  - **مدیریت ترافیک هوشمند:**
  - **مدیریت پسماند:۰**
  - **ایمنی و نظارت شهری:**
  - **خدمات شهروندی هوشمند:**
  - **حمل‌ونقل عمومی**



۲. AGI (هوش عمومی مصنوعی)
چند منظوره مثل انسان

- سیستمی با قابلیت درک، یادگیری و حل مسئله در دامنه‌های گوناگون، مشابه انعطاف‌پذیری شناختی انسان. می‌تواند دانش را بین حوزه‌ها منتقل کند و برای مسائل تازه، بدون آموزش‌های بسیار تخصصی، راه‌حل تولید کند.

هماهنگ‌ساز کلان شهر:

- یک «مغز دیجیتال» که هم‌زمان سیاست‌های ترافیک، انرژی، آب، امنیت، امداد، سلامت و اقتصاد شهری را با هم بهینه کند؛ تضاد اهداف را درک کرده و مصالحه چندهدفه انجام دهد.

- **مدیر بحران چنددامنه‌ای**
- **برنامه‌ریز شهری تطبیقی**

- **وضعیت:** هنوز محقق نشده است؛ نمونه‌های کنونی به‌صورت محدود به AGIنزدیک می‌شوند اما به معنای واقعی «عمومی» نیستند.



۳. Super AI (ابرهوش مصنوعی) فراتر از انسان

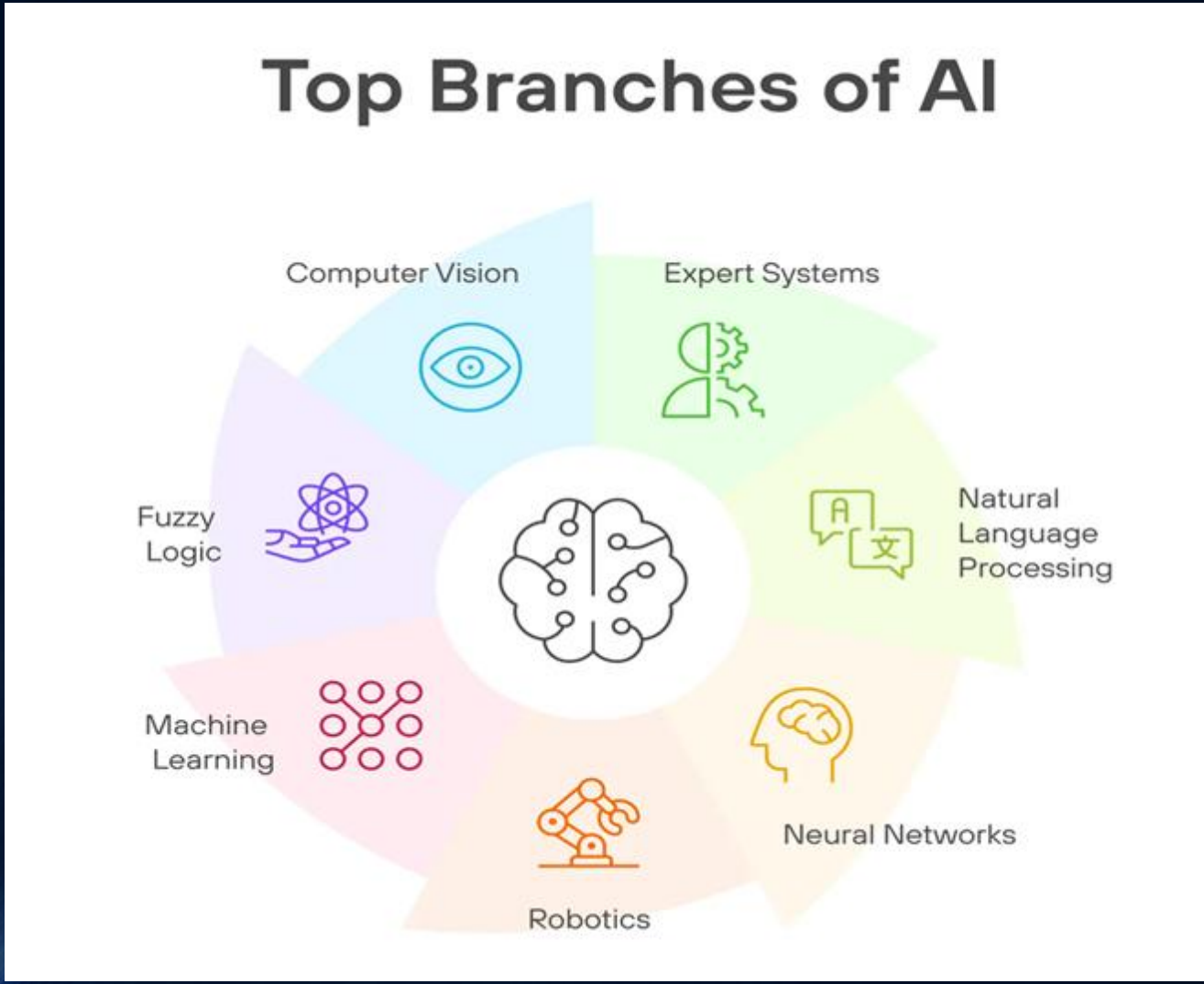
- هوشی که در اغلب ابعاد شناختی از انسان فراتر می‌رود: استدلال، خلاقیت، برنامه‌ریزی، و حتی درک اجتماعی. توانایی حل مسائل بسیار پیچیده با مقیاس و سرعتی بسیار بالاتر از انسان.
- **بهینه‌سازی فرا-سیستمی شهر-منطقه:**
- همزمان بهینه‌سازی شهر و پیرامون آن (اکوسیستم، کشاورزی، صنعت، حمل‌ونقل فراشهریَ) با درنظرگرفتن اثرات موجی و تعادل‌های اکولوژیک-اقتصادی.
- **طراحی زیرساخت‌های نوظهور:**
- ابداع معماری‌های حمل‌ونقل، انرژی و آب با کارایی نزدیک به حد فیزیکی، پیش‌بینی اثرات اجتماعی-اخلاقی و اعمال سیاست‌های محافظه‌کارانه برای کاهش ریسک.

- وضعیت: فرضی/آینده‌نگر؛ هنوز وجود خارجی ندارد و موضوع بحث‌های فنی، اخلاقی و حکمرانی است.

جمع‌بندی کاربرد در شهرهای هوشمند

- **امروز**: بیشتر کاربردها Narrow AIهستند (کنترل ترافیک، صرفه‌جویی انرژی، نظارت، خدمات شهروندی).
- **آینده نزدیک**: حرکت به سمت سیستم‌های چندعاملی و انتقال دانش میان حوزه‌ها؛ قدم‌هایی به سمت AGI
- **آینده دور**: اگر Super AIمحقق شود، شهرها به سیستم‌های خودبهینه‌گر با مدیریت یکپارچه و پیش‌بینی بسیار دقیق تبدیل خواهند شد؛ که نیازمند چارچوب‌های قوی حکمرانی، شفافیت، و ایمنی است.

