

# پودمان پنجم

## کاربرد هوش مصنوعی



هوش مصنوعی پدیده‌ای جذاب و مهیج است که در آن از توانایی‌های انسان در زمینه‌های یادگیری، سازگاری، درک خودآگاهی، احساس، تعامل و الگوبرداری می‌شود. امروزه انواع عامل‌های هوشمند به دلیل دارا بودن جنبه‌های مختلف هوش مانند هوش منطقی، کلامی، اندامی، دیداری و ارتباطی در حوزه‌های مختلف شغلی از قبیل فرهنگی، اجتماعی، آموزشی، سرگرمی و بازی‌های رایانه‌ای به کار می‌روند. در این پودمان با ویژگی‌های عوامل هوشمند، برخی الگوریتم‌های هوش مصنوعی و کاربرد آنها، کاربرد پردازش تصویر در حوزه‌های صنعت، پزشکی، امنیت و کشاورزی و همچنین شبکه عصبی مصنوعی و مباحث نظریه فازی و هوش گروهی و کاربردهایش آشنا می‌شوید.

**شایستگی‌هایی که در این پودمان کسب می‌کنید:**

- تحلیل تحولات انواع هوش مصنوعی
- ایجاد تفکر الگوریتمی مبتنی بر هوش مصنوعی



## هوش مصنوعی

در سال‌های اخیر تولیدکنندگان کالاها و محصولات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، در نام‌گذاری برخی از محصولات خود از واژه هوشمند مانند: تلویزیون هوشمند، تلفن همراه هوشمند، لوازم‌خانگی هوشمند یا برنامه هوشمند حسابداری استفاده می‌کنند. آنها ادعا می‌کنند در ساخت این نوع محصولات از هوش مصنوعی استفاده شده است. برخی از لوازم‌خانگی هوشمند به وسیله حسگرها اطلاعات محیط را می‌گیرند و به‌طور خودکار اعمال مختلفی را انجام می‌دهند. ممکن است با برخی بازی‌های رایانه‌ای نسل جدید آشنا باشید، در این بازی‌ها با رقیبان رایانه‌ای که هوش مصنوعی دارند به رقابت پرداخته و مشاهده می‌کنیم چه عملکرد هوشمندانه‌ای نسبت به بازی‌های قدیمی دارند.

فعالیت  
کلاسی



قرار است گروه رباتیک هنرستانی که دانا در آن درس می‌خواند، در یک مسابقه شرکت کند. نشانی محل برگزاری به صورت مختصات جغرافیایی برای رایانامه دانا ارسال شده است. او با دریافت رایانامه و از طریق برنامه Google Maps، آدرس و مسیر محل برگزاری مسابقات را با استفاده از تلفن همراه روی نقشه پیدا کرد.

- تلفن همراه او چه مزیت یا ویژگی خاصی نسبت به تلفن‌های دیگر دارد؟
- عملکرد تلفن او را در این ویژگی خاص شرح دهید.
- چند بازی هوشمند را نام ببرید که ممکن است در تلفن همراه دانا وجود داشته باشد.

شاید این سؤال برای شما پیش آمده باشد که به‌راستی هوش مصنوعی چیست؟



شکل ۱- ربات هوشمند

برای پاسخ به این سؤال، بهتر است ابتدا با توانایی‌های منحصر به فرد و جنبه‌های هوش انسان به‌عنوان باهوش‌ترین موجود خلقت آشنا شد. طی دهه‌های گذشته بشر با توجه به خودشناسی و ماهیت کنجکاوی و کمال‌گرایی که داشت، در آرزوی خلق موجودی همسان و به‌مراتب باهوش‌تر از خود بود. در این راستا قرار است در مسابقات بین‌المللی روبوکاپ سال ۲۰۵۰، تیم فوتبال ربات‌های انسان‌نما با قهرمان جام جهانی فوتبال به رقابت بپردازند.

برخی افراد فکر می‌کنند هوشمندی در یادگیری سریع و حل مسائل ریاضی است؛ اما هوش مفهوم گسترده‌ای دارد و به تمام ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها مربوط می‌شود. هنگامی که از هوش یک نفر سخن گفته می‌شود در واقع به رفتار، کردار و توانایی‌های او در موارد گوناگون توجه می‌شود. به عبارتی ساده می‌توان گفت **هوش انسانی ترکیبی از توانایی‌های اوست**. از مهم‌ترین این توانایی‌ها می‌توان به توانایی یادگیری (Learning) و سازگاری (Adaptation) انسان اشاره کرد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی توانایی‌های هوش انسانی

تعریف	توانایی
دریافت قوانین و اطلاعات از محیط پیرامون و برای استفاده از آنها	یادگیری
توانایی انطباق با محیط پیرامون به‌صورت پویا و گذر از مشکلاتی که برای انسان پیش می‌آید.	سازگاری
فرآیندی که تجارب در آن، معنادار شده و انسان از این طریق روابط امور و معانی اشیا را درمی‌یابد.	درک

تعریف	توانایی
آگاهی از افکار و عواطف خویش و یا توانایی شناخت و درک نیازها، امیال، نقاط ضعف و عادات خود	خودآگاهی
دریافتن، آگاه شدن و درک چیزی با یکی از حواس پنج‌گانه	احساس
توانایی برقراری ارتباط با انسان‌های دیگر از طریق زبان طبیعی و یا زبان بدن	تعامل
استفاده از قواعد برای رسیدن به نتایج تقریبی یا قطعی	استدلال

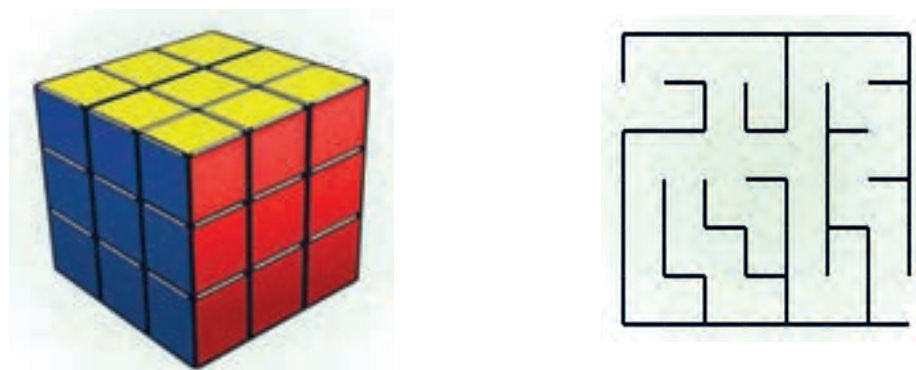
بشر در گذشته با هوش منطقی و ریاضی توانست به محاسبه پردازد. این هوش به توانایی ذهنی او در تفکر منطقی و حل مسئله برمی‌گردد. در ادامه سعی کرد ماشینی بسازد که با سرعتی بیشتر و دقتی بالاتر به جای او، محاسبات ریاضی و حل مسئله را انجام دهد. حتماً نام این ماشین را می‌دانید. بله درست حدس زده‌اید: «رایانه». اما بشر به همین مورد اکتفا نکرد، بلکه سعی در تکمیل این ماشین داشت تا آن را هوشمند سازد. به همین منظور جنبه‌های دیگری از هوش خود را شناسایی کرد تا بتواند آن را شبیه‌سازی کند. او به تدریج توانست سیستم‌های هوشمند را ارتقا ببخشد و از سیستم‌هایی که فقط در یکی از جنبه‌های هوش مهارت داشتند به سیستم‌هایی برسد که جنبه‌های مختلفی از هوشمندی را از خود نشان می‌دهند و با استفاده از حسگرها، محیط پیرامون خود را درک می‌کنند و در آن محیط اقدامی خاص انجام می‌دهند. سیستم‌های هوشمند وظایف خود را به کمک مفهومی به نام عامل (Agent) انجام می‌دهند که این عامل می‌تواند یک شخص، یک ماشین و یا حتی یک نرم‌افزار باشد. عامل‌های هوشمند دارای سطوح هوشمندی و ویژگی‌های متفاوت هستند (جدول ۲).

جدول ۲- انواع عامل‌های هوشمند

نوع عامل	شرح	مثال با خودروی خودران
واکنشی ساده (Simple Reflex)	در سطح پایینی از هوشمندی قرار دارد و فقط قادر است در برابر برخی از نشانه‌ها و پیام‌ها، واکنش‌هایی ساده از خود نشان دهد. این عامل خواص ساده و هوش اندکی دارد.	توقف هنگام رسیدن به چراغ قرمز. قانون: چراغ قرمز است پس توقف کن. چراغ سبز است پس حرکت کن.
مبتنی بر مدل	حافظه دارد و در آن مدلی از محیط برای خود می‌سازد تا بتواند از تغییر شرایط آگاه شده، تصمیمات بهتر و دقیق‌تری بگیرد.	هنگام تغییر مسیر باید بداند سایر خودروها در کجا قرار دارند تا مانع تصادف شود.
مبتنی بر هدف	علاوه بر داشتن اطلاعات گذشته و فعلی لازم است که اطلاعات وضعیت مطلوب یا اطلاعات هدف را نیز بداند تا تصمیم‌هایی صحیح بگیرد.	خودرویی که به چهارراه می‌رسد با داشتن اطلاعات هدف می‌تواند تصمیم بگیرد که مستقیم برود یا به چپ و یا راست بپیچد.
مبتنی بر سودمندی	برای رسیدن به یک هدف ممکن است راه‌های مختلفی وجود داشته باشد. عاملی که بتواند بهترین روش رسیدن به هدف را برگزیند از این نوع است. همچنین این عامل می‌تواند از بین چند هدف بهترین هدف را برگزیند.	برای رسیدن به مقصد از بین مسیرهای مختلف، مسیری را برگزیند که امن‌تر است و یا کمترین ترافیک را داشته باشد.
یادگیرنده (Learning Agent)	در بالاترین سطح هوشمندی است. قادر است برای رسیدن به خودمختاری و استقلال عمل از طریق کسب تجربه و بررسی نتایج عملکرد، با یادگیری مطالب جدید، دانش خود را افزایش دهد و رفتار خود را در طول زمان اصلاح کند.	برنامه ماشین خودران یاد می‌گیرد روی سطح یخ‌زده نباید ترمز کند و یا در روزهای بارانی با سرعت کمتر حرکت کند.

تصور کنید در مهدکودک و یا پیش‌دبستانی تصویر زیر را به کودکی نشان می‌دهند و از او می‌خواهند مسیر درست را در مارپیچ (Maze) بیابد. آیا بچه‌ها در مقطع پیش‌دبستانی می‌توانند این مسیر را بیابند؟ آیا آموزش خاصی دیده‌اند؟ اگر آنها حل یک نمونه را مشاهده کنند، پس از آن می‌توانند مسیرهای مارپیچ پیچیده‌تری را حل کنند. در اینجا کودک یک عامل یادگیرنده هوشمند است.

اخیراً یک عامل یادگیرنده هوشمند با نام DeepCube توانست بدون دخالت انسان و فقط پس از ۴۴ ساعت بررسی حرکت‌های موفق قبلی و با سعی و خطا برای خود یک الگوریتم حل مکعب روبیک (شکل ۲) را ابداع کند. این الگوریتم قادر است حداکثر با ۳۰ حرکت، مکعب روبیک را حل کند. این عامل نیز در سطح بالایی از هوشمندی قرار دارد.



شکل ۲- مسیر مارپیچ و مکعب روبیک

در جدول زیر نام چند محصول، برنامه یا عامل آمده است. با کمک جدول ۲، نوع هر یک از این عامل‌ها را تعیین کنید.

نوع عامل	محصول، برنامه یا عامل	نوع عامل	محصول یا برنامه یا عامل
	برنامه فیلتر رایانامه‌های تبلیغاتی ناخواسته		برنامه ترجمه واژه‌های انگلیسی (dictionary)
	خودروی خودران پیشرفته		برنامه ساده‌ی بازی شطرنج
	دستیار دیجیتالی صوتی هوشمند		ماشین لباسشویی هوشمند

فعالیت  
کلاسی



شکل ۳- جنبه‌های مختلف هوش

در یکی از تقسیم‌بندی‌ها برای هوش انسان، ۹ جنبه مختلف معرفی شده است. با شناخت این جنبه‌های مختلف هوش، انسان توانست عامل‌های هوشمندی بسازد که بیشتر شبیه خودش باشد (شکل ۳). هر یک از جنبه‌های هوش ویژگی‌های متفاوتی دارند (جدول ۳).

