

## چکیده

انتخاب سبدهای یکی از مهمترین حوزه‌های تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود؛ سبدهای سهام که قادر باشد هم‌زمان بهترین نرخ بازده و ریسک سرمایه‌گذاری را در پی داشته باشد. البته از دید سرمایه‌گذاران ممکن است عوامل مختلف دیگری بر تشکیل سبدهای سهام اثرگذار باشند که باید بکارگرفته شوند. این تعدد عوامل ضرورت استفاده از ابزارهای نوین تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. تحلیل پوششی داده‌ها یکی از این ابزارهاست که امروزه با گسترش علم پژوهش‌های عملیاتی دارای رویکردهای متنوعی می‌باشد.

هدف اصلی از پژوهش جاری، مقایسه‌ی رویکردهای سنتی تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب سبدهای سهام می‌باشد که نتایج با یک الگوریتم پیشنهادی مقایسه شده است. در مدل‌های سنتی به طور متعارف نوع بازده به مقیاس با یک فرض ساده کننده به صورت ثابت یا متغیر در نظر گرفته می‌شود. این امر ممکن است نتایج را با خطاهای مهمی همراه کند. در الگوریتم پیشنهادی ابتدا نوع رفتار بازده به مقیاس با تحلیل‌های لازمه تعیین شده و سپس مدل مناسب جهت تشخیص کارایی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله از داده‌های واقعی متعلق به سازمان بورس اوراق بهادار تهران در قالب یک مطالعه موردی استفاده شده و نتایج آن تجزیه و تحلیل شده‌اند.

## کلید واژه:

انتخاب سبدهای سهام، تحلیل پوششی داده‌ها، مدیریت سرمایه‌گذاری، سازمان بورس اوراق بهادار تهران.

عمران محمدی (نویسنده مسئول)

استادیار دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران،

E\_Mohammadi@iust.ac.ir

## مقدمه

انتخاب سبدهای سهام<sup>1</sup>، تاکنون توسط محققان مختلفی مورد نظر قرار گرفته است. یکی از پایه‌ای‌ترین مطالعات صورت گرفته در این حوزه، می‌توان به مدل‌های مارکوویتز (1952) است [19]. در مدل وی علاوه بر در نظر گرفتن بازده سرمایه‌گذاری، معیار ریسک نیز در انتخاب دارایی‌ها برای سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شود. در واقع مارکوویتز اولین کسی بود که مفهوم سبدهای سهام و ایجاد تنوع را به صورت رسمی بیان نمود. او به صورت کمی نشان داد که چرا و چگونه متنوع‌سازی سبدهای سهام، می‌تواند باعث کاهش ریسک سبدهای سهام یک سرمایه‌گذار شود و همچنین مفهوم سبدهای سهام کارا را نیز مطرح نمود. مدل مارکوویتز نیازمند حجم بالایی از محاسبات است. شخص دیگری به نام شارپ (1963) با توسعه مدل مارکوویتز، هدف کاهش میزان محاسبات را پیگیری نمود که به ارائه مدل تک‌شاخصی منجر شد [21].

این مدل بازده هر اوراق بهادار را به شاخص بازده بازار مرتبط می‌ساخت. لازم به ذکر است که علاوه بر این دو مدل تاکنون مدل‌های متعدد دیگری نیز ارائه گردیده است که علاوه بر جنبه‌ی سهولت محاسبات با اضافه کردن محدودیت‌های جدید شرایط محیط واقعی را تداعی می‌کنند. لیکن مدل‌های

ارائه شده عمدتاً تنها بر دو هدف بیشینه‌سازی بازدهی و کمینه‌سازی ریسک مبتنی هستند که نقضی مهم از دید بسیاری از سرمایه‌گذاران است. مدل‌های پیشین، با عدم در نظر گرفتن شاخص‌ها و معیارهای چندگانه در ارزیابی کارایی سبدهای

می‌باشد، مطلوبیت عملیاتی کمی دارند. لذا برای رفع این تقیصه، می‌بایست از رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده نمود.

با پیدایش ابزار قدرتمند تحلیل پوششی داده‌ها<sup>2</sup> (DEA) و تنوع مدل‌های آن که عمدتاً به منظور ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، شاهد هستیم که در ادبیات انتخاب سبد سرمایه‌گذاری نیز کاربردهای مناسبی از آن ارائه شده است. تحلیل پوششی داده‌ها با توسعه دیدگاه فارل [16] توسط چارنز و همکارانش [11] رایج گردید. در این تحقیق تلاش گردیده تا مدل‌های رایج DEA، در تحلیل سهام فعال در بازار بورس ایران مورد استفاده قرار گرفته و عملکرد آنها مقایسه گردد.

DEA کارایی نسبی یک مجموعه از واحدهای تصمیم‌گیرنده<sup>3</sup> را با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های مربوطه محاسبه نموده و واحدهای مورد بررسی را در دوگروه کارا و ناکارا طبقه‌بندی می‌نماید. بدین ترتیب با پیاده‌سازی این روش می‌توان سهام‌های کارا از میان انبوه سهام‌های موجود در بورس اوراق بهادار شناسایی نمود.

