

«هوش مصنوعی»

تهیه شده توسط امیرحسین علیجانی

[Amir Hossein Alijani | LinkedIn](#)

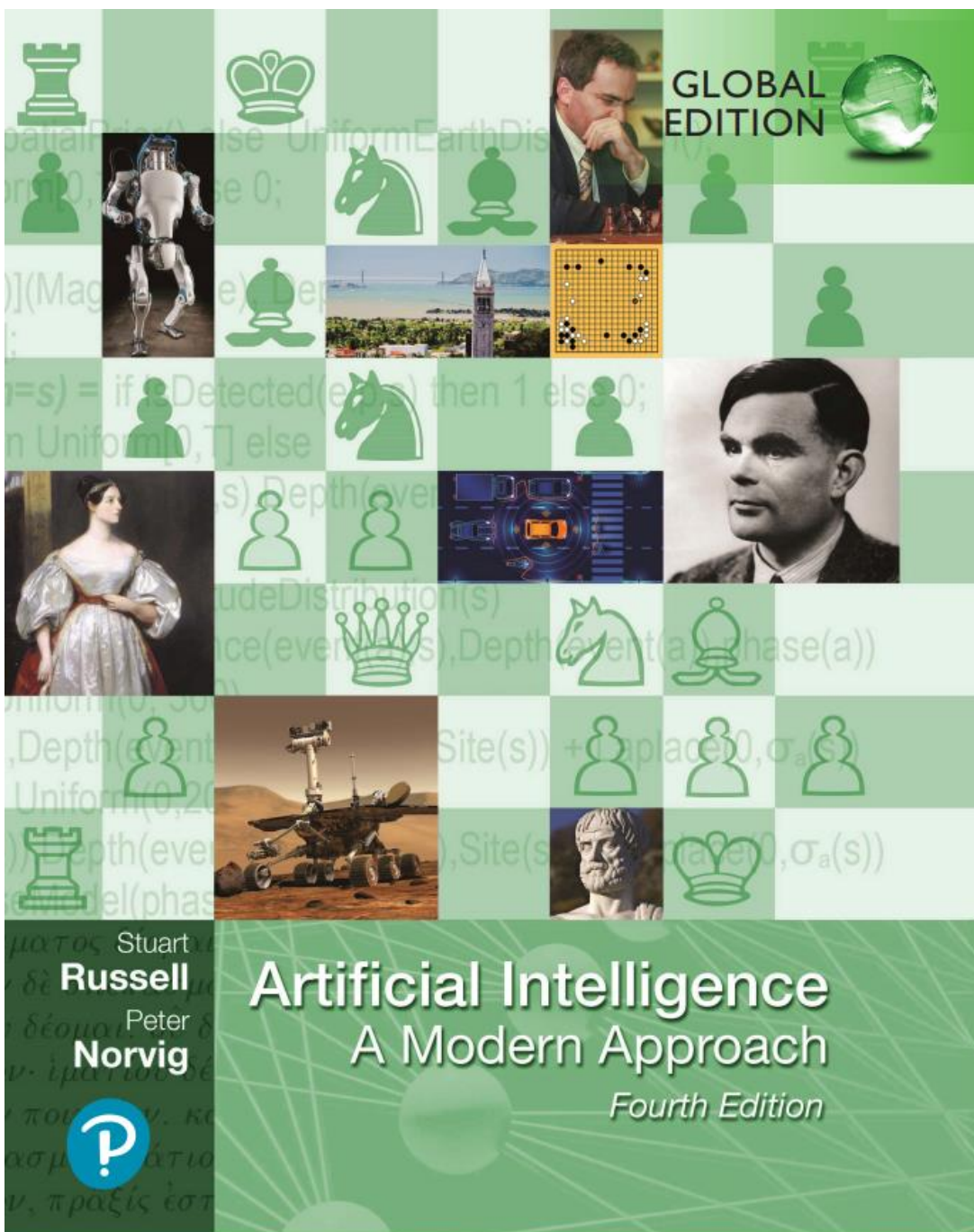


سرفصل درس

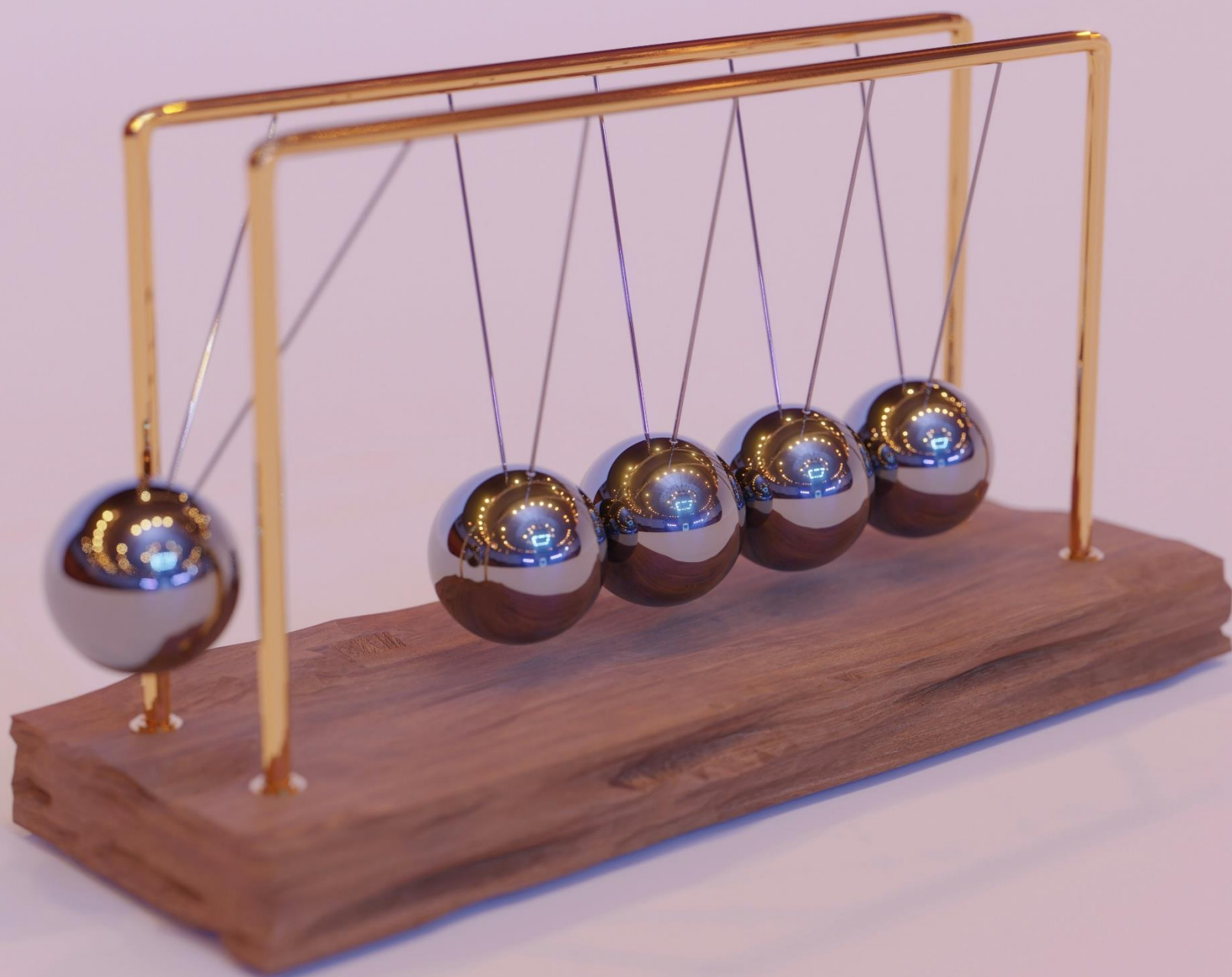
- فصل یک مفاهیم اولیه
- فصل دو عامل‌های هوشمند
- فصل سه حل مسئله با جستجو
- فصل چهار فراتر از جستجوی کلاسیک
- فصل پنج جستجوی خصمانه
- فصل شش مسائل ارضای محدودیت
- فصل هفت عامل‌های منطقی
- فصل هشت منطق مرتبه اول
- فصل نه استنتاج در منطق مرتبه اول
- فصل ده برنامه‌ریزی کلاسیک
- فصل یازده عدم قطعیت