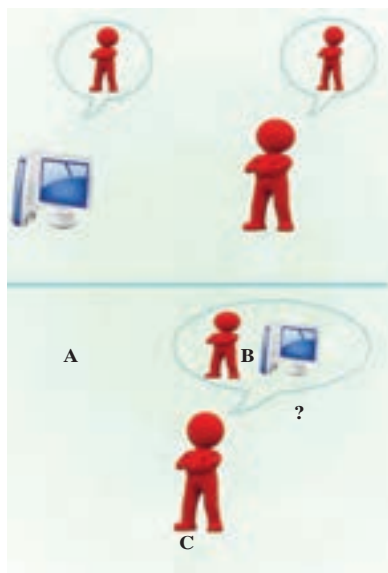
### جدول ۳- ویژگی‌های جنبه‌های هوش

هوش	ویژگی‌ها
منطقی-ریاضی	در استدلال، شناسایی الگوها و تحلیل منطقی مسائل قوی هستند. این افراد به تفکر درباره مفهوم اعداد، روابط و الگوها علاقه‌مندند.
کلامی - زبانی	کسانی که به‌خوبی می‌توانند از واژگان به هنگام نوشتن و حرف زدن استفاده کنند. این افراد غالباً در نوشتن داستان، به خاطر سپردن اطلاعات و خواندن مهارت دارند.
اندامی - جنبشی	توانایی به‌کارگیری بدن برای برقراری ارتباط و مهار آن برای انجام حرکاتی سخت یا بسیار ظریف و منظم را دارند. برای مثال یک فوتبالیست حرفه‌ای استعدادی باورنکردنی در کنترل و تسلط بر پاهای خود در مهار یک توپ دارد.
فضایی- دیداری	قدرت تشخیص تصاویر و تجسم فضایی اشیا را دارند. این افراد معمولاً جهت‌یابی خوبی دارند و با نقشه‌ها، نمودارها، عکس‌ها و تصاویر ویدئویی مشکلی ندارند.
میان‌فردی- ارتباطی	به خوبی می‌توانند با افراد دیگر ارتباط برقرار کرده، آنها را درک کنند. این افراد در ارزیابی احساسات، انگیزه‌ها و مقاصد اطرافیان دانا هستند. این جنبه از هوش در روان‌شناسان، مشاوران، فروشندگان و سیاستمداران موفق بارز است.

بشر به دنبال شبیه‌سازی مدلی هوشمند از خود بوده است و این کار را به‌مرور با شناخت خود تا حدی به سرانجام رسانده است.

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علم رایانه است که ضمن مطالعه و توسعه نرم‌افزارها و دستگاه‌های هوشمند با شبیه‌سازی توانایی‌های انسان در ماشین، سعی در تقلید رفتارهای هوشمندانه انسان دارد.

یادداشت



شکل ۴- آزمون سنجش میزان هوشمندی ماشین

از ابتدای پیدایش رایانه‌ها این سؤالات مطرح شده است که چه ماشینی را می‌توان هوشمند نامید و برای سنجش میزان هوشمندی ماشین از چه روشی می‌توان استفاده کرد؟ دانشمندان علوم رایانه در شاخه هوش مصنوعی مواردی از این قبیل که انسان چگونه فکر می‌کند، نحوه یادگیری و تصمیم‌گیری در انسان چگونه رخ می‌دهد را مطالعه کرده‌اند و نتایج این مطالعات را به‌عنوان پایه‌ای برای توسعه نرم‌افزارها و سیستم‌های هوشمند قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که باید آن ماشین در جنبه‌های مختلف هوش، مانند انسان باشد و بتواند توانایی‌های انسان هوشمند را تقلید کند و برای سنجش میزان هوشمندی یک ماشین، آزمون پیشنهاد کردند.

آزمون به این صورت انجام می‌گیرد که یک شخص به‌عنوان قاضی (C)، با یک ماشین (A) و یک انسان (B) گفت‌وگو می‌کند، به نحوی که قاضی، انسان و ماشین را نمی‌بیند و سعی در تشخیص ماشین از انسان دارد. در صورتی که ماشین بتواند پس از گفت‌وگو با قاضی، وی را به‌گونه‌ای فریب دهد که در قضاوت خود دچار اشتباه

شود و او را به‌عنوان انسان شناسایی کند، توانسته است آزمون را با موفقیت پشت سر بگذارد. برای آسان‌تر و استاندارد کردن شرایط برگزاری آزمون و پرهیز از پیچیدگی‌های اضافی، آزمون به محاوره روی کاغذ محدود شود تا مشکلاتی مانند تبدیل متن به گفتار شفاهی و تنظیم تُن صدا و لهجه در کار نباشد (شکل ۴).

کنجکاوی



- اگر شما جای قاضی باشید چه سؤالاتی را مطرح می‌کنید؟
- اگر ماشینی این آزمون را با موفقیت پشت سر بگذارد، آیا می‌توان گفت مانند انسان باهوش است؟

### حال و آینده هوش مصنوعی

در دهه‌های گذشته، هوش مصنوعی فقط بر مسئله و شرایط خاصی تمرکز داشت و در یک حوزه خاص می‌توانست کاری را انجام دهد. به این سطح **هوش مصنوعی محدود (Narrow Artificial Intelligence)** یا **هوش مصنوعی ضعیف (Weak Artificial Intelligence)** می‌گویند. هوش مصنوعی که سال‌ها قبل توانست در بازی شطرنج، استاد بزرگ و قهرمان جهان را شکست دهد، یکی از همین نمونه‌هاست. تعداد زیادی از تارنماها به مشتریان خود امکان گفت‌وگو با یک ربات پشتیبانی از مشتری را می‌دهند. این ربات‌های نرم‌افزاری دارای هوش مصنوعی محدود و قادر به استخراج اطلاعات از تارنما و نمایش آنها به مشتری هستند.

فعالیت  
کلاسی

چند نمونه دیگر از کاربردهای هوش مصنوعی محدود را نام ببرید.



دانشمندان علوم رایانه سعی دارند در ادامه پیشرفت‌های خود به یک سطح بالاتر از هوش مصنوعی یعنی **هوش مصنوعی عمومی (General Artificial Intelligence)** یا **هوش مصنوعی قوی (Strong Artificial Intelligence)** دست یابند که در سطح انسان باشد. این نوع هوش مصنوعی، باید توانایی دلیل آوردن، حل مشکل، فکر کردن، درک ایده‌های پیچیده، فراگیری سریع و کسب تجربه را داشته باشد تا همانند انسان استنتاج کرده و رفتار او را تقلید کند. اگرچه ساخت این نوع هوش مصنوعی کار دشواری است ولی پیش‌بینی می‌شود حدود بیست سال دیگر به این سطح از هوش برسند.

یک سطح بالاتر از هوش مصنوعی، **فراهوش (Super Intelligence)** است که در تمام زمینه‌ها از جمله خلاقیت علمی، هوش عمومی و مهارت‌های اجتماعی از باهوش‌ترین انسان‌ها، بسیار برتر است. ویژگی‌های این سطح از



هوش هنوز به‌طور کامل مشخص نیست و اینکه پس از رسیدن به این سطح چه اتفاقاتی خواهد افتاد هیچ‌کس نمی‌داند. در حال حاضر، جهان مملو از هوش مصنوعی محدود است. پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی اکنون در مرحله انتقال از هوش مصنوعی محدود به هوش مصنوعی عمومی هستند. آن‌ها سعی دارند با تقلید از مغز انسان، هوشی مصنوعی طراحی کنند که هم‌سطح هوش انسان باشد. با این حال این علم هنوز در اول راه خود قرار دارد.

شکل ۵- سطوح هوش مصنوعی



در تحقق هوش مصنوعی تاکنون چه بخش‌هایی از هوش انسانی پیاده‌سازی شده است؟



شکل ۶- حوزه‌های کاربرد هوش مصنوعی

### کاربردهای هوش مصنوعی

به خاطر گستردگی تأثیر هوش مصنوعی بر جنبه‌های مختلف زندگی بشر، در این پودمان نمی‌توان تمامی آنها را بررسی و یا حتی معرفی کرد اما انتظار می‌رود در پایان این بخش آگاهی و تفکر شما تا حدی افزایش پیدا کند و بتوانید به سایر جنبه‌هایی که اشاره نشده است نیز بیندیشید. در شکل ۶ برخی از حوزه‌های کاربردی و تأثیرات هوش مصنوعی معرفی شده است. حال به بررسی برخی از موارد فوق می‌پردازیم.

#### - حوزه شغلی

یکی از جنبه‌های مهمی که هوش مصنوعی بر آن تأثیر

به‌سزایی خواهد داشت، حوزه شغلی است. طبق پیش‌بینی‌های صورت گرفته طی سال‌های آینده، میلیون‌ها شغل از بین خواهند رفت و برخی نیز اهمیت خود را به میزان زیادی از دست خواهند داد؛ اما بعد از یک دوره گذار و یا به‌طور هم‌زمان هوش مصنوعی می‌تواند میلیون‌ها شغل جدید در سراسر دنیا ایجاد کند. توجه کنید میلیون‌ها شغل، نه میلیون‌ها شاغل! تعداد مشاغلی که در صنایع مختلف به هوش مصنوعی وابسته‌اند، متفاوت است. انتظار می‌رود در سال‌های آینده بخش‌های بهداشت و درمان، خدمات عمومی و آموزش بیشترین



میزان افزایش تقاضا برای این مشاغل را داشته باشند. در واقع هوش مصنوعی در بسیاری از مشاغل، ضمن کاهش یا حذف شغل‌هایی که مناسب انسان نیستند، شغل‌های رده بالاتر و با بازدهی بهتری ایجاد می‌کند که به مهارت‌های خاصی نیاز دارند و حتی ممکن است از انسان وقت کمتری بگیرند.

#### - شغل‌های خطرناک

ربات‌ها از پیشرفته‌ترین فناوری‌های هوش مصنوعی بهره می‌برند. امروزه ربات‌ها کارهای بسیار سخت و خطرناکی را انجام می‌دهند. محققان معتقدند فهرست بزرگی از کارهای خطرناک وجود دارند که اگرچه انسان‌ها قادر به انجام آنها نیستند؛ اما نسل جدید ربات‌ها در نقش یک ابرقهرمان ظاهر می‌شوند و به راحتی از عهده انجام آنها برمی‌آیند. برای



شکل ۷- ربات آتش‌نشان

نمونه می‌توان به حضور این ربات‌ها در عملیات آتش‌نشانی و تلاش برای خاموش کردن آتش‌سوزی‌ها در جنگل، خنثی کردن بمب و نجات انسان‌ها از زیر آوار اشاره کرد. شغل جوشکاری به تولید مواد سمی، گرمای شدید و سروصدا شناخته شده است، ربات‌ها در بسیاری از موارد می‌توانند به افراد در این شغل کمک کنند.



نام چند ربات را بنویسید که برای انجام شغل‌های خطرناک ساخته شده‌اند.



شکل ۸- نمای داخلی خودروی خودران

### - حمل و نقل

استفاده از هوش مصنوعی به میزان زیادی سبب کاهش سفرها خواهد شد و جنبه‌های مختلفی از حوزه حمل و نقل را تحت تأثیر قرار خواهد داد. یکی از مهم‌ترین آنها حمل و نقل خودکار و خودروهای خودران است.

مزایا و چالش‌های به‌کارگیری خودروهای خودران را در جدول زیر تکمیل کنید.



شرح	جنبه‌های مؤثر
امنیت بالاتر به علت رعایت خودکار نکات امنیتی و همچنین قوانین راهنمایی و رانندگی، سرنشینان احساس امنیت و آسودگی خاطر بیشتری خواهند کرد.	امنیت سفر و آسودگی خیال
	افزایش ظرفیت داخلی خودرو
	مصرف سوخت
با مدیریت هوشمند ترافیک تا حد زیادی مشکل ترافیک از بین خواهد رفت.	ترافیک
	زمان رسیدن به مقصد
به علت ترافیک کمتر و انتخاب مسیر کوتاه‌تر، آلودگی هوا کمتر خواهد شد.	آلودگی هوا
	کرایه
راننده - پلیس راهنمایی و رانندگی حاضر در خیابان‌ها و جاده‌ها - شرکت‌های بیمه‌گر خودرو به علت کاهش تصادفات و حوادث	شغل‌هایی که حذف و یا کم می‌شوند.
	شغل‌هایی که ایجاد می‌شوند.
به‌مرور از بین خواهد رفت.	ترس مردم از این فناوری
	اعلام خودکار وضعیت خودرو

### - ربات دوست مصنوعی ما

دانشمندان و متخصصان رباتیک مدعی شدند به‌زودی یک ربات هوشمند، مفهوم فلسفی عشق، علاقه و دوستی را درک خواهد کرد. این ربات‌ها با دسترسی به شبکه‌های اجتماعی، پایگاه‌های داده، ثبت و طبقه‌بندی صحبت‌ها



و انتخاب‌های ما، خواهند توانست به دوستی ارزشمند برای ما تبدیل شوند. آنها می‌توانند با دریافت اطلاعات بیشتر از رسانه‌های اجتماعی و با دسترسی به موتورهای جست‌وجو در اینترنت، اظهارنظر کرده، مانند یک شخصیت زنده در مکالمات شرکت کنند. با این اوصاف و با نزدیکی بیشتر بین انسان و ربات به‌عنوان دوست، باید کمی نگران روابط اجتماعی و خانوادگی بود؛ اما اگر فناوری در جهت مثبت خود به کار گرفته شود، می‌تواند تأثیرات بسیار مفیدی بر زندگی انسان بگذارد. پس تصمیم نهایی با انسان است که چگونه از آن بهره‌مند شود.

ربات‌های دوست مصنوعی در کدام سطح از هوش مصنوعی قرار دارند؟ چرا؟  
 هوش مصنوعی محدود  هوش مصنوعی عمومی  فراهوش

فعالیت  
کلاسی



### - حوزه فرهنگی، اجتماعی و آموزشی

با توجه به وسعت این حوزه، گوشه‌ای از آن در قالب دو سؤال و پاسخ به آنها بیان می‌شود و بررسی و کنکاش در سایر قسمت‌ها به ذهن پرسشگر شما سپرده خواهد شد.