در حوزه‌ی کاربرد DEA در مساله انتخاب سبد سهام می‌توان به پاور و مک مولن [20] با هدف متمایز ساختن معیارهای عملکرد قوی از سایر معیارهای عملکرد در مجموعه‌ای از اوراق بهادار، ادیسینگ و ژانگ [15] با هدف تعمیم مدل تحلیل پوششی داده‌ها و به کارگیری آن در بهینه‌سازی سبد سهام، لویز و همکاران [18] با هدف سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار برزیل، چن [13] با هدف انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تایوان، گاردیجان و کوچیک [17] با هدف سرمایه‌گذاری در بازار سهام کرواسی را بررسی نمودند.

همچنین در کشورمان نیز مطالعات قابل توجهی در این زمینه صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به خواجه‌ی و همکاران [4] با هدف تعیین سبب‌ی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، سینایی و مهارلویی [6] با هدف ارزیابی کارایی و عملکرد نسبی شرکت‌ها برای تشکیل سبد سهام، افشار کاظمی و همکاران [5] با هدف انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه ریزی آرمانی، فضل زاده و همکاران [2] با هدف بررسی توانایی مدل‌های تک شاخصی شارپ و تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب سبد سهام کارا در بورس اوراق بهادار تهران، خواجه‌ی و غیوری مقدم [8] با هدف انتخاب سبد سهام بهینه با توجه به میزان نقد شوندگی سهام، علی‌نژاد و همکاران [10] با هدف انتخاب سبد سهام با وزن‌های مشترک، و همچنین آذر و همکاران [1] با هدف تعیین سبب‌ی از کارآمدترین و ناکارآمدترین شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران اشاره نمود. مشکل اساسی و مهم در این مطالعات، عدم مقایسه تطبیقی مدل‌های رایج DEA بوده است. در پژوهش جاری ضمن مقایسه این مدل‌ها نسبت به انتخاب سبد سهامی از شرکت‌های کارایی تطبیقی اقدام می‌گردد.

درمورد ساختار مقاله پس از مرور کلی بر پیشینه‌ی تحقیق، لازم به ذکر است که در بخش 2 به معرفی بیشتر تحلیل پوششی- داده‌ها و رویکردهای انتخابی در این پژوهش به منظور جدانمودن سهام‌های کارا خواهیم پرداخت. در بخش 3 چگونگی جمع آوری داده‌ها و نتایج محاسباتی برای روش‌های سنتی می‌پردازیم. در بخش چهارم الگوریتم پیشنهادی معرفی می‌شود. نهایتاً در بخش پنجم نسبت به جمع‌بندی نتایج اقدام خواهد شد.

### 1. روش تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحد‌های تصمیم‌گیرنده ای است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. از آن جا که اولین الگو توسط چارنز، کوپر و رودرز ارائه گردید، به الگوی CCR که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید. ساختار کلی مدل پوششی CCR در قالب ورودی محور (M1) و خروجی محور (M2) به شرح ذیل است [7]:



**Model (M2):**

$$\begin{aligned} \text{Max } Y_R &= \theta \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} &\geq \theta Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq x_{ik}, \quad j = 1, \dots, m \\ \lambda_j &\geq 0, \quad (j = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

**Model (M1):**

$$\begin{aligned} \text{Min } Y_R &= \theta \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} &\geq Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{ik}, \quad j = 1, \dots, m \\ \lambda_j &\geq 0, \quad (j = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

در سال 1984، بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که بر اساس حروف اول نام آنها به مدل BCC شهرت یافت. این مدل جدید از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که به ارزیابی کارایی نسبی واحدها با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد. ساختار کلی مدل پوششی BCC در قالب ورودی محور (M3) و خروجی محور (M4) به شرح ذیل است [7]:

**Model (M4):**

$$\begin{aligned} \text{Max } Y_R &= \theta \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} &\geq \theta Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq x_{ik}, \quad j = 1, \dots, m \\ \lambda_j &\geq 0, \quad (j = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

**Model (M3):**

$$\begin{aligned} \text{Min } Y_R &= \theta \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} &\geq Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{ik}, \quad j = 1, \dots, m \\ \lambda_j &\geq 0, \quad (j = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

## 2. جمع آوری داده‌ها و نتایج محاسباتی

داده‌های مورد استفاده در این مقاله متعلق به شرکت‌های پذیرفته شده فعال در سازمان بورس و اوراق بهادار تهران می‌باشد که برای انتخاب مجموعه سهام‌ها محدودیت‌های سه گانه‌ای مد نظر بوده است: الف) پایان سال مالی آنها 29 اسفند باشد، ب) در دوره مورد بررسی توقف نماد بیش از شش ماه نداشته باشند و ج) اطلاعات و صورت‌های مالی آنها کامل و در دسترس باشد. با بررسی شرایط فوق 75 شرکت انتخاب شدند که اطلاعات مربوط به بازه زمانی فروردین‌ماه 1389 تا اسفندماه 1393 مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در پژوهش جاری، متغیرهای ورودی و خروجی مطابق جدول (1) مد نظر قرار گرفته‌اند.



