

# یادگیری عمیق

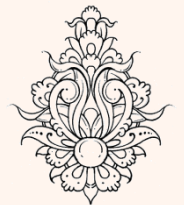
معارفی



دانشگاه شهید بهشتی  
پژوهشکده فضای مجازی  
زمستان ۱۴۰۰  
احمد محمودی ازناوه

# فهرست مطالب

- چند تذکر
- منابع
- باره بندی
- سرفصل
- هوش مصنوعی
- یادگیری چیست؟
- - یادگیری ماشین
- چرا یادگیری؟
- کاربردهای یادگیری ماشین
- انواع شیوه‌های یادگیری



# چند تذکر

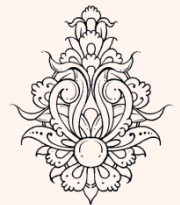
- در صورتی که در رابطه با مطلبی، ایمیل می‌زنید، لطفا در پایان ایمیل نام خود را هم بنویسید، به ویژه اگر از نام مستعار برای شناسایی ایمیل خود استفاده می‌کنید.
- ابتدای موضوع (subject) ایمیل با **SPROO\_2** شروع شود.
- یکی از مهمترین مواردی که رعایت آن بر عهده‌ی ماست، رعایت «**اخلاق آکادمیک**» است. کپی کردن تکالیف، استفاده از مطلبی بدون ذکر منبع و هم‌فکری در امتحان از موارد بارز تخلف محسوب می‌شود.
- در صورت تقلب فرد متخلف نمره‌ی منفی خواهد گرفت.
- **از نوشتن به صورت فینگیلیش بپرهیزید.**

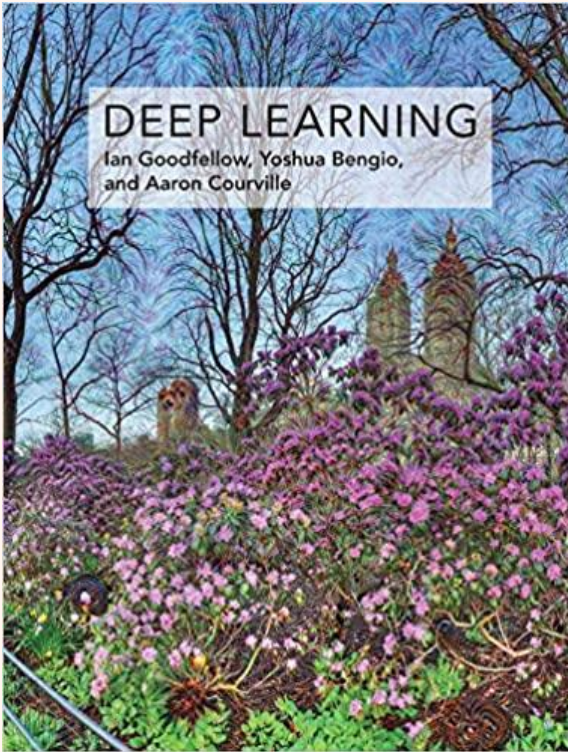
از همکاری شما پیشاپیش سپاسگزاره!

گروه درس

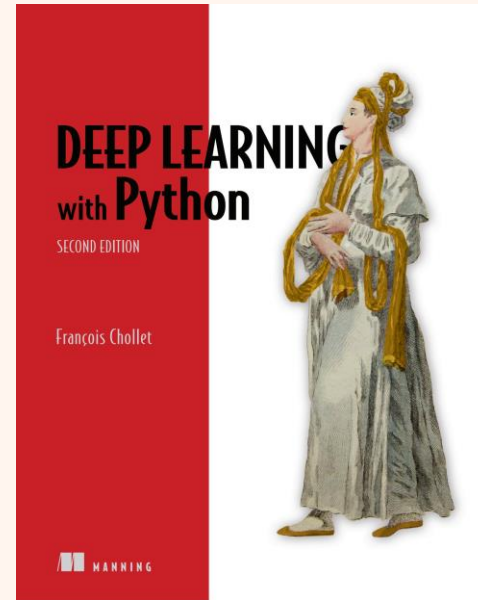
صفحه درس: اسلایدها در سامانه آموزش مجازی دانشگاه هم قرار خواهد گرفت

[http://faculties.sbu.ac.ir/~a\\_mahmoudi/DL\\_00\\_2.htm](http://faculties.sbu.ac.ir/~a_mahmoudi/DL_00_2.htm)

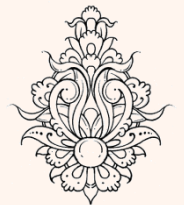




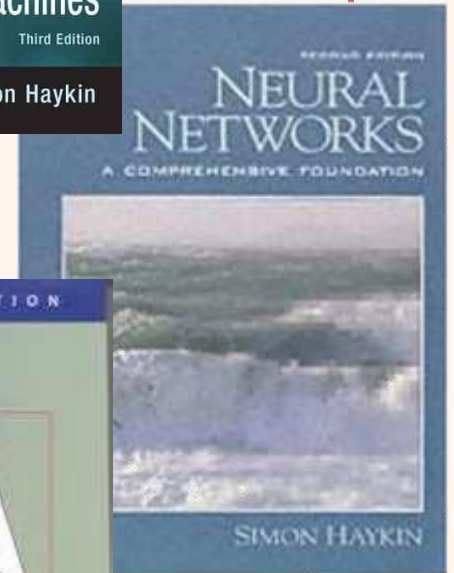
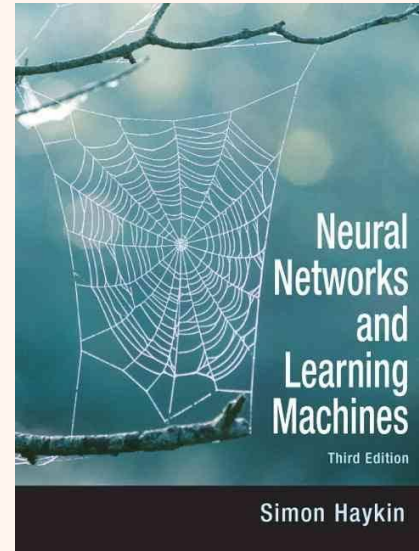
***Goodfellow, I., Y. Bengio, and A. Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016.***