- آیا می‌توان برای حل برخی معضلات اجتماعی مانند مشکل تخصیص شغل به افراد بیکار از هوش مصنوعی استفاده کرد؟

این کار را می‌توان با ثبت اطلاعات شهروندی افراد در طول زندگی آنها در یک سیستم امن تحت مدیریت برنامه‌های هوش مصنوعی اجرایی کرد. همچنین یک بانک اطلاعاتی از مشاغل فعال و نیازمند به افراد تشکیل شود تا هنگامی که افراد مختلف جامعه برای دریافت یک شغل خاص اقدام می‌کنند، همه آنها بر اساس معیارهای متفاوت دسته‌بندی شوند و دیگر تحصیلات و یا رابطه، تنها ملاک برای اخذ شغل نباشد. در اینجا هوش مصنوعی قادر به شناسایی شغل مناسب برای هر شهروند است و آن را بر اساس سابقه کاری فرد، مهارت‌ها و ترجیحات شخص پیشنهاد خواهد کرد.

- آیا می‌توان برای اصلاح روش پذیرش دانشگاه‌ها به‌جای آزمون سراسری از هوش مصنوعی استفاده کرد؟ پذیرش دانشگاه‌ها را می‌توان به یک سیستم هوش مصنوعی سپرد تا رشته دانشگاهی متناسب با استعداد و علاقه دانش‌آموز را بر اساس عملکرد کل دوران تحصیل و علاقه‌مندی‌های دانش‌آموز به وی پیشنهاد کند. هوش مصنوعی در راستای هدایت تحصیلی و دادن مشاوره به دانش‌آموزان و والدین می‌تواند بسیار مفید باشد.

- در مورد استفاده مربیان ورزشی از برنامه‌های هوشمند برای مربی‌گری، آموزش و کنترل بازیکنان تحقیق کرده، نتایج خود را به کلاس ارائه دهید.

- هوش مصنوعی چه جنبه‌های دیگری از زندگی ما را دست‌خوش تغییر خواهد کرد؟ محیط شهر و یا محیط ادارات چه تغییراتی می‌توانند داشته باشند؟ به‌دلخواه در خصوص سایر حوزه‌های کاربردی و تأثیرات هوش مصنوعی تحقیق کرده، مطالب خود را به‌اختصار در کلاس بیان کنید.

فعالیت  
منزل



کنجکاوی



در مورد شهر هوشمند (Smart City) و یا شهر سایبری (Cyber City) تحقیق کنید.

## زبان‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی

اکنون ممکن است این سؤال ذهن شما را به خود مشغول کند که آیا روش برنامه‌نویسی هوش مصنوعی با برنامه‌نویسی عادی تفاوت دارد؟ برای پاسخ به این سؤال، به مسئله‌های زیر و چگونگی نوشتن برنامه آنها توجه کنید.

- برنامه‌ای بنویسید که روی صفحه نمایش عبارت hello world را چاپ کند.
- برنامه‌ای بنویسید که ده عدد صحیح از کاربر گرفته، بزرگ‌ترین آنها را تعیین کند.
- برنامه‌ای برای ثبت و سازمان‌دهی شجره‌نامه خانوادگی بنویسید که بتواند روابط خانوادگی بین افراد را از برنامه استخراج کند.

- برنامه‌ای برای سیستم نظارت ویدیویی بنویسید که در مناطق حفاظت‌شده بتواند حرکت شکارچیان غیرمجاز را از حرکت حیوانات به صورت برخط تشخیص داده، پیام لازم را به اداره حفاظت از محیط‌زیست بفرستد.

در برنامه hello world فقط یک خروجی ساده، روی صفحه‌نمایش چاپ می‌شود و به دلیل همین سادگی، این کار را می‌توان با بیشتر زبان‌های برنامه‌نویسی انجام داد. در برنامه یافتن بزرگ‌ترین عدد، ورودی و خروجی چیست؟ ورودی ده عدد صحیح و خروجی نیز یک عدد صحیح است. این برنامه با وجود آنکه ماهیت الگوریتمی پیچیده‌تری نسبت به برنامه اول دارد، ولی در صورت داشتن الگوریتم مناسب، با بیشتر زبان‌های برنامه‌نویسی قابل پیاده‌سازی است. در این برنامه، ورودی و خروجی از یک نوع هستند و عملیات پردازشی روی داده‌های ورودی سخت نیست. چنین مسئله‌هایی را می‌توان در نوع **برنامه‌های تابعی** طبقه‌بندی کرد.

ورودی‌ها و خروجی‌های برنامه شجره‌نامه خانوادگی از چه نوعی هستند (شکل ۹)؟ چه پردازشی روی اطلاعات صورت می‌گیرد؟ آیا می‌توانید زبان برنامه‌نویسی مناسب برای این برنامه را تعیین کنید؟ با توجه به نوع ورودی‌های متفاوت و نوع پردازش منطقی، برنامه شجره‌نامه خانوادگی را می‌توان از نوع **برنامه‌های منطقی** طبقه‌بندی کرد. عملیات پردازشی که روی ورودی‌ها صورت می‌گیرد پیچیدگی منطقی خاصی دارد بنابراین زبان‌های برنامه‌نویسی رایج نمی‌توانند به راحتی از عهده آنها برآیند.



شکل ۹- شجره‌نامه خانوادگی

ورودی برنامه نظارت ویدیویی، تصاویر زنده ویدیویی است. چه پردازشی روی این تصاویر انجام می‌گیرد؟ آیا می‌توانید زبان برنامه‌نویسی مناسب برای این برنامه را تعیین کنید؟ برای این مورد نیز با زبان‌های برنامه‌نویسی رایج نمی‌توان به راحتی برنامه‌نویسی کرد. برای حل این‌گونه مسائل بهتر است از زبان‌های مخصوص برنامه‌نویسی هوش مصنوعی مانند لیسپ (Lisp) و پرولوگ (Prolog) استفاده کرد.

بررسی کنید به جز موارد فوق چه زبان‌های برنامه‌نویسی دیگری برای برنامه‌نویسی هوش مصنوعی وجود دارد؟

پژوهش



برای شناخت بهتر زبان‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی لازم است با نوع ورودی‌ها، خروجی‌ها و دستگاه‌های ورودی مناسب آنها آشنا شوید.



- انواع داده‌ای که به‌عنوان ورودی برای برنامه‌های هوش مصنوعی استفاده می‌شوند، در جدول زیر آمده است. جدول را تکمیل کنید.

نوع داده ورودی	نمونه‌ها
نشانه	نماد یک‌بعدی مانند حروف متنی، تصاویر دوبعدی، مناظر سه‌بعدی، تصاویر ویدیویی
صدا	
لامسه	داده‌های دما، نرمی، زبری و مقاومت در برابر فشار
بو	بوی موجودات جاندار و بی‌جان مانند دود یا عطر
مزه	

- در برنامه‌نویسی هوش مصنوعی برای ورود انواع داده از چه دستگاه‌هایی می‌توان استفاده کرد؟

نوع داده ورودی	دستگاه ورودی
نشانه	
صدا	
لامسه، بو، مزه	

خروجی حاصل از اجرای برنامه‌های هوش مصنوعی نیز مانند داده ورودی، متفاوت هستند (جدول ۴).

جدول ۴- انواع خروجی‌های برنامه‌های هوش مصنوعی

نوع خروجی	مثال
چاپ	چاپ سه‌بعدی ماکت‌ها - چاپ سه‌بعدی تجهیزات پزشکی
صوتی	پاسخ دستیار صوتی - تولید موسیقی
تصویری	شناسایی پلاک خودرو - تفکیک تصاویر مختلف از هم - شناسایی چهره
حرکتی	حرکت ربات‌ها - کنترل حرکتی خودروهای خودران

در برنامه‌نویسی هوش مصنوعی برنامه تولیدشده می‌تواند به سؤالات کلی مرتبط با کاربرد آن برنامه و حتی سؤالاتی که از قبل پیش‌بینی نشده‌اند، پاسخ دهد؛ اما برنامه‌های نوشته‌شده بدون هوش مصنوعی فقط می‌توانند به سؤالات خاصی که از قبل پیش‌بینی شده‌اند پاسخ دهند. به مثال واقعی زیر توجه کنید. اخیراً یکی از ربات‌های دستیار صوتی توانسته است با تماس تلفنی با یک آرایشگاه ضمن گفت‌وگو با مسئول پذیرش، یک وقت برای کوتاه کردن مو بگیرد. همچنین زمانی که با یک رستوران برای رزرو میز، تماس می‌گیرد می‌تواند به راحتی با مسئول رزرو صحبت کرده، مفهوم صحبت‌های او که با سرعت صحبت می‌کند را نیز درک کند. همه این‌ها در حالی است که طرف مقابل متوجه نمی‌شود که در حال صحبت با یک دستیار دیجیتالی هوشمند است. توجه کنید که این دستیار صوتی دیجیتالی باید بتواند به تمام پرسش‌هایی که از او

پرسیده می‌شود، پاسخ دهد. با این مثال، کدام مطلب از درس‌های گذشته یادآوری می‌شود؟ اکنون می‌بینید که چگونه یک برنامه هوشمند می‌تواند انسان‌ها را فریب دهد.

### فیلم «معرفی دستیار صوتی گوگل»

فیلم



در برنامه‌نویسی هوش مصنوعی می‌توان قوانین و حقایق را مستقیم برای برنامه تعریف کرد، یا برنامه طوری نوشته شود که خودش قوانین را از میان حجم زیادی از اطلاعات استخراج کند و این زمینه یکی از مهم‌ترین زیرشاخه‌های هوش مصنوعی با نام یادگیری ماشین (Machine Learning) است. ساختار برنامه‌نویسی هوش مصنوعی تفاوت چشمگیری با سایر زبان‌ها دارد و دیگر از ساختارهای رایج زبان‌هایی مانند سی شارپ خبری نیست.

### زبان برنامه‌نویسی پرولوگ (Prolog)

با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پرولوگ، می‌توان در یک سطح خلاصه و نزدیک به مشخصات مسئله برنامه‌نویسی کرد. این زبان، با وجود قدمتش هنوز هم مهم‌ترین زبان برنامه‌نویسی منطقی است و در بیشتر زمینه‌های هوش مصنوعی مانند سیستم‌های خبره، پردازش زبان طبیعی و سیستم‌های مدیریت پایگاه داده به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده است.

مسئله‌ها در پرولوگ به‌صورت حقایق (Fact) و قواعد (Rule) منطقی، برای استنباط حقایق جدید بیان می‌شوند. در قسمت بیان حقایق، باید خواص اشیا و روابط صریح بین اشیا با دقت توصیف شوند، برای بیان قواعد، روابط ضمنی بین اشیا بیان می‌شود و در نهایت در قسمت پرس‌وجو، سؤالاتی در مورد این روابط پرسیده خواهد شد، سپس مفسر پرولوگ نتایج یا پاسخ‌ها را بر اساس حقایق و قواعد ارائه می‌کند. برای روشن شدن مطلب به مثال ساده زیر توجه کنید:

برنامه پرولوگ زیر، یکی از ساده‌ترین برنامه‌هاست که شامل دو حقیقت و یک قاعده است. برنامه در دو خط این حقیقت را بیان می‌کند که بوعلی و فارابی دانشمند هستند. همچنین قاعده‌ای فرضی تعریف می‌کند که بر پایه آن رابطه بین منطق‌دان و دانشمند بیان شده است.

۱	scientist(buali).	-	بوعلی یک دانشمند است	حقایق
۲	scientist(farabi).	-	فارابی یک دانشمند است	
۳	logician(X):- scientist(X).	-	X یک منطق‌دان است اگر X یک دانشمند باشد.	قاعده
۴	?- scientist(buali).	خروجی: True	آیا بوعلی یک دانشمند است؟	پرس‌وجو
۵	?- scientist(X).	خروجی: buali و farabi	چه کسی دانشمند است؟	
۶	?- logician (farabi).	خروجی: True	آیا فارابی یک منطق‌دان است؟	
۷	?- logician (X).	خروجی: buali و farabi	چه کسی منطق‌دان است؟	
۸	?- logician (reza).	خروجی: .....	آیا رضا یک منطق‌دان است؟	

جمله اول و دوم حقایق برنامه و جمله سوم از نوع قاعده است. برای آموذن این برنامه باید عبارات پرس و جو یا قضایایی را مشخص کرد که پرولوگ سعی می کند با استفاده از برنامه به آنها جواب دهد. چهارمین جمله، پرس و جویی بسیار ساده است که خروجی True را چاپ می کند یعنی بوعلی دانشمند است. پنجمین جمله یک پرس و جو است و خروجی آن نام دانشمندان ایران یعنی buali و farabi است که در قسمت حقایق بیان شده است؛ اما ششمین جمله دیگر یک پرس و جوی ساده نیست بلکه با استفاده از قواعد و حقایق موجود برنامه می تواند تشخیص دهد که فارابی یک منطق دان است. توجه کنید هیچ گاه در قسمت حقایق به طور مستقیم گفته نشده است که فارابی منطق دان است؛ اما برنامه می تواند این نتیجه گیری را انجام دهد. همچنین وقتی در هفتمین جمله پرسیده می شود چه کسانی منطق دان هستند، برنامه می تواند این گونه فرض کند که تمام دانشمندان، منطق دان هستند و در نتیجه اسامی آنها را چاپ کند.