جدول (1). متغیرهای مورد استفاده در روش تحلیل پوششی داده‌ها

متغیرهای ورودی	نماد	متغیرهای خروجی	نماد
نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	$I_{(1)}$	بازده 5 ساله سهام	$O_{(1)}$
نسبت قیمت به درآمد	$I_{(2)}$	نوسان پذیری بازده سهام	$O_{(2)}$
ارزش بازار به ارزش دفتری	$I_{(3)}$		

مقدار محاسبه شده‌ی متغیرها برای سهام مورد نظر در جدول (2) نمایش داده شده است.

جدول (2). متغیرهای ورودی و خروجی در روش تحلیل پوششی داده‌ها

واحد	ورودی‌ها			واحد	خروجی‌ها			واحد
	$I_{(1)}$	$I_{(2)}$	$I_{(3)}$		$O_{(1)}$	$O_{(2)}$	$O_{(3)}$	
1. آپسال	1/65	6/61	1/43	39. ذغال سنگ نگین	2/39	0/55	2/88	0/16
2. آلومینیوم ایران	5/94	4/01	2/72	40. رایان سایا	2/98	0/21	2/89	0/38
3. ایران ترانسفور	2/37	11/48	3/67	41. روزدارو	2/82	0/59	2/97	0/30
4. ایران خودرو	5/46	5/79	2/30	42. زامیاد	2/12	0/31	2/71	0/29
5. ایران دارو	1/30	5/54	2/49	43. س. صنعت نفت	2/94	0/34	2/95	0/28
6. ایرکا پارت	0/58	4/22	1/17	44. س.گ. سایا	2/55	0/40	2/56	0/37
7. افست	4/82	5/02	2/29	45. س.گ. ایرانخودرو	3/36	0/29	2/41	0/12
8. البرز دارو	0/78	5/72	3/09	46. سایا	2/61	0/46	3/03	0/24
9. الکترونیک خودرو	2/15	14/59	1/41	47. سپینتا	2/36	0/24	2/69	0/50
10. بانک اقتصادنوین	16/97	3/86	1/29	48. سرما آفرین	3/10	0/22	2/72	0/33
11. بانک پارسیان	18/87	11/64	1/30	49. سیمان تهران	2/97	0/19	2/73	0/28
12. بانک تجارت	14/40	8/14	0/61	50. سیمان داراب	2/76	0/32	3/30	0/06
13. بانک صادرات	10/50	6/01	0/63	51. سیمان شاهرود	2/38	0/32	2/78	0/37
14. بانک کارآفرین	6/58	5/44	1/55	52. سیمان شمال	3/08	0/27	2/86	0/31
15. بانک ملت	18/04	4/75	1/24	53. شیشه و گاز	2/92	0/42	2/75	0/23
16. بیسکویت گرجی	0/88	33/21	3/23	54. ص. معدنی گلگهر	2/88	0/42	3/18	0/41
17. پارس خودرو	50/00	42/20	3/20	55. صنایع آذراب	2/57	0/27	2/83	0/32
18. پارس دارو	1/94	4/50	6/04	56. صنایع مس ایران	2/79	0/38	3/39	0/21
19. پارس مینو	0/96	6/20	1/38	57. فرآورد نسوز ایران	2/77	0/37	1/00	0/82
20. پتروشیمی آبادان	1/32	6/02	1/85	58. فولاد اصفهان	3/08	0/45	3/20	0/29
21. پتروشیمی شازند	1/08	4/98	2/02	59. فولاد خوزستان	2/92	0/69	3/07	0/36
22. پتروشیمی فارابی	2/77	5/90	1/68	60. ک. شهید قندی	2/24	0/73	3/35	0/11
23. پتروشیمی فناوران	0/85	5/07	3/53	61. کاشی نکسرام	3/09	0/57	2/82	0/31
24. ص. صنایع بهشهر	0/17	2/91	1/15	62. کاشی سعدی	3/00	0/30	2/78	0/18
25. تایدواتر خاورمیانه	1/64	6/37	1/79	63. کالسیمین	3/24	0/11	3/25	0/17
24. تراکتورسازی	1/91	7/52	1/38	64. کاما	2/59	0/22	3/26	0/17
27. چادرملو	0/75	4/41	1/93	65. کربن ایران	3/03	0/27	2/62	0/27
28. چرخشگر	2/17	30/38	1/71	66. گروه بهمن	2/79	0/22	2/73	0/33
29. چینی ایران	3/06	18/10	1/47	67. گروه صنعتی بارز	2/78	0/23	2/46	0/60
30. حفاری شمال	1/89	5/55	1/88	68. لبنیات پاک	2/96	0/21	3/28	0/22
31. حمل و نقل توکا	1/41	6/03	1/53	69. لمعابیران	2/78	0/31	3/17	0/34
32. خ. انفورماتیک	0/71	6/61	3/45	70. لوله و ماشین‌سازی	2/75	0/53	3/33	0/01