شاخه های هوش مصنوعی



مبانی یادگیری ماشین Machine Learning - ML

- یادگیری ماشین زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی است که در آن سیستم‌ها از داده‌ها الگو یاد می‌گیرند و بدون برنامه‌نویسی صریح، عملکرد خود را بهبود می‌دهند.
- فرآیند آموزش الگوریتم‌ها با داده‌های گذشته برای ایجاد مدل‌هایی که می‌توانند پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری کنند.
- یادگیری ماشین در واقع ستون اصلی «هوش مصنوعی شهری» است؛ چون همان مغزی است که از **داده‌ها الگو می‌گیرد و تصمیم می‌سازد.**

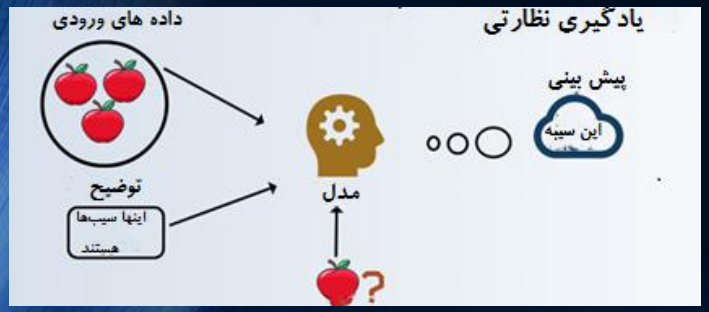


دسته بندی روشهای یادگیری ماشین:

- ۱. یادگیری با نظارت (Supervised Learning)
- ۲. یادگیری بدون نظارت (Unsupervised Learning)
- ۳. یادگیری تقویتی (Reinforcement Learning)

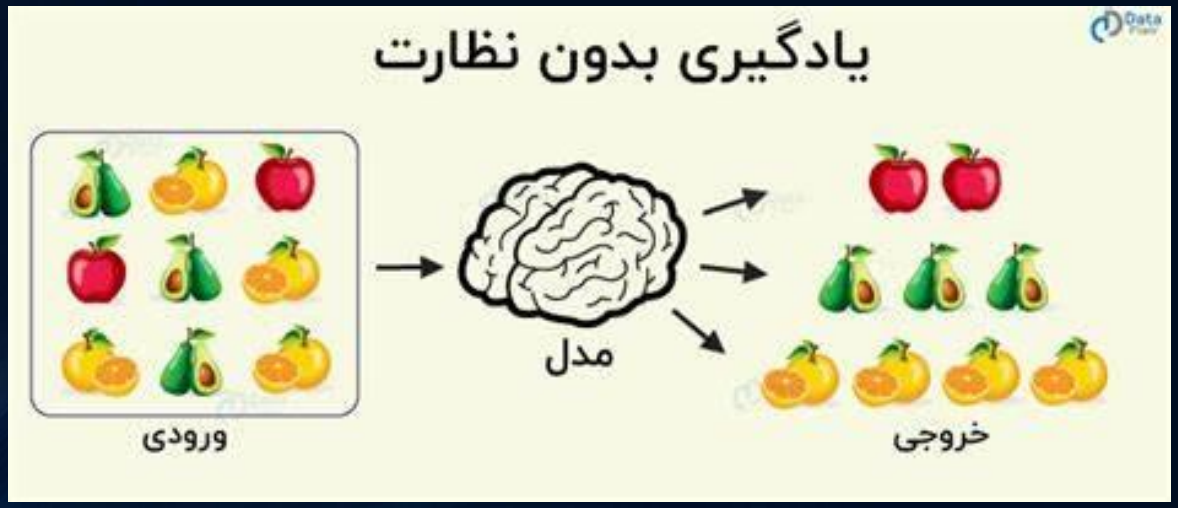
دسته بندی روشهای یادگیری ماشین

- **یادگیری با نظارت**
- **توضیح** :آموزش مدل با داده‌های برچسب‌گذاری شده
- **اصول علمی** :رگرسیون، طبقه‌بندی، و تعمیم‌دهی
- **کاربردها در شهرهای هوشمند**
  - ۱. مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل
  - ۲. کنترل مصرف انرژی
  - ۳. امنیت و نظارت شهری



یادگیری بدون نظارت :

- کشف الگوهای پنهان
- **اصول علمی** :خوشه‌بندی، کاهش ابعاد، و کشف الگو
- در شهرهای هوشمند، به‌خاطر حجم عظیم داده‌های حسگرها، تردد، انرژی و خدمات شهری، این رویکرد بسیار کاربردی است.

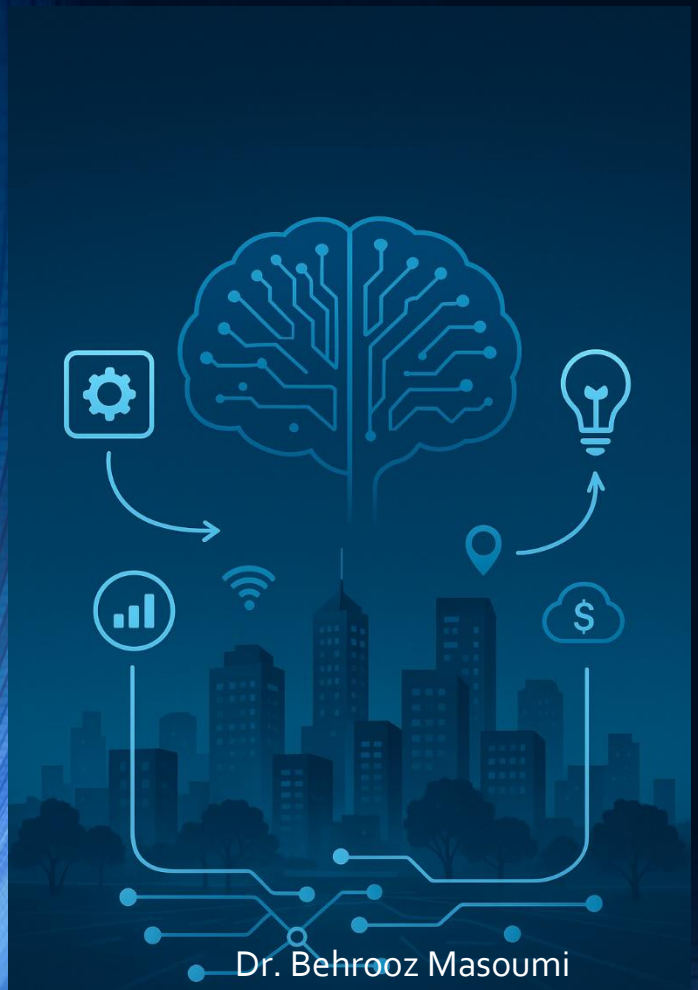


یادگیری بدون نظارت: چند مثال در شهر هوشمند

- **۱) مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل**
- **خوشه‌بندی الگوهای سفر**: استفاده از K-Means یا DBSCAN روی داده‌های GPS/CCI برای شناسایی کریدورهای پرتردد، الگوهای رفت‌وآمد، و تقسیم‌بندی مناطق مبدأ–مقصد.
  - ارزش: بهینه‌سازی مسیر اتوبوس، زمان‌بندی چراغ‌ها، طراحی خطوط BRT.
- **کشف ناهنجاری در جریان ترافیک**: Isolation Forest، انسداد یا کارگاه‌های پیش‌بینی‌نشده.
- **۲) انرژی و آب هوشمند**
  تقسیم‌بندی پروفایل مصرف مشترکان: K-Means، GMM روی قرائت‌های کنتورهای هوشمند
- **۳) ایمنی و پایش شهری**
- **خوشه‌بندی الگوهای رویدادهای ۱۱۰/۱۲۵/۱۱۵:**