**تذکر:** هنگام برنامه نویسی به حروف بزرگ و کوچک دقت شود.

مفهوم و خروجی پرس و جوی خط هشتم چیست؟ جدول را تکمیل کنید.

برای حل مسائل مربوط به روابط خانوادگی یا شجره نامه خانوادگی، می توان به آسانی از پرولوگ استفاده کرد. برای آشنایی بیشتر، می توانید نمونه های بی شماری از برنامه های نوشته شده برای این مسئله و یا مسائل مرتبط با هوش مصنوعی را از اینترنت دریافت کنید.

در مورد دو زبان برنامه نویسی لیسپ (Lisp) و پایتون (Python) تحقیق کنید.

### تأثیر هوش مصنوعی در بازی های رایانه ای

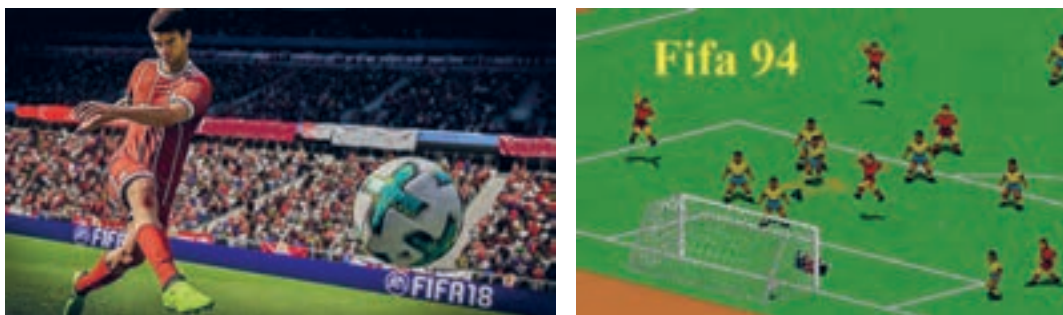


شکل ۱۰- پیشرفت بازی سوپر ماریو در گذر زمان

یکی از گفت و گوهای دانا با عمومی خود در مورد بازی های رایانه ای است. دید و بازدید عید زمان مناسبی بود که دانا در مورد بازی های سال گذشته با عمومی خود صحبت کند. در این گفت و گو، عمومی دانا از بازی های قدیمی و زمان جوانی خود نام برد و گفت بازی های قدیمی اگر چه تک نفره یا دونفره بودند و رقبای رایانه ای نقش خاصی در آن نداشتند و همچنین از نظر گرافیکی و عملکرد بسیار ضعیف بودند ولی بازی با آنها لذت بخش و هیجان انگیز بود (شکل ۱۰).

**دانا:** درست است، ولی در حال حاضر علاوه بر بازیکنان واقعی، تعدادی بازیکن رایانه ای با هوش مصنوعی خوب نیز در برخی بازی ها وجود دارند که بازی را جذاب تر می کنند. برای مثال در بازی های ورزشی مانند FIFA که در هر لحظه نمی توان همه بازیکنان را کنترل کرد، وقتی کنترل یکی از بازیکنان را در اختیار می گیرم، بازیکنان دیگر به وسیله برنامه به بهترین وجه در کنار من بازی می کنند (شکل ۱۱). همچنین در بازی های استراتژیک نیز شخصیت های رایانه ای بازی، اغلب به وسیله خود برنامه هدایت می شوند و من در هر لحظه فقط کنترل یک یا چند بازیکن را برعهده دارم. جالب است که برخی شخصیت های رایانه ای بازی مثل سربازها هنگام احساس خطر به جای حمله یا دفاع، از دشمن فرار می کنند، در حالی که برخی مواقع کارگرا وظیفه

اصلی خود یعنی تأمین منابع را هنگام حمله دشمن رها می‌کنند و به دفاع در برابر دشمن می‌پردازند و این فرار و دفاع هر دو برای رسیدن به پیروزی است.



شکل ۱۱- پیشرفت گرافیک بازی FIFA

**عموی دانا:** از ویژگی‌های بازی‌های جدید، گرافیک سه‌بعدی و کنترل بازی به بهترین شکل است. **هوشمندی بازیکنان حریف** به قدری ارتقا یافته است که نمی‌توان برخلاف گذشته به راحتی در برابر بازیکنان رایانه‌ای پیروز شد. امروزه با استفاده از **هوش مصنوعی رویدادگرا**، رقبای رایانه‌ای به کوچک‌ترین جزئیات بازی حساس هستند و از این جزئیات علیه شما استفاده می‌کنند. برای مثال در برخی بازی‌های جنگی، دشمن نسبت به صدای پای شما حساس است و می‌تواند صدای دویدن شما را هم بشنود و با آگاهی از نزدیک شدن شما بسته به موقعیت خود در بازی، به آهستگی پنهان شود یا ضمن عقب‌نشینی استراتژیک از راه دیگری به سوی شما آمده، شلیک کند. همچنین به لطف **هوش مصنوعی هدف‌گرا**، برنامه بازی با دانستن وضعیت جاری و **اطلاعات هدف (Goal)**، با **برنامه‌ریزی (Planning)** دقیق اما منعطف به دنبال راهی برای غلبه بر شما می‌گردد و حتی می‌تواند در صورت تغییر شرایط و یا تغییر هدف، ضمن **برنامه‌ریزی جدید** با روشی جدید به پیروزی دست یابد.

**دانا:** با توجه به مطالبی که شما گفتید، برنامه‌نویسی این بازی‌ها باید نسبت به گذشته تغییراتی کرده باشد. هوش مصنوعی در ساخت و برنامه‌نویسی بازی‌های رایانه‌ای جدید چه نقشی دارد؟

**عموی دانا:** هوش مصنوعی در ساخت محتوای بازی و یا نقشه بازی، نقشی اساسی دارد به طوری که در بازی‌های راهبردی (strategic) نقشه بازی به صورت تصادفی تولید می‌شود و برنامه‌نویسان لازم نیست نقشه‌های بازی را از قبل طراحی کنند. در **مدل‌سازی شخصیت‌ها** و **باورپذیر کردن آنها** و در نهایت در بهینه‌سازی فرایند بازی مانند **کنترل بهتر بازی** از روش‌های نوین هوش مصنوعی استفاده می‌شود. برای مثال در برخی بازی‌ها برای تیراندازی قابلیت هدف‌گیری خودکار اضافه شده است. برای افزایش جذابیت در برخی بازی‌ها حتی شرایط آب و هوایی در محیط بازی نیز تغییر می‌کند. در مجموع استفاده از هوش مصنوعی در صنعت بازی‌سازی به برنامه‌نویسان بازی‌ها کمک می‌کند تا در زمان کوتاه‌تر و به سهولت بازی‌هایی جذاب و جدید بسازند. در سال‌های اخیر برنامه‌نویسان کشور ما موفق به ساخت بازی‌های زیادی شدند که از فناوری‌های هوش مصنوعی بهره می‌برند. تولید و صادرات بازی‌های رایانه‌ای نه تنها برای تولیدکنندگان آن درآمد قابل توجهی فراهم می‌کند، بلکه برای کمک به اقتصاد کشور نیز بسیار مفید است. تولید و رواج بازی‌های بومی می‌تواند از فرهنگ کشور ما در برابر آسیب‌های بازی‌های خارجی پاسداری کند.

**دانا:** با توجه به مطالبی که گفتید در صنعت بازی‌سازی شاهد رشدی سریع هستیم. در چند سال آینده، بازی‌های رایانه‌ای چه تفاوتی می‌کنند؟



شکل ۱۲- بازی واقعیت مجازی

**عمومی دانا:** با رواج بازی‌های واقعیت مجازی (Virtual Reality) بازی‌های جذاب‌تری معرفی خواهند شد و احتمالاً بازی‌هایی با ترکیب محیط واقعی و محتوای شبیه‌سازی شده که به آنها واقعیت افزوده (Augmented Reality) گفته می‌شود، رواج بیشتری خواهند یافت و شاید در آینده شاهد بازی‌هایی باشیم که ما را به تحرک بیشتری وادارد. همچنین بازی‌های تلفن همراه رشد چشمگیری خواهند داشت.

- سه مورد از اهداف به‌کارگیری هوش مصنوعی در ساخت بازی‌های رایانه‌ای را بنویسید.
- مزیت نسل جدید بازی‌های رایانه‌ای بر بازی‌های قدیمی چیست؟

- با مراجعه به تارنمای بنیاد ملی بازی‌های رایانه‌ای و دریافت نام بازی‌های ایرانی، درخصوص ویژگی‌ها و برتری‌های برخی از آنها تحقیق کنید.
- با مراجعه به تارنمای آکادمی بازی‌سازی در قسمت فیلم‌های آموزشی آن می‌توانید فیلم آموزشی مسیریابی در هوش مصنوعی و یا دیگر فیلم‌های آموزشی مرتبط با بازی‌سازی را دریافت و مشاهده کنید.
- با مراجعه به تارنماهای اینترنتی درمورد تفاوت بازی‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده تحقیق کنید.

انسان با شناخت توانایی‌های خود در راستای رسیدن به هوش مصنوعی حوزه‌هایی از علوم جدید را ابداع کرد.



فعالیت گروهی



پژوهش





## پردازش تصویر و بینایی ماشین

فیلم

پویانمایی «یک روز از زندگی آینده»

پیش‌بینی می‌شود وقایع این داستان به‌زودی و به‌طور کامل برای همه مردم محقق شود. تقریباً همه فناوری‌هایی که در آن نام برده شده است، هم اکنون وجود دارند. با مشاهده پویانمایی ممکن است سؤالاتی در ذهن شما پدیدار شده باشد مانند: پردازش تصویر دیجیتالی چیست؟ یا منظور از بینایی ماشین چیست؟



به تصویر مقابل نگاه کنید و بگویید که اجزا و اشیای درون تصویر چیست و شما چه برداشتی از تصویر دارید؟ سعی کنید تا حد ممکن آن را به‌گونه‌ای شرح دهید که اگر کسی عکس را ندیده باشد بتواند آن را تجسم کند.

با مشاهده دقیق تصویر می‌توان اشیاء و جزئیاتی در تصویر یافت مانند دوربین و سه‌پایه، مردی با موهای مشکی که دستکش و پالتو پوشیده است. در نهایت برای شرح تصویر می‌توان گفت این تصویر یک مرد میان‌سال است که احتمالاً در یک روز سرد، در فضای باز بیرون از شهر مشغول فیلم‌برداری است. با دقت بیشتر، می‌توان برای همین تصویر

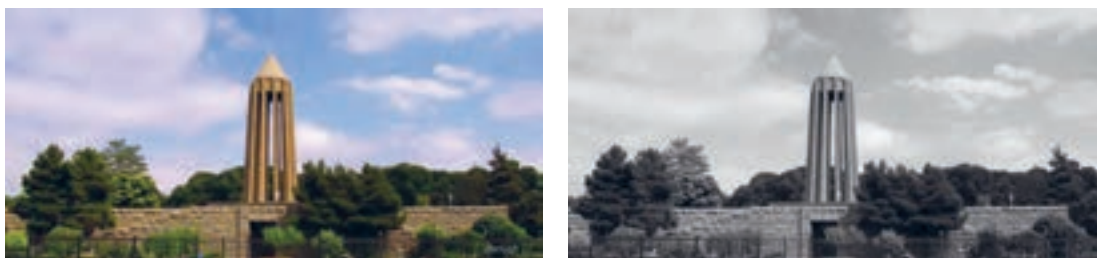
ساده، جزئیات بیشتری بیان کرد؛ اما هرگز نمی‌توان یک توصیف متنی ارائه کرد که دربرگیرنده تمام جزئیات تصویر باشد. در اصطلاح می‌گوییم «یک عکس ارزش هزاران کلمه را دارد».

چشم‌ها و مغز ما قادر به استخراج اطلاعاتی بسیار دقیق هستند. اطلاعاتی فراتر از آنکه در یک متن بتوان نوشت. این عملیات **پردازش تصویر (Image Processing)** نام دارد. دانشمندان علوم رایانه توانسته‌اند با شبیه‌سازی این توانایی و بهره‌گیری از قابلیت‌های رایانه‌ها مانند سرعت پردازش، دقت و ظرفیت ذخیره‌سازی بالا، در حوزه پردازش تصویر به موفقیت‌های چشمگیری دست یابند که موجب کاربردهای وسیعی در دیگر حوزه‌ها شده است. برای شبیه‌سازی این فرایند، دوربین جایگزین چشم و نرم‌افزار پردازش تصویر یا ویدئو جایگزین مغز انسان شده است. بدین ترتیب **حوزه بینایی ماشین (Machine Vision)** پدیدار شد. بینایی ماشین سعی دارد از طریق پردازش تصاویر دوبعدی، جهان سه‌بعدی پیرامون را بازسازی کرده، اطلاعات لازم را از آن استخراج کند. بینایی ماشین به بیان ساده یعنی اینکه رایانه‌ها بتوانند جهان را به کمک دوربین‌ها ببینند، بفهمند و حتی از بینایی انسان فراتر بروند.

پردازش تصویر را می‌توان بر اساس اهدافی که از آن انتظار می‌رود در سه سطح طبقه‌بندی کرد.