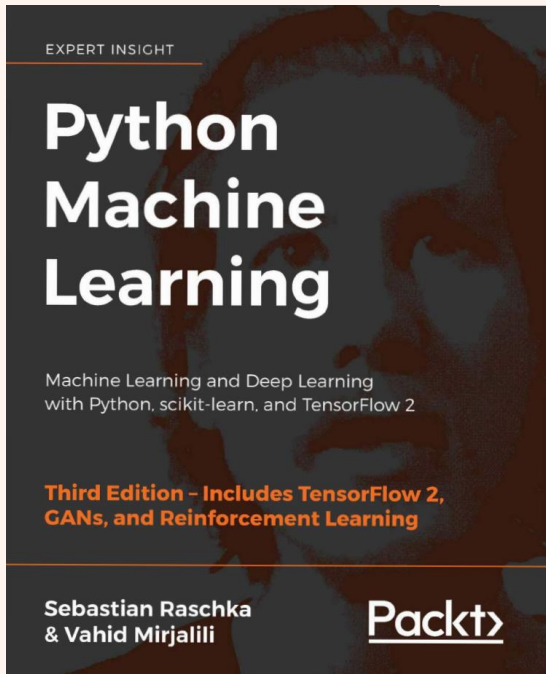


***Chollet, F. Deep Learning with Python, Second Edition. Manning, 2021.***



- Haykin, S. S. (2009). **Neural networks and learning machines**, Pearson Education
- Haykin, S. S. (1999). **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**, Prentice Hall.
- Hagan, M. T., H. B. Demuth and M. Beale (1996). **Neural network design**, PWS Publishing Co.





**Raschka, S., and V. Mirjalili. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, Scikit-Learn, and Tensorflow 2, 3rd Edition. Packt Publishing, 2019.**



در تهیهی اسلایدهای این درس از منابع online نظیر اسلایدهای سایر دانشگاه استفاده شده است که در صورت استفاده لینک آن ذکر خواهد شد.



# بارم‌بندی

- پروژه و فعالیت‌های پژوهشی ۲۵-۱۵٪
- تکالیف ۲۰-۱۰٪
- نمره امتحان (نمرات کتبی و شفاهی) ۶۰-۵۰٪
- فعالیت کلاسی ۱۰٪

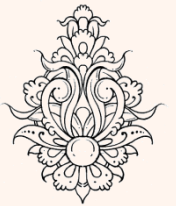
• توجه داشته باشید که بarm بندی فوق تقریبی است و بسته به شرایط ممکن است تغییر کند.

• در طول ترم، در مورد مباحث مطرح شده، ارأئی کاربردی یا یک نمونه‌ی بهبود یافته به صورت مختصر به عنوان فعالیت پژوهشی مورد نظر است.

• مهلت تکمیل فرم پیشنهاد موضوع ارأئی شفاهی **تا پایان بهمن‌ماه** است.

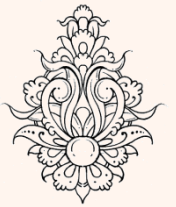
• پروژه‌ی نهایی به صورت کتبی تمویل داده و پس از آن در صورت لزوم به صورت شفاهی هم ارأئه فوآهد شد.

• توجه داشته‌باشید که ارأئه ترجمه به هیچ وجه قابل قبول نیست.



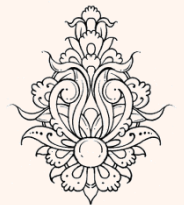
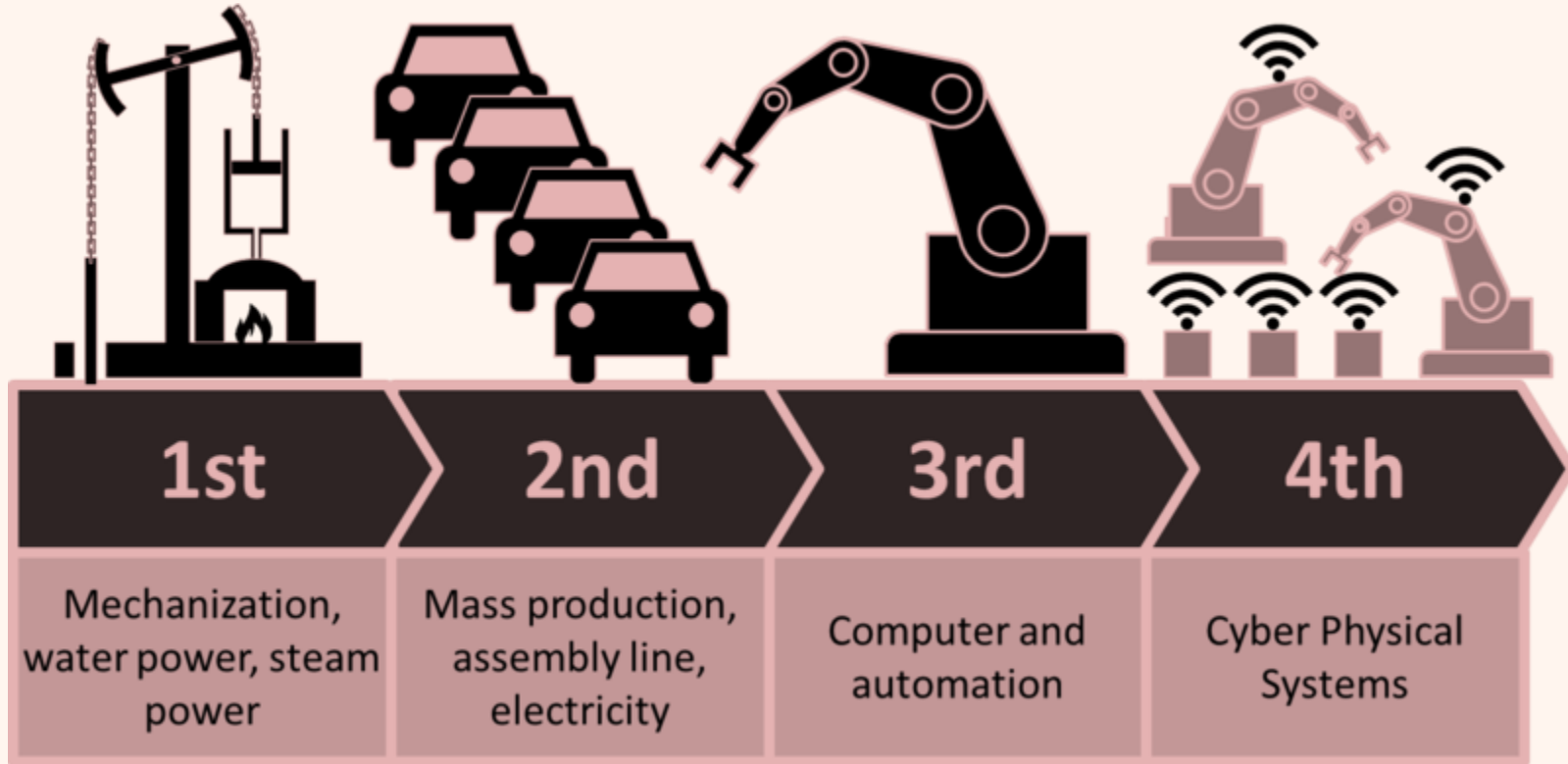
# پیش‌نیازها

