









#### سرمایهگذاری

© سرمایه گذاران با هدف کسب سود در آینده، بخشی از نقدینگی خود را به سرمایه گذاری در داراییهای مختلف اختصاص می دهند.

© یکی از مهمترین مسائل در سرمایه گذاری، انتخاب یک سبد سرمایه گذاری مناسب از دارایی های مورد نیاز برای کسب بیشترین بازده با متحمل شدن کمترین ریسک است.

های سرمایه گذاران می توانند از روشهای مختلفی برای توزیع داراییها در سبد سرمایه گذاری خود استفاده کنند.

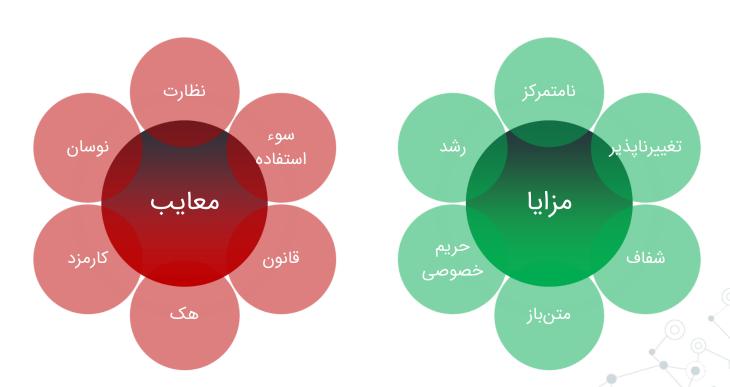
### بازار رمزارزها

پس از آغاز به کار رمزارز بیت کوین در سال ۲۰۰۹ میلادی، علاقهمندان به فناوریهای جدید به بررسی و استفاده از آن روی آوردند.

© مزیتها و پتانسیلهای موجود در بیتکوین موجب شد تا ارزهای دیجیتال متعددی با کاربردهای جدید متولد شوند.

و با ایجاد بازار نوظهور رمزارزها، سرمایه گذاران باید سیاستهای مناسبی را اتخاذ کنند تا بتوانند بازدهی بیشتر و ریسک کمتر در سرمایه گذاری داشته باشند.

### مزایا و معایب رمزارزها



#### هدف پژوهش

© با توجه به بالا بودن میزان ریسک سیستماتیک بازار رمزارزها به علت نوظهور بودن آن و موانع قانونی، سرمایه گذاران میبایست تا حد امکان اقدام به کاهش ریسکهای غیرسیستماتیک کنند که به وسیله ی تنوع بخشی سبد دارایی ها انجام می شود.

© هدف از این پژوهش، ارائهی مدلی بر پایهی خوشهبندی برای بهینهسازی سبد سرمایهگذاری است تا به سرمایهگذاران این بازار نوظهور کمک کند تا با توجه به شرایط خاص آن، بهترین سبد از ارزهای دیجیتال موجود را ایجاد کنند.



#### سبد سرمایهگذاری

© تجربهی سرمایه گذاران نشان می دهد که برای کاهش ریسک سرمایه گذاری می توانند سبدی از دارایی های مختلف تشکیل دهند تا در صورت افت یک یا چند دارایی، متحمل ضرر کمتری شوند.

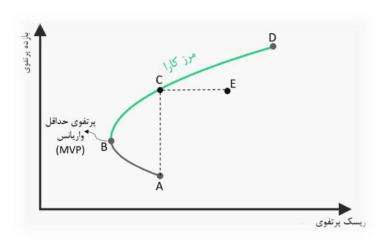
ا با تشکیل سبد سرمایه گذاری، بازده کل میانگین موزونی از بازدهیهای هر دارایی خواهد بود و ریسک کل نیز کاهش مییابد. برای انتخاب بهترین سبد از داراییها، روشهای مختلفی توسعه یافته شده است.