پردازش سطح بالا به جهت فهمیدن موضوع تصویر	
ورودی: صفاتی از اشیاء	خروجی: توصیف سطح بالای تصویر
پردازش سطح میانی برای تحلیل تصویر	
ورودی: تصویر	خروجی: صفاتی از اشیاء و یا تشخیص آنها
پردازش سطح پایین تصویر	
ورودی: تصویر	خروجی: تصویر

برای آشنایی بیشتر با حیطه پردازش تصویر، چند مورد از عملیاتی که روی تصاویر صورت می‌گیرد، معرفی می‌شود.  
**- تبدیل یک تصویر رنگی به سیاه و سفید و یا خاکستری (پردازش سطح پایین)**  
 برای مثال روزنامه‌هایی که غیررنگی چاپ می‌شوند باید تصاویر رنگی را به رنگ سیاه و سفید و یا مقیاس خاکستری (Gray/Scale) تبدیل کنند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- تبدیل تصویر رنگی به مقیاس خاکستری

**- اعمال جلوه‌های ویژه به تصاویر (پردازش سطح پایین)**  
 مانند شفاف کردن، مات کردن، تغییر مقیاس، افزایش و یا کاهش تضاد (Contrast)  
**- حذف نویز از تصاویر (پردازش سطح پایین)**  
 برای مثال، گاهی نقاط کوچک و نقص‌های بصری در تصاویر دیده می‌شوند و بیشتر می‌توان آنها را به‌طور خودکار حذف کرد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- کاربرد پردازش تصویر سطح پایین در حذف نویز تصویر

**- تشخیص ویژگی‌های تصاویر مانند چهره‌ها و یا متن (پردازش سطح میانی)**  
 بسیاری از دوربین‌های دیجیتال و یا گوشی‌های همراه هوشمند یک نرم‌افزار تشخیص چهره دارند که یک کادر را در اطراف چهره‌ها قرار می‌دهد.  
**- قطعه‌بندی تصاویر (Image Segmentation) (پردازش سطح میانی)**  
 تصویر را به نواحی و اشیای مختلف تقسیم‌بندی می‌کند، برای مثال محل یک متن در تصویر را مشخص می‌کند.  
**- تشخیص تصویر (پردازش سطح بالا)**  
 اشیا را در یک تصویر تشخیص دهد تا بتواند نام آن اشیا را گزارش کند که این مورد یکی از بالاترین سطح‌های فرایند پردازش تصویر است. مانند برچسب‌گذاری خودکار نام افراد در برخی دوربین‌های عکاسی و یا نرم‌افزارهای پردازش تصویر.

**مثال:** فرض کنید در یک اردوی علمی تعدادی عکس دسته‌جمعی انداخته‌اید و می‌خواهید اسامی افراد داخل عکس را برچسب‌گذاری کنید یعنی با بردن اشاره‌گر ماوس روی تصویر هر شخص یک برچسب متنی دربرگیرنده نام آن شخص ظاهر شود. این کار چنانچه بخواهد به صورت دستی صورت گیرد، بسیار وقت‌گیر است؛ اما نرم‌افزارهای هوشمند تشخیص تصویر می‌توانند با استفاده از اطلاعات قبلی شما و یا دسترسی به پایگاه‌های داده موجود در شبکه‌های اجتماعی، به صورت خودکار اسامی افراد را تشخیص داده، برچسب‌گذاری را انجام دهند.

در مورد معروف‌ترین نرم‌افزارهایی که برای برچسب‌گذاری خودکار نام افراد استفاده می‌شوند، تحقیق کنید.

پژوهش



## کاربردهای بینایی ماشین و پردازش تصویر

پردازش تصویر و بینایی ماشین در حوزه‌ها و علوم مختلف کاربرد دارد. به نمونه‌های زیر توجه کنید:

### حوزه صنعت

امروزه بخشی از خط تولید کارخانه‌های پیشرفته به وسیله برنامه‌های هوشمند بینایی ماشین کنترل می‌شوند. خطای بسیار کم، سرعت زیاد، هزینه نگهداری بسیار پایین، بی‌نیاز به حضور ۲۴ ساعته اپراتور و مزایای دیگری باعث شده است که صنایع و کارخانه‌ها به سرعت به سمت پردازش تصویر و بینایی ماشین روی بیاورند. برای مثال در خطوط تولید، محصولات معیوب با سیستم‌های هوشمند بینایی ماشین شناسایی و از خط تولید خارج می‌شوند و در صنعت تولید نان ماشینی دستگاهی ساخته می‌شود که قادر است نان‌های پخته را از نان‌هایی که نیاز به پخت مجدد دارند، تشخیص دهد و آنها را به صورت خودکار به بسته‌بندی بفرستد و نان‌هایی را که نیاز به پخت دارند دوباره برای پختن بفرستد. همچنین در بسته‌بندی محصولات کشاورزی از سیستم‌های مرتب‌سازی میوه‌ها بر اساس اندازه (sorting) استفاده می‌شود که این سیستم‌ها از برنامه‌های هوشمند بینایی ماشین بهره می‌برند.

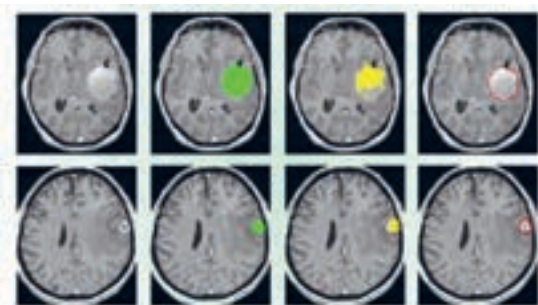
### حوزه پزشکی

پردازش تصویر کاربردهای وسیعی در زمینه‌های مختلف پزشکی پیدا کرده است. در زیر به چند مورد اشاره شده است.

- افزایش کیفیت تصاویر MRI یا X-Ray

از آنجایی که بافت‌های مختلف دارای مشخصات مختلف از جمله نفوذپذیری متفاوت هستند، می‌توان با تکنیک‌های بخش‌بندی تصویر، بافت‌های مختلف را در تصویر تشخیص داد. از جمله می‌توان بافت‌های سرطانی یا محل دقیق تومورهای مغزی را تشخیص داد.

- ساخت تصویر سه‌بعدی از یکی از اعضای بدن مدل دوبعدی یا سه‌بعدی بافت یا عضوی که قرار است جراحی شود مانند تصویر سه‌بعدی کلیه یا دیگر اعضای داخلی بدن با تکنیک‌های پردازش تصویر به دست آمده، جراح را در طول عمل راهنمایی می‌کند.



شکل ۱۵- تشخیص خودکار محدوده تومور به کمک پردازش تصویر

## حوزه امنیت

بینایی ماشین در این حوزه نقش چشمگیری دارد. از سیستم‌های امنیتی می‌توان، سیستم خودکار تشخیص اثرانگشت را نام برد. به گوشی‌ها و رایانه‌های قابل حمل جدید قابلیت *finger print* اضافه شده است که می‌توانند صاحب خود را به‌وسیله اثرانگشت شناسایی کنند.

کد امنیتی دیگری که همیشه همراه انسان حمل می‌شود، چشم انسان است. دانشمندان ثابت کرده‌اند که الگوی بافت‌های موجود در عنبیه چشم هر انسان منحصر به فرد است و الگوهای بافتی عنبیه چشم هیچ دو فردی در دنیا دقیقاً مثل هم نیست. از همین روش برای شناخت افراد و سیستم‌های امنیتی استفاده می‌شود.

چند نمونه دیگر از کاربردهای بینایی ماشین و پردازش تصویر را برای حوزه امنیت بنویسید.

فعالیت  
گروهی



## حوزه راهنمایی و رانندگی

- با تشخیص پلاک خودروها هنگام بنزین زدن و پارک خودرو در پارکینگ‌ها دیگر نیازی به پرداخت پول نقد و یا حتی استفاده از کارت اعتباری نیست.

- با استفاده از پردازش ویدیویی تصاویر دوربین‌های مداربسته در خیابان‌ها به‌صورت خودکار، خودروهای سرقت شده شناسایی می‌شود.

- با پردازش تصاویر دوربین‌های نصب شده در تقاطع‌ها می‌توان زمان، سرعت، جهت حرکت و پلاک خودروها را به دست آورد و بدین ترتیب تخلفات متنوعی از جمله عبور از چراغ قرمز، توقف روی خط عابر پیاده و تخطی از سرعت مجاز هنگام عبور از تقاطع را ثبت و اعمال قانون کرد.

برای حوزه راهنمایی و رانندگی چند نمونه دیگر از کاربردهای پردازش تصویر را بنویسید.

فعالیت  
گروهی



## حوزه تشخیص چهره (Face Recognition)

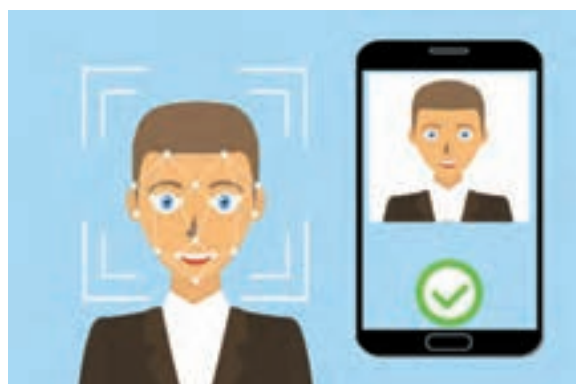
- باز شدن درهای امنیتی در ورودی ساختمان‌ها به‌صورت خودکار

- باز شدن قفل گوشی تلفن همراه

- بی‌نیازی به کارت اعتباری در فروشگاه‌ها برای پرداخت پول

- شناسایی مجرمین در حال تردد در خیابان‌ها، ایستگاه‌های قطار، اتوبوس و فرودگاه‌ها به‌صورت خودکار

- حضور و غیاب دانش‌آموزان و کارمندان



شکل ۱۶- کاربرد تشخیص چهره در تلفن همراه هوشمند

برای حوزه تشخیص چهره چند نمونه دیگر از کاربردهای پردازش تصویر را بنویسید.

فعالیت  
گروهی



## حوزه کشاورزی



شکل ۱۷- کواد کوپتر

کشاورزان می‌توانند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یا تصاویری که با استفاده از پهپادها یا کواد کوپترهای کنترلی از مزرعه خود می‌گیرند و پردازش این تصاویر با یک برنامه نرم‌افزاری به راحتی وجود آفت، نیاز به آبیاری و رسیدگی در قسمتی از مزرعه و یا باغات را تشخیص دهند (شکل ۱۷). همچنین با این فناوری می‌توان محل علف‌های هرز را در مزرعه تشخیص داد و از بین برد و با پهپادهای مخصوص کشاورزی که به تازگی تولید شده‌اند به سم‌پاشی نیز پرداخت.

- در مورد پهپادهای کشاورزی و نوع پردازش تصویری که انجام می‌دهند تحقیق کنید.
- در خصوص روش‌های تشخیص علف هرز و از بین بردن خودکار آنها تحقیق کنید.

پژوهش



فعالیت  
منزل

در جدول ۵ نام برخی حوزه‌ها و کاربردهای بینایی ماشین در آنها آمده است. جدول را تکمیل کنید.



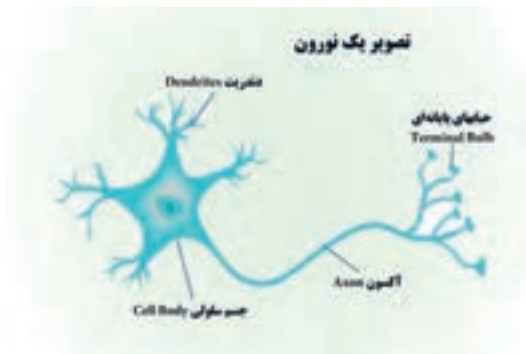
جدول ۵- حوزه‌های کاربرد بینایی ماشین

نام حوزه	
سینما	اولین حوزه‌ای که پردازش تصویر در آن استفاده شد، هنر و سینما بود. یکی از فناوری‌های برتر دنیا Motion Capture است که در آن یک شخصیت پویانمایی قادر است حرکات انسان یا یک موجود واقعی را تقلید کند. امروزه این سیستم برای ساخت فیلم‌ها و بازی‌های رایانه‌ای استفاده می‌شود.
اقتصاد	
زمین‌شناسی	با پردازش تصویر می‌توان کانی‌های مختلف را از روی رنگ و اندازه آنها شناسایی و دسته‌بندی کرد. همچنین در زمین‌شناسی برای پی بردن به مواد تشکیل‌دهنده کانی‌ها از روش پرتونگاری (Tomography) استفاده می‌کنند و پردازش تصویر در این بخش می‌تواند سرعت و دقت این روش را بسیار بالا ببرد.
ریاتیک	
ستاره‌شناسی	
ورزش	

۱۵۹۷۳۲۶۸۴۳۱۹۸۵۱

رشته عددی مقابل از چه رقم‌هایی تشکیل شده است؟

این رقم‌ها با شکل‌ها و قلم‌های مختلفی نوشته شده‌اند. با اینکه هر قلم برای نمایش یک رقم، الگوی خاصی دارد، اما به احتمال زیاد همه افراد می‌توانند تک‌تک ارقام را تشخیص دهند. برخی از قلم‌های این رشته عددی را در گذشته دیده‌اید و با آنها آشنا هستید و برخی را امروز برای اولین بار می‌بینید، با این وجود مشکلی در تشخیص ارقام نوشته شده با قلم‌های جدید ندارید. چگونه این امر برای انسان‌ها ممکن شده است؟ چگونه



شکل ۱۸- سلول عصبی مغز انسان

می‌توان الگوهایی که قبلاً دیده نشده است را شناسایی کرد و اینکه اساساً انسان‌ها چگونه یاد می‌گیرند؟

این‌ها پرسش‌هایی است که سال‌ها فکر دانشمندان را به خود مشغول کرده بود و در نهایت برای آنها پاسخ‌های تقریبی یافتند. آنها در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که مغز انسان از حدود ۱۰۰ میلیارد سلول عصبی به نام نورون تشکیل شده است که هر یک تقریباً با ۱۰۰۰۰ نورون دیگر در ارتباط است (شکل ۱۸). آنها به‌مرور دریافتند که ارتباط بین نورون‌ها چگونه است

و مغز انسان با استفاده از آنها چگونه یاد می‌گیرد، به خاطر می‌آورد، فراموش می‌کند و محاسبه می‌کند. به دنبال این شناخت نسبی سعی شد تا با شبیه‌سازی مغز انسان به‌وسیله رایانه، شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network) ساخته شود. شبکه‌های عصبی مصنوعی را می‌توان تا حدودی، مشابه ساختار عصبی مغز انسان فرض کرد و هدف از ایجاد آن، شبیه‌سازی سلول‌های مغزی به وسیله رایانه است تا بتواند یادگیری، شناسایی الگوها و تصمیم‌گیری انسان‌گونه را انجام دهد.