یادگیری تقویتی

- **یادگیری تقویتی** : الگوریتم از طریق آزمون و خطا و دریافت بازخورد یاد می‌گیرد.
  - یادگیری از طریق تعامل با محیط
  - **اصول علمی** :تعامل با محیط، پاداش و تنبیه، بهینه‌سازی سیاست
- **کاربردها در شهرهوشمند :**
  - بهینه‌سازی عملکرد پمپاژ
  - کنترل هوشمند فرآیندهای تصفیه
  - مدیریت مخازن آب



کاربردهای یادگیری تقویتی در شهر هوشمند

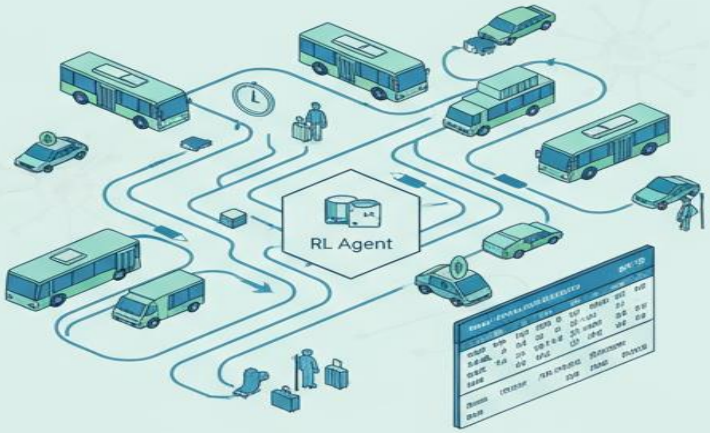
1) Adaptive Traffic Light Control

۱) کنترل تطبیقی چراغ‌های راهنمایی

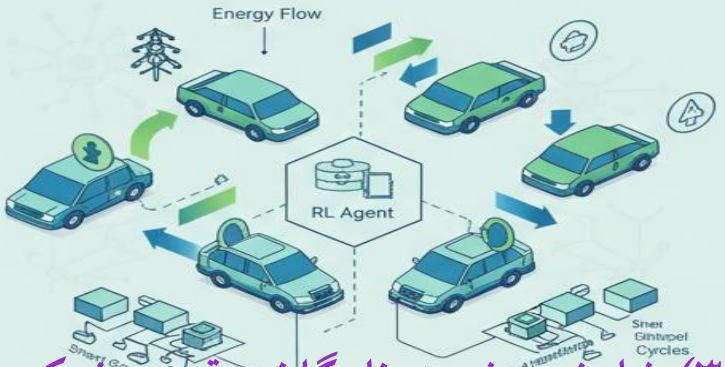


۲) زمان‌بندی ناوگان حمل‌ونقل عمومی و اشتراک

2) Public and Shared Transportation Fleet Scheduling



3) Smart Charging of Electric Vehicle Fleet and V2G (Vehicle-to-Grid)



۳) شارژ هوشمند ناوگان برقی و شبکه V2G

4) Building and Microgrid Energy Management



٤) مدیریت انرژی ساختمان و ریزشبکه‌ها

کاربردهای یادگیری تقویتی در شهر هوشمند

- ۵) مسیردهی و اعزام اضطراری (آتش‌نشانی/اورژانس/پلیس)

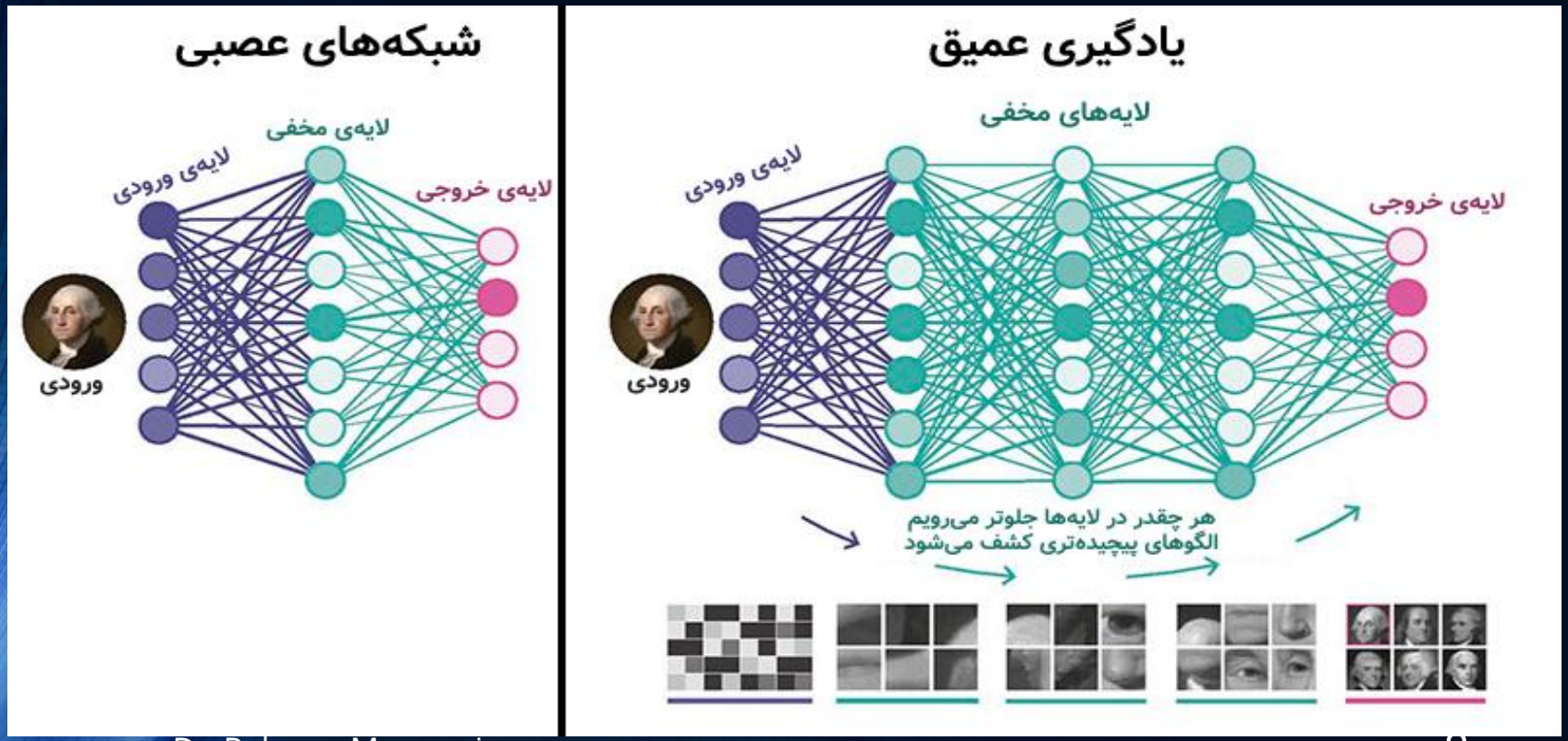


- 6) کنترل جریان عابر و دوچرخه در فضاهای پرتراکم



یادگیری عمیق (Deep Learning): انقلابی در AI

- **یادگیری عمیق** روشی پیشرفته از هوش مصنوعی است که مانند مغز انسان با استفاده از شبکه‌ای از «نورون‌های مصنوعی» (شبکه عصبی) کار می‌کند.