«كتاب مرجع»

- Artificial Intelligence, A Modern Approach



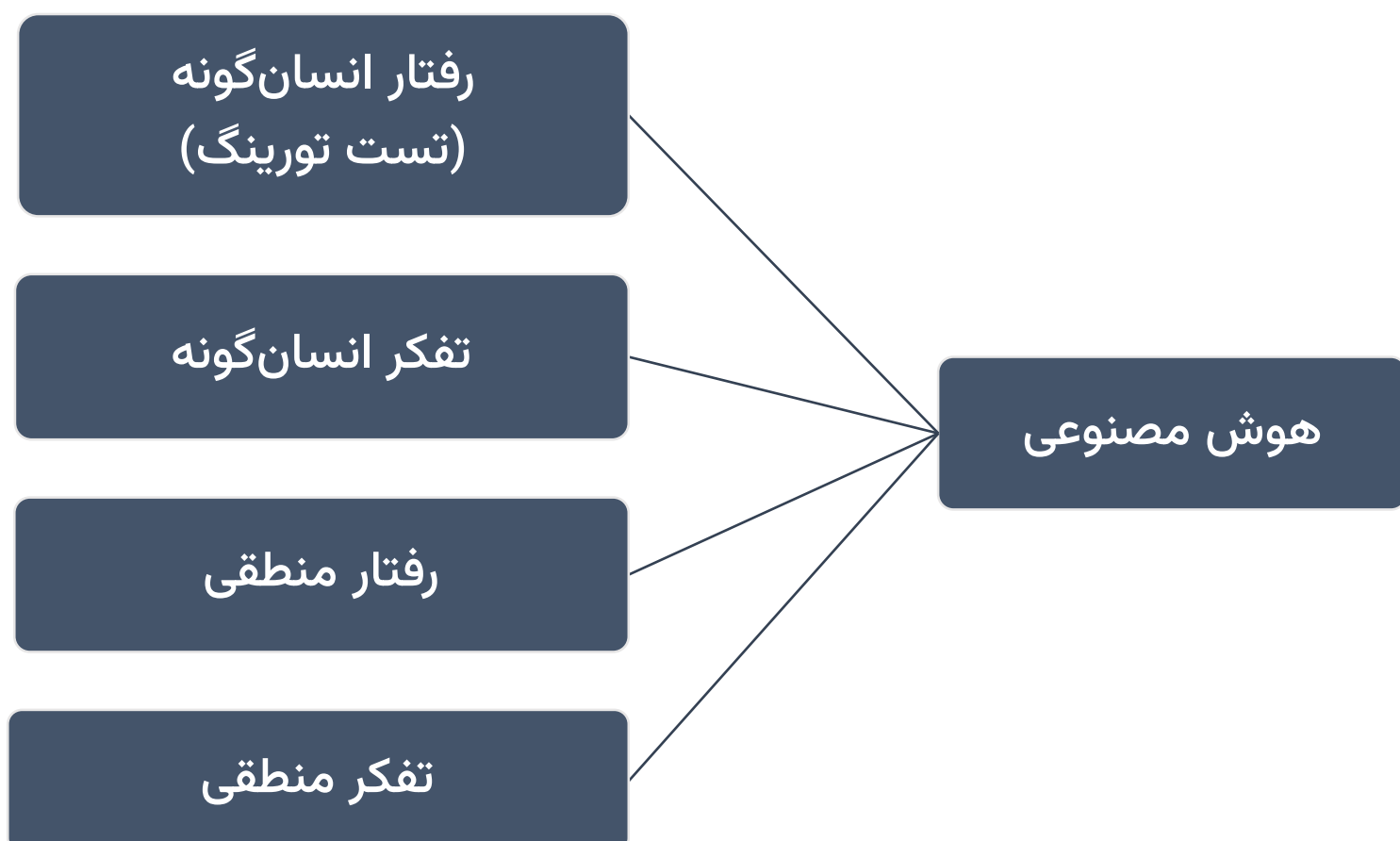
فصل اول، مفاهيم اوليه



• هوش مصنوعی (AI) چیه؟!