3/09	0/31	1/48	6/08	2/24	71. لیزینگ ایران	2/72	0/87	3/44	5/87	1/29	33. خاک چینی
3/05	0/24	1/51	5/64	0/44	72. مخابرات ایران	1/83	0/60	1/96	7/10	0/95	34. داروسازی امین
2/40	0/22	1/32	5/16	4/07	73. مس شهید باهنر	2/49	0/58	7/04	13/14	3/04	35. داروایوریحان
2/70	0/54	3/93	5/62	2/54	74. نفت تهران	2/82	0/61	5/69	9/80	1/66	36. داروسازی رازک
2/95	0/08	0/60	37/75	0/89	75. نورد آلومینیوم	2/80	0/48	3/78	6/78	1/20	37. داروسازی اسوه
						2/21	0/51	2/05	4/37	1/06	38. داروسازی حیان

در جدول (3) نتایج حاصل از چهار مدل سنتی ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در مدل CCR به دلیل وجود اصل بازده به مقیاس ثابت، این امکان وجود دارد که واحدهای تحت بررسی با واحدهایی بسیار بزرگتر یا بسیار کوچکتر از خود مقایسه شوند و همین مساله باعث کم شدن کارایی واحدها و قرار گرفتن تعداد واحدهای کمتری بر روی مرز کارایی نسبت به مدل BCC می‌گردد.

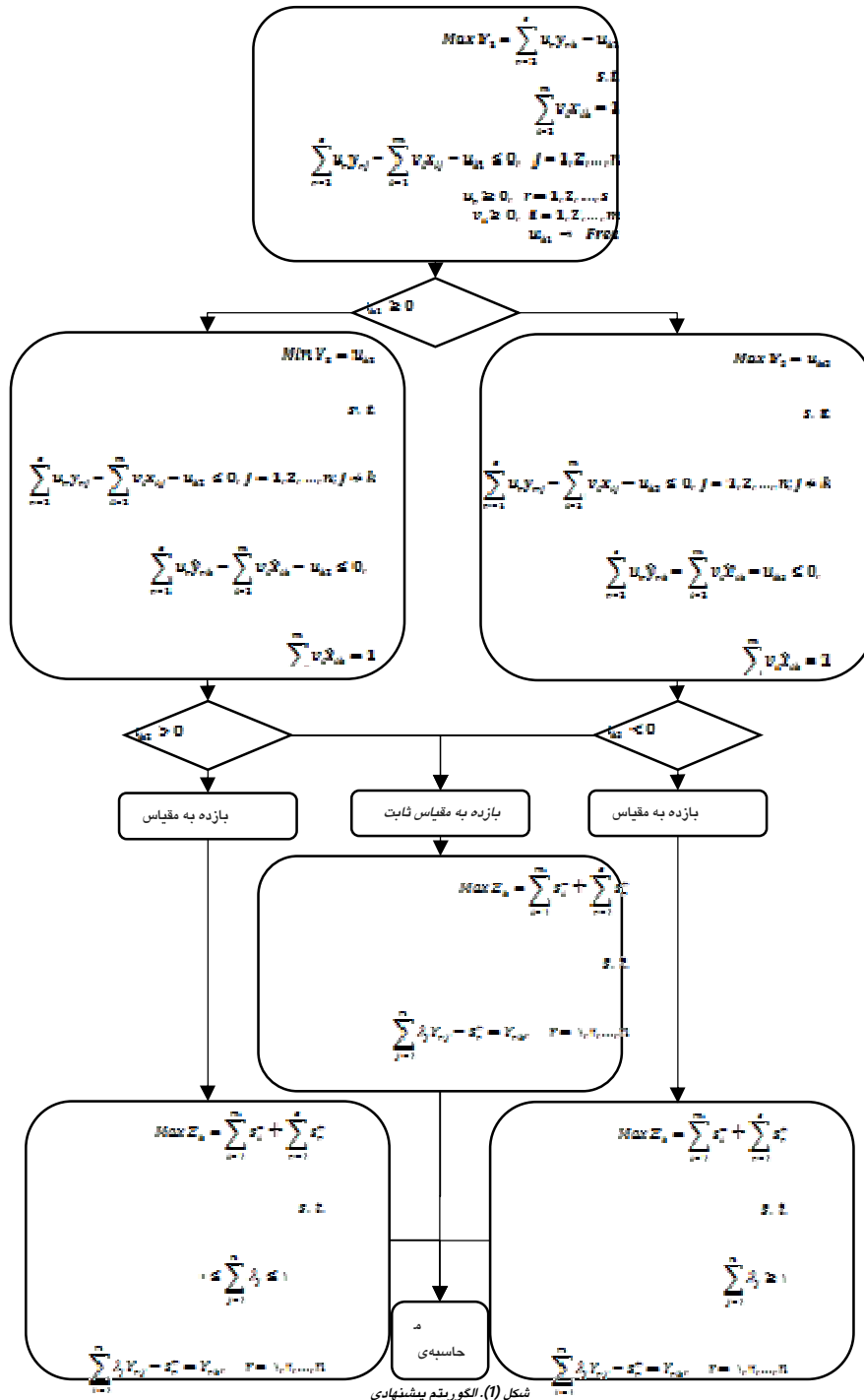
### 3. الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی در شکل 1 نمایش داده شده است. مطابق این الگوریتم ابتدا نوع بازده به مقیاس شناسایی شده و سپس مدل مناسب آن به کار برده می‌شود. علامت نشانگر واحدهای مجازی است. برای اطلاعات تکمیلی به [۹،۱۴] مراجعه شود.