- آشنایی با جبرخطی و آمار و احتمال
- آشنایی با برنامه‌نویسی (Matlab, Python)



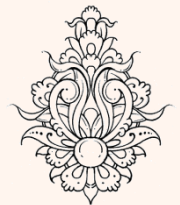


# انقلاب صنعتی چہارم



# دیباچه

- علوه مختلف از روش‌های مطرح شده در «یادگیری ماشین» استفاده می‌کنند.
- نقش «یادگیری ماشین» در زندگی تا چه حد است؟
- کاربردهای یادگیری ماشین در زندگی روزمره راه یافته است:
  - تشخیص دست‌نوشته
  - تبدیل گفتار به متن
  - سامانه‌های توصیه‌گر
  - پیشنهاد دوست در شبکه‌های اجتماعی
  - شناسایی خصیصه‌های زیستی (چهره، اثر انگشت)
  - خودرو بدون راننده
  - جداسازی سیگنال‌ها مخلوط شده (BSS)



# یادگیری چیست؟

- «یادگیری» عبارتست از تخییر نسبتاً پایدار در احساس، تفکر و رفتار فرد که بر اساس تجربه ایجاد شده باشد.

به نقل از ویکی‌پدیا

**Learning** is the act of acquiring new, or modifying and reinforcing existing knowledge, behaviors, skills, values, or preferences.

The ability to learn is possessed by humans, animals and some machines.

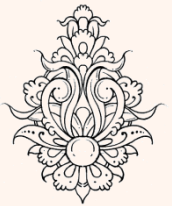


# Machine Learning یادگیری ماشین چیست؟

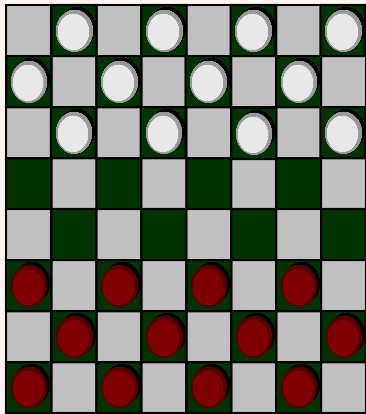
- «یادگیری ماشین» برنامه‌نویسی برای بهینه‌سازی یک عملکرد با استفاده از داده‌ها و تجربیات گذشته است.

Machine learning is programming computers to optimize a performance criterion using example data or past experience.

- «یادگیری ماشین» در پی راهی برای ایجاد برنامه‌ای است که عملکرد را به صورت خودکار و با توجه به تجربیات ارتقا دهد. (Tom. M. Mitchell).



Field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed.



Arthur Samuel (1959)

Well-posed Learning Problem: A computer program is said to learn from experience **E** with respect to some task **T** and some performance measure **P**, if its performance on **T**, as measured by **P**, improves with experience **E**.

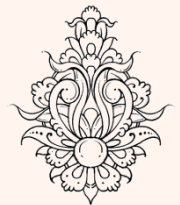
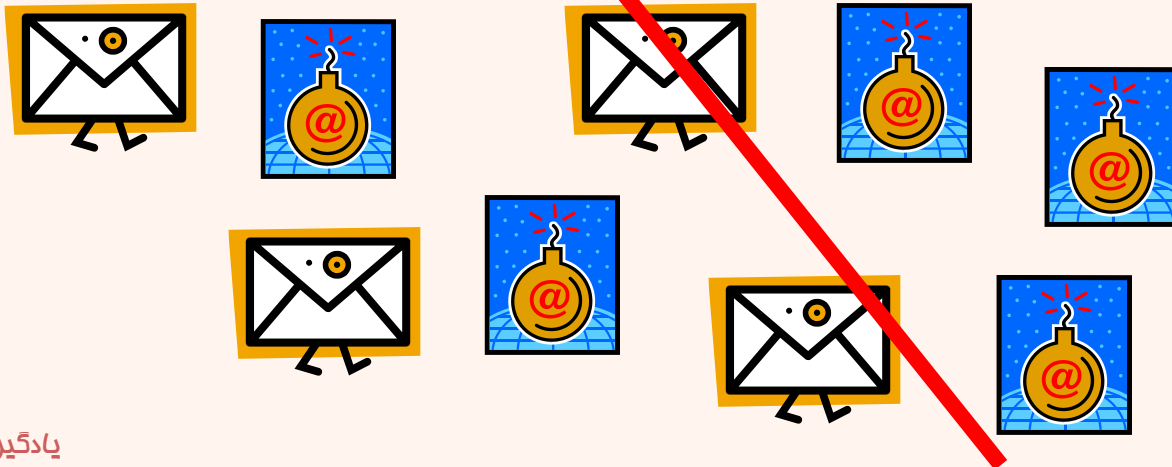
Tom Mitchell (1998)



# سایر تعاریف - مثال

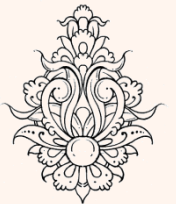
- به عنوان مثال یک برنامه‌ی **تشخیص هرزنامه** را در نظر بگیرید که با توجه به ایمیل‌هایی که کاربر به عنوان spam اعلام می‌کند، سعی در بهبود کارایی خود دارد.
- در این صورت

- **T** عمل دسته‌بندی ایمیل‌ها به دو گروه spam/not spam
- **E** پی‌گیری ایمیل‌هایی که کاربر به عنوان spam اعلام می‌کند.
- **P** تعداد ایمیل‌هایی که به درستی به عنوان spam دسته‌بندی شده‌اند.