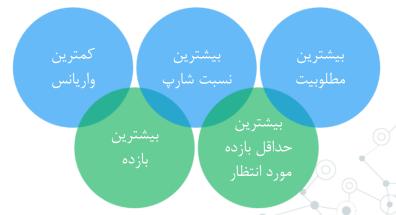
### روشهای انتخاب سبد سرمایهگذاری

- مدل هموزن
- $\bigcirc$  وزن هر دارایی برابر با  $\frac{1}{N}$  است (N: تعداد داراییها).
  - مدل سبد بازار
- ارزش بازار دارایی وزن هر دارایی برابر مجموع ارزش بازار داراییهای سبد ©

### روشهای بهینهسازی سبد سرمایهگذاری

صدل مارکوویتز: نظریهی میانگین-واریانس به صورت برنامهریزی کوادراتیک با هدف حداقل کردن واریانس پورتفوی داراییها که سنجهای برای ریسک آنها محسوب میشود، با این شرط که بازده انتظاری بیشتر از یک مقدار ثابت باشد. مطرح شد.





### روشهای بهینهسازی سبد سرمایهگذاری

🔘 توسعهی مدل مارکوویتز: شامل تغییر سنجهی ریسک، رویکرد فازی، و رویکرد بهینهسازی استوار.





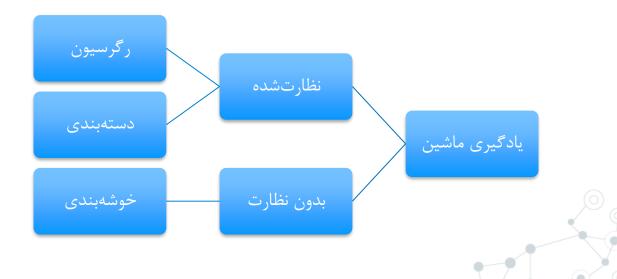


### روشهای بهینهسازی سبد سرمایهگذاری

- مدلهای برابری ریسک
- © سبد سرمایه گذاری باید تا حد امکان بر اساس سهم یکسان ریسک داراییها از ریسک کل تخصیص یابد.
  - Sparse مدلهای ©
  - ایجاد یک سبد سرمایه گذاری که فقط شامل تعداد محدودی از داراییها باشد.

#### یادگیری ماشین

© یادگیری ماشین یکی از روشهای تشریح مجموعهای از دادهها با استفاده از یافتن یک الگوی جامع است. الگوریتمهای یادگیری ماشین با استفاده از حجم محدودی از دادههای گردآوریشده، الگویی برای ارتباط بین دادهها پیدا میکنند.



#### خوشەبندى

© خوشهبندی یکی از روشهای یادگیری ماشین بدون نظارت است که با یافتن ساختاری برای جداً کردن دادههای مشابه، آنها را به خوشههایی تقسیمبندی کند که دارای بیشترین شباهت درون خوشههای مختلف باشد.



