

انتخاب بدره بهینه سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی

مریم خلیلی عراقی*

در این مقاله سعی شده تا جهت انتخاب بهینه بدره سهام از برنامه‌ریزی آرمانی - که یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است - مدد گرفته شود. به منظور انتخاب بهینه، از میان شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس معیارهایی که اهم آن نقدشوندگی سهام شرکت است، چند شرکت انتخاب و اطلاعات مورد نیاز مربوط به هر سهم محاسبه شد. سپس با توجه به داده‌ها و آرمانهای سرمایه‌گذار^۱، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی موجبات کمک به اتخاذ

* دکتر مریم خلیلی عراقی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات.

E.mail: m.khaliliaraghi@gmail.com

^۱. Decision Marker (DM)

یادآوری می‌شود که در این مقاله برای سرمایه‌گذار و تصمیم‌گیر یک شخص واحد در نظر گرفته شده‌است.

تصمیم سرمایه‌گذار فراهم گردید. نتایج بدست آمده از تبلور تحقق آرمانهای سرمایه‌گذار از انتخاب بدره‌ای متنوعی حکایت می‌کند که در آن بین ریسک و بازده تا حد ممکن توازن^۱ برقرار است.

تئوری نوین بدره، برنامه‌ریزی آرمانی، ریسک سرمایه‌گذاری، سهام

^۱. Trade off

مقدمه

از ایام قدیم انتخاب بهینه برای سرمایه‌گذاری رویای هر سرمایه‌گذار بوده و هست. سرمایه‌گذاران به منظور تحقق رویای خود مبنی بر کسب بازدهی مورد انتظار از شم تجاری و تجربیات خود مدد می‌گرفتند. با پیشرفت مدیریت مالی انتخاب‌های سرمایه‌گذاران روشمند شد و آنها با کاربرد مدل‌های مختلف و تلفیق نتایج حاصل از آن با تجربیات خود قادر شدند تا انتخاب بهینه را محقق نمایند. در گذشته انتخاب در سرمایه‌گذاری، با در نظر گرفتن یک معیار انجام می‌شد؛ حال آنکه هر سرمایه‌گذاری در کنار هدف اصلی خود آرمانهایی نیز در نظر دارد که تحقق آن آرمانها رضایت او را فراهم خواهد آورد. سرمایه‌گذاران بورس اوراق بهادار نیز از این ماجرا مستثنی نیستند و دغدغه تشکیل بدنه بهینه را در سر دارند. آنها با پذیرش سطح مشخصی از ریسک به دنبال کسب بازدهی مورد انتظار خود هستند. علم تصمیم‌گیری، سرمایه‌گذاران را در راستای اتخاذ تصمیم بهینه با بکارگیری مدل‌های مختلف یاری می‌نماید. در این مقاله تلاش بر این است تا با بکارگیری برنامه‌ریزی آرمانی - که یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است - سرمایه‌گذاران را در انتخاب حتی‌الامکان بهینه‌ای یاری رسانیم.

اهمیت ریسک سرمایه‌گذاری

ریسک و بازده دو عاملی هستند که همواره در حوزه سرمایه‌گذاری مطرح بوده‌اند. به مرور زمان ریسک در مقابل بازده، ماهیت جامعتری به خود گرفته و روشهایی جهت کمی نمودن، اندازه‌گیری یا به عبارتی مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری مطرح شده است. پیش از این سرمایه‌گذاران در راستای اتخاذ تصمیمات مالی از نسبت‌های بازده سرمایه‌گذاری استفاده می‌کردند. اگرچه این نسبتها در عمل کاربردی فراگیر یافت؛ اما ارزش زمانی پول و ریسک سرمایه‌گذاری را مد نظر قرار نمی‌داد. بعدها مفهوم ارزش زمانی پول در فرمول بندی طرحهای سرمایه‌گذاری در ادبیات اقتصاد مالی و سرمایه‌گذاری وارد شد و بر اتخاذ تصمیمات مالی تأثیرات شگرفی بر جای گذاشت.