# چرا یادگیری؟

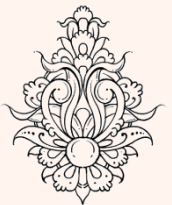
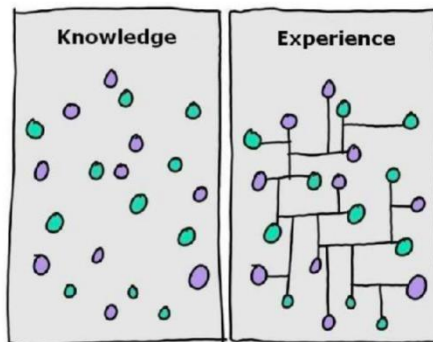
- برای حل یک مسأله بر روی کامپیوتر به یک «الگوریتم» احتیاج داریم.
- برای برخی مسائل نمی‌توان یک الگوریتم نوشت، مانند تشخیص هرزنامه‌ها. حتی ممکن است برخی از ایمیل‌ها بسته به کاربر هرزنامه تلقی شوند یا نه، اما نمونه‌های زیادی از داده در اختیار داریم.
- در جاهایی که نمی‌توانیم مستقیماً برنامه‌ی مورد نظر را بنویسیم، به یادگیری احتیاج داریم، که با کمک یک سری **داده‌ی آموزشی یا تجربیات** صورت می‌پذیرد.
- به عنوان مثال برای محاسبه‌ی حقوق پرسنل نیازی به یادگیری وجود ندارد.



# منظور از یادگیری

- یادگیری ← استخراج یک **مدل** کلی از روی داده‌ها
- بیشتر داده‌های اخذ شده توسط وسایل مختلف به صورت دیجیتال هستند.
- در واقع با حجم انبوهی از داده‌ها مواجه هستیم که ارزان به دست می‌آیند، با این حال دانش در خصوص آن‌ها به سادگی و با هزینه‌ی پایین حاصل نمی‌شود.

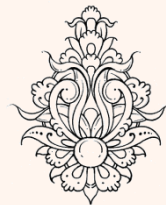
We are drowning in information and starving for knowledge. John Naisbitt.





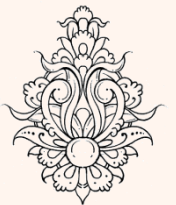
# منظور از یادگیری (ادامه...)

- در موارد زیر به یادگیری امتیاج داریم:
  - در مواردی که انسان فبره در دسترس نیست،
  - زمانی که انسان قادر به توضیح مهارت خود نیست، مانند تشخیص صوت
  - زمانی که مساله‌ی مورد نظر در طول زمان تغییر می‌کند؛ به شرایط محیط وابسته است، مانند مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری
  - حالاتی که به حل مساله به تطبیق با شرایط خاصی وابسته است، تشخیص هویت با استفاده از خصیصه‌های زیستی

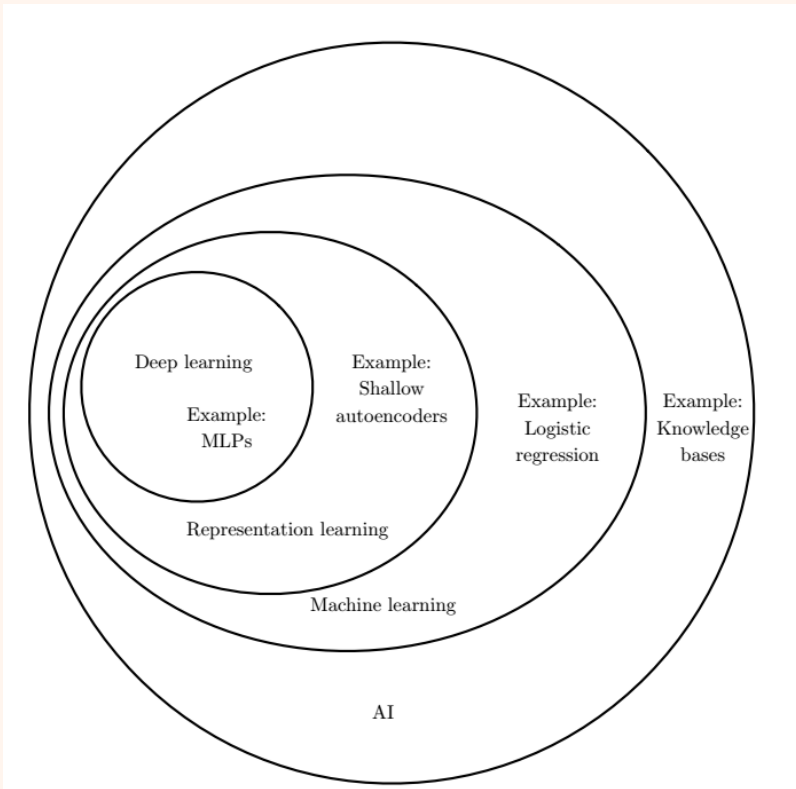


# منظور از یادگیری (ادامه...)

- خرده‌فروشی: به عنوان مثال استخراج مدل کلی رفتار مشتری‌ها از روی تراکنش‌های مربوط به آن‌ها مثلاً کسی که از یک فروشگاه online یک محصول را خریداری می‌کند، با توجه به سابقه‌ی خریدهای مشابه می‌توان خریدهای بعدی او را حدس زد.
- هرچند ممکن است قادر به ارائه‌ی یک مدل دقیق نباشیم، اما می‌توان یک **تقریب خوب و مفید** به دست آورد.
- مدل به دست آمده می‌تواند برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد (**predictive**) و یا به منظور استخراج دانش از داده‌ها به کار آید (**descriptive**).
- در ادامه کاربردهای یادگیری ماشین مطرح می‌شود.



# یادگیری عمیق



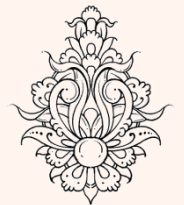
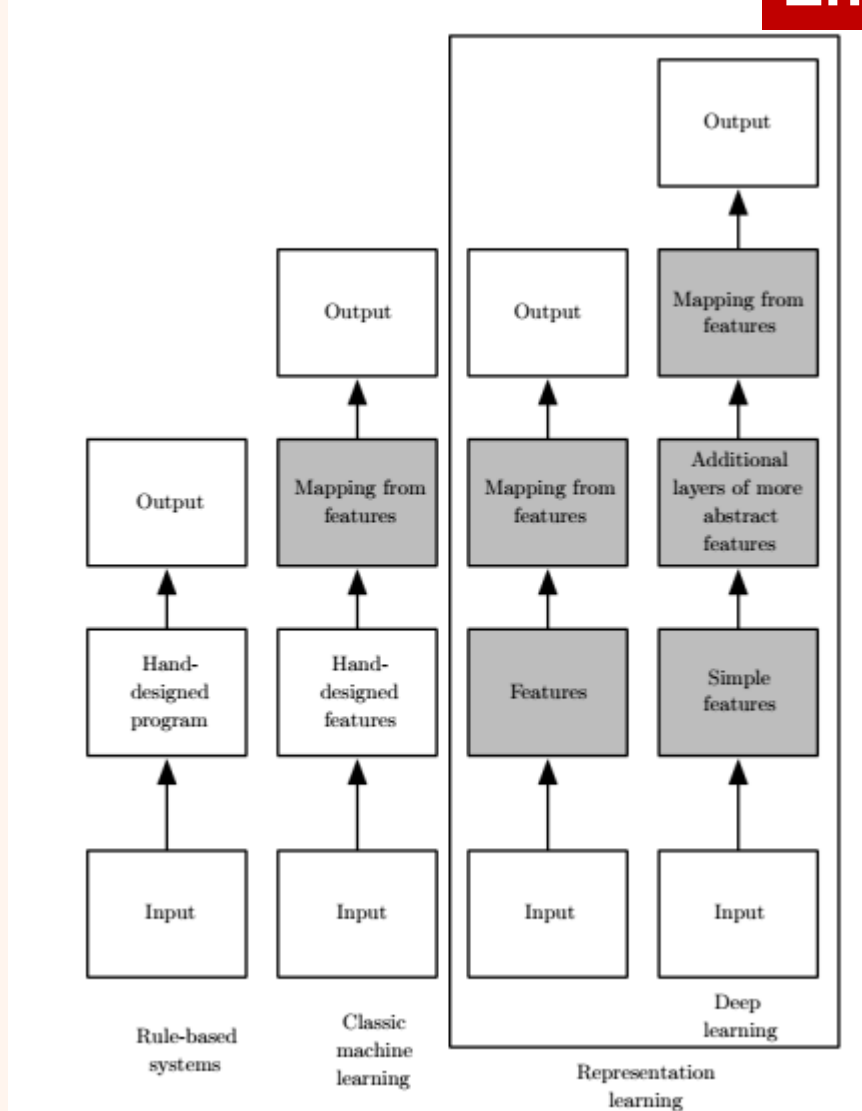
*Goodfellow, I., Y. Bengio, and A. Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016.*

**یادگیری عمیق (آر اف):** دسته‌ای از الگوریتم‌های یادگیری ماشین است که دارای لایه‌های متعددی (عمیق) که از طریق این لایه‌ها و به صورت سلسله‌مراتبی از روی داده‌های خام ویژگی‌های سطح بالا استخراج می‌کند.



# یادگیری عمیق (ادامه...)

## End to end learning



## Knowledge Discovery in Database (KDD)

- کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در مواجهه با پایگاه‌داده‌های بزرگ، **داده‌کاوی** نامیده می‌شود.
- خرده‌فروشی: تحلیل سبد خرید، مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)
- کاربردهای مالی: رده‌بندی اعتبار مشتریان، تشخیص سوءاستفاده از کارت‌های اعتباری، بررسی بازار سهام
- کاربردهای صنعتی: عیب‌یابی، رباتیک و کنترل
- کاربردهای پزشکی: تشخیص بیماری
- ارتباطات: تشخیص هرزنامه، تشخیص نفوذ (intrusion detection)
- وب‌کاوی (موتورهای جستجو) و بیوانفورماتیک

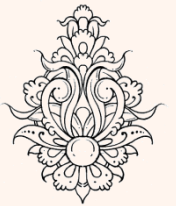


- آنالیز سبد خرید: احتمال این که شخصی که کالای  $X$  را خریده، کالای  $Y$  را هم خریداری کند.

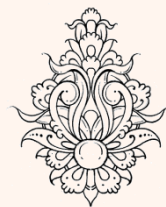
- $P(Y | X)$

## Association Rule

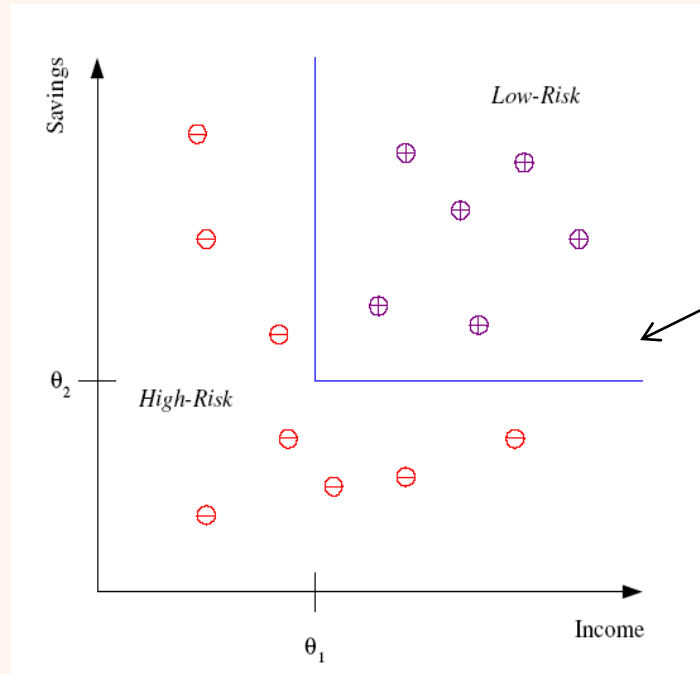
- $P(\text{chips} | \text{beer}) = 0.7$



- **یادگیری ماشین**، یکی از مهم‌ترین بخش‌های **هوش مصنوعی** است. برای هوشمند بودن، یک سیستم که در محیطی با شرایط متغیر قرار دارد، باید توانایی آموختن داشته باشد. در چنین حالتی طراحان نیازی به پیش‌بینی همه‌ی حالات ممکن نخواهند داشت.
- برای حل بسیاری از مسائل در بینایی ماشین، تشخیص صوت، الگوریتم‌های یادگیری به کار می‌آیند.
- شناسایی هویت با کمک چهره یکی از این زمینه‌هاست که در «**بازشناسی الگو**» مطرح می‌شود.

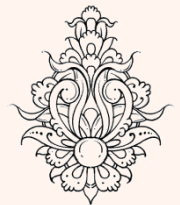


- ارزیابی اعتبار (credit scoring)



**Discriminant**

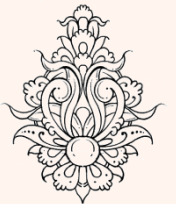
**Discriminant: IF  $income > \theta_1$  AND  $savings > \theta_2$   
THEN low-risk ELSE high-risk**





# دسته‌بندی (ادامه...)

- «بازشناسی الگو» هم نامیده می‌شود.
- تشخیص کاراکتر (OCR)
  - تشخیص کاراکترهای دستنویس
    - یک کلمه دنباله‌ای از کاراکترهاست
    - t?e
- تشخیص هویت با استفاده از دست‌خط

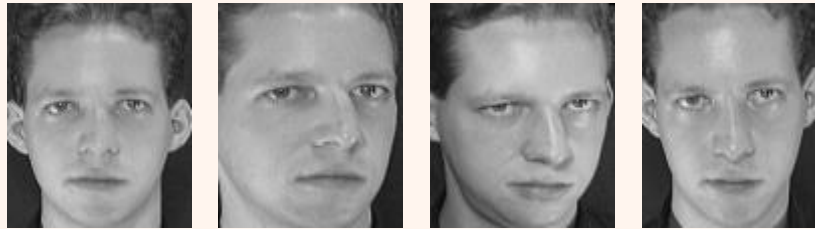


# دسته‌بندی (ادامه...)

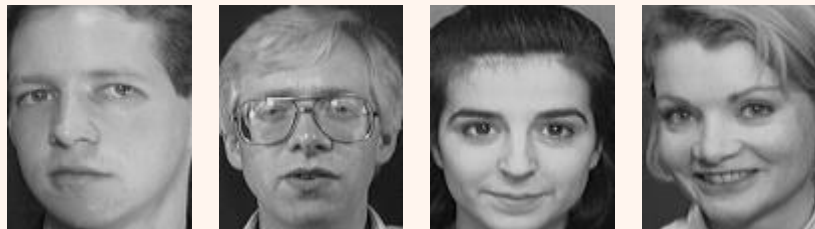
- تشخیص چهره

– شرایط نوری متفاوت،  
پوشش و آرایش‌های مختلف

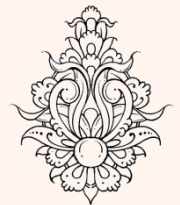
## Training examples of a person



## Test images

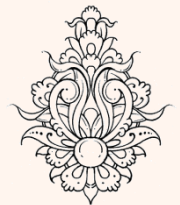


ORL dataset,  
AT&T Laboratories, Cambridge UK



# دسته‌بندی (ادامه...)

- تشخیص صوت
  - وابستگی زمانی
  - Sensor fusion
- تشخیص بیماری
  - در نظر گرفتن ریسک تصمیم‌گیری
- تشخیص موارد نامتعارف (outlier detection)
  - Intrusion Detection Systems



# رگرسیون

- دسته‌بندی و رگرسیون هر دو از نمونه‌های یادگیری با نظارت (supervised) هستند.

- مثال: قیمت اتومبیل دسته‌دو

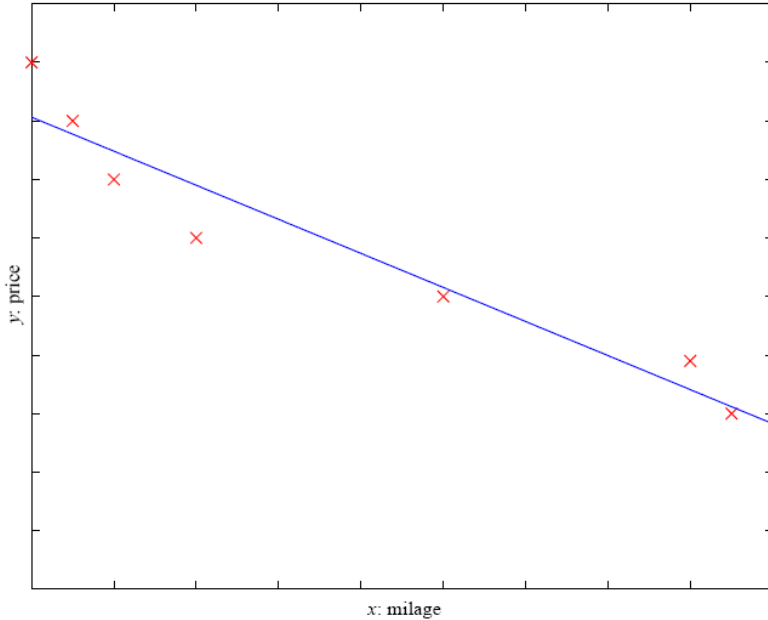
- $x$  : car attributes

$y$  : price

$$y = g(x | \theta)$$

$g()$  model,

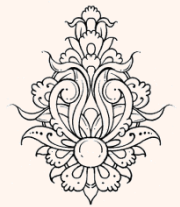
$\theta$  parameters



$$y = wx + w_0$$

یا

$$y = w_2x^2 + w_1x + w_0$$

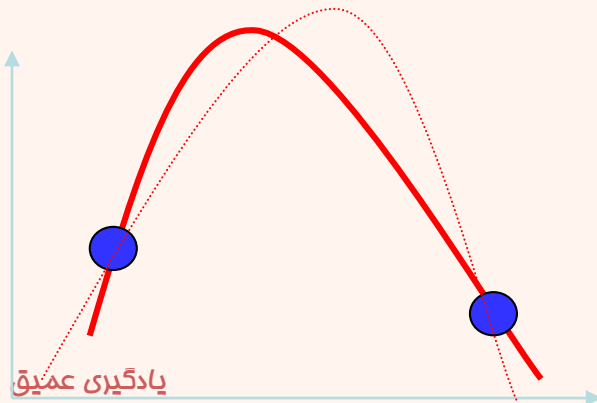


# کاربردهای رگرسیون

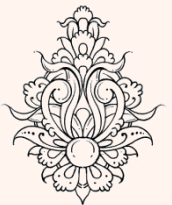
- راهبری یک ربات، ورودی مشخصات افذ شده از مسگرها خروجی زاویهی چرخش
- یکی از کاربردهای رگرسیون بهینه‌سازی یک تابع است.

## Response surface design

- یافتن بهترین پارامترها برای بو دادن قهوه
- به دست آوردن تابعی برای ارزیابی کیفیت یک تصویر



From Live Image quality database



# شیوه‌های یادگیری

Supervised learning

• یادگیری با نظارت

Unsupervised learning

• یادگیری بی نظارت

Semi-supervised learning

• یادگیری نیمه نظارتی

Active learning

– یادگیری فعال

Weakly supervised learning

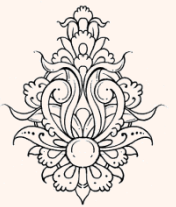
• یادگیری با نظارت ضعیف

Self-supervised learning

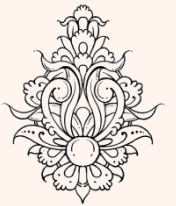
• یادگیری خودنظارتی

Reinforcement learning

• یادگیری تقویتی



- در این شیوه همراه با نمونه‌های آموزشی، پاسخ مطلوب هم وجود دارد.
  - پیش‌بینی نمونه‌های جدید
  - استخراج دانش
  - فشرده‌سازی
  - تشخیص نمونه‌های غیرنرمال؛ تشخیص تقلب و سوءاستفاده



- در این حالت تنها داده‌های ورودی وجود دارند، بدون این که ناظر مقدار مطلوب را مشخص کند.
- هدف پیدا کردن «نظم» (regularity) موجود در داده است، آنچه معمول و طبیعی است.

## Density estimation

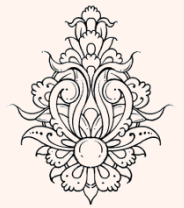
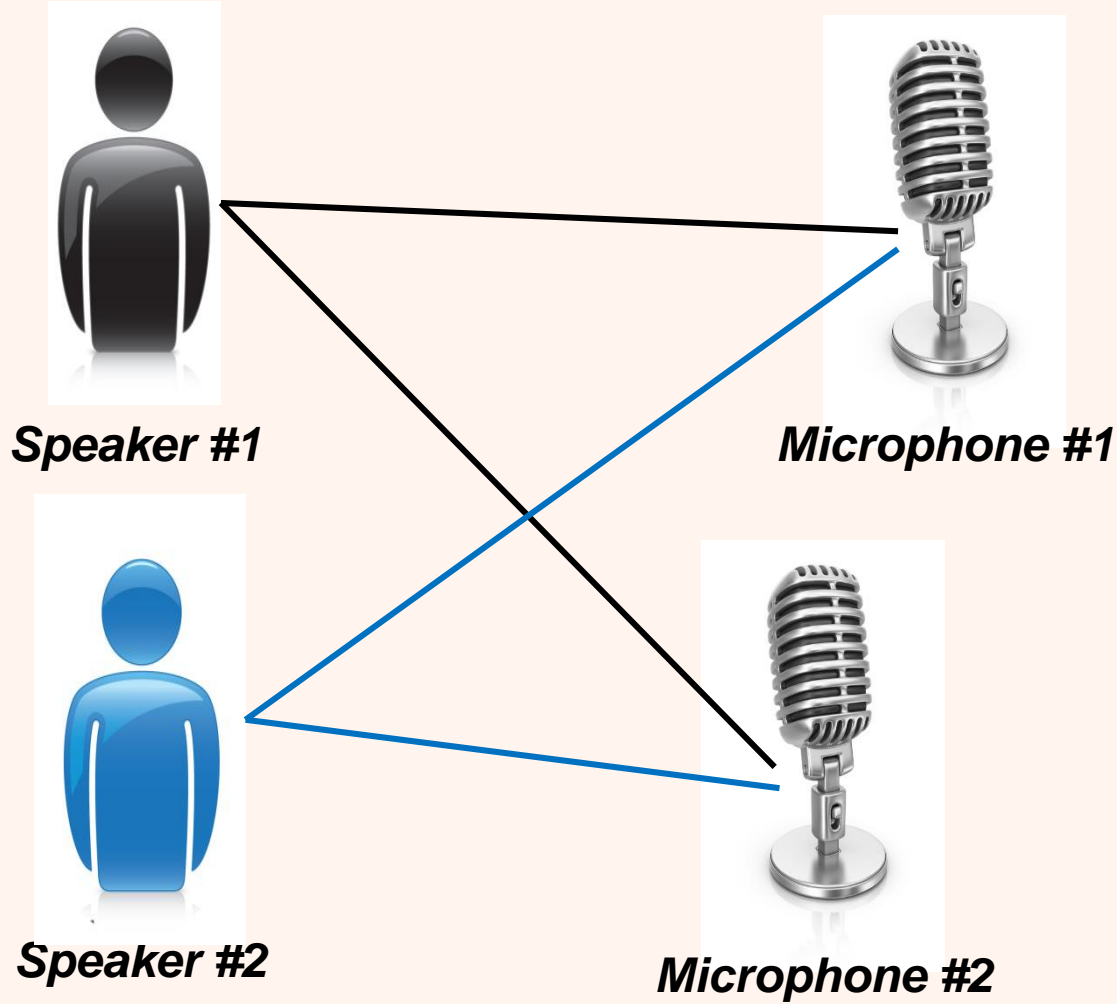
- خوشه‌بندی (clustering): گروه‌بندی نمونه‌های مشابه

- مدیریت ارتباط با مشتری
- فشرده‌سازی تصویر (چندی‌سازی رنگ)
- بیوانفورماتیک (Learning motifs)





# جداسازی کور سیگنال (BSS)



# کاربرد یادگیری بی نظارت



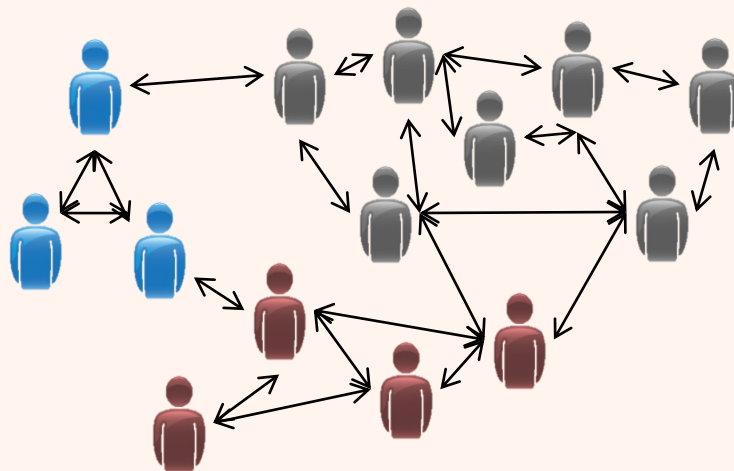
Image Segmentation



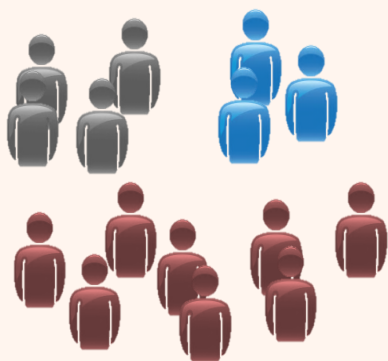
# کاربرد یادگیری بی نظارت (ادامه...)



Organize computing clusters



Social network analysis



Market segmentation

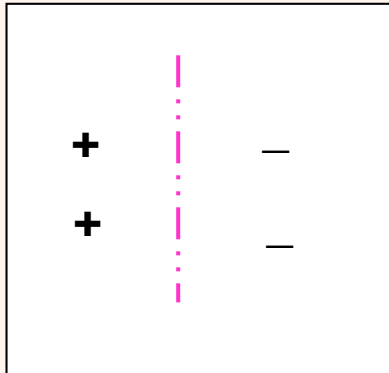


Image credit: NASA/JPL-Caltech/E. Churchwell (Univ. of Wisconsin, Ma

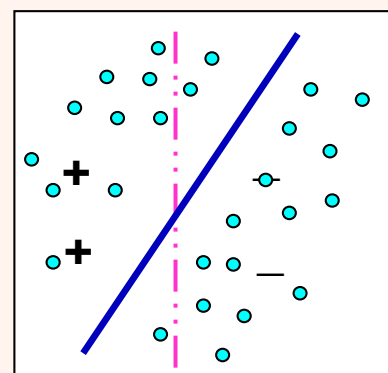
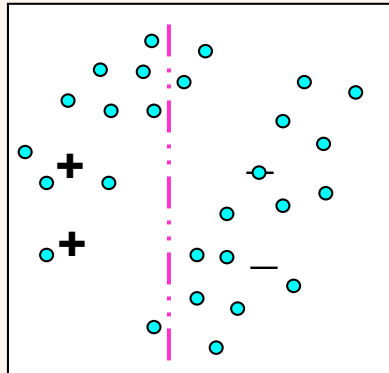
Astronomical data analysis



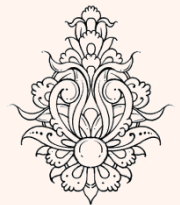
- تنها بخشی از داده‌ها برچسب خورده‌اند، و حجم زیادی از آن بدون برچسب هستند.
- برچسب زدن داده‌ها کار پرهزینه‌ای است.
- از طرفی، داده‌های برچسب نخورده‌ی زیادی در اختیار داریم.



یادگیری با نظارت



یادگیری نیمه نظارتی

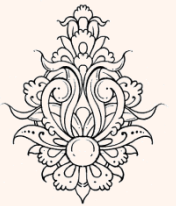




# یادگیری با نظارت ضعیف

## Weakly supervised learning

- در این حالت از داده‌هایی که برچسب آن‌ها نویزی است (دقت کافی ندارد یا ناقص است) در آموزش با نظارت مورد استفاده قرار می‌گیرند تا بتوان مدل‌های کاراتری را آموزش داد.



- در این شیوه از داده‌های بدون برچسب استفاده می‌شود.
- هدف ایجاد برچسب برای داده‌های بدون برچسب با کمک ساختار و ویژگی‌های داده‌هاست.
- برای به دست آوردن **بازنمایی داده‌ها** این شیوه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



- در برخی موارد فروچی یک سیستم، دنباله‌ای از «کنش»‌هاست. به گونه‌ای که یک حرکت اهمیت ندارد، بلکه سیاستی است که باعث می‌شود مجموع حرکات، به هدف مناسب برسند.
- یک عمل مناسب است در صورتی که در مجموع و در کنار سایر اعمال مناسب باشد. در این حالت الگوریتم یادگیری باید قادر به انتخاب سیاست مناسب باشد.

Game playing

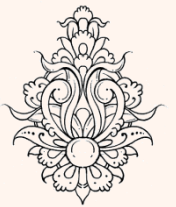
Robot in a maze

Multiple agents, partial observability, ...



# ارزیابی الگوریتم‌های یادگیری

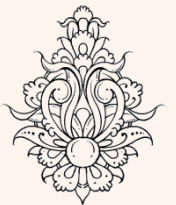
- بسته به کاربرد، برای ارزیابی الگوریتم‌های یادگیری، دقت دسته‌بندی، حجم محاسبات و حافظه‌ی مورد نیاز در نظر گرفته می‌شود.
- الگوریتم‌های یادگیری متفاوتی وجود دارند؛ بسته به شرایط کاربرد مورد نظر، الگوریتم‌های متفاوتی را می‌توان مورد استفاده قرار داد.
- حجم مورد نیاز داده‌های آموزشی، پیچیدگی الگوریتم‌های مورد استفاده و **قابلیت تعمیم** مسائلی است که باید مورد بررسی قرار گیرند.





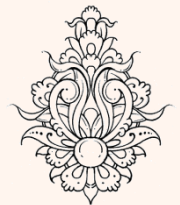
# کنفرانس مطرح در حوزه یادگیری

- **NeurIPS**: Neural Information Processing Systems (formerly NIPS)
- **ICML**: International Conference on Machine Learning
- **ICLR**: International Conference on Learning Representations
- **AAAI**: AAAI Conference on Artificial Intelligence
  
- **CVPR**: IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
- **ECCV**: European Conference on Computer Vision



# کنفرانس مطرح در حوزه پردازش زبان طبیعی

- **ACL**: Association for Computational Linguistics
- **EMNLP**: Empirical Methods in Natural Language Processing
- **NAACL**: North American Chapter of the Association for Computational Linguistics
- **EACL**: European Chapter of the Association for Computational Linguistics
- **COLING**: International Conference on Computational Linguistics
- **CoNLL**: Conference on Natural Language Learning
- **SIGIR**: Special Interest Group on Information Retrieval
- **ICDM**: International Conference on Data Mining



# ژورنال‌های مطرح

- Journal of Machine Learning
- IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence
- Journal of Computational Linguistics
- Transactions of the Association for Computational Linguistics
- Journal of Information Retrieval
- LREC: Language Resources and Evaluation\*