کودکی را تصور کنید که اگر یک گربه را ببیند و به او بگوییم نام این حیوان گربه است، اولین یادگیری او اتفاق می‌افتد؛ ولی اگر چند روز بعد سگی را ببیند، چون هنوز آموزش او کامل نشده است، آن حیوان را گربه صدا می‌زند. وقتی به او می‌گوییم نه این گربه نیست بلکه یک سگ است، بی‌درنگ تفاوت‌ها و شباهت‌های این دو موجود را در نظر گرفته، به خاطر می‌سپرد. برای کامل شدن یادگیری او کافی است چند گربه و یا تصویر آنها را به او نشان دهیم. از آن پس او قادر است تقریباً هر نوع گربه‌ای را شناسایی کند. یادگیری در انسان‌ها به همین راحتی و با مشاهده مثال اتفاق می‌افتد. با وجود این پیاده‌سازی فرایند یادگیری، حتی در پیشرفته‌ترین سیستم‌های رایانه‌ای می‌تواند بسیار سخت باشد.



آیا ما می‌توانیم در بازی شطرنج تمام حالات ممکن را برای رایانه برنامه‌ریزی کنیم؟ مسلماً این کار شدنی نیست، به‌جای این کار ما فقط الگوهای اولیه و قوانین ابتدایی بازی را برای رایانه معرفی می‌کنیم، سپس به رایانه اجازه می‌دهیم خودش بازی کند و به‌مرور حرکات مناسب را بیابد و با دریافت و مشاهده بازی‌هایی که قبلاً انجام شده است، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، یاد بگیرد که در آینده چگونه بازی کند.

اگر کمی فکر کنیم می‌بینیم که ما انسان‌ها نیز به همین صورت یاد می‌گیریم. لازم است بدانیم شبکه عصبی مصنوعی، خود یکی از روش‌های معروف در حوزه یادگیری ماشین (Machine Learning) است.

### شبکه عصبی نمونه برای انتخاب غذایه‌فروشی



دانا برای انتخاب غذایه‌فروشی شرایط را بررسی می‌کند. هر کدام از این شرایط برای شبکه عصبی مغز او به‌عنوان یک ورودی است و براساس این ورودی‌ها و ارزشی که به آنها می‌دهد، تصمیم خواهد گرفت آن غذایه‌فروشی را انتخاب کند یا نه.

- اولین شرط تمیزی ظاهری محیط است که  $X_1$  را برای آن در نظر می‌گیرد.

- برای شرط قیمت مناسب، ورودی  $X_2$  را در نظر می‌گیرد.

- برای داشتن سلف‌سرویس، ورودی  $X_3$  را در نظر می‌گیرد.

- ورودی  $X_4$  نیز برای بررسی این موضوع است که غذایه‌فروشی

فقط غذای فوری داشته باشد.

همه ورودی‌های فوق می‌تواند صفر و یا یک باشد. حالا نوبت ارزش‌گذاری هر یک از ورودی‌ها است.

- به تمیزی رستوران ( $X_1$ ) ارزش یا وزن ۳ می‌دهد.

- به قیمت مناسب ( $X_2$ ) ارزش یا وزن ۲ می‌دهد.

- چون برای او داشتن سلف‌سرویس ( $X_3$ ) خیلی مهم است به آن ارزش ۶ می‌دهد.

- اما برای او داشتن غذای سنتی خیلی مهم است و دوست ندارد غذای فوری (Fast Food) بخورد؛ بنابراین اگر غذایه‌فروشی فقط غذای فوری داشته باشد به آن ارزش منفی پنج (-۵) می‌دهد. توجه کنید که این ورودی ارزش منفی دارد و چنانچه غذایه‌فروشی غذای سنتی نداشته باشد ارزش کل کاهش خواهد یافت.

حال دانا می‌خواهد این شبکه عصبی فرضی را امتحان کند. او یک غذایه‌فروشی پیدا کرد که نسبتاً تمیز است، سلف‌سرویس با قیمتی مناسب دارد و علاوه بر غذای فوری، غذای سنتی نیز دارد. مطابق جدول زیر امتیاز را محاسبه کرد. در این مثال نمره  $X$ ها برای سه مورد اول یک است یعنی شرط برقرار است؛ اما چون شرط آخر برقرار نیست برای آن نمره صفر می‌گذارد. وزن‌ها و نمرات را در جدول زیر وارد کرده آن را تکمیل می‌کند.

شرایط	نمره شرایط X		وزن یا ارزش W		$X \times W$
تمیزی رستوران	$X_1$	۱	$W_1$	۳	۳
قیمت مناسب	$X_2$	۱	$W_2$	۲	۲
سلف‌سرویس	$X_3$	۱	$W_3$	۶	۶
فقط غذای فوری	$X_4$	۰	$W_4$	-۵	۰
جمع					۱۱

ستون آخر از حاصل ضرب وزن‌ها در نمرات به دست می‌آید و برابر عدد ۱۱ می‌شود. دانا با داشتن این عدد باید تصمیم بگیرد که رستوران را انتخاب کند (یک) یا رستوران را انتخاب نکند (صفر) به عبارتی خروجی باید دودویی باشد. در این مثال می‌بینید که عدد به‌دست‌آمده یعنی ۱۱ برای دانا به معنی انتخاب آن غذایه‌فروشی

است؛ اما اگر شرایط تغییر کند، چه می‌شود. فرض کنید دانا یک اغذیه‌فروشی دیگری پیدا کند که خیلی تمیز نیست، سلف‌سرویس با قیمتی مناسب دارد و فقط غذای فوری دارد. دقت کنید که چون اغذیه‌فروشی فقط غذای آماده دارد نمره شرایط برای  $X_4$  یک می‌شود. اگر این اطلاعات را به شبکه دهید مطابق جدول زیر به عدد ۳ خواهید رسید. دانا با توجه به پایین بودن این عدد تصمیم می‌گیرد که این اغذیه‌فروشی را انتخاب نکند.

شرایط	نمره شرایط X		W وزن یا ارزش		X×W
تمیزی رستوران	$X_1$	۰	$W_1$	۳	۰
قیمت مناسب	$X_2$	۱	$W_2$	۲	۲
سلف‌سرویس	$X_3$	۱	$W_3$	۶	۶
فقط غذای فوری	$X_4$	۱	$W_4$	-۵	-۵
جمع					۳

- مطابق شرایط جدول، شما نیز به صورت فرضی اطلاعات و شرایط یک اغذیه‌فروشی را در جدول وارد کرده، در خصوص تصمیم خود بحث کنید.

شرایط	نمره شرایط X		W وزن یا ارزش		X×W
تمیزی رستوران	$X_1$		$W_1$	۳	
قیمت مناسب	$X_2$		$W_2$	۲	
سلف‌سرویس	$X_3$		$W_3$	۶	
فقط غذای فوری	$X_4$		$W_4$	-۵	
جمع					

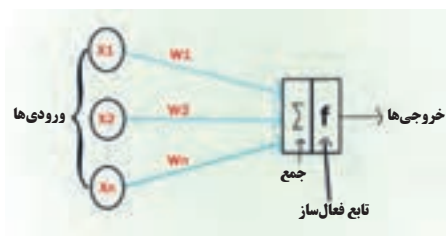
- حاصل جمع از چه عددی بزرگ‌تر باشد باید اغذیه‌فروشی را انتخاب کنیم؟ اگر وزن‌های دیگری را انتخاب کنیم چطور؟  
در یک جدول دیگر با وزن‌های دلخواه شبکه عصبی مصنوعی خود را امتحان کنید و پاسخ این پرسش‌ها را بیابید.

پس از بررسی نتایج فعالیت فوق، احتمالاً به عددی رسیده‌اید که اگر حاصل، کمتر از آن عدد باشد خروجی صفر را تولید می‌کند و به معنی انتخاب نکردن اغذیه‌فروشی است و اگر نتیجه حاصل، عددی بزرگ‌تر از آن باشد خروجی یک را تولید می‌کند و به معنی انتخاب اغذیه‌فروشی است. البته ممکن است دانا به مرور وزن‌ها را عوض کند و برای مثال اهمیت داشتن سلف‌سرویس  $W_3$  برای او کمتر شود و وزن ۶ را به ۳ تغییر دهد؛ و یا در شرایط گرسنگی شدید وزن آخرین شرط را کمتر در نظر بگیرد. بدین ترتیب شبکه عصبی یاد می‌گیرد که در شرایط مختلف خودش را با تجربیات جدید هماهنگ کند. پس می‌توان گفت یادگیری همان تغییر وزن است.

فعالیت  
کلاسی







شکل ۱۹- شبکه عصبی پرسپترون

مثال بالا یک پیاده‌سازی ساده از شبکه عصبی است که به آن شبکه عصبی پرسپترون (Perceptron) می‌گویند. در شکل ۱۹ که نمایشی از این نوع شبکه است،  $X$ ها همان ورودی‌های الگوریتم و  $W$ ها وزن هر ورودی هستند. هر ورودی در وزن خودش ضرب خواهد شد. عنصر بعدی در شبکه عصبی، تابع جمع (سیگما) است که حاصل ضرب  $X$ ها در  $W$ ها را با هم جمع می‌کند. عنصر بعدی یک تابع فعال‌سازی است که فعلاً به دلیل ساده‌سازی مطلب به آن پرداخته نشده است. آخرین عنصر نیز خروجی شبکه عصبی است که در واقع نتیجه این شبکه را مشخص می‌کند. در شبکه پرسپترون ورودی‌ها و خروجی می‌توانند از نوع دودویی یعنی صفر و یک باشند. هنگامی که خروجی یک می‌شود به معنی فعال شدن شبکه پرسپترون است. شما می‌توانید با مراجعه به کتب معتبر و مراجع اینترنتی در خصوص شبکه‌های عصبی مصنوعی اطلاعات کامل‌تر و دقیق‌تری به دست آورید.

حوزه‌های کاربردی شبکه‌های عصبی مصنوعی بسیار وسیع است.

خلبان خودکار یک هواپیما برای هدایت خودکار، کنترل فرایند تولید در خطوط تولید کارخانه‌ها، شناسایی و گزارش معاملات برخط بانکی مشکوک به کلاهبرداری، شناسایی دستخط روی صفحه لمسی تلفن‌های هوشمند، نرم‌افزارهای تشخیص صدا و برنامه‌های خودکار شناسایی رایانامه‌های تبلیغاتی جهت فیلتر کردن نامه‌های ناخواسته نمونه‌هایی از کاربرد شبکه عصبی مصنوعی هستند. در مجموع شبکه‌های عصبی مصنوعی، رایانه‌ها را نسبت به گذشته مفیدتر و کارآمدتر کرده‌اند.

فیلم «کاربرد یادگیری ماشین»

فیلم

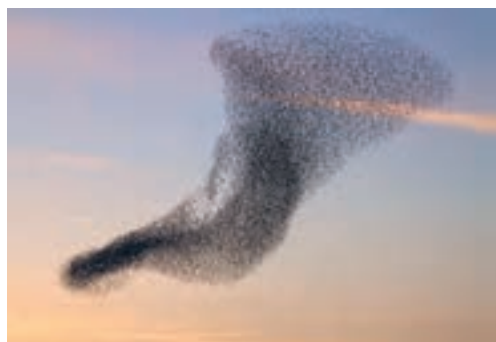


فعالیت گروهی



در مورد فیلم با هم کلاسی‌های خود بحث و گفت‌وگو کنید.