جدول (3). نتایج حل مدل با رویکردهای سنتی تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل نتایج			مدلهای رایج تحلیل پوششی داده‌ها				واحدما	تحلیل نتایج			مدلهای رایج تحلیل پوششی داده‌ها				واحدما
اختلاف	Max	Min	M4	M3	M2	M1		اختلاف	Max	Min	M4	M3	M2	M1	
17.00	100.00	83.00	83.00	100.00	83.00	83.00	39 ذغال سنگ نکین	15.20	88.30	73.10	73.10	88.30	73.10	73.10	1 آبسال
25.60	85.00	59.40	59.40	85.00	59.40	59.40	40 رایان سایپا	7.30	91.00	83.70	83.70	91.00	83.70	83.70	2 آلومینیوم ایران
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	41 روزدارو	49.60	93.50	43.90	43.90	93.50	43.90	43.90	3 ایران ترانسفور
37.80	95.60	57.80	57.80	95.60	57.80	57.80	42 زامیاد	22.00	66.80	44.80	44.80	66.80	44.80	44.80	4 ایران خودرو
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	43 س. صنعت نفت	35.00	90.30	55.30	55.30	90.30	55.30	55.30	5 ایران دارو
13.20	95.30	82.10	82.10	95.30	82.10	82.10	44 س.گ. سایپا	2.20	97.40	95.20	95.20	97.40	95.20	95.20	6 ایرکا پارت
98.15	98.80	0.65	65.00	98.80	0.65	0.65	45 س.گ. ایران خودرو	7.20	92.50	85.30	85.30	92.50	85.53	85.53	7 افست
24.40	77.90	53.50	53.50	77.90	53.50	53.50	46 سایپا	19.70	91.80	72.10	72.10	91.80	72.10	72.10	8 المیز دارو
6.00	100.00	94.00	94.00	100.00	94.00	94.00	47 سینتا	13.30	73.20	59.90	59.90	73.20	59.90	59.90	9 الکترونیک خودرو
1.00	98.20	97.20	97.20	98.20	97.20	97.20	48 سرما آفرین	11.50	100.00	88.50	88.50	100.00	88.50	88.50	10 بانک اقتصادنویین
20.50	88.70	68.20	68.20	88.70	68.20	68.20	49 سیمان تهران	2.60	100.00	97.40	97.40	100.00	97.40	97.40	11 بانک پارسیان
27.10	93.70	66.60	66.60	93.70	66.60	66.60	50 سیمان داراب	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	12 بانک تجارت
46.30	83.10	36.80	36.80	83.10	36.80	36.80	51 سیمان شاهرود	42.90	83.20	40.30	40.30	83.20	40.30	40.30	13 بانک صادرات
40.20	83.40	43.20	43.20	83.40	43.20	43.20	52 سیمان شمال	66.60	89.90	23.30	23.30	89.90	23.30	23.30	14 بانک کارآفرین
7.10	87.10	80.00	80.00	87.10	80.00	80.00	53 شیشه و گاز	12.70	96.30	83.60	83.60	96.30	83.60	83.60	15 بانک ملت
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	54 صن. معدنی گلگهر	23.90	84.90	61.00	61.00	84.90	61.00	61.00	16 بیسکویت گرجی
41.90	87.00	45.10	45.10	87.00	45.10	45.10	55 صنایع آذراب	35.20	82.10	46.90	46.90	82.10	46.90	46.90	17 پارس خودرو
5.90	100.00	94.10	94.10	100.00	94.10	94.10	56 صنایع مس ایران	33.60	72.10	38.50	38.50	72.10	38.50	38.50	18 پارس دارو
72.70	96.90	24.20	24.20	96.90	24.20	24.20	57 فرآورد نسوز ایران	11.50	96.00	84.50	84.50	96.00	84.50	84.50	19 پارس مینو
30.90	84.30	53.40	53.40	84.30	53.40	53.40	58 فولاد اصفهان	33.70	87.70	54.00	54.00	87.70	54.00	54.00	20 پتروشیمی آبادان
12.00	100.00	88.00	88.00	100.00	88.00	88.00	59 فولاد خوزستان	38.80	96.80	58.00	58.00	96.80	58.00	58.00	21 پتروشیمی شازند
22.70	91.20	68.50	68.50	91.20	68.50	68.50	60 ک.ک. شهید قندی	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	22 پتروشیمی فارابی
35.90	89.70	53.80	53.80	89.70	53.80	53.80	61 کاشی تکسرام	56.30	90.00	33.70	33.70	90.00	33.70	33.70	23 پتروشیمی فناوران
43.40	81.80	38.40	38.40	81.80	38.40	38.40	62 کاشی سعدی	24.70	100.00	75.30	75.30	100.00	75.30	75.30	24 ت. صنایع بهشهر
29.80	85.60	55.80	55.80	85.60	61.40	61.40	63 کالسیمین	2.90	90.20	87.30	87.30	90.20	87.30	87.30	25 نایدواتر خاورمیانه
35.10	100.00	64.90	64.90	100.00	64.90	64.90	64 کاما	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	24 تراکتورسازی
28.70	90.70	62.00	62.00	90.70	62.00	62.00	65 مکرین ایران	25.00	92.70	67.70	67.70	92.70	67.70	67.70	27 چادرملو
22.30	95.90	73.60	73.60	95.90	73.60	73.60	66 گروه بهمن	5.90	99.60	93.70	93.70	99.60	93.70	93.70	28 چرخشگر
31.80	87.60	55.80	55.80	87.60	55.80	55.80	67 گروه صنعتی بارز	39.60	98.90	59.30	59.30	98.90	59.30	59.30	29 چینی ایران
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	68 لبنیات پاک	11.40	99.80	88.40	88.40	99.80	88.40	88.40	30 حفاری شمال
25.80	94.20	68.40	68.40	94.20	68.40	68.40	69 لمعبیران	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	31 حمل و نقل توکا
50.30	94.20	43.90	43.90	94.20	43.90	43.90	70 لوله و ماشین سازی	8.90	87.20	78.30	78.30	87.20	78.30	78.30	32 خ. انفورماتیک
0.90	83.30	82.40	82.40	83.30	82.40	82.40	71 لیزینگ ایران	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	33 خاک چینی
39.60	84.50	44.90	44.90	84.50	44.90	44.90	72 مخابرات ایران	19.60	89.90	70.30	70.30	89.90	70.30	70.30	34 دارو سازی امین
54.00	84.50	30.50	30.50	84.50	30.50	30.50	73 مس شهید باهنر	59.80	77.80	18.00	18.00	77.80	18.00	18.00	35 دارو پوریحان
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	74 نفت تهران	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	36 دارو سازی رازک
28.90	93.80	64.90	64.90	93.80	64.90	64.90	75 نمودر آلومینیوم	21.38	88.40	67.02	67.02	88.40	67.02	67.02	37 دارو سازی اسوه
								25.40	97.60	72.20	72.20	97.60	72.20	72.20	38 دارو سازی حیان