اولین ایده در قرن هیجدهم توسط «برنولی و کرامر»^۱ (۱۸۳۷) ارائه شد. آنها به این نتیجه رسیدند که تصمیمات در شرایط عدم اطمینان نباید تنها براساس عایدات مورد انتظار انجام پذیرد. به عبارتی آنها با رد اصل بازده مورد انتظار و جایگزین کردن مطلوبیت مورد انتظار، سنگ بنای تئوری‌های مدرن انتخاب در شرایط عدم اطمینان را پایه‌گذاری کردند.^۲

«کینز»^۳ (۱۹۳۷) در مقاله ای ریسک را به عنوان انحراف ممکن از متوسط بازده مطرح کرد. براین اساس سرمایه‌گذاری که پراکندگی بیشتری در توزیع بازده را می‌پذیرد بایستی به نوعی صرفی به آن تعلق گیرد تا ریسکی که پذیرفته است، جبران شود.

«هیکز»^۴ (۱۹۴۶) ریسک را واریانس بازده عنوان کرد. او بر این حقیقت که پراکندگی بیشتر بازده (برای سطح معینی از انتظار) جذابیت کمتری برای سرمایه‌گذاری دارد، تأکید کرد و متذکر شد که اگر بازدهی با عدم اطمینان همراه باشد، شاخص کشیدگی نیز ممکن است بر تصمیم سرمایه‌گذار اثر بگذارد.

«مارشاک»^۵ (۱۹۳۸) بر این نکته که بازتاب تصمیم‌گیری در شرایط ریسک بر تمام ابعاد توزیع اثر می‌گذارد، اشاره نمود و بر اهمیت امید ریاضی و ضریب نوسان پراکندگی بازده در تمام تصمیمات تأکید کرد. به عبارتی وی عامل ریسک در سرمایه‌گذاری را با واریانس یا ضریب نوسان شناسایی کرد.

دومار و ماسگریو^۶ (۱۹۴۴) ریسک را به عنوان احتمال ثبات زیان سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان مطرح و به سرمایه‌گذاران پیشنهاد کردند تا آن را به تنهایی و بر مبنای امکان پذیری آن اندازه‌گیری کنند. آنها احتمال اینکه ثمره^۷ واقعی کمتر از صفر باشد را احتمال زیان و در نتیجه ریسک عنوان نمودند.

¹. Bernoulli and Cramer

². Levy, Haim. And Sarnat, Marshal, *Portfolio and Investment Selection*, (Prentice- Hall, 1984), p.110.

³. - Keynes

⁴. Hicks

⁵. Marschak

⁶. Domar and Masgrave

⁷. Yield

«بامول»^۱ (۱۹۴۸) نیز به این امر اشاره داشت که واریانس نمی تواند همان ریسک باشد، او معتقد بود ریسک بازتاب اساسی متغیری تصادفی است که ممکن است ارزش بسیار پائینی به خود بگیرد.^۲

در نتیجه این تحقیقات روز به روز بر اهمیت دو عامل ریسک و بازده در سرمایه‌گذاری افزوده شد و کاربرد آن در انتخاب بده^۳ در شرایط عدم اطمینان بیش از پیش رونق گرفت.

نئوری سنتی بده

تحلیلگران سنتی سهام طی تحقیقات خود دو عامل با اهمیت ریسک و بازده را به سرمایه‌گذاران شناساندند. آنها، اغلب دیدگاههای سنتی بازده را، سود نقدی و افزایش قیمت سهم طی دوره زمانی می‌پنداشتند. اما در واقع بازدهی یک سهم به تنهایی در دوره ای که سهم نگهداری می‌شود حاصل نشده و ضرورتاً^۴ نرخ بازدهی با زمان تعدیل نمی‌شود. از این روی تحلیلگران سنتی ممکن است که بازدهی آتی و نسبت قیمت به عایدی سهم (P/E)^۴ و بنابراین سود نقدی را پیش بینی نمایند؛ اما قادر نیستند تا ارزش قابل دسترسی بازدهی را در ارتباط با الزامات سرمایه‌گذار تعیین نمایند.