مزایای علمی یادگیری عمیق :

- استخراج خودکار ویژگی‌ها
- قابلیت مدل‌سازی روابط بسیار پیچیده
- عملکرد فوق‌العاده در داده‌های حجیم و ناهمگن
- **چالش‌های محاسباتی** :نیاز به سخت‌افزار قدرتمند و داده‌های فراوان
- یادگیری عمیق با توانایی استخراج خودکار ویژگی‌ها از داده‌های حجیم و چندوجهی (ویدئو، صوت، متن، سری زمانی، داده مکانی-زمانی) هسته‌ی بسیاری از سرویس‌های شهر هوشمند است.

کاربردهای یادگیری عمیق در شهرهای هوشمند

حمل‌ونقل و ترافیک هوشمند

- **بینایی ماشین برای معابر**
  - وظایف: تشخیص وسیله نقلیه و عابر object detection، ردیابی چندهدفه MOT، تشخیص رخداد (تصادف، توقف غیرمجاز).
  - مدل‌ها: YOLOv8/YOLOv9, Detectron2 Faster/Mask R-CNN, برای ردیابی، I3D, X3D, SlowFast برای ویدئو.
  - خروجی‌ها: شمارش تردد، سرعت برآوردی، نقض چراغ، پلاک‌خوانی (در صورت مجوز قانونی).

کاربردهای یادگیری عمیق در شهرهای هوشمند

- **نمونه‌های جهانی:**
- **🚗 سئول:**
  - سامانه TOPISبرای کنترل ترافیک با یادگیری ماشین
- **✅ TOPISدقیقاً چیست؟**
- **یک مرکز فرماندهی هوشمند حمل‌ونقل شهری** که داده‌های لحظه‌ای ترافیک را از منابع مختلف جمع‌آوری و تحلیل می‌کند:



کاربردهای یادگیری عمیق در شهرهای هوشمند

- **سنگاپور:**
- سیستم پیش‌بینی ازدحام با هوش مصنوعی



یستم پیش‌بینی ازدحام مبتنی بر هوش مصنوعی **سنگاپور**

- **ویژگی‌های کلیدی سیستم:**
  - **پیش‌بینی پیشرفته** – الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی ازدحام تا ۳۰ دقیقه آینده
  - **تحلیل چندمنبعی** – ترکیب داده‌های دوربین، سنسور، GPS، و حتی داده‌های آب‌وهوا
  - **نقشه‌های حرارتی لحظه‌ای** – نمایش تراکم ترافیک در نقاط مختلف شهر
  - **هشدار زودهنگام** – اطلاع‌رسانی به رانندگان قبل از تشکیل ترافیک سنگین
  - **بهینه‌سازی مسیر** – پیشنهاد مسیرهای جایگزین بر اساس پیش‌بینی‌ها
  - **یادگیری مستمر** – بهبود مدل‌ها با داده‌های جدید و الگوهای فصلی
- این سیستم به عنوان بخشی از برنامه " Smart Nation" سنگاپور، موفق به کاهش قابل توجه زمان سفر و بهبود کیفیت زندگی شهروندان شده است.

کاربردهای یادگیری عمیق در شهرهای هوشمند

- 🚆 تهران:
- سامانه کنترل ترافیک
- هوشمند ITS

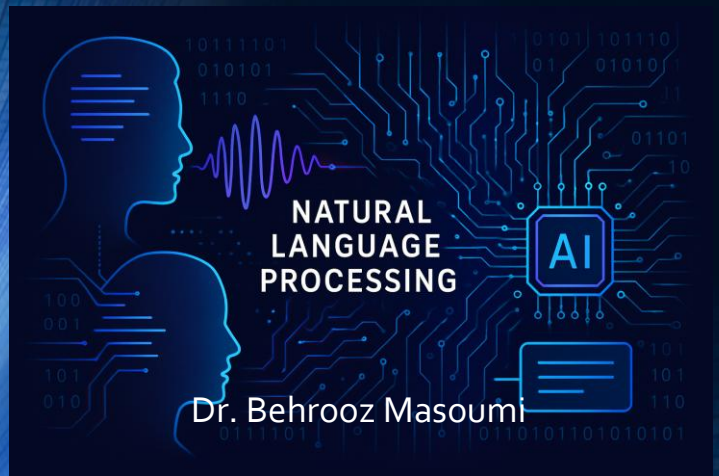


ویژگی‌های سامانه ITSتهران:

- **سیستم SCATS** - سامانه کنترل تطبیقی هماهنگ چراغ‌های راهنمایی که ۲۴/۷ فعال است
- **مرکز کنترل پیشرفته** – نظارت لحظه‌ای بر وضعیت ترافیک از طریق صفحات نمایش بزرگ و سیستم‌های تحلیل داده
- **دوربین‌ها و سنسورها** – شبکه گسترده‌ای از تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات ترافیک
- **کنترل هوشمند تقاطع‌ها** – مدیریت خودکار زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی بر اساس حجم ترافیک
- **مدیریت ناوگان حمل‌ونقل عمومی** – هماهنگی و پیگیری اتوبوس‌ها و سایر وسایل نقلیه عمومی
- **اطلاع‌رسانی به شهروندان** – ارائه اطلاعات زنده ترافیک و مسیریابی

پردازش زبان طبیعی(NLP)

- **پردازش زبان طبیعی** شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که به کامپیوتر کمک می‌کند زبان انسان (متن یا گفتار) را متوجه شود، تحلیل کند و حتی پاسخ مناسب بدهد.
- فناوری‌های مرتبط با تعامل بین کامپیوترها و زبان انسانی.
- پیشرفت‌های اخیر در این حوزه، به ویژه با ظهور مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs) مانندGPT ، تحولی در تعامل انسان–ماشین ایجاد کرده ا
- .



کاربردهای NLP در شهرهای هوشمند

- **دستیار شهروندی چندزبانه:** پاسخ خودکار به پرسش‌ها، راهنمایی خدمات شهری، ترجمه بلادرنگ برای گردشگران
- **گزارش‌گیری هوشمند مشکلات شهری:** پردازش توصیف متنی/صوتی شهروندان (چاله، روشنایی، آلودگی صوتی) و مسیربندی خودکار درخواست‌ها
- **پایش احساسات و افکار عمومی:** تحلیل شبکه‌های اجتماعی و نظرات برای رصد رضایت، بحران‌های نوظهور، و اولویت‌بندی سیاست‌ها
- **تحلیل مکالمات ۱۳۷:** خوشه‌بندی موضوعات، تشخیص قصد و موجودیت‌ها، استخراج KPIها برای بهبود کیفیت پاسخ‌گویی

کاربردهای NLP در شهرهای هوشمند

- **مانیتورینگ ایمنی و بحران**: کشف زودهنگام رخدادها از پیام‌ها/تماس‌ها، خلاصه‌سازی گزارش‌های امدادی چندمنبعی
- **جست‌وجوی معنایی اسناد شهری**: بازیابی مبتنی بر معنا از آیین‌نامه‌ها، نقشه‌ها، قراردادها، و مصوبات
- **اتوماسیون اداری**: خلاصه‌سازی مکاتبات، تولید پیش‌نویس نامه‌ها/گزارش‌ها، استخراج داده‌های ساخت‌یافته از فرم‌ها

بینایی ماشین (Computer Vision)

- بینایی **ماشین** به ماشین‌ها امکان می‌دهد تصاویر و ویدئوها را درک و تفسیر کنند، مشابه سیستم بینایی انسان.
- **مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل**
  - تشخیص تراکم، تصادف، توقف‌های غیرمجاز از ویدئو
  - کنترل تطبیقی چراغ‌ها، اولویت‌بندی مسیر امدادی‌ها
  - شمارش خودکار وسایل نقلیه، تشخیص نوع خودرو و پلاک‌خوانی
- **ایمنی و نظارت شهری**
  - تشخیص رخدادهای غیرعادی (تجمع، درگیری، رهاسازی شیء)
  - تشخیص عبور از خطوط امن، ورود غیرمجاز به مناطق حساس
  - ردیابی افراد مفقود/اشیای گمشده با حریم‌خصوصی-محور

بینایی ماشین (Computer Vision)

- **پارکینگ هوشمند**
  - تشخیص اشغال بودن جای پارک و هدایت لحظه‌ای
  - تشخیص تخلفات پارک دوبله و رزرو غیرمجاز
- **مدیریت پسماند**
  - پایش پرشدگی سطل‌ها با دوربین لبه‌ای
  - شناسایی نوع پسماند برای تفکیک و کنترل آلودگی
- **حوادث و بحران**
  - کشف آتش‌سوزی/دود از دوربین‌ها و پهپادها
  - ارزیابی خسارت پس از بحران با تصاویر هوایی

نقش داده، الگوریتم و توان محاسباتی

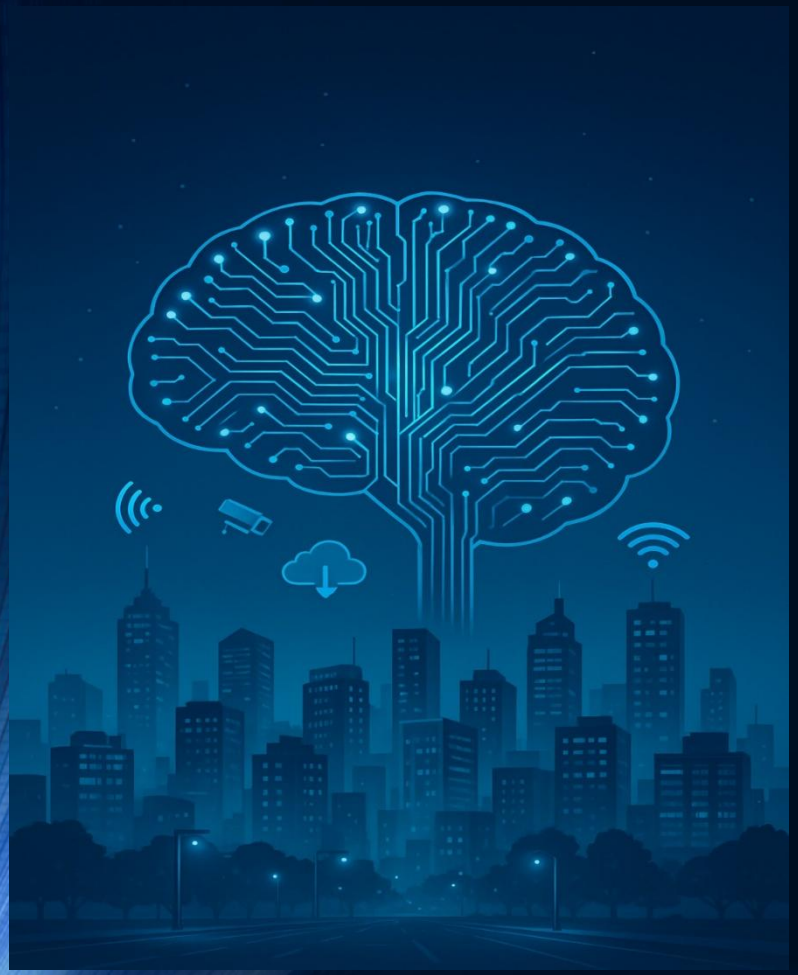
- **سه رکن اصلی هوش مصنوعی:**
  - **داده:** سوخت هوش مصنوعی
  - کیفیت > کمیت
  - داده تمیز = نتیجه دقیق
  - **الگوریتم:** مغز سیستم
  - انتخاب روش مناسب برای هر مسئله
  - **توان محاسباتی:** عضله سیستم
  - GPU، TPUو محاسبات ابری

هوش مصنوعی به‌عنوان مغز دیجیتال شهر



- **مفهوم مغز دیجیتال شهری**
- در شهرهای هوشمند، حجم عظیمی از داده از حسگرها، سامانه‌های نظارتی، خدمات شهری و شهروندان تولید می‌شود.
- **شهر به‌عنوان یک موجود زنده هوشمند**
- هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، همانند **مغز مرکزی شهر** عمل می‌کند که این داده‌ها را به دانش و تصمیم قابل‌اجرا تبدیل می‌کند.

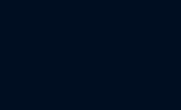
شهر: سیستمی زنده و متصل



دیدگاه جدید به شهر:

- شهر = ارگانیسم پیچیده با اجزای مرتبط
- هر بخش با بخش دیگر تعامل دارد
- سلامت کل به سلامت اجزا بستگی دارد
- **نقش مغز دیجیتال:**
- هماهنگی بین تمام بخش‌ها برای عملکرد بهینه
-

هوش مصنوعی به‌عنوان مغز دیجیتال شهر

-  **چرا تشبیه به مغز:**
- حسگرها = گیرنده‌های حسی شهر
- سامانه‌های پردازش داده = شبکه عصبی
- مرکز تصمیم‌گیری شهری = قشر مغز
- خروجی تصمیم‌ها (مانند تنظیم ترافیک یا هشدار محیط‌زیستی) = پاسخ عصبی

حسگرها: چشم و گوش شهر

- **IoTشهری شامل:**
- 🌡️ سنسورهای محیطی (دما، کیفیت هوا، رطوبت)
🚗 حسگرهای ترافیکی (دوربین، حلقه مغناطیسی)
💧 سنسورهای زیرساخت (فشار آب، نشت گاز)
🚮 حسگرهای پسماند (سطح پر شدن مخزن)
👥 سنسورهای جمعیت (WiFi tracking، بلوتوث)
- **هدف:** دید ۳۶۰ درجه از وضعیت شهر

از داده تا تصمیم: مسیر پردازش هوش مصنوعی

- **داده‌برداری** (Data Collection): از حسگرها، اپ‌ها و دوربین‌ها
- **پیش‌پردازش** (Preprocessing): حذف خطا، نرمال‌سازی داده‌ها
- **تحلیل** (Analytics): استفاده از مدل‌های ML برای پیش‌بینی و کشف الگو
- **بصری‌سازی** (Visualization): نمایش در داشبورد مدیریتی
- **تصمیم‌سازی** ارائه پیشنهادها به مدیران
- **خودکارسازی** (Automation): اجرای خودکار برخی تصمیم‌ها (مثلاً در کنترل ترافیک)

از شهر هوشمند تا شهر خودآموز

- مرحله بعدی در تکامل شهر هوشمند، **شهر خودآموز (Self-Learning City)** است؛ شهری که داده‌های گذشته را تحلیل کرده و تصمیم‌های خود را به‌مرور بهینه می‌کند — مانند مغزی که تجربه می‌آموزد.
- 📌 **مثال:**
- اگر سامانه ترافیک شهری تشخیص دهد در روزهای بارانی مسیر خاصی پرترافیک‌تر می‌شود، به‌صورت خودکار مسیرهای جایگزین را پیشنهاد و سیگنال‌ها را بازتنظیم می‌کند.

چشم‌انداز آینده

- در چشم‌انداز آینده، هوش مصنوعی نه‌تنها تحلیل‌گر داده‌ها، بلکه **طراح** و **راهبر** **تصمیم‌های شهری** خواهد بود.
شهری که بتواند بیندیشد، بیاموزد و واکنش نشان دهد، به معنای واقعی **دارای** **مغز دیجیتال** است.

تأثیر هوش مصنوعی بر آینده شهرها

- هوش مصنوعی در شهرها از نقش «ابزار تحلیلی» عبور کرده و به «زیرساخت تصمیم‌سازی و اقدام» یا موتور تصمیم ساز شهری تبدیل می‌شود.
- اثرات آن در سه لایه اصلی قابل مشاهده است:
  - خدمات شهری،
  - حاکمیت داده و اقتصاد شهری،
  - تجربه شهروندی.

هوش مصنوعی در شهرهای آینده

- هوش مصنوعی در شهرهای آینده نه فقط ابزاری فناورانه، بلکه **عامل تحول ساختاری در مدیریت شهری** است.

این فناوری با ترکیب داده، یادگیری و تصمیم، شهری خلق می‌کند که:

- **پیش‌بین به‌جای واکنشی،**
- **یکپارچه به‌جای جزیره‌ای،**
- و **یادگیرنده به‌جای ایستا** است.

چالش‌ها، الزامات و ملاحظات در مسیر شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی

- پیاده‌سازی «مغز دیجیتال شهر» صرفاً یک پروژه فناورانه نیست؛ بلکه **تحولی نهادی، فرهنگی و اخلاقی** در شیوه‌ی تصمیم‌گیری شهری است.
هرچند هوش مصنوعی فرصت‌های بزرگی ایجاد می‌کند، اما اگر بدون چارچوب، داده‌ی سالم و زیرساخت انسانی پیاده شود، می‌تواند به بی‌اعتمادی، تبعیض یا حتی ناپایداری منجر شود.

چالش‌های فنی و داده‌ای

- **۱. کیفیت و دسترسی به داده‌ها:**
- داده‌های شهری اغلب ناقص، پراکنده یا ناهم‌فرمت هستند.
- نبود استانداردهای داده، مانع از اتصال سامانه‌ها می‌شود.
- **۲. یکپارچگی سامانه‌ها:**
- دستگاه‌های مختلف شهری (حمل‌ونقل، آب، انرژی، محیط‌زیست) اغلب جزیره‌ای عمل می‌کنند.
- اتصال آنها به یک مغز دیجیتال نیازمند معماری داده‌ی منسجم است.
- **۳. امنیت سایبری:**
- افزایش نقاط اتصال، سطح حملات سایبری را بالا می‌برد.
- حفاظت از داده‌ها و سامانه‌ها باید در اولویت باشد.

چالش‌های مدیریتی و سازمانی

- **۱. نبود ساختار بین‌بخشی:**
- تصمیم‌های شهری معمولاً بین چند نهاد تقسیم شده‌اند.
- هوش مصنوعی نیازمند تصمیم‌گیری یکپارچه است.
- **۲. کمبود مهارت انسانی:**
- مدیران شهری و کارشناسان اغلب آموزش داده‌محور ندیده‌اند.
- «شهر هوشمند» بدون «مدیر هوشمند» پایدار نیست.
- **۳. مقاومت فرهنگی و نهادی:**
- پذیرش فناوری‌های جدید نیاز به تغییر در ذهنیت و فرایندها دارد.

چالش‌های حقوقی و اخلاقی

- **۱. حفظ حریم خصوصی شهروندان:**
- داده‌های ترافیک، سلامت یا محل سکونت افراد باید به‌صورت ناشناس ذخیره شوند.
- استفاده نادرست از داده‌ها می‌تواند به نقض حقوق شهروندی منجر شود.
- **۲. شفافیت تصمیم‌های الگوریتمی:**
- مدیران باید بتوانند توضیح دهند چرا یک تصمیم شهری توسط AIاتخاذ شده است.
- الگوریتم‌های «جعبه سیاه» اعتماد عمومی را کاهش می‌دهند.
- **۳. عدالت دیجیتال:**
- دسترسی نابرابر به فناوری می‌تواند شکاف دیجیتال را افزایش دهد.
- باید اطمینان حاصل شود که همه اقشار از مزایای شهر هوشمند بهره‌مند می‌شوند.

الزامات زیرساختی و نهادی

- **۱. ایجاد مرکز داده شهری Urban Data Hub :**
- پایگاه مرکزی برای ذخیره، پردازش و اشتراک داده‌ها بین نهادها.
- **۲. چارچوب حکمرانی داده Data Governance :**
- تعیین مسئولیت‌ها، مجوزها و سیاست‌های اشتراک داده.
- **۳. ایجاد آزمایشگاه نوآوری شهری Urban AI Lab :**
- محیطی برای تست الگوریتم‌ها و راهکارهای جدید قبل از اجرای واقعی.
- **٤. به‌روزرسانی قوانین و مقررات:**
- تدوین دستورالعمل‌های اخلاقی و امنیتی برای هوش مصنوعی در حوزه شهری.

ملاحظات فرهنگی و اجتماعی

- **۱. اعتماد عمومی:**
- موفقیت پروژه‌های هوش مصنوعی وابسته به اعتماد شهروندان است.
- باید سازوکارهای اطلاع‌رسانی و شفافیت تقویت شود.
- **۲. سواد داده و فناوری برای مدیران:**
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای مدیران و کارشناسان شهری.
- **۳. مشارکت شهروندی در تصمیم‌های داده‌محور:**
- شهروندان باید در سیاست‌گذاری داده‌ها و خدمات هوشمند نقش داشته باشند.
-

الزامات اجرایی برای شهرداری‌ها

- تدوین **نقشه راه هوش مصنوعی شهری**(AI Roadmap)
- ایجاد **کمیته راهبری داده و هوش مصنوعی**
- تعریف **پروژه‌های پایلوت کوچک** مانند مدیریت پسماند هوشمند
- جذب همکاری دانشگاه‌ها و بخش خصوصی
- توسعه زیرساخت‌های ارتباطی G۵، فیبر نوری، مراکز داده محلی

🗺️ نقشه‌راه پیاده‌سازی مغز دیجیتال شهری

- تحقق شهر هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی یک پروژه کوتاه‌مدت نیست،
  بلکه یک **فرآیند چندمرحله‌ای تحول دیجیتال** است که نیاز به برنامه‌ریزی، هماهنگی و یادگیری مستمر دارد.
- نقشه‌راه زیر، چارچوبی است برای حرکت گام‌به‌گام از داده‌محوری تا هوش مصنوعی شهری.