همانطور که در شکل نیز مشاهده می‌شود بر اساس اطلاعات موجود نوع بازده به مقیاس در قالب سه گروه افزایشی ثابت و یا کاهش‌ی طبقه بندی گردیده است. همچنین در قسمت محاسبه کارایی واحدها بجای رویکرد ورودی محور یا خروجی محور از رویکرد تجمعی استفاده شده است. توجه شود که رویکرد ورودی محور بهبود سطح خروجی‌ها را در سطح جاری



ورودی‌ها در نظر می‌گیرد و رویکرد خروجی محور تلاش دارد تا ضمن حفظ سطح خروجی‌ها، سطح ورودی‌ها را کاهش دهد [12]. در حالیکه در رویکرد تجمعی کاهش ورودی‌ها به همان اندازه‌ی افزایش ورودی‌ها مد نظر قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی در جدول (4) آمده است.

جدول (4). نتایج حل مدل با الگوریتم پیشنهادی

واحد	بازده به مقیاس	کارایی	واحد	بازده به مقیاس	کارایی
1. آبسال	ثابت	97.27	39. ذغال سنگ نگین	افزایش	93.83
2. آلومینیوم ایران	ثابت	91.44	40. رایان سایپا	کاهش	91.65
3. ایران ترانسفور	ثابت	87.72	41. روزدارو	کاهش	85.58
4. ایران خودرو	افزایشی	89.90	42. زاماد	کاهش	47.53
5. ایران دارو	ثابت	95.00	43. صنعت نفت	ثابت	80.84
6. ایرکا پارت	افزایشی	99.49	44. س.ک. سایپا	ثابت	100.00
7. آفست	کاهش	100.00	45. س.ک. ایران خودرو	افزایشی	100.00
8. البرز دارو	کاهش	95.89	46. سایپا	کاهش	0.00
9. الکتریک خودرو	ثابت	85.19	47. سپینتا	کاهش	100.00
10. بانک اقتصادنویین	ثابت	82.16	48. سرما آفرین	افزایشی	90.56
11. بانک پارسیان	کاهش	72.28	49. سیمان تهران	افزایشی	97.15
12. بانک تجارت	ثابت	100.00	50. سیمان داراب	ثابت	100.00
13. بانک صادرات	افزایشی	89.28	51. سیمان شاهرود	ثابت	96.74
14. بانک کارآفرین	کاهش	91.18	52. سیمان شمال	افزایشی	99.76
15. بانک ملت	کاهش	82.62	53. شیشه و گاز	ثابت	89.96
16. بیسکویت کرجی	کاهش	68.00	54. ص. معدنی کلکهر	کاهش	97.75
17. پارس خودرو	ثابت	8.28	55. صنایع آنر آب	کاهش	91.20
18. پارس دارو	ثابت	91.87	56. صنایع مس ایران	ثابت	100.00
19. پارس مینو	ثابت	95.88	57. فرآورد نسوز ایران	ثابت	100.00
20. پتروشیمی آبادان	کاهش	100.00	58. فولاد اصفهان	کاهش	100.00
21. پتروشیمی شانزند	ثابت	100.00	59. فولاد خوزستان	کاهش	98.73
22. پتروشیمی فارابی	ثابت	100.00	60. ک. شهید قدسی	کاهش	95.85
23. پتروشیمی فناوران	کاهش	100.00	61. کاشی تکسرام	کاهش	97.09
24. ت. صنایع بهشهر	ثابت	100.00	62. کاشی سعدی	افزایشی	90.32
25. تایدواتر خاورمیانه	کاهش	97.15	63. کالسیمین	افزایشی	96.67
26. تراکتورسازی	افزایشی	92.93	64. کاما	کاهش	100.00
27. چادرملو	ثابت	97.15	65. کرین ایران	کاهش	90.21
28. چرخشگر	کاهش	69.68	66. گروه بهمن	ثابت	100.00
29. چینی ایران	کاهش	81.31	67. گروه صنعتی بارز	کاهش	98.03
30. حفاری شمال	افزایشی	94.78	68. لبنیات پاک	کاهش	73.38