## هوش گروهی



بسیاری از پیشرفت‌هایی که در زمینه هوش مصنوعی بوده است، نتیجه الگوییابی از هوش انسان و یا تقلید از توانایی‌های انسان است و دانشمندان علوم رایانه با شبیه‌سازی مغز انسان، سعی در ساخت شبکه عصبی مصنوعی دارند. در ادامه پیشرفت‌ها با شناخت خلقت موجودات زنده و الگوییابی از رفتار آنها، حوزه‌های جدیدی از شبیه‌سازی هوش مصنوعی به وجود آمد و الگوریتم‌های جدیدی ابداع شد. این الگوریتم‌ها به رفتارهای گروهی و هوش جمعی

یک مجموعه از موجودات می‌پردازد که با نام الگوریتم‌های هوش ازدحامی و یا هوش گروهی (Swarm Intelligence) شناخته می‌شوند. در سال‌های اخیر مبحث مهم منطق فازی (Fuzzy Logic) نیز مطرح شده

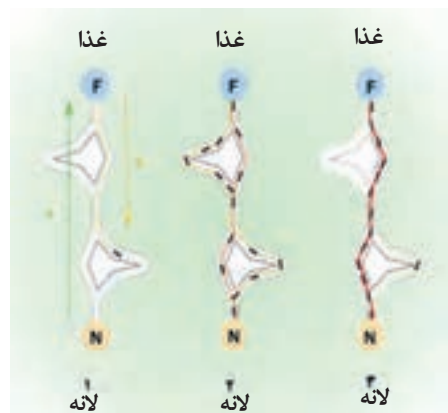
است تا بتوان به جای استفاده از منطق دودویی در رایانه‌ها، از منطق فازی استفاده کرد. با استفاده از منطق فازی می‌توان هوش مصنوعی را بیشتر به هوش انسانی و یا هوش جمعی موجودات شبیه کرد.

احتمالاً در فصل مهاجرت پرندگان مشاهده کرده‌اید که دسته‌هایی بزرگ از پرندگان هنگام رسیدن به نواحی شهری روی درختان استراحت می‌کنند و یا در نواحی جلگه‌ای و دریاچه‌های مختلف فرود می‌آیند تا ضمن تغذیه و استراحت برای ادامه مهاجرت آماده شوند. اگر کمی دقت کنید، می‌بینید که نظم و هماهنگی خاصی در پرواز این پرندگان وجود دارد. تاکنون این سؤال را از خود پرسیده‌اید که چرا پرندگان در دسته‌های بزرگ مهاجرت می‌کنند؟ برای پاسخ به این سؤال می‌توان علت‌های زیادی را برشمرد. یکی از دلایل مهم آن است که هر یک از پرندگان موجود در گروه، به تنهایی به دنبال بهترین محل استراحت و یا بهترین نقطه برای تغذیه می‌گردد و اطلاعات به دست آمده را در گروه به اشتراک می‌گذارد تا گروه بتواند از بین اطلاعات دریافتی بهترین گزینه‌ها را انتخاب کند. حتی برای فرار از دست شکارچی‌ها نیز این حرکت گروهی و فرار گروهی می‌تواند باعث کمک قابل توجهی به گروه شود. با الگوبرداری از رفتار پرندگان در جست‌وجو، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات یا به اختصار روش PSO (Particle Swarm Optimization) به وجود آمد.

در اینجا، از هوش ازدحامی و گروهی موجوداتی مانند مورچه‌ها، زنبورها، موریانه‌ها، ماهی‌ها و پرندگان برای کاربردهای محاسبات الگوبرداری می‌شود. در این نوع اجتماعات هر یک از موجودات ساختار نسبتاً ساده‌ای دارند ولی رفتار گروهی آنها پیچیده به نظر می‌رسد. برای نمونه در کلونی مورچه‌ها، هر یک از مورچه‌ها یک کار ساده و ویژه‌ای را انجام می‌دهد؛ اما به‌طور گروهی اعمال و رفتار مورچه‌ها، ساختن لانه، نگهبانی از ملکه و نوزادان، پاک‌سازی لانه، یافتن بهترین منابع خوراکی و بهینه‌سازی راهبرد جنگی را تضمین می‌کند.

### الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچه (Ant Colony Optimization)

مورچه‌ها مانند پرندگان و زنبورها، برای پیدا کردن غذا به صورت گروهی حرکت می‌کنند. مورچه‌ها موجوداتی نابینا، بی حافظه و بسیار کم‌هوش هستند؛ با این حال همیشه بهترین مسیر از لانه تا محل غذا را پیدا می‌کنند. مورچه‌ها ابتدا به‌طور تصادفی برای پیدا کردن غذا به این سو و آن سو می‌روند، سپس به لانه برمی‌گردند و ردی از فرومون (Pheromone) به جا می‌گذارند. مورچه‌های دیگر هنگامی که این مسیر را می‌یابند، پرسه زدن را رها کرده، آن را دنبال می‌کنند. اگر به غذا برسند به خانه برمی‌گردند و رد دیگری از خود در کنار رد قبل می‌گذارند و به عبارتی رد فرومون مسیر قبل را تقویت می‌کنند. یکی از ویژگی‌های مهم فرومون آن است که به مرور تبخیر می‌شود ولی اگر در یک مسیر تعدادی مورچه بین لانه و منبع غذایی حرکت کنند، میزان معینی فرومون برای ادامه فعالیت



شکل ۲۰- بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها

مورچه‌ها باقی می‌ماند و چنانچه منبع غذایی تمام شود با کم شدن رفت‌وآمد مورچه‌ها به مرور فرومون موجود در مسیر تبخیر شده، دیگر مورچه‌ها به آن مسیر باز نخواهند گشت.

در صورت وجود راه‌های متعدد بین لانه و منبع غذایی مسیری که کوتاه‌تر است و در نتیجه فرومون قوی‌تری دارد انتخاب می‌شود. اگر فرومون اصلاً تبخیر نمی‌شد، مسیرهایی که چند بار طی می‌شدند، چنان بیش از حد جذاب می‌شدند که جستجوی تصادفی برای غذا را بسیار محدود می‌کردند (شکل ۲۰).

شناخت این روش‌ها، سبب پیدایش الگوریتم بهینه‌سازی

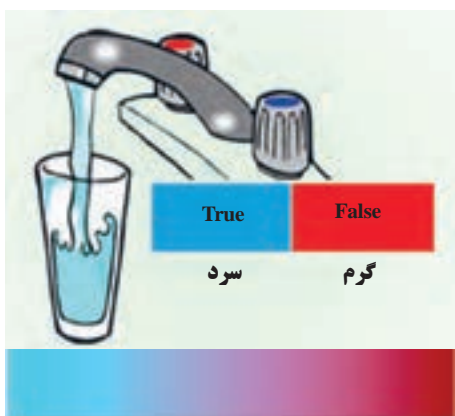
کلونی مورچه شد. این الگوریتم در رتبه دوم پراهمیت‌ترین الگوریتم‌ها و در دسته الگوریتم‌های تکاملی قرار می‌گیرد. از کاربردهای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مسیریابی درون شهری و بین شهری
- مسیریابی بین پست‌های شبکه‌های توزیع برق ولتاژ بالا
- مسیریابی شبکه‌های رایانه‌ای
- مسیریابی شبکه‌های مخابراتی

## منطق فازی (Fuzzy Logic)

دنیای رایانه بر اساس منطق دودویی شکل گرفته است. یعنی همه چیز را به صورت صفر و یک می‌بیند؛ اما دنیای واقعی متفاوت از این دیدگاه است و به دلیل همین تفاوت ماهیت، گاهی برای پیاده‌سازی سیستم‌های طبیعی در رایانه مشکلات خاصی ایجاد می‌شود.

برای مثال شیر آبی را تجسم کنید که دارای تنظیم آب سرد و گرم است. اگر ما بخواهیم بر اساس تفکر



خیلی داغ - داغ - گرم - ولرم - خنک - سرد - خیلی سرد - یخ

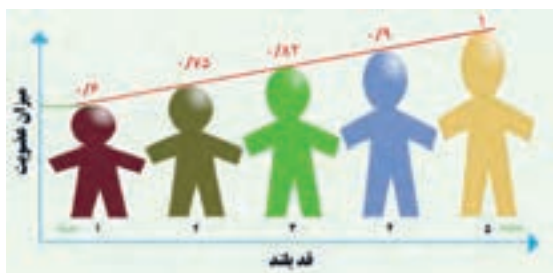
شکل ۲۱- توصیف دمای آب در منطق دودویی و فازی

دودویی آن را باز و دمای آب خروجی را تنظیم کنیم باید عقیده داشته باشیم که دمای آب فقط می‌تواند سرد یا گرم باشد. در صورتی که ما برای بیان دمای آب از اصطلاحاتی مانند خیلی داغ، داغ، گرم، ولرم، خنک، سرد، خیلی سرد و یخ استفاده می‌کنیم. وقتی هنگام استحمام در حال تنظیم آب سرد و گرم هستیم، منطق دودویی دیگر به کار نمی‌آید، بلکه ما با استفاده از منطق دیگری! در حال تنظیم دمای آب به میزان دلخواه هستیم (شکل ۲۱). این در حالی است که دمای مطلوب آب برای هر شخص و در شرایط فصلی مختلف می‌تواند متفاوت باشد. حال اگر بخواهیم سیستمی رایانه‌ای طراحی کنیم که دمای آب خروجی را تنظیم کند و فقط بتوانیم با یک کلید، آب را سرد یا گرم کنیم این کار شدنی نیست؛ اما اگر بخواهیم دمای مناسب خود را با عباراتی به زبان ساده توصیف کنیم، سیستم رایانه‌ای تنظیم دما قادر خواهد بود کارش را به نحو بهتری انجام دهد. همان‌گونه که ما انسان‌ها هنگام تنظیم دمای آب با استفاده از تنظیم میزان خروجی آب گرم و سرد می‌توانیم به دمای مناسب برسیم.

در مثالی دیگر، فرض کنید یک مربی برای انتخاب اعضای تیم خود بخواهد افراد قdblند را انتخاب کند. این کار را چگونه انجام می‌دهد؟ از نظر او شخص قdblند چه کسی است؟ آیا آن مربی در کشوری که غالب افراد کوتاه‌قد هستند و کشوری که اغلب افراد، قdblند هستند یک ملاک را در نظر می‌گیرد؟

اگر بخواهیم برای بلندقد بودن یک شخص ملاکی داشته باشیم، در سیستم‌های دودویی فقط می‌توانیم بگوییم یک شخص قdblند است یا نه. اما در دنیای واقعی برای بیان قdblندی، ما از اصطلاحات زبانی خاصی استفاده می‌کنیم مانند خیلی قdblند، نسبتاً قdblند، کمی قdblند؛ اما اگر بخواهیم مدلی ریاضی برای آن بیابیم در منطق دودویی این کار به راحتی امکان‌پذیر نیست.

برای حل این مشکل، دانشمند ایرانی دانش‌آموخته دانشگاه تهران پروفیسور لطفی‌زاده در حدود ۵۰ سال پیش نظریه منطق فازی را مطرح کرد. وی منطق دودویی را بسط داد و فضای نامحدود عددی بین صفر و یک را



شکل ۲۲- تعیین میزان بلندقندی افراد با منطق فازی

به طور کامل به دسته افراد قد بلند تعلق دارد. همان طور که می بینید با وجود کوتاه بودن قد نفر شماره یک، به او نیز ارزشی بیش از صفر تعلق گرفته و بدین معنی است که او نیز تا حدودی به دسته افراد قد بلند تعلق دارد. اما نه به اندازه دیگر افراد قد بلندتر از خود.

نیز در منطق و استدلال خود مطرح کرد.

برای درک بیشتر منطق فازی، مشکل مربی بسکتبال را با استفاده از آن حل خواهیم کرد:

در شکل ۲۲ قرار است ارزش قدبلندی هر یک از افراد با شماره‌های یک تا پنج را با منطق فازی به سادگی بیان کنیم. نفر شماره یک با قد ۱۵۰ سانتی‌متر به میزان  $0/2$  به دسته افراد قد بلند تعلق دارد و نفر شماره پنج با قد ۲۰۵ سانتی‌متر به میزان ۱، یعنی

جدول زیر را برای تعیین میزان عددی عضویت بر اساس قد تنظیم کنید.

ردیف	قد بر حسب سانتی‌متر	میزان عضویت
۱	کمتر از ۱۳۰	۰
۲	بین ۱۳۱ و ۱۵۰	$0/2$
۳	بین ۱۵۱ و ۱۷۰	
۴	بین ۱۷۱ و ۱۹۰	
۵	بین ۱۹۱ و ۲۰۰	
۶	بیش از ۲۰۰	۱

به یاد داشته باشید که میزان عضویت‌ها و تقسیم‌بندی‌های جدول بالا، بر اساس یک قرارداد از پیش تعیین شده نیست. برای مثال ممکن است در یک کشور که میانگین قد افراد خیلی کوتاه است شخصی با قد ۱۷۰ سانتی‌متر دارای میزان عضویت ۱ یعنی قد بلند کامل باشد. اما در کشوری دیگر همین شخص را به عنوان یک شخص با قد متوسط و میزان عضویت  $0/5$  در نظر بگیرند.

با توجه به جدول فعالیت قبل نام و میزان قد دو نفر دیگر از افراد کلاس را در جدول زیر وارد کرده و میزان عضویت آنها به گروه افراد قد بلند را تعیین کنید. بهتر است از بین افراد با قد‌های متفاوت انتخاب کنید.