آنها ریسک را نیز کاهش احتمالی قیمت می‌پنداشتند و لذا هر سهم را با بازده مورد نظر و ریسک کاهش بالقوه قیمت سهم در آینده اندازه‌گیری می‌کردند. در نتیجه این باورها، بده یا ترکیبی از سهام، به روشی جهت کمک به شکاف ریسک تعداد زیادی سهم اطلاق شد. به عبارتی ریسک به عنوان انحراف استاندارد از بازده مورد انتظار محسوب شده و پراکندگی بیشتر متوسط بازده سود مورد انتظار، سهم را پر ریسک تر از سهمی دیگر با پراکندگی بازده کمتر می‌نماید.

^۱ Baumol

^۲ *Ibid*, pp.235-37.

^۳ Portfolio Selection

^۴ Price Earning Multiple

لذا در نتیجه این حقیقت ساده که درجه ریسک مورد انتظار سهام مختلف، متفاوت است، سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در بیش از یک سهم در یک دوره زمانی معین تشویق شدند تا به عبارتی همه تخم مرغ‌های خود را در یک سبد نگذارند و سرمایه‌گذاری خود را با مخاطره جدی مواجه نسازند. به عبارتی، متنوع‌سازی^۱، کاهش ریسک با درجه ای از عدم اطمینان از بازدهی دارایی را به ارمغان آورد. در نتیجه بسیاری معتقد بودند که نگهداری دو سهم نسبت به نگهداری یک سهم احتمال ریسک کمتری دارد؛ اگرچه متخصصین مخالف این طرز تفکر هستند و به متنوع سازی صحیح با استدلال منطقی، اعتقاد دارند.

تئوری نوین بدره

پیشگام تئوری نوین بدره (MPT)^۲ «هری مارکویتز»^۳ (۱۹۵۶) بود. ریشه دیدگاه مارکویتز رابطه میان ریسک و بازده است. مفهوم این دیدگاه با دیدگاه سنتی تضادی ندارد. تفاوت کلیدی میان دیدگاه سنتی و دیدگاه مارکویتز در طرز تلقی سرمایه‌گذار از بدره است. تحلیل بدره مارکویتز بر مبنای فرضیات زیر است:

۱. سرمایه‌گذار در پی حداکثر نمودن بازده مورد انتظار است.
 ۲. سرمایه‌گذاران ریسک‌گریزند.
 ۳. اتخاذ تصمیم سرمایه‌گذار بر اساس بازدهی و انحراف معیار مورد انتظار است.
 ۴. سرمایه‌گذاران افق سرمایه‌گذاری یکسانی دارند.
 ۵. بازارها کامل هستند. (هزینه مالیات و معاملات وجود ندارد)^۴
- وی ریسک را واریانس یا انحراف استاندارد از بازده می‌داند. اگرچه این فرضیات ساده و در عین حال بسیار قوی مارکویتز توسط بسیاری از سنت‌گرایان مورد چالش قرار گرفت؛ اما

¹. Diversification

². Modern Portfolio Theory

³. Harry, Markowitz, "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, Vol.12, No.1(1952), pp.77-91.

⁴. Clark, F and Taylor, W.R, *Schum's Outline of Theory and Problems of Investment*. (Mc Graw Hill, 2000), p.176.

او در مدل انتخاب بدره خود نشان داد که چگونه سرمایه‌گذار منطقی، بدره بهینه را تحت شرایط عدم اطمینان انتخاب می‌کند. مارکوویتز منافع و ریسک مرتبط با سرمایه‌گذاری را با میانگین واریانس^۱ بازدهی بدره معرفی نمود و توضیح داد که سرمایه‌گذار منطقی، مطلوبیت مورد انتظار خود را با انتخاب بدره بهینه ای که میزان بازده و واریانس بازده مورد انتظار او در آن لحاظ شده باشد، بیشینه می‌نماید. وی بدره‌ای را که بیشترین بازدهی را برای سطح معینی از ریسک برای سرمایه‌گذار به ارمغان آورد، «بدره کارا»^۲ معرفی کرد. مارکوویتز تعیین فرصت‌های سرمایه‌گذاری، تشکیل بدره و فرموله کردن و حل مسئله را به کمک برنامه‌ریزی «کوادراتیک»^۳ انجام داد.