# مرور ادبيات

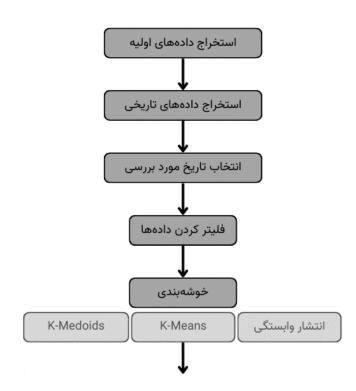
1	روش انتخاب سبد						ىەبندى	روش خوش					
	ساير	مدلهای توسعهیافته مبتی بر مارکوویتز	مدلهای مارکوویتز	هموزن	ساير	DBSCAN	انتشار وابستگی	سلسلهمراتبى	K-Medoids	K-Means	دادههای مورد بررسی	مقاله	ردیف
	×	×	√ (MVO)	×	Fast K-Means	×	×	×	✓	✓	نمادهای شاخص نیفتی - ۵۰ بازار سهام هند ۲۰۱۲-۰۱–۲۱ تا ۳۱-۱۲–۲۰۱۳	بیزر و ساینی (۲۰۱۵)	١
	×	×	×	✓	×	×	✓	×	×	×	نمادهای شاخص ۵۰۰ S&P بازار سهام آمریکا ۲۰۰۱-۰۱-۲ تا ۳۵-۲۰۱۵	چانگ و همکاران (۲۰۱۶)	۲
	×	X	√ (SRO)	×	×	×	×	<b>√</b>	×	×	۲۰۰۰ نماد از بازار سهام آمریکا ۲۰۱۶-۰۱-۶ تا ۳۱۱-۰۱-۲۰	اروالو و همکاران (۲۰۱۹)	٣.
	×	×	√	×	×	×	×	√	×	✓	نمادهای بورس اوراق بهادار تهران	میرلوحی و محمدی (۲۰۲۰)	) <b>(</b>
	×	√ (Mean-CVaR)	×	×	Dynamical Clustering	×	×	×	×	×	۱۷ صندوق سرمایهگذاری بازار سهام لوکزامبورگ ۲۰۰۱–۸-۲۱ تا ۳۱–۲۰۱۶	ترازا و توکیو (۲۰۲۱)	۵

# مرور ادبیات

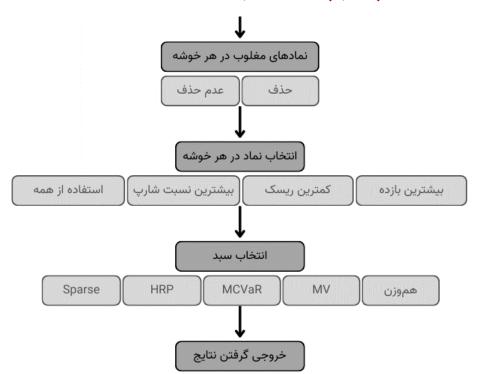
	ش انتخاب سبد	رو				ىەبندى	روش خوش					
ساير	مدلهای توسعهیافته مبتی بر مارکوویتز	مدلهای مارکوویتز	هموزن	ساير	DBSCAN	انتشار وابستگی	سلسلهمراتبى	K-Medoids	K-Means	دادههای مورد بررسی	مقاله	ردیف
×	×	√ (MVO)	<b>√</b>	×	×	×	✓	×	×	نمادهای ۴۸ صنعت بازار سهام آمریکا ۱۹۶۹-۰۷-۰۱ تا ۳۵-۶۰	ساس و توس (۲۰۲۱)	۶
×	√ (Mean-VaR, Mean- CVaR)	×	×	×	×	×	×	×	√	۵۰۰ نماد بازار سهام نیویورک ۲۰۱۶-۰۱-۱۸ تا ۲۰۲۰-۲۰۲۰	سلیمانی و وثیفی (۲۰۲۲)	γ
×	×	✓	×	×	×	×	✓	×	×	بازار سهام آمریکا ۱۹۶۵-۰۱–۱۹۶۵ تا ۳۱–۲۲۲	پاندا (۲۰۲۳)	٨
×	×	×	✓	×	×	×	×	×	✓	۳۳۴ نماد از بازار سهام ایران ۲۰۱۷-۰۱-۱ تا ۳۰-۲۰۲۰	نوراحمدی و صادقی (۲۰۲۳)	۹@
IVW, DD	√ (CPO)	√ (MVO, SRO)	✓	×	<b>√</b>	✓	✓	×	✓	بازار سهام آمریکا ۲۰۱۹-۰۱-۳۱ تا ۲۰۲۳–۲۰۲۳	داس و همکاران (۲۰۲۳)	9,0
HRP, Sparse	√ (Mean-CVaR)	√ (SRO)	✓	×	×	√	×	✓	✓	۴۰ نماد دارای بیشترین ارزش در بازار رمزارزها ۲۰۲۱-۱-۲۰۲۱ تا ۲۰۲۱-۲۰۲۴	پژوهش حاضر	(a)