31. حمل و نقل توکا	افزایشی	95.14	69. لعابیران	کاهش	93.20
32. خ. انفورماتیک	کاهش	100.00	70. لوله و ماشین‌سازی	کاهش	100.00
33. خاک چینی	کاهش	100.00	71. لیزینگ ایران	کاهش	95.46
34. دارو سازی امین	ثابت	95.43	72. مخابرات ایران	افزایشی	96.83
35. دارو و اورجین	ثابت	81.65	73. مس شهید باهنر	افزایشی	93.00
36. دارو سازی رازک	کاهش	90.02	74. نفت بهران	ثابت	92.82
37. دارو سازی اسوه	ثابت	93.01	75. نورد آلومینیوم	ثابت	100.00
38. دارو سازی حیان	افزایشی	98.08			

پس از اعمال الگوریتم پیشنهادی بر داده‌های مذکور تعداد 20 سهم به عنوان سهام کارا شناسایی شده‌اند، که تنها سه مورد بانک تجارت، پتروشیمی فارابی و خاک چینی با خروجی روش‌های سنتی مشترک هستند. در جدول (4) واحدهای کارا نمایش داده شده‌اند.





جدول (4). واحدهای کارا

الگوریتم پیشنهادی		روش های سنتی (مشترک)
سپنتا	افست	پتروشیمی فارابی
سیمان داراب	بانک تجارت	خاک چینی
صنایع مس ایران	پتروشیمی آبادان	داروسازی رازک
فرآورد نسوز ایران	پتروشیمی شازند	روزداری
فولاد اصفهان	پتروشیمی فارابی	تراکتورسازی
کاما	پتروشیمی فناوران	بانک تجارت
گروه بهمن	ت. صنایع بهشهر	حمل و نقل توکا
لوله و ماشین سازی	خ انفورماتیک	س. صنعت نفت
نورد آلومینیوم	خاک چینی	لبنیات پاک
	س.گ. سایا	ص. معدنی گلگهر
	س.گ. ایرانخودرو	نفت بهران

بر اساس نتایج حاصله مشاهده می شود که بکارگیری روش های سنتی به صورت متعارف و بدون انجام اصلاحات لازم می تواند خطاهای متعددی را به همراه داشته باشد. الگوریتم پیشنهادی از وقوع چنین خطاهایی جلوگیری می نماید. در نهایت با توجه به اطلاعات حاصله از الگوریتم پیشنهادی می توان نسبت به تفکیک سهام موجود به دو دسته کارا و ناکارا اقدام نمود. با پالایش سهام و کنار گذاشتن سهام ناکارا از دایره انتخاب می توان از ورود سهام ناکارا به سبد سهام جلوگیری نمود.

### نتیجه گیری

در این مطالعه تلاش بر آن بوده است که ضمن مقایسه ی رویکردهای سنتی تحلیل پوششی داده ها در انتخاب سبد سهام، نتایج با یک الگوریتم پیشنهادی مقایسه شوند. در این میان به منظور ارزیابی عملکرد رویکردهای مختلف، از داده های متعلق به 75 شرکت پذیرفته شده در سازمان بورس و اوراق بهادار تهران که در حد فاصل فروردین ماه 1389 تا اسفندماه 1393 اخذ و تحلیل گردیده اند استفاده گردید. نتایج بدست آمده مبین دستیابی پژوهش به اهداف از پیش تعیین شده می باشد. در پایان نیز به عنوان پیشنهاد جهت تحقیقات آتی لازم به ذکر است که با افزودن دوره های زمانی مشابه می توان برای طبقه بندی بازده به مقیاس، علاوه بر سه گروه افزایشی، ثابت و یا کاهششی، گروه متغیر را نیز مد نظر قرار داد و در راستای نزدیکی هرچه بیشتر به شرایط واقعی بازار عمل نمود.