محققین و پژوهشگرها تعریف‌های مختلفی از هوش مصنوعی ارائه دادن. بعضی از اون‌ها هوش رو بر اساس شباهت به رفتار انسان می‌سنجن، بعضی دیگه هم تعریف کلی‌تر و منطقی‌تری دارن. یعنی اینکه مدل (عامل) کاری رو انجام بده که از نظر عقلانی **درست** باشه. خود موضوع هوشمندی هم تعاریف مختلفی داره. بعضی‌ها معتقدن هوش مربوط به فرایندهای داخلی ذهن و استدلال‌هاییه که انجام میده، ولی بعضی دیگه بیشتر روی رفتارهای هوشمندانه تمرکز دارن که از بیرون قابل مشاهده‌ست.

از ترکیب این دو جنبه «**شبیه انسان بودن**» یا «**عقلانی عمل کردن**» و «**فرایندهای فکری**» یا «**رفتار**» چهار مدل مختلف به وجود میاد.



• عملکرد انسان‌گونه: تست تورینگ

آلن تورینگ (دانشمند و ریاضیدان بریتانیایی) سال 1950 ایده جالبی تحت عنوان **تست تورینگ** مطرح کرد. هدف تورینگ این بود که از بحث‌های فلسفی پیچیده مثل **آیا ماشین‌ها می‌توانند فکر کنند؟** دوری کند و به آزمون عملی پیشنهاد بدهد. تست تورینگ به این صورته که اگر یک انسان از طریق چت با کامپیوتر حرف بزنه و نتونه تشخیص بده طرف مقابلش یک انسانه یا ماشین، اون کامپیوتر تونسته تست رو با موفقیت پاس کنه. ساختن برنامه‌ای که بتونه این تست رو پاس کنه چالش‌های زیادی داره. برای اینکار، ماشین باید چهار توانایی اصلی داشته باشه:

- پردازش زبان طبیعی: ماشین باید بتونه به زبان انسان‌ها (مثلاً فارسی یا انگلیسی) حرف بزنه و ارتباط برقرار کنه.
- نمایش دانش (بازنمایی دانش): اطلاعاتی که میبینه یا میشنوه رو باید ذخیره کنه.
- استدلال خودکار: بتونه به سوالات جواب بده و از اطلاعات موجود نتیجه‌گیری بکنه.
- یادگیری ماشین: بتونه خودش رو با شرایط جدید وفق بده و الگوها رو تشخیص بده یا پیش‌بینی کنه.

تورینگ فکر میکرد نیازی نیست کامپیوتر از نظر فیزیکی شبیه انسان باشه تا باهوش تلقی بشه. اما بعضی از محققین به نسخه پیشرفته‌تر به اسم «**تست تورینگ کامل**» رو مطرح کردن که نیاز به تعامل فیزیکی با دنیای واقعی داره. مثلاً به ربات برای پاس کردن این تست باید:

بینایی کامپیوتری و **تشخیص گفتار** داشته باشه تا دنیا رو ببینه و صداها رو بفهمه. **رباتیک** بلد باشه تا اشیاء رو جابه‌جا کنه و حرکت کنه.



• تفکر انسان‌گونه: مدل‌سازی شناختی

- اگر بخوایم بگیم به برنامه مثل انسان فکر میکنه، اول باید بدونیم خود انسان‌ها چطوری فکر میکنن. برای فهمیدن فرایند تفکر انسان سه راه اصلی وجود داره:
- **درون‌نگری:** سعی کنیم افکار خودمون رو موقعی که دارن اتفاق میفتن، زیر نظر بگیریم (مثل وقتی که داریم مساله‌ای رو حل میکنیم).
- **آزمون‌های روانشناسی:** رفتار افراد رو موقع انجام کارها بررسی کنیم.
- **تصویربرداری از مغز:** مشاهده‌ی فعالیت مغز حین فکر کردن.