گام اول: تعریف چشم‌انداز و مأموریت

- **پرسش کلیدی:** «مغز دیجیتال شهر چه مسئله‌ای را حل می‌کند؟»
- 📍 اقدامات کلیدی:
- تدوین **چشم‌انداز کلان شهر هوشمند** (مثلاً شهر پایدار، کارآمد و شهروندمحور)
- تعیین **اهداف قابل اندازه‌گیری**: کاهش ترافیک، کاهش مصرف انرژی، بهبود خدمات عمومی
- شناسایی **ذی‌نفعان کلیدی**: شهرداری، سازمان فناوری اطلاعات، دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان
- 🧠 خروجی:
سند مأموریت و چشم‌انداز شهر هوشمند با محوریت هوش مصنوعی

گام دوم: ایجاد زیرساخت داده و ارتباطات

- بدون داده، هیچ مغز دیجیتالی وجود ندارد.
- 📍 اقدامات:
- طراحی معماری داده شهری **City Data Architecture**
- ایجاد **مرکز داده شهری Urban Data Hub** برای تجمیع اطلاعات ترافیک، انرژی، خدمات و محیط زیست به عبارت دیگر **ایجاد پلتفرم یکپارچه داده‌محور Urban Data Platform**
- اتصال سامانه‌ها از طریق **APIهای استاندارد و Open Data**
- توسعه شبکه ارتباطی سریع 5G، فیبر نوری، IoT Gateway
- 🧠 خروجی:
پلتفرم یکپارچه داده شهری آماده برای تحلیل و یادگیری ماشین

گام سوم: راه‌اندازی سامانه‌های تحلیلی و هوشمند

- 📍 اقدامات:
- طراحی **داشبوردهای نظارت بلادرنگ شهری (City Dashboards)**
- استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی در حوزه‌های منتخب:
  - پیش‌بینی ترافیک
  - بهینه‌سازی مصرف انرژی
  - تحلیل پسماند و خدمات شهری
- استفاده از **یادگیری ماشین و بینایی ماشین** برای تحلیل داده‌های تصویری
- 🧠 خروجی:
  سیستم‌های هوشمند با قابلیت تصمیم‌سازی و هشداردهی خودکار

گام چهارم: اجرای پروژه‌های پایلوت (Pilot Projects)

- 📍 ویژگی‌های پروژه‌های پایلوت:
- کوچک، قابل‌اندازه‌گیری، و قابل تعمیم
- تمرکز بر یک حوزه مشخص مانند پارکینگ هوشمند، مدیریت زباله یا نور شهری
- 📍 اقدامات:
- انتخاب مناطق نمونه شهری
- جمع‌آوری بازخورد از شهروندان و کارکنان
- ارزیابی اثرات اجتماعی و اقتصادی
- 🧠 خروجی:
مدل آزمایش‌شده برای توسعه در مقیاس کلان شهری

گام پنجم: ایجاد ساختار حکمرانی داده و هوش مصنوعی

- 📍 عناصر اصلی حکمرانی:
- **کمیته راهبری داده و AI** برای هماهنگی میان بخش‌ها
- **سند سیاست داده شهری City Data Policy**
- تدوین دستورالعمل‌های اخلاقی و امنیتی برای هوش مصنوعی
- ایجاد نقش جدید در شهرداری: **Chief Data & AI Officer (CDAO)**
- 🧠 خروجی:
چارچوب پایدار برای مدیریت اخلاقی، امن و شفاف داده‌ها

گام ششم: توانمندسازی نیروی انسانی

- 📍 اقدامات:
- آموزش مدیران و کارشناسان در زمینه سواد داده، تحلیل و تصمیم‌گیری هوشمند
- همکاری با دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان برای انتقال دانش
- برگزاری **Bootcampهای شهری هوش مصنوعی** برای نیروهای شهرداری
- 🧠 خروجی:
شهرداری یادگیرنده و آماده‌ی تصمیم‌گیری داده‌محور

گام هفتم: مشارکت شهروندان و بخش خصوصی

- 📍 اقدامات:
- ایجاد پلتفرم مشارکت دیجیتال برای دریافت نظرات شهروندان: **تعامل شهروندی و خدمات هوشمند**
- شفاف‌سازی داده‌های شهری از طریق **Open Data Portals**
- حمایت از استارتاپ‌ها و نوآوری شهری با داده‌های باز
- برگزاری چالش‌ها و Hackathonهای شهری
- 🧠 خروجی:
  اکوسیستم هوشمند شهری متکی بر همکاری شهروندان و بخش خصوصی

گام هشتم: ارزیابی، پایش و بهبود مستمر

- 📍 اقدامات:
- تعریف **شاخص‌های عملکرد کلیدی (KPIs)** برای هر پروژه
- پایش نتایج از طریق داشبوردهای مدیریتی
- به‌روزرسانی الگوریتم‌ها بر اساس داده‌های جدید
- مستندسازی درس‌آموخته‌ها برای تصمیم‌های آینده
- 🧠 خروجی:
فرهنگ تصمیم‌گیری داده‌محور و یادگیری سازمانی در شهرداری

📌عوامل کلیدی موفقیت

- رهبری قوی و چشم‌انداز مشترک
- مشارکت شهروندان و شفافیت
- همکاری بین‌بخشی و بین‌سازمانی
- استانداردهای باز و قابل همکاری
- سرمایه‌گذاری پایدار و مدل‌های کسب‌وکار نوین

جمع‌بندی

- «مغز دیجیتال شهر» زمانی زنده است که داده، الگوریتم و انسان در کنار هم کار کنند.
- شهرداری آینده نه در ساختمان‌ها، بلکه در **جریان داده‌ها** اداره می‌شود.
- مدیری که داده را می‌فهمد، آینده‌ی شهر را می‌سازد.

الگوها و نمونه‌های بین‌المللی شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی

- توسعه شهرهای هوشمند در جهان مسیری ۲۰ ساله را طی کرده است.
- اما در دهه اخیر، ورود **هوش مصنوعی و یادگیری ماشین** نقطه‌ی عطفی در مدیریت شهری ایجاد کرده است.
- امروزه، برخی شهرها عملاً «مغز دیجیتال فعال» دارند که تصمیم‌های شهری را به‌صورت خودکار و بلادرنگ می‌گیرد.