### منابع

- 1- عادل آذر، خسروانی، فرزانه و جلالی، رضا (1392). کاربرد تحلیل پوششی داده ها (DEA) در تعیین پرتفوی از کارآمدترین و ناکارآمدترین شرکت های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مدرس علوم انسانی (پژوهش های مدیریت در ایران). دوره هفدهم، شماره 1: 1-19.
- 2- فضل زاده، علیرضا، رنجپور، رضا و توحیدی، رسول (1391). بررسی توانایی مدل های تک شاخص شارپ و تحلیل پوششی داده ها در انتخاب پرتفوی کارا در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار. دوره پنجم، شماره 18 (پیاپی 44): 39-59.
- 3- جهانشاهلو، غلامرضا، حسین زاده لطفی، فرهاد، نیکومرام، هاشم (1389). تحلیل پوششی داده ها و کاربردهای آن. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.
- 4- خواجوی، شکراله، سلیمی فرد، علیرضا و ربیع، مسعود (1384). کاربرد تحلیل پوششی داده ها (DEA) در تعیین پرتفوی از کاراترین شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره بیست و دوم، شماره 2 (پیاپی 43): 75-89.



- 5- افشار کاظمی، محمدعلی، خلیلی عراقی، مریم، سادات کیایی، احمد (1391). انتخاب سبدهای سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) و برنامه ریزی آرمانی (GP). فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره پنجم، شماره 13: 49-63.
- 6- سینایی، حسنعلی، گشتاسبی مهارلویی، رسول (1391). ارزیابی کارایی و عملکرد نسبی شرکت ها با رویکرد تحلیل پوششی داده ها برای تشکیل سبد سهام. مجله دانش حسابداری، دوره سوم، شماره 11 (پیاپی 43): 75-89.
- 7- مهرگان، محمدرضا (1391). تحلیل پوششی داده ها: مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها. نشر کتاب دانشگاهی.
- 8- خواجهی، شکراله، غیوری مقدم، علی (1391). تحلیل پوششی داده ها، روشی برای انتخاب پرتفوی بهینه با توجه به میزان نقد شوندگی سهام، مورد مطالعه: شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. مجله پیشرفت های حسابداری دانشگاه شیراز. دوره چهارم، شماره 2 (پیاپی 63/3): 27-52.
- 9- طلوع، مهدی، جوشقانی، سمانه (1393). راهنمای GAMS به همراه مدل های DEA، نشر کتاب دانشگاهی.
- 10- Alinezhad, A., Zohrebandian, M., & Dehdar, F. (2010). *Portfolio Selection using Data Envelopment Analysis with common weights*. *Iranian Journal of Optimization*, 2(1), 323-333.
- 11- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- 12- Charnes, A. Cooper, w. w. Golany B. and Seiford, L. M. (1985). *Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions*. *Journal of Econometrics*, vol. 30, pp. 91-107.
- 13- Chen, H.-H. (2008). *Stock selection using data envelopment analysis*. *Industrial Management & Data Systems*, 108(9), 1255-1268.
- 14- Cooper, W.W. Seiford, L.M. Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Chapter 2. *Returns to Scale in DEA*. Springer.
- 15- Edirisinghe, N., & Zhang, X. (2007). *Generalized DEA model of fundamental analysis and its application to portfolio optimization*. *Journal of Banking & Finance*, 31(11), 3311-3335.
- 16- Farrell, M. J. (1957). *The measurement of productive efficiency*. *Journal of the Royal Statistical Society*. (Series A General), (120)3, 253-290.
- 17- Gardijan, M., & Kojić, V. (2012). *DEA-based investment strategy and its application in the Croatian stock market*. *Croatian Operational Research Review*, 3(1), 203-212.
- 18- Lopes, A., Lanzer, E., Lima, M., & da Costa Jr, N. (2008). *DEA investment strategy in the Brazilian stock market*. *Economics bulletin*, 13(2), 1-10.
- 19- Markowitz, H. (1952). *Portfolio selection\**. *The journal of finance*, 7(1), 77-91.
- 20- Powers, J., & McMullen, P. (2000). *Using data envelopment analysis to select efficient large market cap securities*. *Journal of Business and Management*, 7(2), 31-42.
- 21- Sharpe, W. F. (1963). *A simplified model for portfolio analysis*. *Management science*, 9(2), 277-293.

پی نوشت

<sup>1</sup> Portfolio Selection

<sup>2</sup> Data Envelopment Analysis (DEA)

<sup>3</sup> Decision Maker Units (DMU)