### چارچوب روش تحقیق



### چارچوب روش تحقیق



#### ابعاد مدل

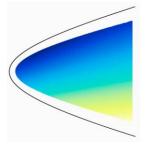


- 🔘 خوشەبندى
- 🔘 انتخاب نماد در هر خوشه
- انتخاب سبد سرمایه گذاری



### ابزارها















# دادههای ورودی

name	symbol	slug	marketPairCount	isActive	lastUpdated	dateAdded
Bitcoin	BTC	bitcoin	11077	1	2024-05-30T10:35:00.000Z	2010-07-13T00:00:00.000Z
Ethereum	ETH	ethereum	9012	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2015-08-07T00:00:00.000Z
Tether USDt	USDT	tether	87194	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2015-02-25T00:00:00.000Z
BNB	BNB	bnb	2172	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2017-07-25T00:00:00.000Z
USDC	USDC	usd-coin	19490	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2018-10-08T00:00:00.000Z
XRP	XRP	xrp	1331	1	2024-05-30T10:35:00.000Z	2013-08-04T00:00:00.000Z
Dogecoin	DOGE	dogecoin	974	1	2024-05-30T10:35:00.000Z	2013-12-15T00:00:00.000Z
Cardano	ADA	cardano	1186	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2017-10-01T00:00:00.000Z
Chainlink	LINK	chainlink	1784	1	2024-05-30T10:34:00.000Z	2017-09-20T00:00:00.000Z

symbol	date	open	high	low	close	avg	return	volume	marketcap
BTC	2024-04-26	64,485	64,790	63,322	63,755	64,120	-1.1%	24,139,372,950	1,255,299,007,880
BTC	2024-04-25	64,275	65,275	62,784	64,482	64,378	0.3%	32,155,786,816	1,269,733,248,757
BTC	2024-04-24	66,409	67,075	63,590	64,277	65,343	-3.2%	30,276,655,120	1,265,561,280,453
BTC	2024-04-23	66,840	67,199	65,865	66,407	66,624	-0.6%	24,310,975,583	1,307,512,895,862
втс	2024-04-22	64,936	67,234	64,548	66,838	65,887	2.9%	28,282,686,673	1,315,994,975,669
BTC	2024-04-21	64,993	65,723	64,278	64,927	64,960	-0.1%	20,506,644,853	1,278,296,008,665
втс	2024-04-20	63,851	65,442	63,172	64,994	64,423	1.8%	23,097,485,495	1,279,569,409,422
BTC	2024-04-19	63,511	65,482	59,651	63,844	63,677	0.5%	49,920,425,401	1,257,063,743,135
втс	2024-04-18	61,275	64,126	60,833	63,513	62,394	3.7%	36,006,307,335	1,250,301,972,764

# دادههای خروجی

symbol	cluster
DOGE	0
BTC	1
ETH	1
LTC	1
MATIC	1
TRX	1
XRP	1
USDC	2
USDT	2

end_date	clustering_method	use_domination	symbol_selection_method	portfolio_selection_method	portfolio_return	portfolio_risk	sharpe_ratio
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_return	ew	0.007241624	0.03685048	0.1965137
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_return	mv	0.001134529	0.01895503	0.0598537
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_return	mcvar	0.001563487	0.03521925	0.04439296
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_return	hrp	0.000401909	0.00208363	0.192889
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_return	sparse	0.005848352	0.02263046	0.2584283
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	min_risk	ew	0.007081003	0.03578693	0.19786559
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	min_risk	mv	0.003583592	0.02145984	0.16699057
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	min_risk	mcvar	0.013077519	0.03515663	0.37197879
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	min_risk	hrp	0.000430177	0.00207043	0.20777125
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	min_risk	sparse	0.005781205	0.02245604	0.25744544
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_sharpe	ew	0.007241624	0.03685048	0.1965137
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_sharpe	mv	0.001134529	0.01895503	0.0598537
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_sharpe	mcvar	0.001563487	0.03521925	0.04439296
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_sharpe	hrp	0.000401909	0.00208363	0.192889
2021-01-01	affinity_propagation	TRUE	max_sharpe	sparse	0.005848352	0.02263046	0.2584283



### نتایج خوشهبندی انتشار وابستگی



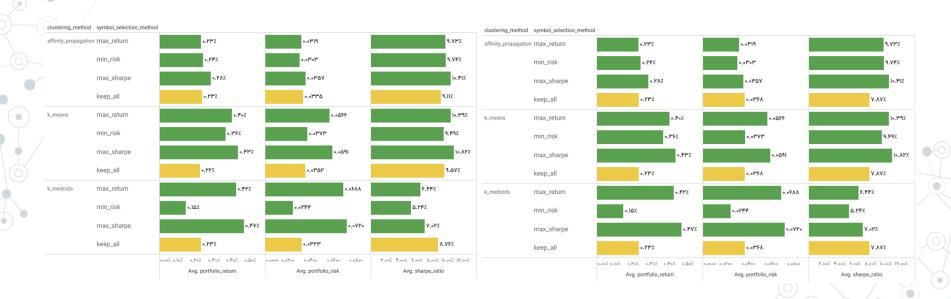
### نتایج خوشهبندی K-Means



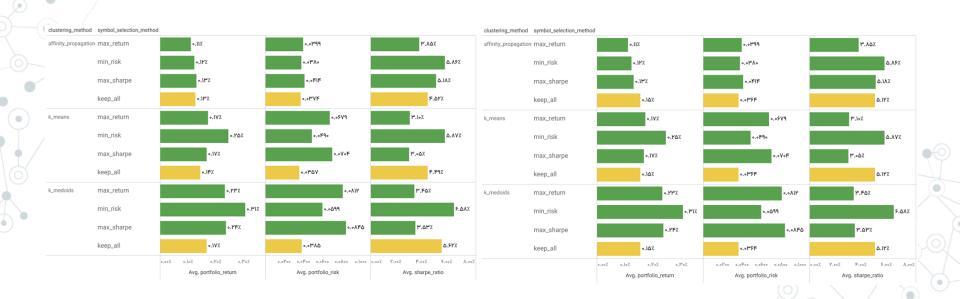
### K-Medoids نتایج خوشهبندی



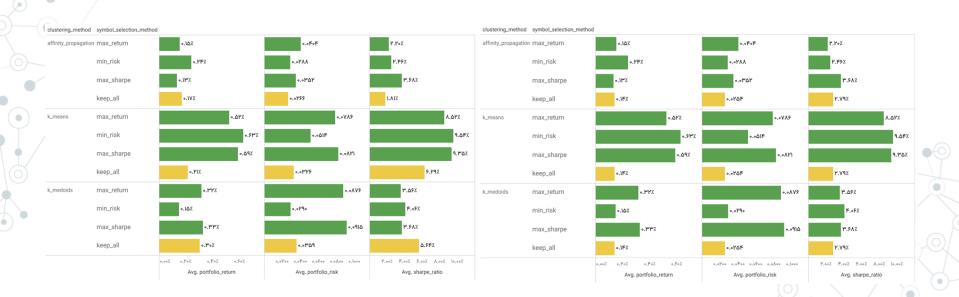
### نتایج انتخاب سبد هموزن



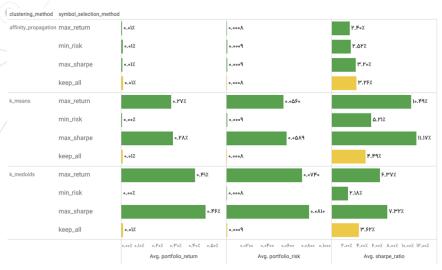
### نتایج انتخاب سبد میانگین-واریانس

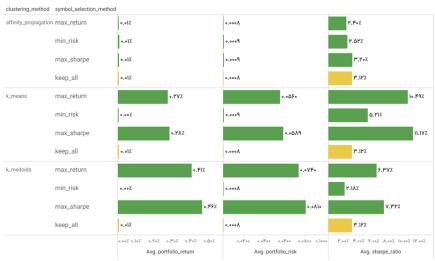


### نتایج انتخاب سبد میانگین-CVaR

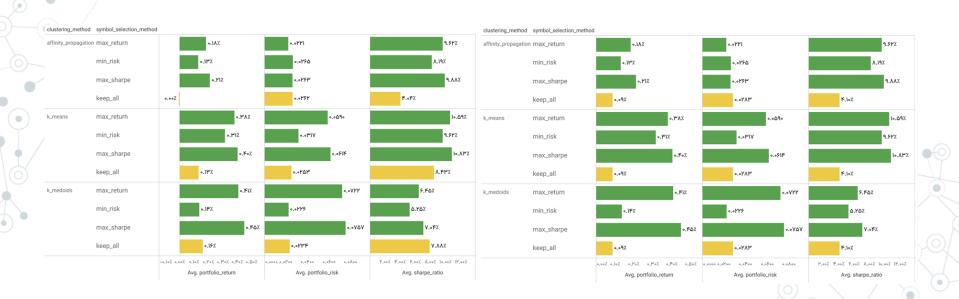


### نتایج انتخاب سبد HRP

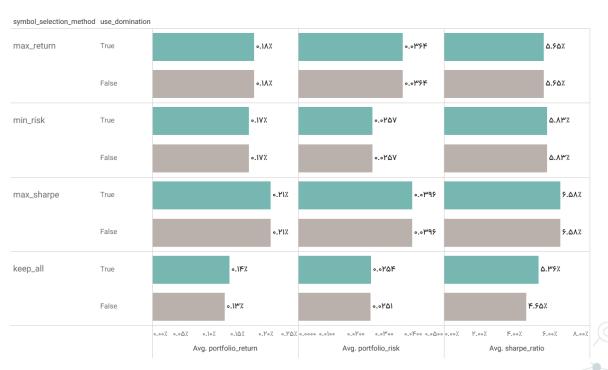




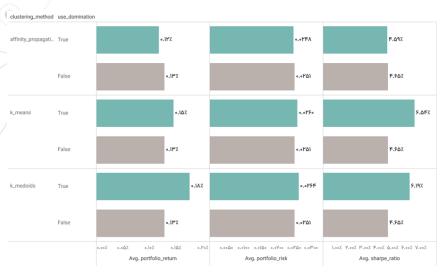
#### نتایج انتخاب سبد Sparse

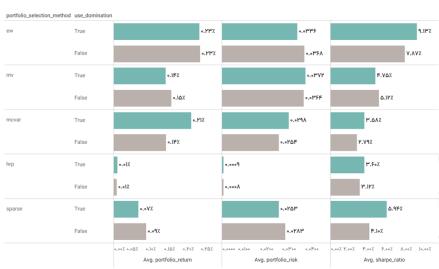


### نتایج مربوط به حذف نقاط مغلوب



#### نتایج انتخاب سبد Sparse





#### جمعبندي

- © در اکثر موارد به خصوص در روش Sparse که یکی از بهترین نتایج را در مرحلهی بهینهسازی سبد سرمایه گذاری رقم میزند، استفاده از خوشهبندی موجب بهبود چشم گیر نتایج نهایی می شود.
- از بین روشهای خوشهبندی، روش K-Means عملکرد نهایی بهتری را از نظر شاخص نسبت شارپ نسبت به سایر روشها رقم میزند.
- و حذف نقاط مغلوب از سبد سرمایه گذاری پیش از مرحله ی انتخاب سبد، موجب حاصل شدن نتایج بهتری نسبت به عدم حذف نقاط مغلوب می گردد.