ردیف	نام و نام خانوادگی	قد بر اساس سانتی‌متر	میزان عضویت
۱	دانا رضایی	۱۴۵	$0/4$
۲			
۳			
۴			

فعالیت  
کلاسی



فعالیت  
کلاسی



- مری بسکتبال با داشتن جدول فعالیت بالا می‌تواند در انتخاب بازیکنان مورد نظر خود راحت‌تر عمل کند. مزایای استفاده از منطق فازی عبارت‌اند از:
- منطق فازی راه‌حلی معتبر برای اغلب مسائل پیچیده است؛ چرا که شبیه فرایند تصمیم‌گیری و استدلال انسان است.
- مفاهیم ریاضی را می‌توان به‌سادگی با این منطق بیان کرد.
- ساخت و درک سیستم‌های مبتنی بر این منطق بسیار راحت است.
- کاربردهای منطق فازی در زندگی روزمره و اطراف ما به‌فراوانی مشاهده می‌شوند. به‌طور خلاصه می‌توان به چند مورد از کاربردها اشاره کرد:

### دستگاه‌های کنترلی

- لوازم برقی آشپزخانه: پلوپز، ماشین لباسشویی
- سیستم‌های کنترلی خودرو: ترمز ABS خودرو، گیربکس‌های خودکار
- آسانسور، جرثقیل
- خلبان خودکار، خودروهای خودران
- کنترل تأسیسات سی‌تی‌اس‌کن، CCU و ICU دستگاه ضربان‌ساز قلب

### پردازش تصویر

- دوربین‌های عکاسی و فیلم‌برداری
- پردازش تصویر پزشکی

### کنترل‌کننده‌های محیطی

- سیستم‌های تهویه هوا
- مرطوب‌کننده‌های محیط

مطالب بالا، فقط گوشه کوچکی از کاربردهای دنیای منطق فازی بود. منطق فازی و پژوهش‌های پروفیسور لطفی‌زاده آغازگر موج جدیدی از تحقیقات در این زمینه شد که هزاران مقاله و اختراع را در کشورهای مختلف جهان در پی داشت. منطق فازی بیان پیچیدگی‌های دنیای انسان به زبان ریاضی و به شکلی ساده است. این علم پیشرفتی عجیب در پایه‌های هوش مصنوعی ایجاد کرده است.

- با تکمیل جدول زیر تعیین کنید که هر یک از حوزه‌های هوش مصنوعی زیر مرتبط با کدام یک از جنبه‌های هوش انسان است.

حوزه‌های هوش مصنوعی	هوش انسانی مرتبط
شبکه‌های عصبی مصنوعی	
پردازش تصویر	
بینایی رایانه‌ای	
تشخیص الگو	
رباتیک	
پردازش زبان طبیعی	
تشخیص گفتار	

فعالیت  
کلاسی



- در جدول ۶ و ۷ برخی مزایا و چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی نوشته شده است، آنها را تکمیل کنید.

جدول ۶- مزایای استفاده از هوش مصنوعی

ردیف	مزایا	شرح
۱	حذف کارهای تکراری روزمره	
۲	تصمیم‌گیری سریع	با استفاده از فناوری‌های پیشرفته می‌توان تصمیم‌های سریع‌تری اتخاذ کرد که موجب تسریع در اجرای کارها می‌شود. برای مثال در حوزه دفاعی و حوزه نوابری هوایی
۳	پرهیز از خطای انسانی	
۴	پرهیز از خطرپذیری روی زندگی انسان‌ها	
۵	نتایج بهتر تحقیقات پژوهشی	
۶	جذابیت بیشتر در حوزه سرگرمی و بازی‌ها	
۷	دقت بالا در انجام کارها	
۸	دستیار شخصی هوشمند	
۹	کم شدن تماس حضوری انسان‌ها	بیماری‌های واگیردار دیگر به راحتی گسترش پیدا نمی‌کنند.

جدول ۷- معایب استفاده از هوش مصنوعی

ردیف	معایب	شرح
۱	از بین رفتن برخی شغل‌ها	
۲	تصمیم‌گیری سریع	کشورهایی که از این علم بیشترین بهره را می‌برند، از قدرت بیشتر و پیشرفت‌های چشمگیری در حوزه‌های نظامی و اقتصادی برخوردارند که موجب سلطه‌گری آن کشورها خواهد شد.
۳	قضاوت منطقی به جای قضاوت انسانی	
۴	کم شدن تماس حضوری انسان‌ها	تماس حضوری افراد یک جامعه و یک خانواده ممکن است به شدت کم شده، باعث مشکلات رفتاری شود.

## جدول ارزشیابی پایانی

### ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس دانش فنی تخصصی

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تحلیل تأثیر فراهوش بر زندگی بشر در آینده</li> <li>- تعیین جنبه‌های شبیه‌سازی‌شده هوش انسانی به وسیله هوش مصنوعی و تحلیل آنها</li> <li>- تحلیل آینده شغلی خود با توسعه هوش مصنوعی</li> <li>- تحلیل آینده حوزه آموزش و فرهنگ و پزشکی با توجه به هوش مصنوعی</li> <li>- پیش‌بینی آینده بازی‌های رایانه‌ای با توجه به هوش مصنوعی</li> <li>- تحلیل تفاوت بازی‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده</li> <li>- آرایه کاربردهایی نوین در حوزه‌های بینایی ماشین</li> <li>- تحلیل شبکه عصبی پرسپترون</li> </ul>	<p>بالا تر از حد انتظار</p>	<p>تحلیل هوش مصنوعی و الگوریتم‌های آن از نظر کاربرد در حوزه‌های مختلف شغلی و زندگی با تأکید بر به‌کارگیری ملاحظات اخلاقی</p>	<p>۱- تحلیل تحولات انواع هوش مصنوعی</p>	<p>کاربرد هوش مصنوعی</p>
۲	<ul style="list-style-type: none"> <li>- آرایه مصداق برای انواع عامل‌های هوشمند</li> <li>- آرایه مصداق برای هوش مصنوعی محدود و جنبه‌های هوش</li> <li>- تحلیل اثرات هوش مصنوعی در حوزه حمل و نقل</li> <li>- تحلیل تفاوت‌های برنامه‌نویسی با هوش مصنوعی و بدون آن</li> <li>- آرایه کاربردهای واقعی پردازش تصویر در حوزه‌های کشاورزی، تشخیص چهره، راهنمایی و رانندگی و تحلیل مزیت استفاده از پردازش تصویر در آنها</li> <li>- تحلیل چگونگی یادگیری در مغز انسان و شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد هوش ازدحامی و کاربرد منطق فازی در دستگاه‌های کنترلی، پردازش تصویر و کنترل‌کننده‌های محیطی</li> <li>- تحلیل مزایای استفاده از هوش مصنوعی در حل مسایل زندگی</li> </ul>	<p>در حد انتظار</p>		<p>۲- ایجاد تفکر الگوریتمی مبتنی بر هوش مصنوعی</p>	
۱	<ul style="list-style-type: none"> <li>- دسته‌بندی انواع و جنبه‌های هوش</li> <li>- تعیین دستگاه ورودی مناسب برای هر نوع داده در برنامه‌نویسی هوش مصنوعی</li> <li>- تعیین اهداف به‌کارگیری هوش مصنوعی در ساخت بازی‌های رایانه‌ای</li> <li>- تشریح حوزه‌های کاربرد بینایی ماشین</li> <li>- تعیین شباهت‌های مغز انسان و شبکه عصبی مصنوعی</li> <li>- تعیین ویژگی‌های هوش ازدحامی</li> <li>- دسته‌بندی عامل‌های هوشمند</li> </ul>	<p>پایین تر از حدانتظار</p>		<p>۲- ایجاد تفکر الگوریتمی مبتنی بر هوش مصنوعی</p>	
					نمره مستمر از ۵
					نمره واحد یادگیری از ۳
					نمره واحد یادگیری از ۲۰

۱. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش (۱۳۹۵)، برنامه درسی درس دانش فنی تخصصی رشته شبکه و نرم‌افزار رایانه.
۲. خوش‌رو، آرشین و شاهین، محمدعلی و ضیایی، سید حمیدرضا. (۱۳۹۴). شبکه‌های رایانه‌ای کد ۴۵۱/۴. تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
۳. نوروزی، حسین. اسدی، امیررضا. (۱۳۹۷). بازاریابی محتوا. تهران: سیته .
۴. تقی پور، فائزه و زمانی، عباس. (۱۳۹۶). واکاوی شبکه های اجتماعی مجازی . چاپ اول . اصفهان: جهاد دانشگاهی.
۵. توربان، افرایم و استراوس، جودی و لی، لیندا . (۲۰۱۷) . تجارت اجتماعی بازاریابی، فناوری و مدیریت (جلد اول) ترجمه: ساناز شفیعی و سودابه قلمباز(۱۳۹۶) اصفهان: جهاد دانشگاهی
۶. بری، جیم. بازاریابی محتوایی در رسانه‌های اجتماعی. (۲۰۱۷) . ترجمه: سجاد خزائی، مریم نجفی. (۱۳۹۶). تهران: نسل روشن.
۷. زاهای، دبرا . (۲۰۱۷) . مدیریت بازاریابی دیجیتال. ترجمه: کامبیز حیدرزاده، رضا رادفر. (۱۳۹۶) . تهران: نشر علم .
۸. دیویس، رابرت. برندینگ در رسانه‌های اجتماعی(۲۰۱۳). ترجمه: حمیدرضا سعیدنیا و سجاد خزائی و محمد نافی. (۱۳۹۵). تهران: نسل روشن.
۹. درستانی، مریم و روحانی، مهدی. (۱۳۹۳). پدیده‌های جدید فضای مجازی در ایران از دیدگاه کارشناسان ارتباطات. فصلنامه مطالعات رسانه‌ای. دوره ۹. شماره ۲۶.
۱۰. اسدپور، مسعود و غفاری، جلال. (۱۳۹۲). مجموعه مقالات همایش تخصصی بررسی ابعاد شبکه‌های اجتماعی. تهران: پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی .
۱۱. ولوی، حسن. (۱۳۷۴). فرهنگ اختصارات کامپیوتری. چاپ دوم. تهران: ناشر مهر
۱۲. اینترنت اشیا. مرکز ملی فضای مجازی. (۱۳۹۶)
13. Sequeira, A. (2018). CompTIA Network+ N10007- Cert Guide. United States of America: Pearson IT Certification.
14. Turban, E. (2018). Electronic Commerce . A Managerial and Social Networks Perspective. Springer Texts in Business and Economics 9th.
15. Conklin, W. A. , & White, G. (2015). CompTIA Security+ exam guide. 4nd edition. New York : McGraw Hill Education CompTIA.
16. Mason, M. (2015). Computing security & cryptography handbook Computing security & cryptography handbook. USA: CLANRYE INTERNATIONAL.
17. Vacca, J.R. (2013). Computer and information security handbook. 2nd edition. Ohio: Morgan Kaufmann.
18. Ackermann, T. (2013). IT security risk management: perceived IT security risks in the context of cloud computing. Wiesbaden: Springer Gabler.



19. Gregg, M. (2012). CASP: CompTIA advanced security practitioner study guide. Indianapolis: John Wiley & Sons.
20. Zacker, c. (2012). CompTIA Network+: Exam N10005-. California: O'Reilly Media, Inc.
21. Stallings, W., & Brown, L. (2012). Computer security: principles and practice. 2nd ed. Boston: Pearson.
22. Gonzalez, R.C. , & Woods, R.E (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach Digital Image Processing. 3rd Edition .USA: Prentice-Hall.
23. Bruen, A., & Wehlau, D .(2010). Error-correcting codes, finite geometries, and cryptography. American: Mathematical Society.
24. Busche ,L.(2017). Powering Content Building, a Nonstop Content Marketing Machine .UK: O'Reilly .
25. TANENBAUM, A. S., & WETHERALL, D. J. (1994). COMPUTER NETWORKS 5th ed. Boston: PRENTICE HALL.
26. artificial intelligence.(2018).[https://www.tutorialspoint.com/artificial\\_intelligence/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/index.htm).
27. Neuman, G.(2002). Programming Languages in Artificial Intelligence.
28. Fausett, L.V.(1993). Fundamental of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications. Edition 1. UAS: Prentice-Hall.
29. What is artificial intelligence understand ai in 5 minutes.(2018).<https://www.leewayhertz.com/what-is-artificial-intelligence-understand-ai-in-5-minutes/>
30. Dickson. Ben.(2017). What is Narrow, General and Super Artificial Intelligence. [what-is-narrow-general-and-super-artificial-intelligence/](https://www.leewayhertz.com/what-is-narrow-general-and-super-artificial-intelligence/)
31. What Is The "Internet of Things"?(2018). Postscapes.[what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/](https://www.postscapes.com/what-exactly-is-the-internet-of-things-infographic/)



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

### اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی کد ۲۱۲۲۸۷

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	بتول نخعی	کرمان	۱۰	نادر شبیری	همدان
۲	جواد اربابی	سیستان و بلوچستان	۱۱	رضوان یوسفی حاجی آباد	خوزستان
۳	حمید بهادری	آذربایجان غربی	۱۲	محمد رضا ابدی	یزد
۴	نغمه اقتداری	خراسان رضوی	۱۳	شیما موقوفه ای	هرمزگان
۵	مهديه مهدي پور	کرمان	۱۴	علیرضا حمیدی	سیستان و بلوچستان
۶	سیدمحمدصادق حسینی	مازندران	۱۵	حسین تاوانه	کهگیلویه و بویراحمد
۷	عاطفه طولابی	مرکزی	۱۶	محمد صادق حامدی	شهر تهران
۸	سارا غایی	اصفهان	۱۷	محمود صفاییان فر	فارس
۹	نیکی کمالیان	خراسان رضوی			



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش