

ML Models 1

Single Shallow, non-NN

کارگروه هوش مصنوعی شرکت پتروشیمی مهاباد

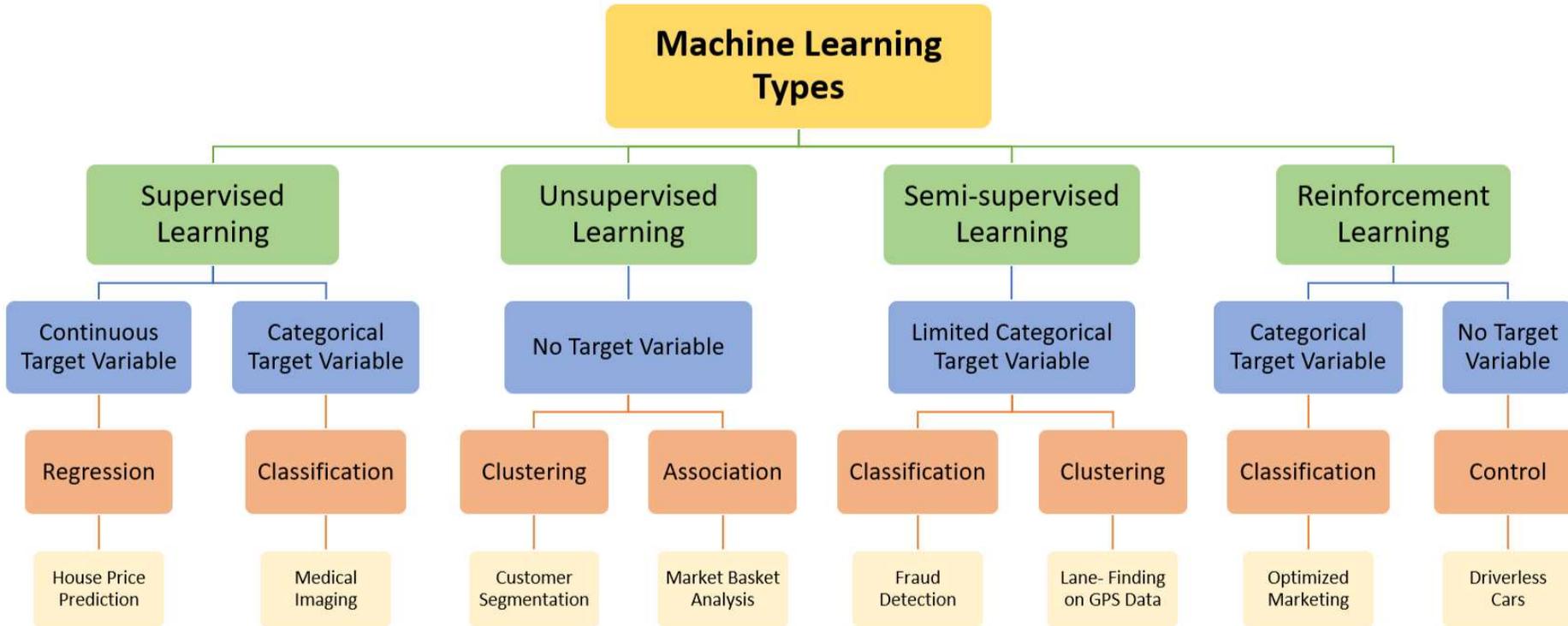
محمد ستوده

زمستان ۱۴۰۴

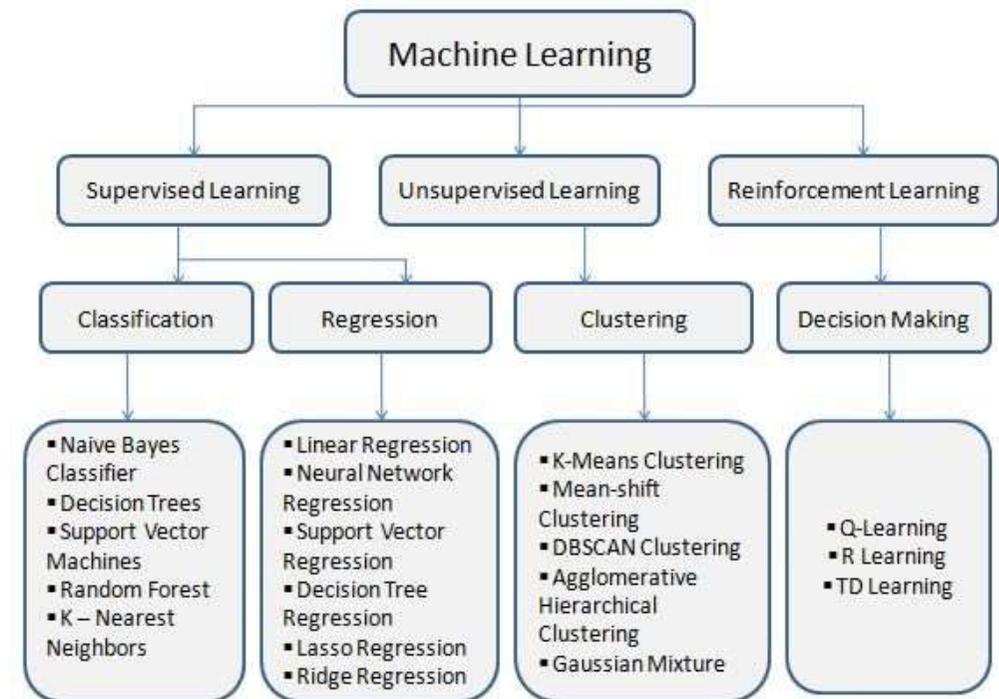
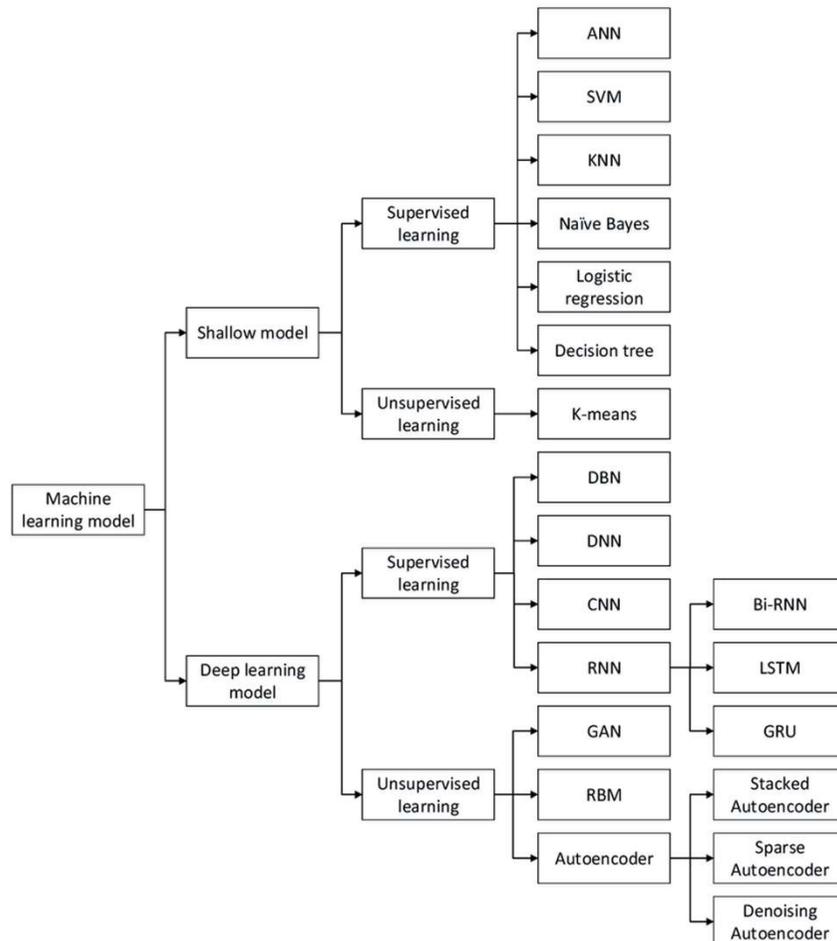
ML

2. Machine Learning (ML)
2.1. Supervised Learning
2.2. Unsupervised Learning
2.3. Semi-Supervised & Self-Supervised Learning
2.4. Reinforcement Learning (RL)
2.5. Probabilistic & Bayesian Learning
2.6. Graph-based Learning
2.7. Representation Learning
2.8. Federated, Online & Data Stream Learning

Artificial Intelligence (AI)
1. Cognitive & Symbolic AI
1.1. Knowledge Representation (KR)
1.2. Automated Reasoning
1.3. Planning & Decision Making
1.4. Cognitive Modeling
2. Machine Learning (ML)
2.1. Supervised Learning
2.2. Unsupervised Learning
2.3. Semi-Supervised & Self-Supervised Learning
2.4. Reinforcement Learning (RL)
2.5. Probabilistic & Bayesian Learning
2.6. Graph-based Learning
2.7. Representation Learning
2.8. Federated, Online & Data Stream Learning
3. Data Mining & Predictive Analytics
3.1. Association Rule Mining
3.2. Sequential Pattern Mining
3.3. Temporal / Time-series Analysis
3.4. Predictive Modeling
3.5. Anomaly Detection
3.6. Graph Mining
3.7. Recommender Systems
4. Natural Language Processing (NLP)
4.1. Linguistic Processing
4.2. Semantic Processing
4.3. Pragmatic / Discourse Processing
4.4. Text Generation
4.5. Speech & Audio
4.6. Multimodal NLP
5. Computer Vision (CV)
5.1. Image Processing
5.2. Object Detection & Recognition
5.3. 3D Vision
5.4. Video Understanding
5.5. Multimodal Vision
6. Robotics & Embodied AI
6.1. Perception
6.2. Control & Motion Planning
6.3. Manipulation & Locomotion
6.4. Human-Robot Interaction (HRI)
6.5. Reinforcement Learning in Robotics
7. Multi-Agent Systems (MAS)
7.1. Agent Architectures
7.2. Distributed Coordination
7.3. Communication & Negotiation
7.4. Swarm Intelligence
7.5. Game-Theoretic Modelling
8. Generative AI
8.1. Generative Models
8.2. Text Generation (LLMs)
8.3. Image / Video / Audio Synthesis
8.4. Code Generation
8.5. Multimodal Generation
9. Affective & Social Computing
9.1. Emotion Recognition
9.2. Sentiment Analysis
9.3. Personality Modelling
9.4. Empathic Agents
10. Explainable & Ethical AI
10.1. Explainable AI (XAI)
10.2. Fairness & Bias Mitigation
10.3. AI Governance & Trust
10.4. Privacy-preserving AI
10.5. Causal Inference
11. Applied & Domain-specific AI
11.1. Medical AI
11.2. Industrial AI
11.3. Financial AI
11.4. Social & Recommender Systems
11.5. Education AI
11.6. Environmental / Climate AI



ML Models examples



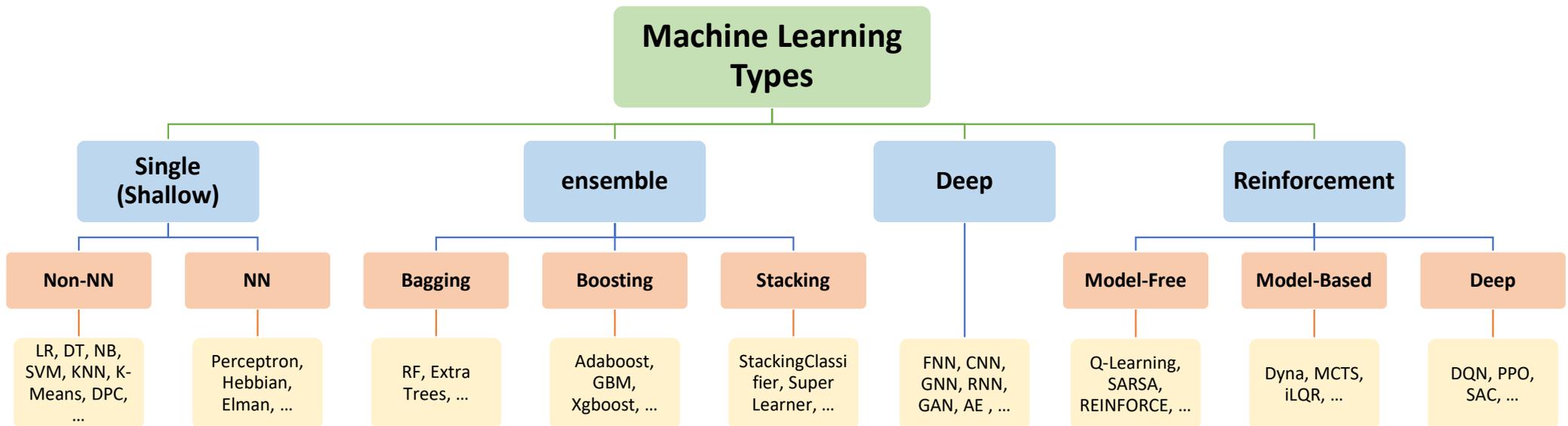
ML Models Taxonomy

«این تقسیم‌بندی برای یادگیریه، نه یک استاندارد آکادمیک سخت»

- از منظر جنس مدل (غیر عصبی - عصبی)
- از منظر استراتژی کاربست (تکی - جمعی)
- از منظر عمق مدل (سطحی - عمیق)

ML Models Taxonomy

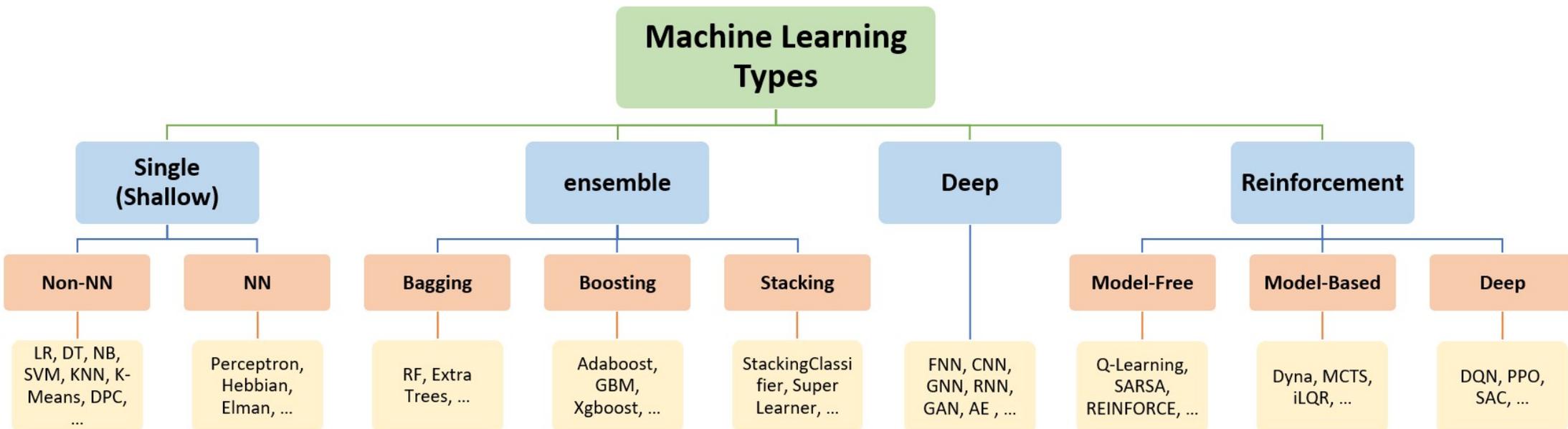
« این تقسیم‌بندی برای یادگیریه، نه یک استاندارد آکادمیک سخت »



Self-supervised Learning, Graphical Models, and Probabilistic ML?! **Maybe Later!**

ML Models Taxonomy

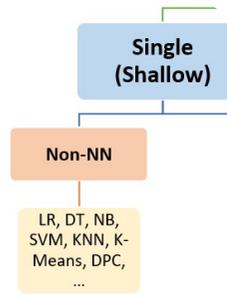
«این تقسیم‌بندی برای یادگیریه، نه یک استاندارد آکادمیک سفت»



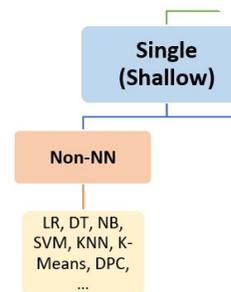
Self-supervised Learning, Graphical Models, and Probabilistic ML?! **Maybe Later!**

Single Shallow Non-NN

- Supervised
 - DT
 - NB
 - KNN
 - SVM
- Liner Regression
- Unsupervised
 - K-Means
 - DBSCAN



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT

- NB

- KNN

- SVM

- Liner Regression

- Unsupervised

- K-Means

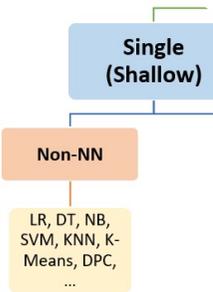
- DBSCAN

درخت تصمیم

منطق: تقسیم بندی داده بر اساس سوال! بله/خیر

- اول یک سؤال می سازد که داده را بیشترین مقدار تفکیک کند.
- داده را بر اساس جواب، چند شاخه می کند.
- روی هر شاخه دوباره بهترین سؤال بعدی را می سازد.
- آن قدر ادامه می دهد تا گروه ها تقریباً هم جنس شوند.
- برگ درخت جواب نهایی است: «این نمونه احتمالاً کلاس X است».

Single Shallow Non-NN



- Supervised

- **DT**
- NB
- KNN
- SVM

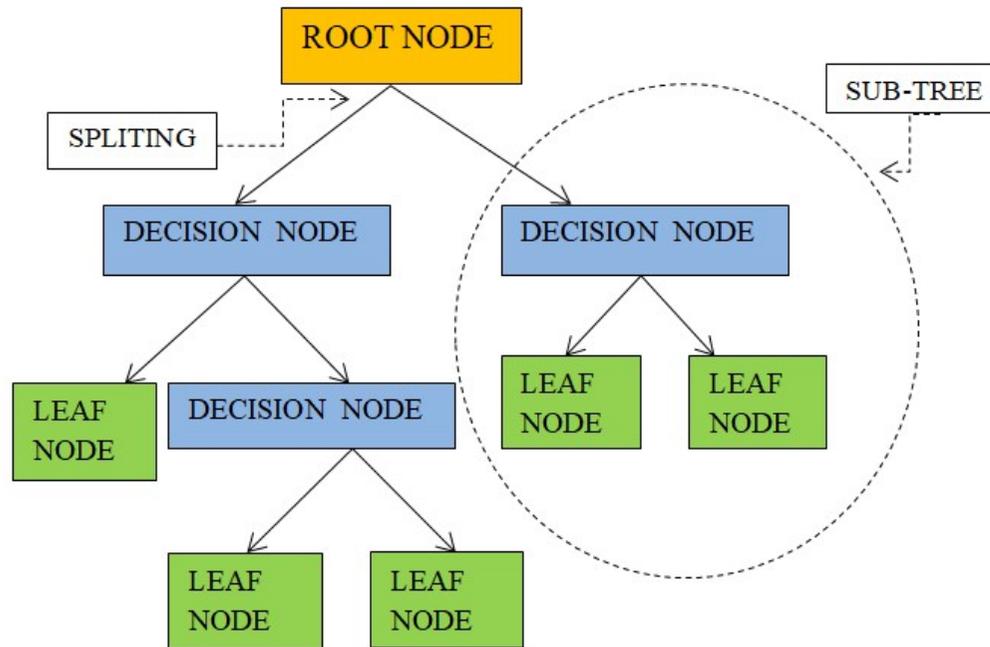
- Liner Regression

- Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

درخت تصمیم

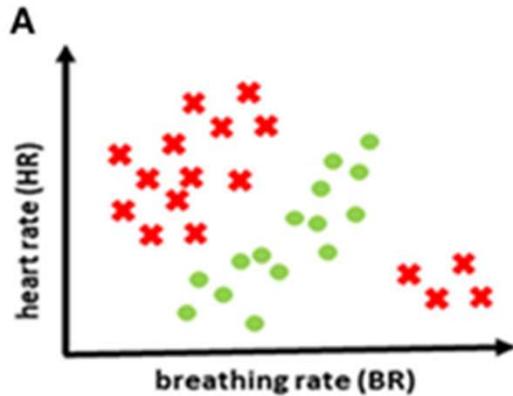
منطق: تقسیم بندی داده بر اساس سوال! بله/خیر