#### جمعبندي

مدلی که بهترین نتیجه را از نظر بیشینه نسبت شارپ به دست می دهد، مدلی است که در مرحله  $\mathbb{Q}$  خوشه بندی از روش K-Means، در مرحله انتخاب نماد در هر خوشه از روش انتخاب نماد دارای بیشترین نسبت شارپ، و در مرحله ی انتخاب سبد سرمایه گذاری از روش HRP استفاده می کند.

© سبد سرمایه گذاری که منجر به حاصل شدن بیشترین بازده سرمایه گذاری می شود متعلق به مدلی است که از روش K-Means برای خوشه بندی، از روش کمترین ریسک برای انتخاب نماد و از روش میانگین-CVaR برای انتخاب سبد استفاده می کند.

© از نظر سبدهای دارای کمترین ریسک نیز مدلهای استفاده کننده از روش HRP به عنوان روش انتخاب سبد سرمایه گذاری، به شکل چشم گیری پیشتاز هستند.

### پیشنهاد زمینههایی برای تحقیقات آتی

- $\bigcirc$  اجرا و تحلیل نتایج مدل در بازارهای دیگر مالی، و یا با استفاده از ترکیبی از دارایی مختلف، و یا با استفاده از ترکیبی از صندوقهای سرمایه گذاری، و یا در شرایط مجاز بودن فروش استقراضی
- استفاده از روشهای دیگر خوشهبندی، روشهای دیگر انتخاب سبد سرمایه گذاری، و یا روشهای انتخاب چند نماد در هر خوشه
- 🔘 استفاده از قیمتهای پیشبینیشده توسط مدلهای رگرسیونی به جای استفاده از قیمتهای تاریخی
  - استفاده از معیارهای دیگر ارزیابی عملکرد سبد سرمایه گذاری
  - استفاده از شاخصهای تحلیل تکنیکال به عنوان پارامترهای ورودی خوشهبندی در کنار قیمت



### فهرست مراجع اصلى

- میرلوحی، سیدمجتبی؛ محمدی تودشکی، نیما. ۱۳۹۹، تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از ورشمای خوشهبندی سلسلهمراتبی و تفکیکی. فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، ۹(۳۴)، ص ۳۵۴–۳۳۳.
- Arévalo, A., León, D., Hernandez, G., 2019. Portfolio Selection Based on Hierarchical Clustering and Inverse-Variance Weighting. Computational Science. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11538. Springer, Cham.
- Baser, P., & Saini, J., 2015. Agent based Stock Clustering for Efficient Portfolio Management.
  International Journal of Computer Applications, 116, 35-41.
- © Chang, C., Lin, Z., Koc, W., Chou, C., Huang, S., 2016. Affinity Propagation Clustering for Intelligent Portfolio Diversification and Investment Risk Reduction. International Conference on Cloud Computing and Big Data (CCBD), Macau, China, 2016 pp. 145-150.
- Das, J. D., Bowala, S., Thulasiram R. K., Thavaneswaran, A., 2023. Portfolio Diversification with Clustering Techniques. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Mexico City, Mexico, pp. 97-102.

#### فهرست مراجع اصلى

- Nourahmadi, M., Sadeqi, H., 2023. Portfolio Diversification Based on Clustering Analysis. Iranian Journal of Accounting, Auditing and Finance, 7(3), 1-16.
- © Panda, K., 2023. Analysis of Optimal Portfolio Management Using Hierarchical Clustering.
- © Sass, J., Thös, A.K., 2021. Risk reduction and portfolio optimization using clustering methods, Econometrics and Statistics.
- Soleymani, F., Vasighi, M., 2022. Efficient portfolio construction by means of CVaR and K-means++ clustering analysis: Evidence from the NYSE. Int J Fin Econ, 27, pp. 3679–3693.
- © Terraza, V., Toque, C., 2021. Cluster Analysis for Investment Funds Portfolio Optimisation: A Symbolic Data Approach. Financial Risk Management and Modeling. Risk, Systems and Decisions. Springer, Cham.

# سیاس از حسن توجه شما تابستان ۱۴۰۳