وقتی به تئوری دقیق از ذهن انسان داشته باشیم، میتونیم اونو به شکل به برنامه‌ی کامپیوتری دربیاریم. اگر ورودی و خروجی برنامه دقیقاً شبیه رفتار انسان باشه، یعنی احتمالاً بخشی از مکانیسم‌های ذهن انسان رو شبیه‌سازی کرده. مثلاً «آلن نیول» و «هربرت سایمون» که سیستم حل‌کننده‌ی کلی مسائل (**General Problem Solver - GPS**) رو ساختن، فقط به درست جواب دادن برنامه راضی نبودن! میخواستن ببینن مراحل استدلال برنامه و زمان‌بندیش دقیقاً مطابق فرایند فکری انسان‌هاست یا نه.

حالا اینجا به حوزه‌ی بین‌رشته‌ای به اسم **علوم شناختی** به وجود اومده که مدل‌های کامپیوتری هوش مصنوعی رو با آزمایش‌های روانشناسی ترکیب میکنه تا تئوریهای دقیق و قابل آزمونی درباره‌ی ذهن انسان بسازه.

تو روزهای اولیه‌ی هوش مصنوعی، خیلی‌ها بین «عملکرد برنامه» و «شبیه‌سازی ذهن انسان» قاطی میکردن. مثلاً میگفتن چون این الگوریتم تو حل مساله خوب عمل کرده، پس حتماً مدل درستی از فرایند فکر انسان هست! یا برعکس. اما امروزه محققا این دو مفهوم رو از هم جدا کردن و همین باعث پیشرفت سریعتر هر دو حوزه شده. با این حال، این دو هنوز به هم کمک میکنن؛ مثلاً در بینایی کامپیوتری از یافته‌های عصب‌شناسی برای بهبود مدلها استفاده میشه.

• تفکر منطقی (عقلانی): قوانین تفکر

این روش ریشه در فلسفه‌ی یونان باستان دارد. ارسطو، فیلسوف معروف، اولین کسی بود که سعی کرد قوانین فکر کردن درست (همون استدلالهای غیرقابل انکار) رو مدون کنه. اون با طرح «**قیاس‌های منطقی**» الگوهایی ارائه داد که اگر مقدماتشون درست باشه، نتیجه‌گیری همواره درست میشه. مثلاً معروف‌ترین مثالش اینه:

• سقراط انسان است.

• همه‌ی انسان‌ها فانی هستند.

• پس سقراط فانی است.

این «**قوانین تفکر**» قرار بود نحوه‌ی عملکرد ذهن رو توصیف کنن و مطالعه‌شون باعث تولد شاخه‌ای به اسم **منطق** شد. قرن‌ها بعد، تو قرن ۱۹، منطق‌دان‌ها یه سیستم نشانه‌گذاری دقیق برای توصیف اشیا و روابط بین‌شون اختراع کردن. (مثلاً ریاضیات معمولی فقط درباره‌ی اعداد حرف میزنه، ولی این نشانه‌گذاری جدید اجازه میداد در مورد هر چیزی در دنیا صحبت کنیم!) تا سال ۱۹۶۵، تئوری‌ها به جایی رسیدن که برنامه‌های کامپیوتری میتونستن — در تئوری — هر مسئله‌ی قابل‌حلی رو که با این منطق توصیف شده باشه، حل کنن.

حالا یه گروه در هوش مصنوعی به اسم منطق‌گراها امید دارن با توسعه‌ی چنین برنامه‌هایی، سیستم‌های هوشمند بسازن. اما یه مشکلی هست: منطق کلاسیک به دانش قطعی نیاز داره، ولی تو **دنیای واقعی معمولاً چنین قطعیتی وجود نداره!** مثلاً ما قوانین سیاست یا جنگ رو مثل قوانین شطرنج یا ریاضیات قطعی نمیدونیم. اینجاست که تئوری احتمال وارد میشه و اجازه میده با اطلاعات نامطمئن هم استدلال دقیق انجام بدیم. این تئوری در اصل میتونه یه مدل جامع از تفکر عقلانی بسازه — از پردازش داده‌های خام گرفته تا درک دنیای اطراف و پیش‌بینی آینده.