سنگاپور — پیشگام شهر دیجیتال با مغز یکپارچه

- **ویژگی کلیدی:** پروژه‌ی ملی **Virtual Singapore**
- 📍 اقدامات شاخص:
- ساخت مدل سه‌بعدی دیجیتال از کل شهر با داده‌های GISو سنسورها
- تحلیل لحظه‌ای داده‌های جمعیتی، ترافیک، انرژی و محیط زیست
- استفاده از یادگیری ماشین برای پیش‌بینی نیازهای خدماتی در مناطق مختلف
- تصمیم‌گیری چنددستگاهی با هوش مصنوعی ((Multi-agent AI Systems
- 📈نتایج:
- کاهش ۲۵٪ مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری
- کاهش ۲۰٪ ازدحام ترافیک
- افزایش ۳۰٪ رضایت شهروندان از خدمات شهری

سئول — هوش مصنوعی در خدمت ترافیک و خدمات شهری

- **ویژگی کلیدی:** سامانه‌ی **TOPIS** (Seoul Transport Operation & Information Service)
- 📍 اقدامات شاخص:
- پایش زنده ۱۵ هزار دوربین شهری
- تحلیل ترافیک با مدل‌های یادگیری عمیق
- تنظیم هوشمند چراغ‌های راهنمایی برای جلوگیری از گره‌های ترافیکی
- سامانه پیش‌بینی حوادث و پیشنهاد مسیر اضطراری برای اورژانس
- 📈 نتایج:
- کاهش ۲۲٪ زمان سفر شهری -- کاهش ۱۵٪ تصادفات در ساعات اوج
- مدیریت بحران‌های شهری با سرعت دوبرابر

آمستردام — شهر باز، مشارکتی و داده‌محور

- 📍 اقدامات شاخص:
- ایجاد پلتفرم **Open Data Portal** برای همه شهروندان و شرکت‌ها
- مشارکت دانشگاه‌ها و مردم در توسعه راهکارهای هوشمند
- استفاده از هوش مصنوعی در حوزه انرژی، پسماند و ایمنی دوچرخه‌سواران
- اجرای پروژه‌های کوچک اما فراگیر با بازخورد سریع
- 📈 نتایج:
- کاهش ۲۵٪ مصرف انرژی محلات
- بیش از ۳۰۰ پروژه نوآوری شهری با مشارکت شهروندان

دبی — هوش مصنوعی در حکمرانی و خدمات دیجیتال

- **ویژگی کلیدی:** برنامه‌ی **Smart Dubai** و راهبرد **AI Everything**
- 📍 اقدامات شاخص:
- راه‌اندازی **مرکز تحلیل داده و هوش مصنوعی شهری Smart Dubai Data Office**
- استفاده از هوش مصنوعی در خدمات عمومی، بهداشت و حمل‌ونقل
- سامانه‌ی “Dubai Now” برای ۱۳۰ خدمت شهری هوشمند
- پیاده‌سازی ربات‌های خدمات شهری در نظافت، امنیت و پاسخ اضطراری
- 📈 نتایج:
- دیجیتالی شدن ۹۵٪ خدمات شهرداری
- صرفه‌جویی سالانه بیش از ۱ میلیارد دلار در هزینه‌های اداری

بارسلونا — هوش مصنوعی در خدمت پایداری و رفاه اجتماعی

- **ویژگی کلیدی:** مدل شهر هوشمند با تمرکز بر «حق دیجیتال شهروند»
- 📍 اقدامات شاخص:
- نصب هزاران حسگر IoTبرای مدیریت انرژی، آب و زباله
- الگوریتم‌های پیش‌بینی مصرف انرژی و آلودگی هوا
- مدل شفافیت داده برای جلوگیری از انحصار شرکت‌ها
- استفاده از AIبرای بهینه‌سازی مسیر کامیون‌های جمع‌آوری زباله
- 📈نتایج:
- صرفه‌جویی ٤٥٪ در مصرف آب
- کاهش ۳۰٪ در هزینه انرژی عمومی

📚 نتیجه تطبیقی:

- هیچ مدل واحدی برای شهر هوشمند وجود ندارد؛ اما **پنج اصل مشترک** در تمام آن‌ها دیده می‌شود:
- داده به‌عنوان سرمایه ملی
- حکمرانی یکپارچه و شفاف
- مشارکت فعال شهروندان
- تصمیم‌گیری بلادرنگ با AI
- تمرکز بر پایداری و رفاه انسان

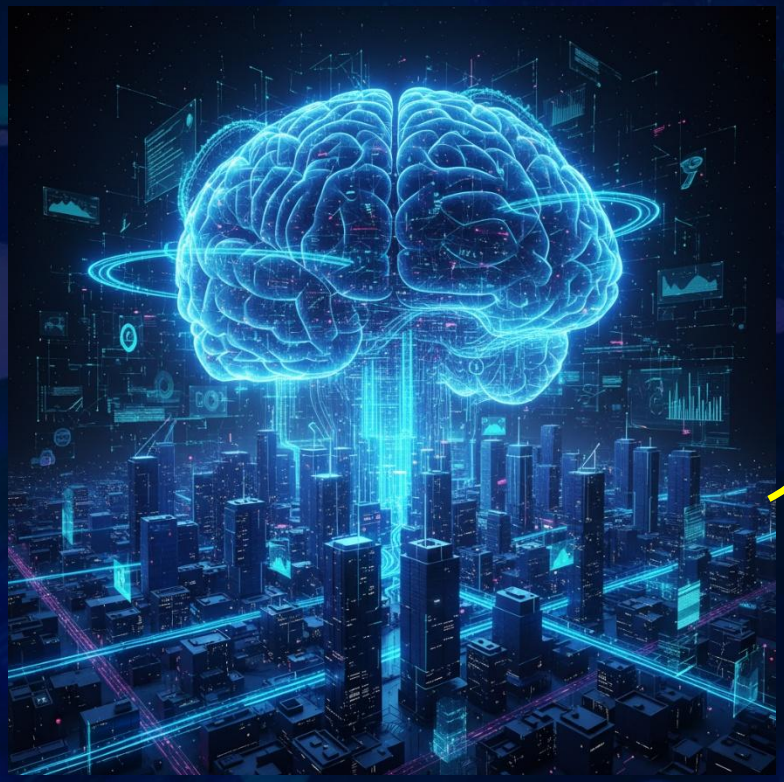
جمع‌بندی و توصیه‌های سیاستی برای تحقق مغز دیجیتال شهری در ایران

- هوش مصنوعی در مدیریت شهری تنها یک فناوری نیست؛ بلکه یک **تحول تمدنی** در شیوه **اندیشیدن** و **تصمیم‌گیری شهری** است.
شهرهای آینده نه فقط «هوشمند» بلکه **خودآموز**، **داده‌محور** و **انسان‌محور** خواهند بود.

- تحقق چنین چشم‌اندازی در ایران مستلزم **تصمیم‌های راهبردی** و **هماهنگی چندسطحی** میان سیاست‌گذاران، مدیران شهری، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی است.

هدف کلان سیاستی

- «ایجاد زیست‌بوم ملی شهر هوشمند با محوریت مغز دیجیتال شهری برای تصمیم‌گیری داده‌محور، شفاف و مشارکتی.»
- این هدف باید در برنامه‌های ملی توسعه شهری، طرح جامع شهر هوشمند و سیاست‌های دیجیتال کشور گنجانده شود.



«هر شهر یک مغز دارد، اگر
به داده‌هایش گوش دهد.»

با سپاس

MASOUMI.BH@IAU.AC.IR