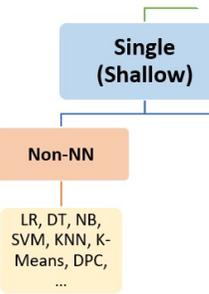
Single Shallow Non-NN

- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM



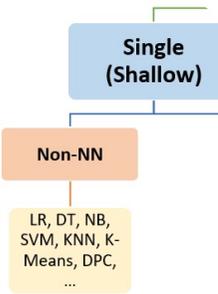
$$Outcome = \alpha(BR) + \beta(HR)$$



درخت تصمیم

منطق: تقسیم بندی داده بر اساس سوال! بله/خیر

Single Shallow Non-NN

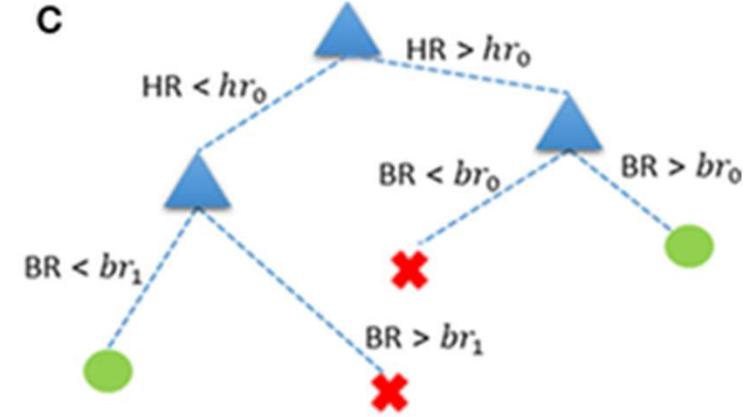
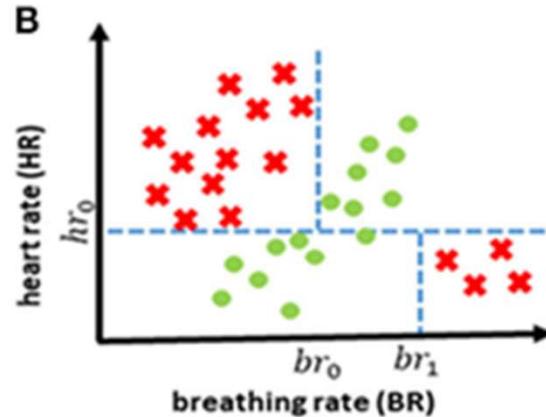
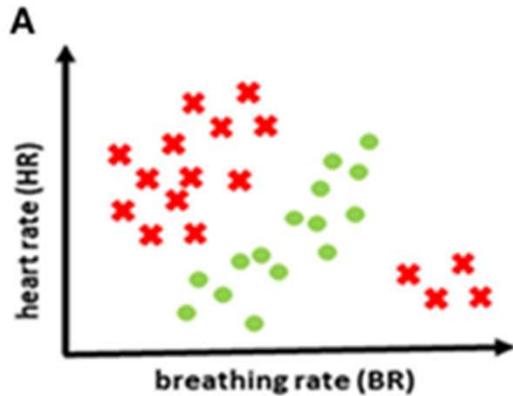


- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

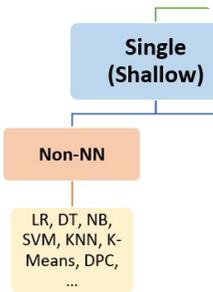
درخت تصمیم

منطق: تقسیم بندی داده بر اساس سوال! بله/خیر



$$Outcome = \alpha(BR) + \beta(HR)$$

Single Shallow Non-NN



نایف بیز

منطق: با ضرب احتمال‌های ساده‌ی هر ویژگی، کدام کلاس بیشترین احتمال را دارد؟

• Supervised

- DT
- **NB**
- KNN
- SVM

• Liner Regression

• Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

• فرض کن می‌خوای تشخیص بدهی یک ایمیل «اسپم» است یا نه.

• به‌جای نگاه کردن به کل ایمیل، NB می‌گوید: تک‌تک ویژگی‌ها (مثلاً وجود کلمه‌ی free، وجود لینک، تعداد علامت تعجب) را جداگانه بررسی کن.

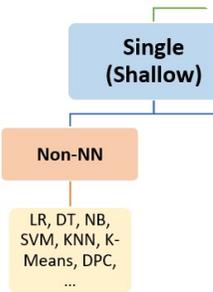
• برای هر ویژگی: اگر «کلاس اسپم» باشد، احتمال وجود این ویژگی؟ اگر «کلاس سالم» باشد، احتمال؟

• تمام احتمال‌های مربوط به کلاس اسپم را در هم ضرب کن → یک امتیاز برای اسپم

• تمام احتمال‌های مربوط به کلاس سالم را هم در هم ضرب کن → یک امتیاز برای سالم

• هر کدام بزرگ‌تر بود، همان کلاس پیش‌بینی می‌شود.

Single Shallow Non-NN



نایف بیز

- Supervised

- DT
- **NB**

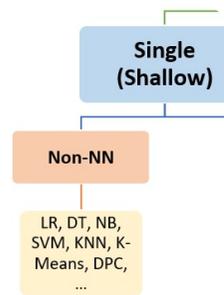
منطق: با ضرب احتمال‌های ساده‌ی هر ویژگی، کدام کلاس بیشترین احتمال را دارد؟

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
Rainy	Hot	High	False.	No
Rainy	Hot	High	True.	No
Overcast	Hot	High	False.	Yes
Sunny	Mild	High	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	True.	No
Overcast	Cool	Normal	True.	Yes
Rainy	Mild	High	False.	No
Rainy	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	Normal	False.	Yes
Rainy	Mild	Normal	True.	Yes
Overcast	Mild	High	True.	Yes
Overcast	Hot	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	High	True.	No

query:

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
Rainy	Cool	High	TRUE	?

Single Shallow Non-NN



نایف بیز

- Supervised

- DT
- NB**

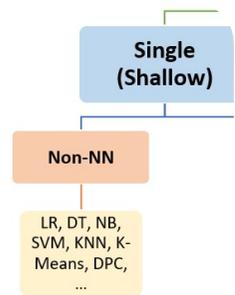
منطق: با ضرب احتمال‌های ساده‌ی هر ویژگی، کدام کلاس بیشترین احتمال را دارد؟

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
Rainy	Hot	High	False.	No
Rainy	Hot	High	True.	No
Overcast	Hot	High	False.	Yes
Sunny	Mild	High	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	True.	No
Overcast	Cool	Normal	True.	Yes
Rainy	Mild	High	False.	No
Rainy	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	Normal	False.	Yes
Rainy	Mild	Normal	True.	Yes
Overcast	Mild	High	True.	Yes
Overcast	Hot	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	High	True.	No

	Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
query:	Rainy	Cool	High	TRUE	?
Play No	3/5	1/4	4/7	3/6	
Play Yes	2/5	3/4	3/7	3/6	

query:	Rainy	Cool	High	TRUE
Play No	0.60%	0.25%	0.57%	0.50%
Play Yes	0.40%	0.75%	0.43%	0.50%

Single Shallow Non-NN



نایف بیز

- Supervised

- DT
- NB**

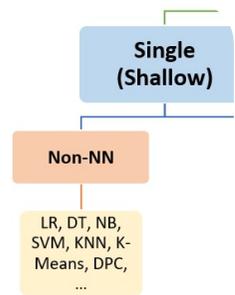
منطق: با ضرب احتمال‌های ساده‌ی هر ویژگی، کدام کلاس بیشترین احتمال را دارد؟

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
Rainy	Hot	High	False.	No
Rainy	Hot	High	True.	No
Overcast	Hot	High	False.	Yes
Sunny	Mild	High	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	True.	No
Overcast	Cool	Normal	True.	Yes
Rainy	Mild	High	False.	No
Rainy	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	Normal	False.	Yes
Rainy	Mild	Normal	True.	Yes
Overcast	Mild	High	True.	Yes
Overcast	Hot	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	High	True.	No

	Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
query:	Rainy	Cool	High	TRUE	?
Play No	3/5	1/4	4/7	3/6	
Play Yes	2/5	3/4	3/7	3/6	

query:	Rainy	Cool	High	TRUE	Multiply
Play No	0.60%	0.25%	0.57%	0.50%	0.0000000004286
Play Yes	0.40%	0.75%	0.43%	0.50%	0.0000000006429

Single Shallow Non-NN



نایف بیز

- Supervised

- DT
- **NB**

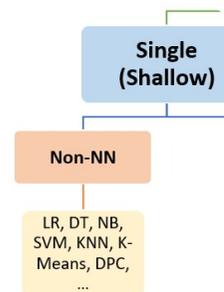
منطق: با ضرب احتمال‌های ساده‌ی هر ویژگی، کدام کلاس بیشترین احتمال را دارد؟

Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
Rainy	Hot	High	False.	No
Rainy	Hot	High	True.	No
Overcast	Hot	High	False.	Yes
Sunny	Mild	High	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Cool	Normal	True.	No
Overcast	Cool	Normal	True.	Yes
Rainy	Mild	High	False.	No
Rainy	Cool	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	Normal	False.	Yes
Rainy	Mild	Normal	True.	Yes
Overcast	Mild	High	True.	Yes
Overcast	Hot	Normal	False.	Yes
Sunny	Mild	High	True.	No

	Outlook	Temp	Humidity	Windy	Play?
query:	Rainy	Cool	High	TRUE	?
Play No	3/5	1/4	4/7	3/6	
Play Yes	2/5	3/4	3/7	3/6	

query:	Rainy	Cool	High	TRUE	Multiply	
Play No	0.60%	0.25%	0.57%	0.50%	0.0000000004286	
Play Yes	0.40%	0.75%	0.43%	0.50%	0.0000000006429	Yes 60.0%

Single Shallow Non-NN



• Supervised

- DT
- NB
- **KNN**
- SVM

• Liner Regression

• Unsupervised

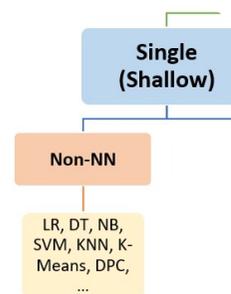
- K-Means
- DBSCAN

K نزدیکترین همسایگی

منطق: نزدیکترین نمونه ها به داده جدید چه برچسبی دارند؟

- فاصله‌ی داده جدید تا تمام نمونه‌های آموزشی محاسبه می‌گردد.
- K نمونه‌ی نزدیک‌تر انتخاب می‌شوند.
- برای طبقه‌بندی: برچسب این K همسایه رأی‌گیری می‌شود و رایج‌ترین برچسب، خروجی مدل است.
- برای رگرسیون: مقدار خروجی، میانگین (یا میانگین وزنی براساس فاصله) مقادیر K همسایه است.

Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- **KNN**
- SVM

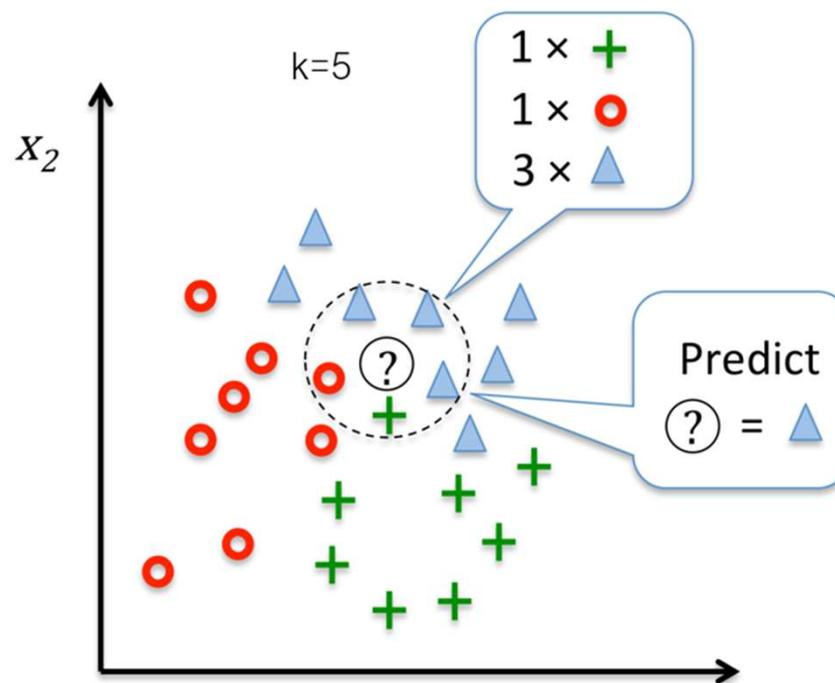
- Liner Regression

- Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

K نزدیکترین همسایگی

منطق: نزدیکترین نمونه ها به داده جدید چه برچسبی دارند؟



Single Shallow Non-NN

- Supervised

- DT
- NB
- **KNN**
- SVM

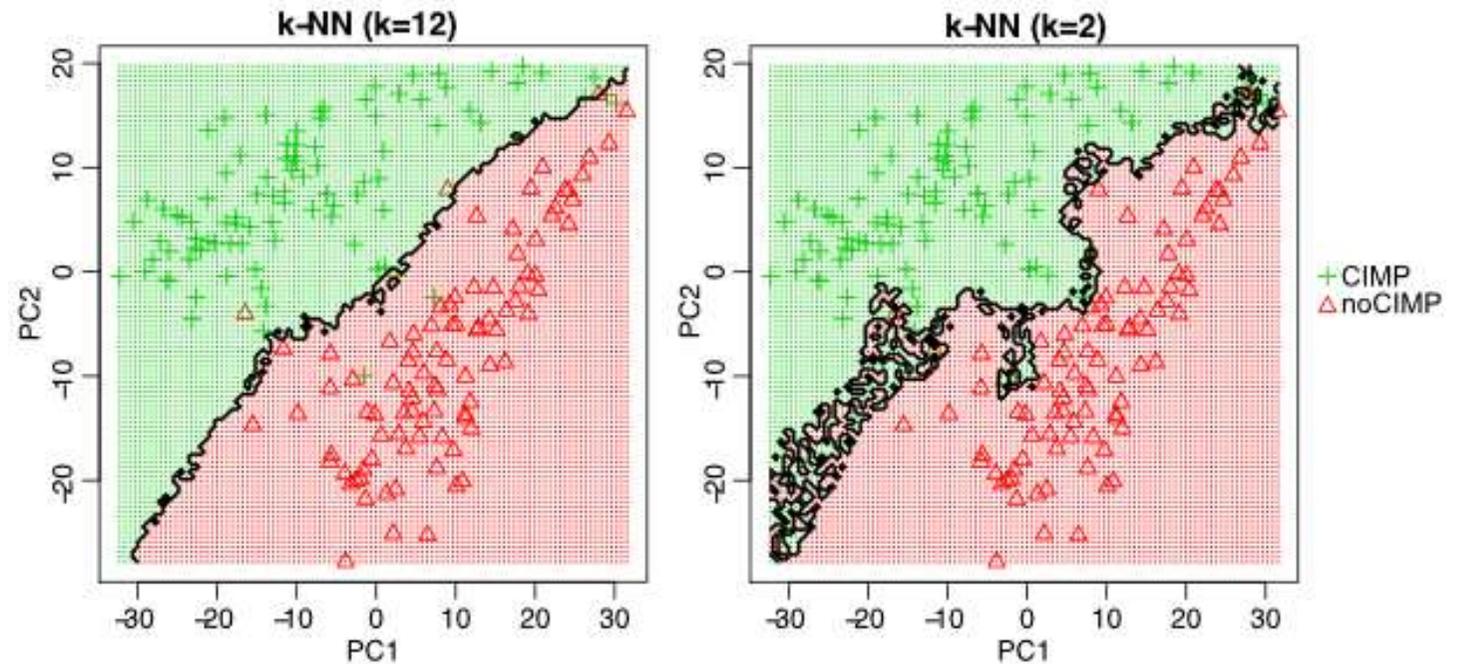
- Liner Regression

- Unsupervised

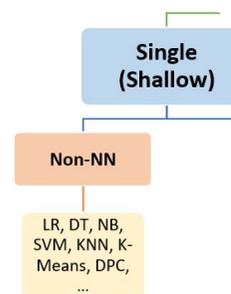
- K-Means
- DBSCAN

K نزدیکترین همسایگی

منطق: نزدیکترین نمونه ها به داده جدید چه برچسبی دارند؟



Single Shallow Non-NN



• Supervised

- DT
- NB
- KNN
- **SVM**

• Liner Regression

• Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

ماشین بردار پشتیبان

منطق: بهترین خط مرزی با بیشترین فاصله از نزدیک ترین نمونه های هر کلاس.

• داده ها در فضای ویژگی قرار می گیرند.

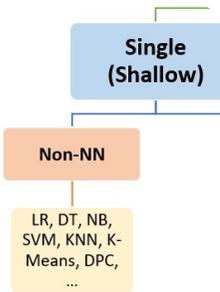
• مدل خط های مختلف را تصور می شوند.

• برای هر خط، فاصله ی آن تا نزدیک ترین نقاط اندازه گیری می شود.

• خطی انتخاب می شود که فاصله اش از این نقاط بیشترین باشد.

• برای نمونه ی جدید مدل بررسی می کند که نقطه در «کدام سمت خط» قرار دارد.

Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- **SVM**

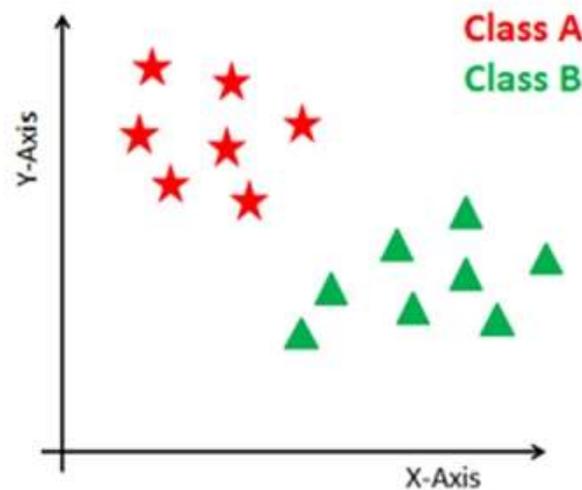
- Liner Regression

- Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

ماشین بردار پشتیبان

منطق: بهترین خط مرزی با بیشترین فاصله از نزدیک‌ترین نمونه‌های هر کلاس.



Single Shallow Non-NN

Single (Shallow)

Non-NN

LR, DT, NB, SVM, KNN, K-Means, DPC, ...

- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- **SVM**

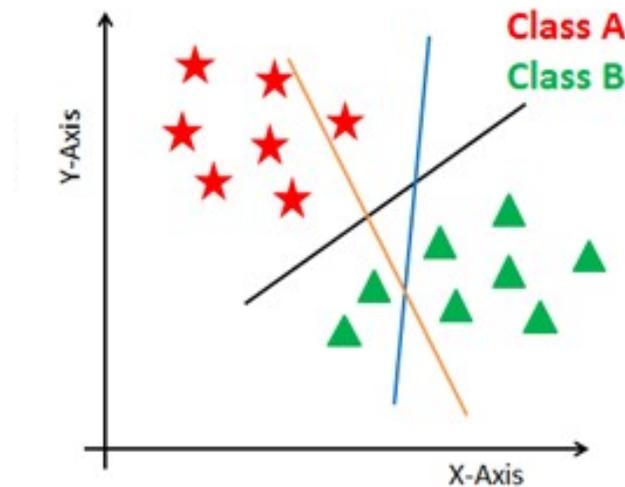
- Liner Regression

- Unsupervised

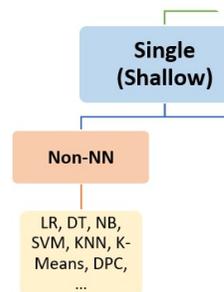
- K-Means
- DBSCAN

ماشین بردار پشتیبان

منطق: بهترین خط مرزی با بیشترین فاصله از نزدیک‌ترین نمونه‌های هر کلاس.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- **SVM**

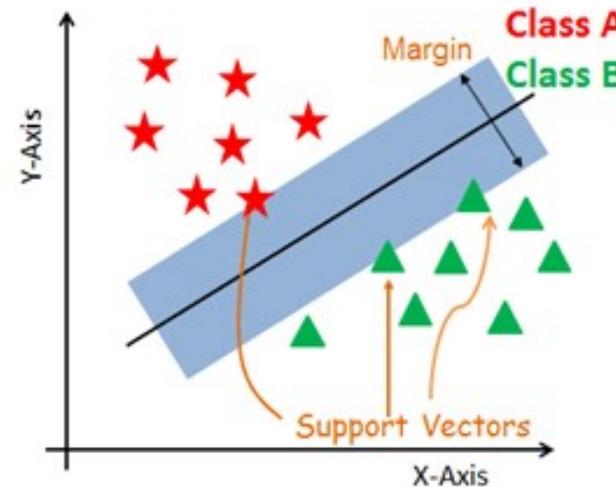
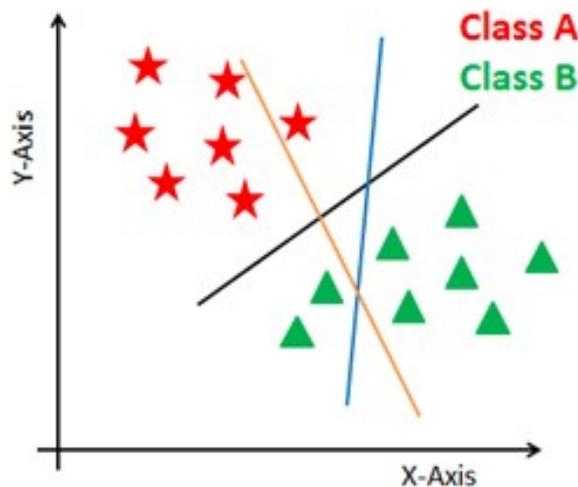
- Liner Regression

- Unsupervised

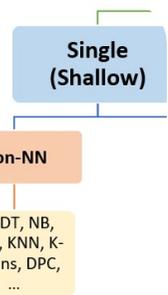
- K-Means
- DBSCAN

ماشین بردار پشتیبان

منطق: بهترین خط مرزی با بیشترین فاصله از نزدیک‌ترین نمونه‌های هر کلاس.



Single Shallow Non-NN



• Supervised

- DT
- NB
- KNN
- **SVM**

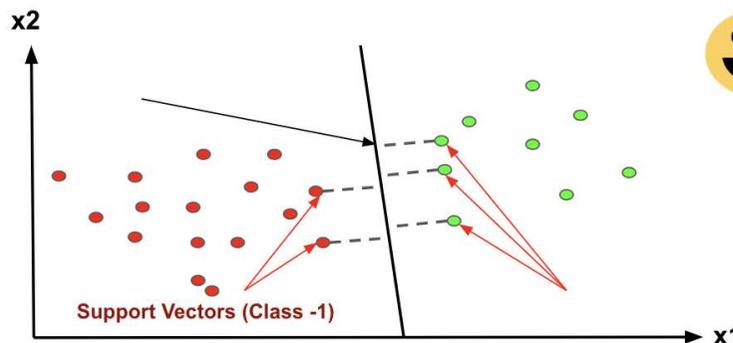
• Liner Regression

• Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

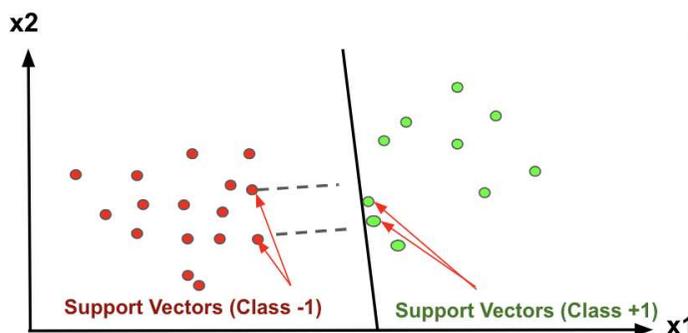
ماشین بردار پشتیبان

منطق: بهترین خط مرزی با بیشترین فاصله از نزدیک ترین نمونه های هر کلاس.



Good Margin

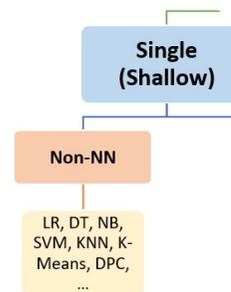
- all support vectors have the same distance with the maximum margin hyperplane



Bad Margin

- very close to either class -1 support vectors or class +1 support vectors

Single Shallow Non-NN



• Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

- **Liner Regression**

• Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

رگرسیون خطی

منطق: کدام خط / صفحه کمترین فاصله‌ی مجموع از همه‌ی نقاط را دارد؟

- داده‌ها در فضای ویژگی قرار می‌گیرند.
- یک خط / صفحه‌ی تخت فرض می‌شود.
- خطا به صورت فاصله‌ی عمودی هر نقطه تا این صفحه محاسبه می‌شود تا خطای کل بدست آید.
- خطوط / صفحات بعدی در جهت کاهش خطا جستجو می‌شوند.
- جستجو ادامه می‌یابد تا بهترین خط / صفحه با کمترین خطا به دست آید.
- برای نقطه‌ی جدید فقط مقدار خط / صفحه محاسبه می‌شود.

Single Shallow Non-NN

- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

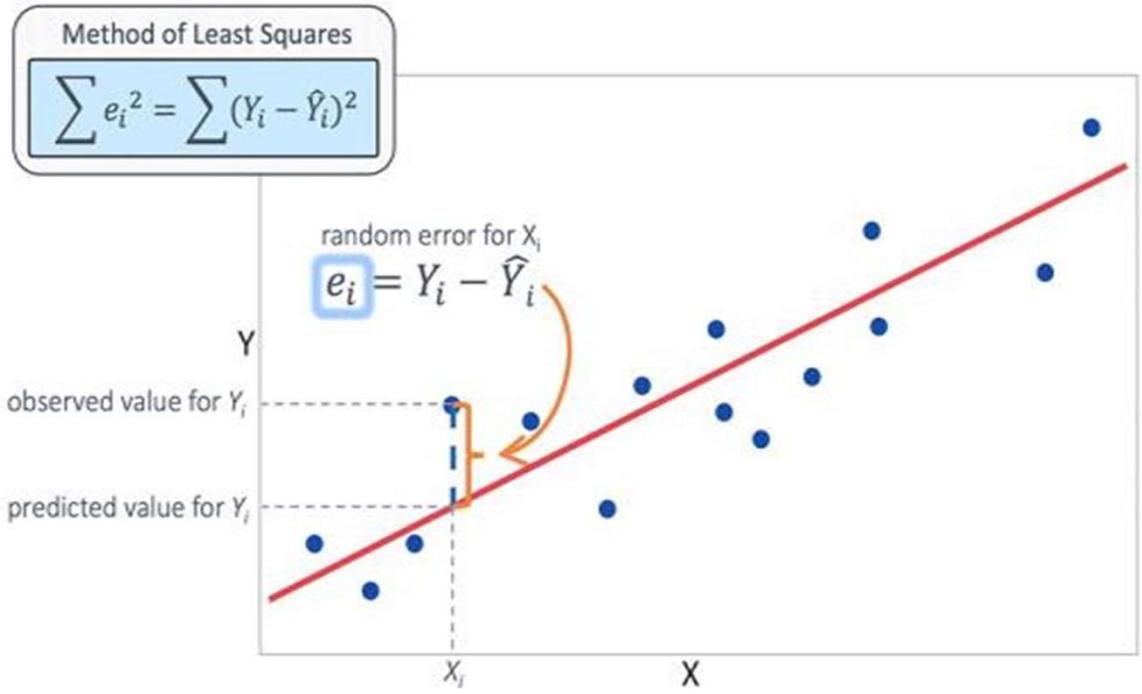
- **Liner Regression**

- Unsupervised

- K-Means
- DBSCAN

رگرسیون خطی

منطق: کدام خط / صفحه کمترین فاصله‌ی مجموع از همه‌ی نقاط را دارد؟



Single Shallow Non-NN

- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

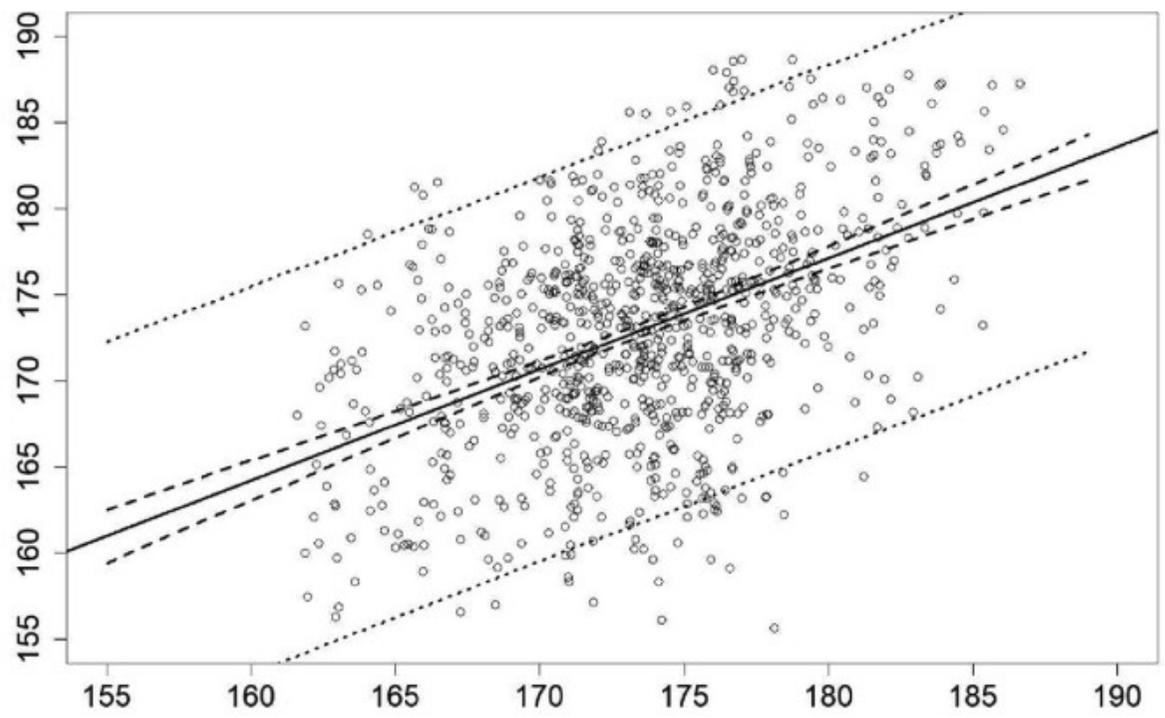
- **Liner Regression**

- Unsupervised

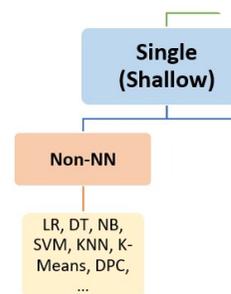
- K-Means
- DBSCAN

رگرسیون خطی

منطق: کدام خط / صفحه کمترین فاصله‌ی مجموع از همه‌ی نقاط را دارد؟



Single Shallow Non-NN



• Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

• Liner Regression

• Unsupervised

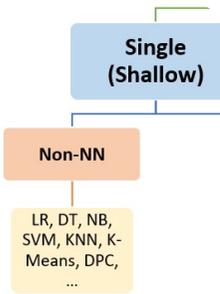
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.

- انتخاب K مرکز خوشه‌ی تصادفی در فضای ویژگی
- انتساب نقاط به مراکز بر اساس نزدیکی نقاط به هر مرکز
- محاسبه مجدد مراکز بر اساس میانگین مقادیر ویژگی های نقاط منتسب به هر مرکز
- ادامه تا تغییر نکردن مراکز

Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

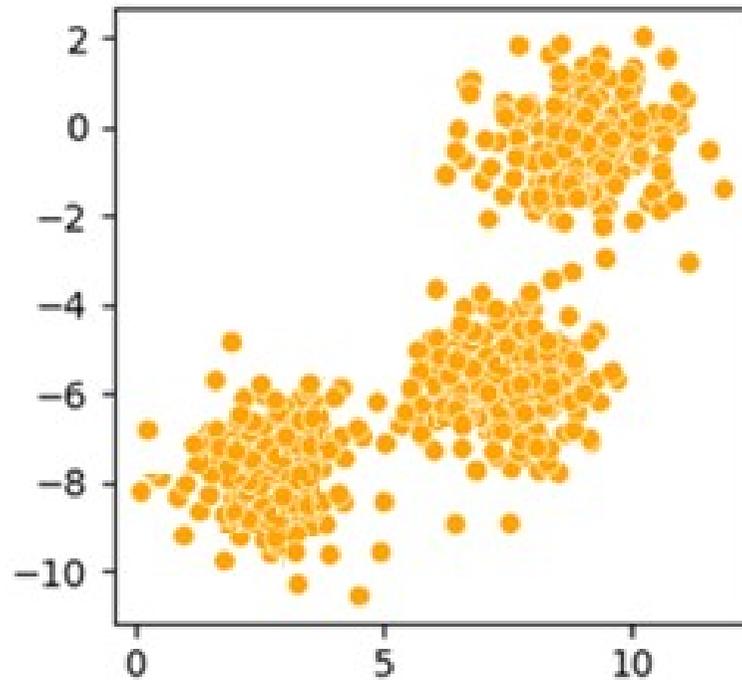
- LR

- Unsupervised

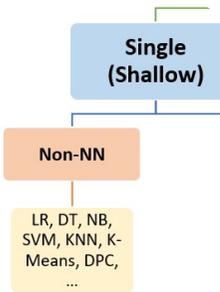
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

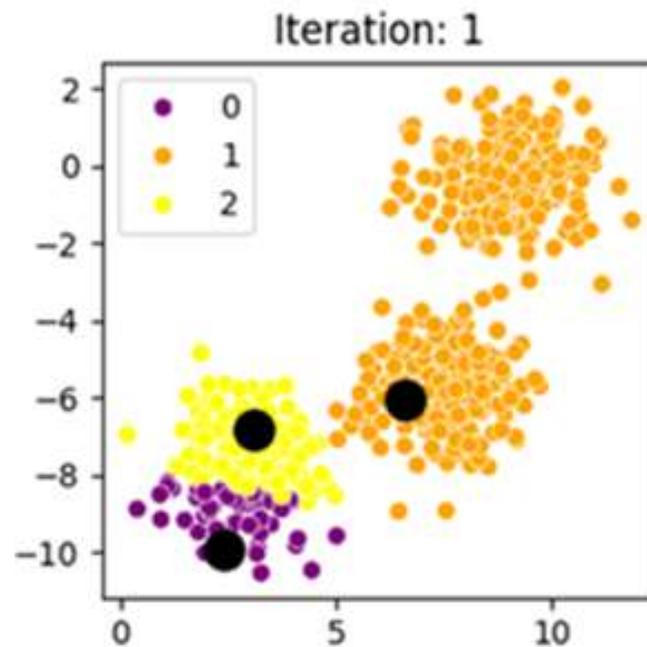
- LR

- Unsupervised

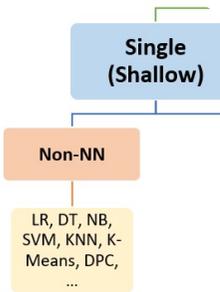
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

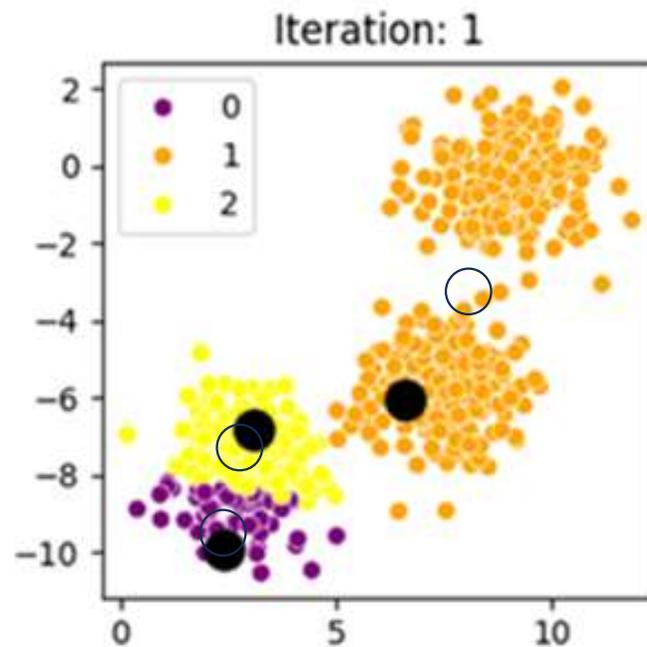
- LR

- Unsupervised

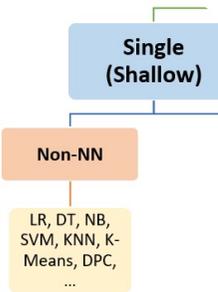
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

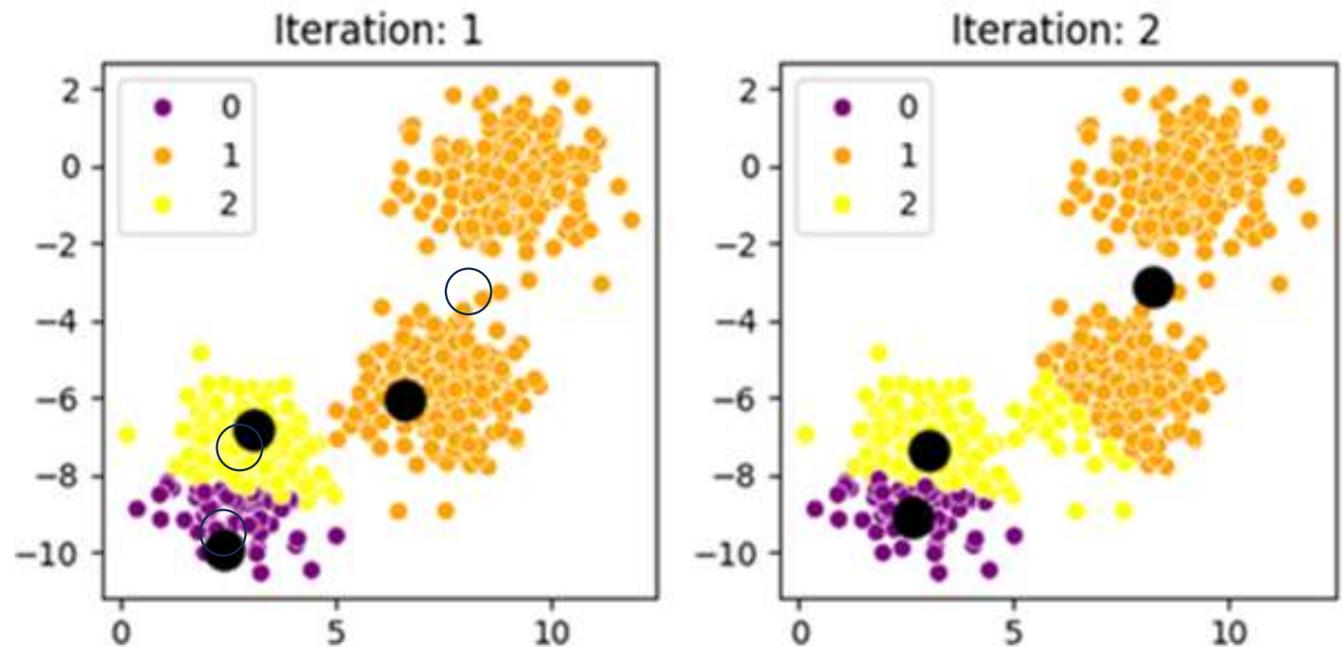
- LR

- Unsupervised

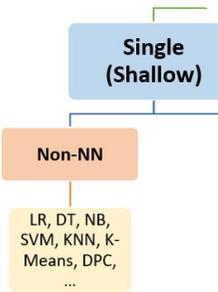
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

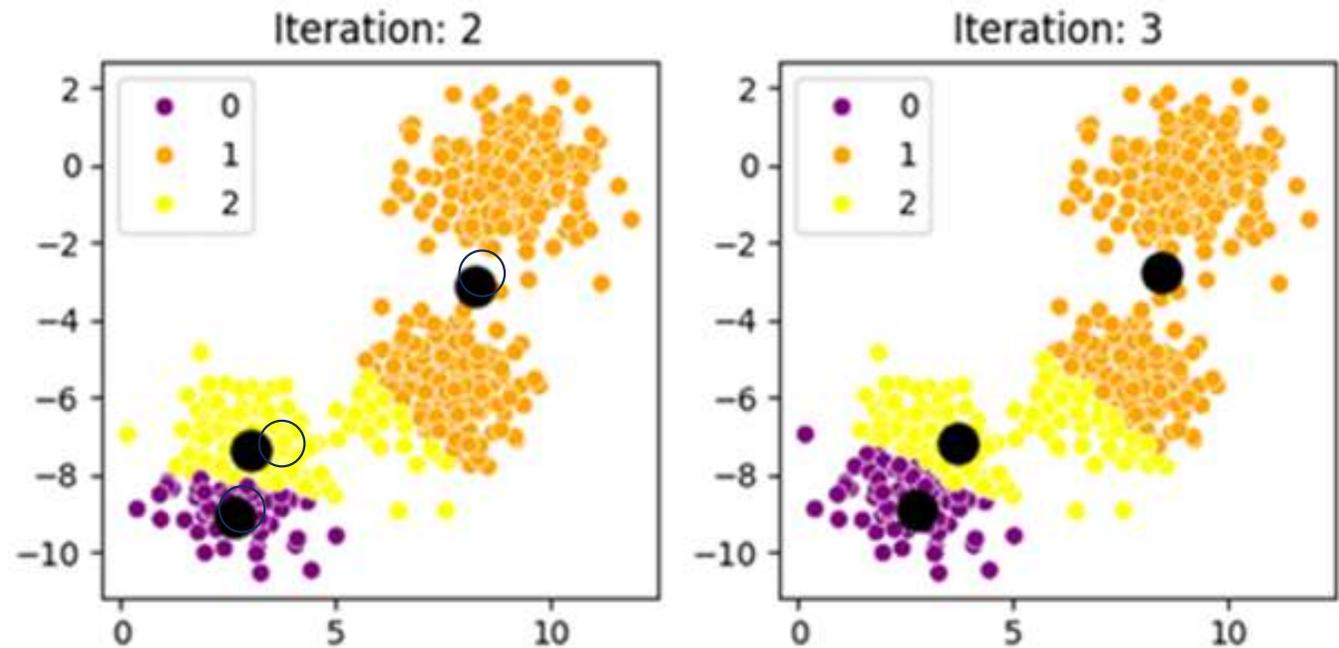
- LR

- Unsupervised

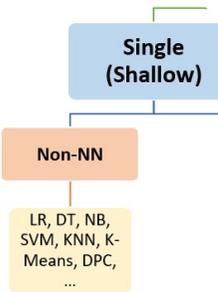
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

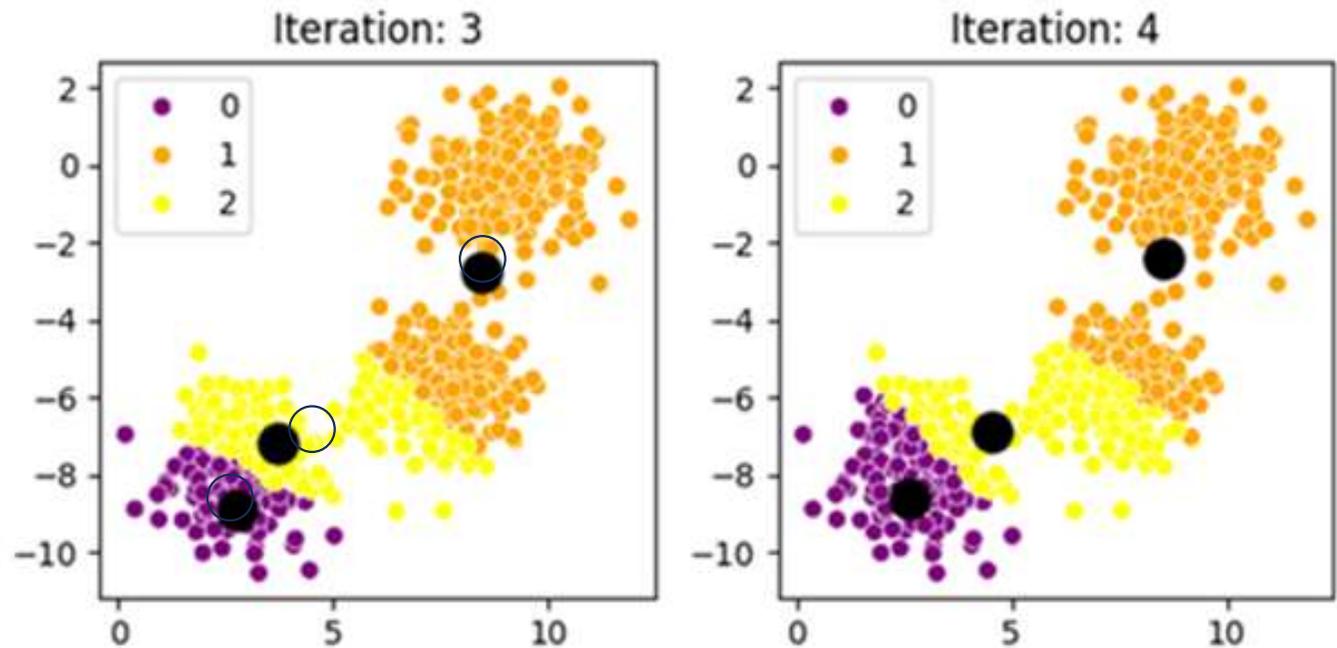
- LR

- Unsupervised

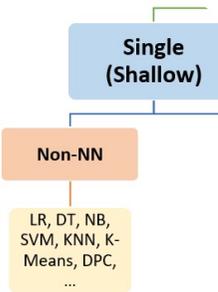
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

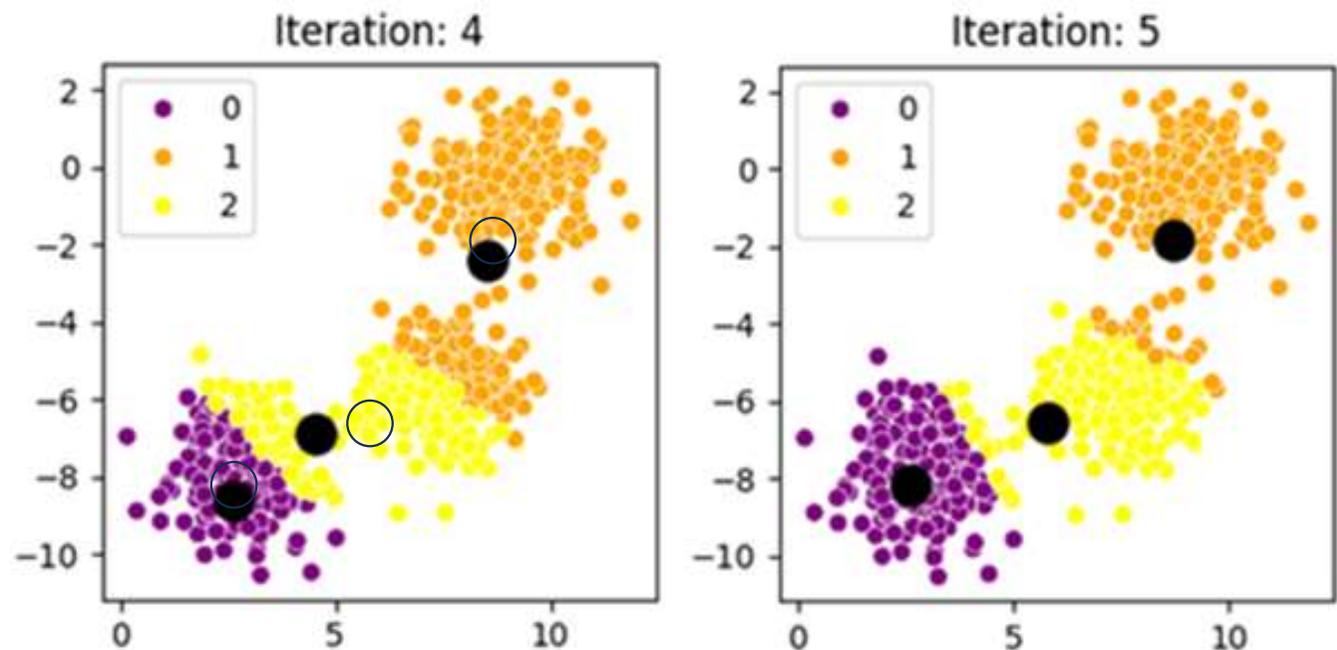
- LR

- Unsupervised

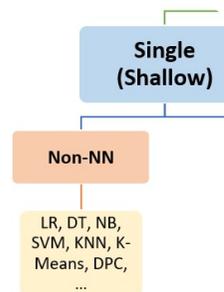
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

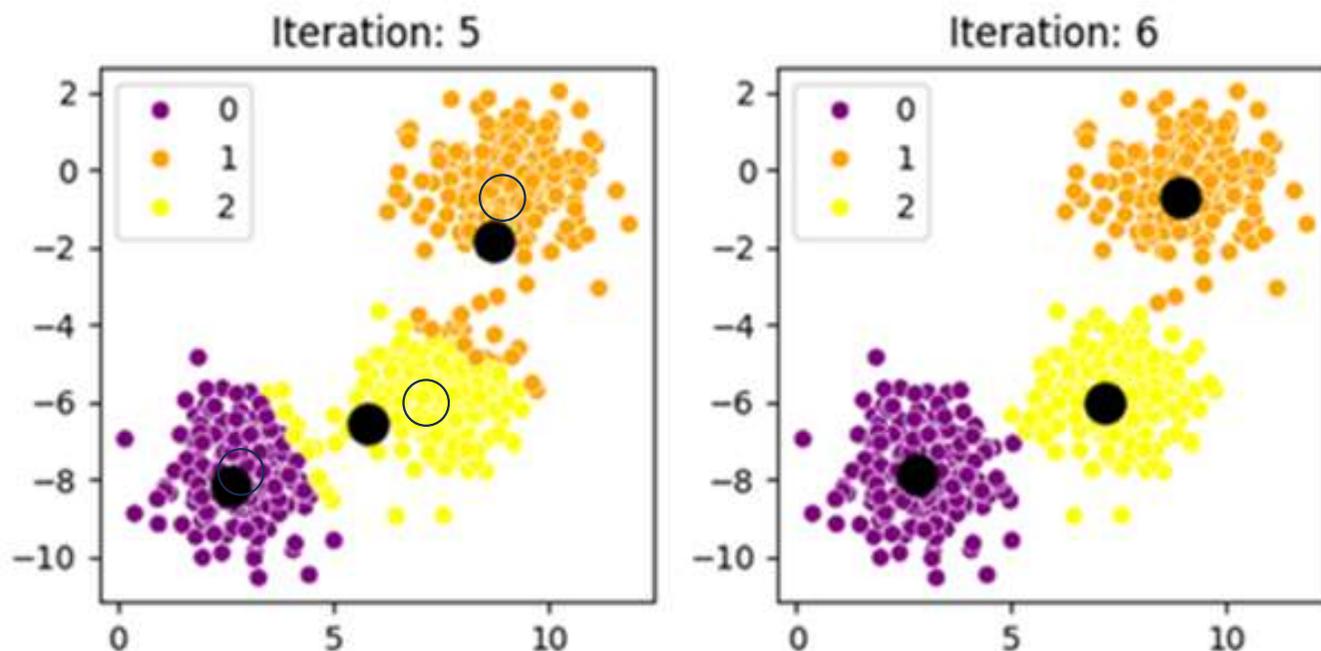
- LR

- Unsupervised

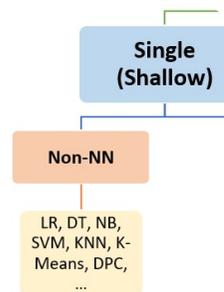
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

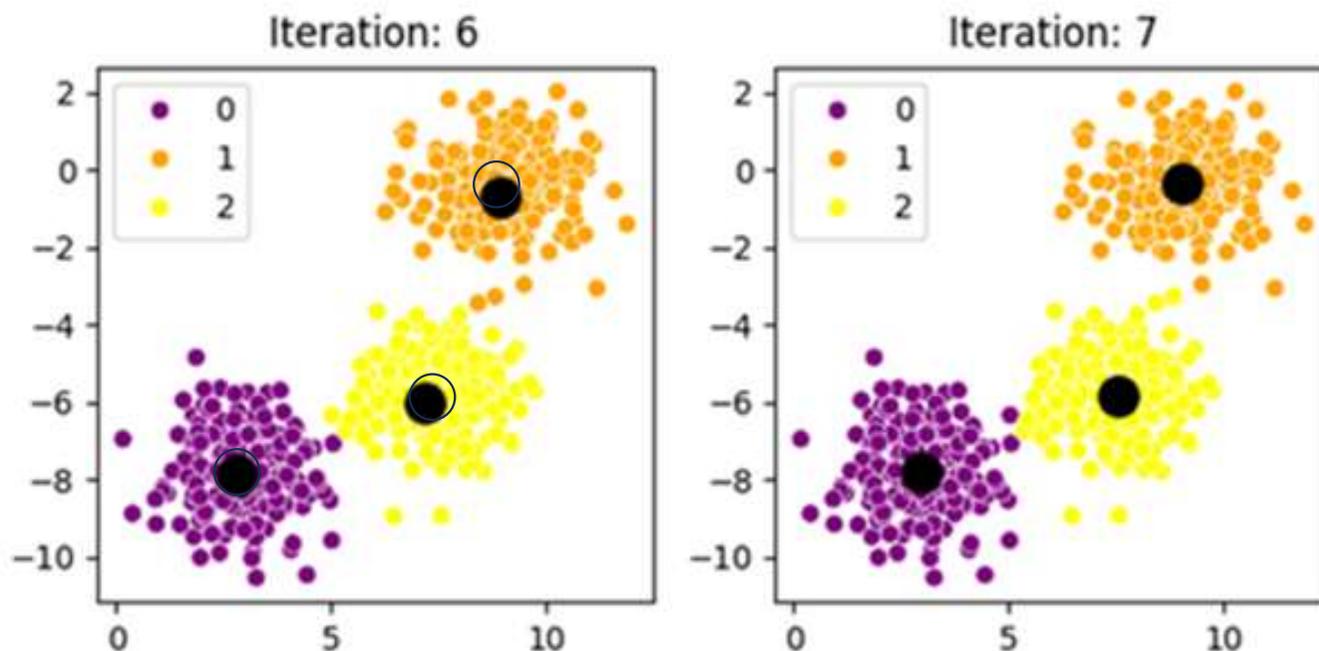
- LR

- Unsupervised

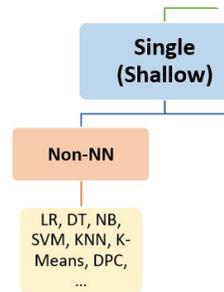
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

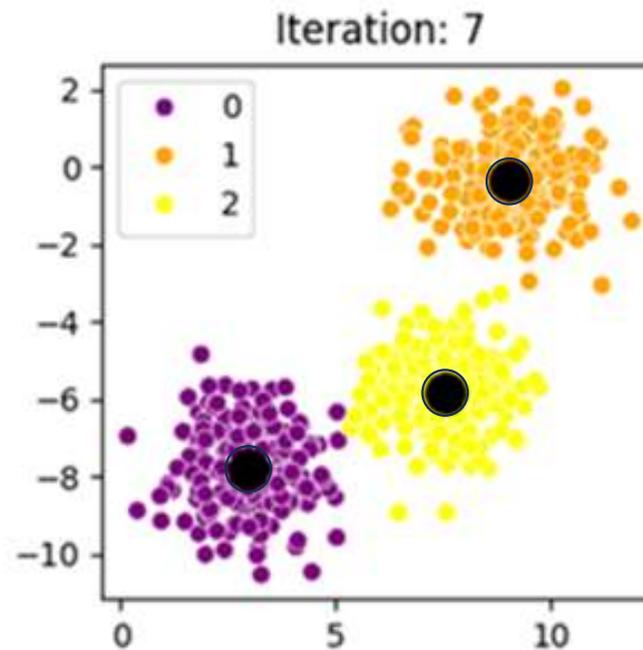
- LR

- Unsupervised

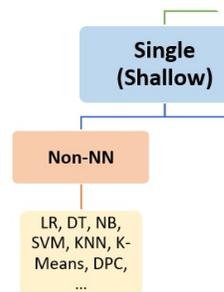
- **K-Means**
- DBSCAN

K-Means

منطق: هر نقطه به نزدیکترین مرکز تعلق دارد و مراکز خوشه میانگین مقادیر داده ها هستند.



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

- Liner Regression

- Unsupervised

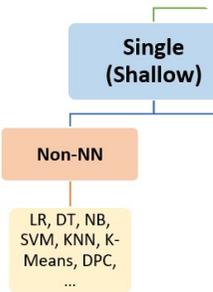
- K-Means
- **DBSCAN**

DBSCAN

منطق: تشخیص خوشه‌ها را بر اساس تراکم نقاط

- یک دایره‌ی کوچک به شعاع ϵ دور هر نقطه تصور می‌شود.
- اگر تعداد نقاطی که داخل این دایره هستند برابر یا بیشتر از MinPts باشند، آن نقطه، هسته است.
- اگر دو نقطه‌ی هسته‌ای دایره‌هایشان با هم هم‌پوشانی داشته باشد، یعنی در یک ناحیه‌ی پُر تراکم‌اند پس در یک خوشه قرار می‌گیرند.
- اگر نقطه‌ای خودش هسته نباشد، اما داخل دایره‌ی یک نقطه‌ی هسته‌ای قرار بگیرد به همان خوشه اضافه می‌شود.
- نقاطی که هیچ هسته‌ای به آنها نمی‌رسد، نویز هستند.

Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

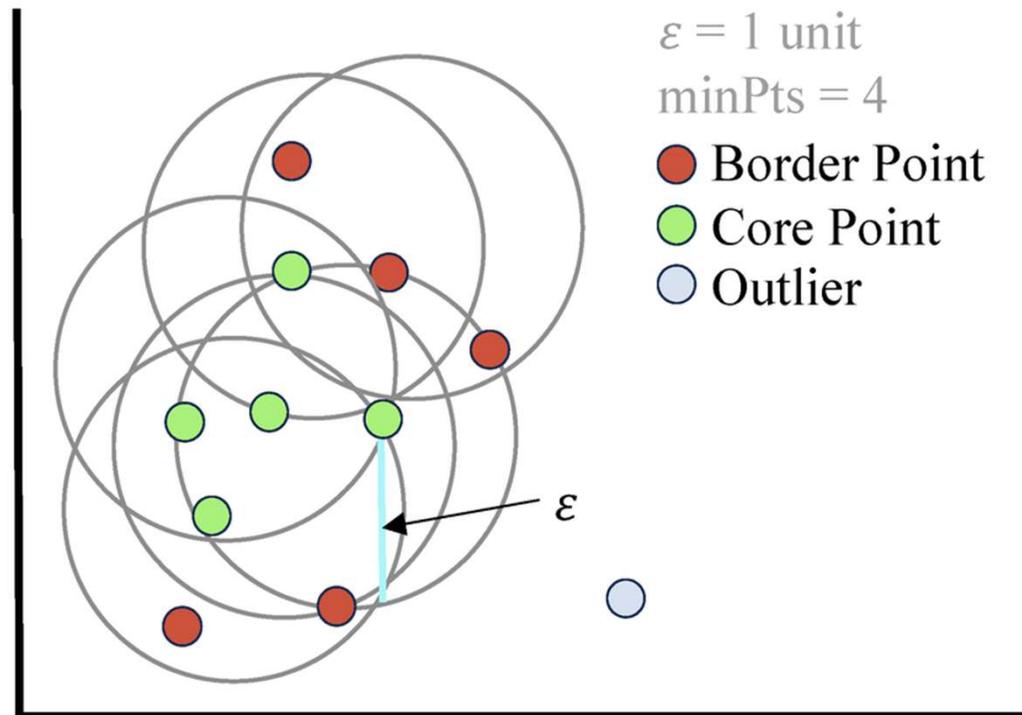
- Liner Regression

- Unsupervised

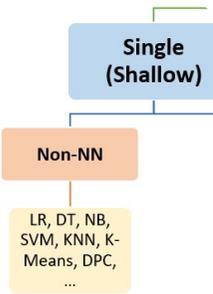
- K-Means
- **DBSCAN**

DBSCAN

منطق: تشخیص خوشه‌ها را بر اساس تراکم نقاط



Single Shallow Non-NN



- Supervised

- DT
- NB
- KNN
- SVM

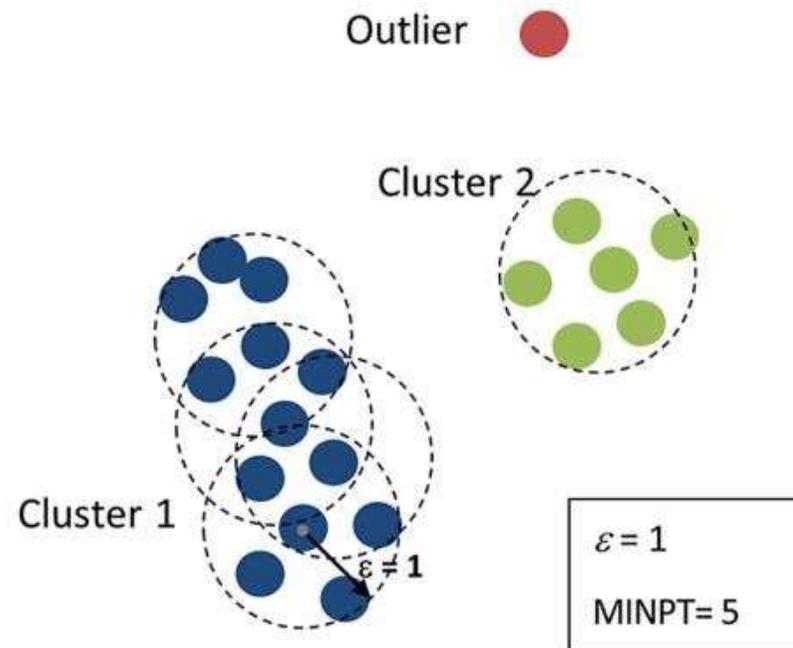
- Liner Regression

- Unsupervised

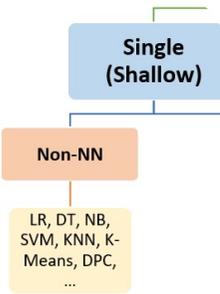
- K-Means
- **DBSCAN**

DBSCAN

منطق: تشخیص خوشه‌ها را بر اساس تراکم نقاط



Single Shallow Non-NN

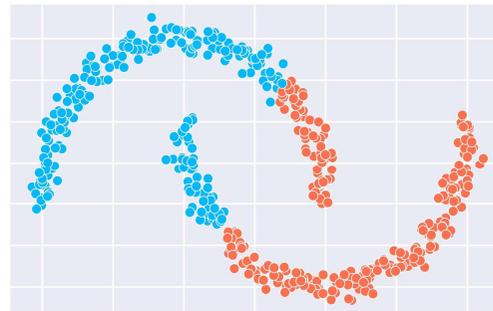


- Supervised
 - DT
 - NB
 - KNN
 - SVM
- Linear Regression
- Unsupervised
 - K-Means
 - **DBSCAN**

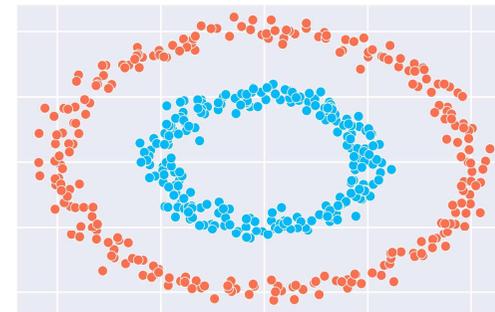
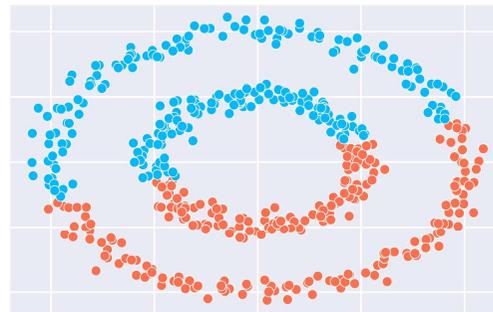
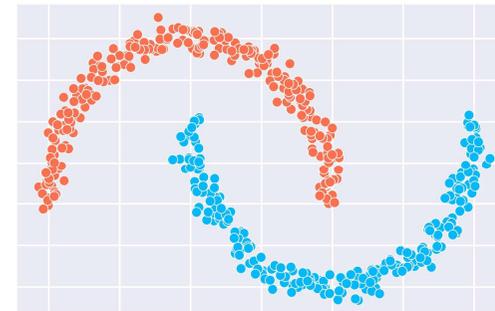
DBSCAN

منطق: تشخیص خوشه‌ها را بر اساس تراکم نقاط

KMeans



DBSCAN



Thank You!