اما یه نکته‌ی مهم: **تفکر عقلانی به تنهایی برای هوشمندی کافی نیست!** چون هوش فقط فکر کردن نیست، عمل کردن هم هست. مثلاً یه ربات که تئوری احتمال بلده ولی نمیتونه تصمیم بگیره چطور در محیط واقعی حرکت کنه، عملاً بی‌استفاده‌ست. برای همین، باید دنبال تئوری «**عمل عقلانی**» هم باشیم — ترکیبی از تفکر و عمل که واقعاً به درد دنیای واقعی بخوره.

• عملکرد منطقی (عقلانی): عامل منطقی

عامل (Agent) به موجودی گفته می‌شود که عمل می‌کند (اصل کلمه از لاتین میاد و معنی «انجام دادن» می‌دهد). البته همه‌ی برنامه‌های کامپیوتری عمل می‌کنند، ولی به عامل هوشمند ویژگی‌های بیشتری دارد: **خودمختار** عمل می‌کند، محیطش رو **درک** می‌کند، در طول زمان **سازگار** می‌شود، و برای رسیدن به اهدافش **برنامه‌ریزی** می‌کند. عامل عقلانی عاملی است که طوری عمل می‌کند تا بهترین نتیجه رو بگیرد—یا وقتی عدم قطعیت وجود دارد، بهترین نتیجه‌ی مورد انتظار رو محاسبه کند.

تو روش «**قوانین تفکر**»، تمرکز روی استدلال‌های درست بود. هرچند استدلال درست بخشی از عقلانیت است (مثلاً اگر نتیجه‌گیری کنیم که فلان کار بهترین انتخابه و اونو انجام بدیم)، ولی همیشه لازم نیست! مثلاً وقتی دستتون به اجاق داغ می‌خوره، به واکنش غیرارادی دارید که سریعتر از هر استدلالی عمل می‌کنه و جان شما رو نجات میده!

جالب اینه که همه‌ی مهارت‌های لازم برای پاس کردن تست تورینگ (مثل پردازش زبان، یادگیری و...) به عامل کمک می‌کنند تا عقلانی عمل کند. اما روش عامل عقلانی دو مزیت بزرگ دارد:

- **کلی‌تر از روش‌های قبلیه:** چون استدلال منطقی فقط به راه برای رسیدن به عقلانیت، نه همه‌ی راه‌ها.
- **علمی‌تره:** استاندارد «عقلانیت» رو همیشه دقیقاً با ریاضیات تعریف کرد و طراحی عامل‌هایی که این استاندارد رو رعایت کنن، امکان‌پذیره. برعکس، تقلید از رفتار انسان همیشه مبهمه و استاندارد مشخصی نداره.

به همین دلایل، روش عامل عقلانی تبدیل به مدل استاندارد هوش مصنوعی شده. تو دهه‌های اول، این عامل‌ها بیشتر روی پایه‌های منطقی بنا میشدن و برنامه‌ای قطعی برای اهداف خاص داشتند. اما امروزه با ترکیب احتمال و یادگیری ماشین، عامل‌ها میتونن در شرایط نامطمئن هم بهترین تصمیم‌ها رو بگیرن.

اما به نکته‌ی مهم: **عقلانیت کامل (همیشه انتخاب بهترین عمل ممکن)** تو دنیای واقعی عملی نیست —چون محاسبات مورد نیاز خیلی پیچیده و سنگین می‌شه! مثلاً اگر رباتی بخواد برای هر قدمش تمام احتمالات رو بررسی کنه، هیچوقت از جای خودش تکون نمی‌خوره!

فصل دوم، عامل‌های هوشمند