به عبارتی، دیدگاه سنتی متنوع‌سازی بر این موضوع تأکید داشت که نگهداری بیش از یک سهم، بهتر است اما متنوع‌سازی از نوع مارکوویتز بر کیفیت سهام تأکید می‌کند و معتقد است سهامی را بایستی انتخاب کرد که با یکدیگر همبستگی مثبت کمتری داشته باشند؛ اگرچه در دنیای واقعی بیشتر سهام با همدیگر یا با بازار همبستگی مثبت دارند.

اگرچه تحقیقات «کینگ»^۴ حاکی از آن است که ریسک را نمی‌توان در بدره سهام در هر اندازه به صفر کاهش داد؛ بلکه تنها می‌توان نیمی از ریسک کل را که به نیروهای بازار مرتبط نیست (ریسک غیر سیستماتیک) با متنوع‌سازی کاهش داد، با اینهمه نباید فراموش کرد که از نیم دیگر ریسک، یعنی ریسک سیستماتیک به هیچ عنوان گریزی نیست. بنابراین افزودن بر تعداد سهام بیش از حد معین موجب صرف هزینه و زمان جهت نظارت بر عملکرد بدره خواهد شد و این هزینه را به هیچ عنوان نمی‌توان با کاهش ریسک جبران نمود.^۵

بالاخره در نتیجه تحقیقات «ایوانزوارچر»^۶ پیشنهاد می‌شود که ریسک غیرسیستماتیک را می‌توان با نگهداری ۱۰ تا ۱۵ سهم کاهش داد و با مدل متنوع‌سازی

1. Mean and Variance (M-V) model

2. Efficient

3. Quadratic Program

4. King, B. F, "Market and Industry Factors in Stock Price Behavior", *Journal of Business*, No 1(January 1966), pp.139-90.

5. Fisher, D. E and Jordan, R, "Security Analysis and Portfolio Management", Sixth Edition, (Prentice Hall, India, 2003), pp.761-769.

6. Evans.S and Archer. S.H, "Diversification and the Reduction of Dispersion: An Emprial Analysis", *Journal of Finance*, Vol 25, No3(June1970), pp.761 -769.

مارکویتز، ریسک را به شرطی که بازده سهام، همبستگی کمی به هم داشته باشد می‌توان به پایین‌تر از سطح سیستمی رساند. یادآوری می‌شود که در صورت وجود همبستگی منفی میان بازده‌ها شرایط ایده آل است.

مروری بر تحقیقات انجام شده

توازن میان ریسک و بازده با ظهور تئوری مدرن بده- که برای اولین بار توسط مارکویتز ارائه شد- عملاً در بده سرمایه‌گذاران اعمال شد. تئوری مارکویتز متنوع سازی اوراق بهادار را کمی و مرز کارا را برای بده بهینه معرفی کرد. پس از او نیز محققان تحقیقات وسیعی را در این زمینه انجام دادند که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

«توبین» (۱۹۵۸) معتقد بود که با دارایی‌های بدون ریسک، فارغ از مطلوبیت سرمایه‌گذار می‌توان بده ای با ریسک بهینه تشکیل داد. «زیمبا»^۱ و همکاران نیز (۱۹۷۴) مدلی را برای مشکل بده ای با دارایی بدون ریسک در فرآیندی دو مرحله ای ارائه نمودند. کینگ^۲ (۱۹۶۶) شواهدی دال بر تأثیر متغیرهای صنعت بر مدل بازار ارائه کرد که در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود. «هانوک و لوی»^۳ (۱۹۶۹) نشان دادند که معیار میانگین - واریانس برای تابع مطلوبیت فردی تحت شرایط خاصی معیار کارا و با اعتباری است. «لی و لرو»^۴ (۱۹۷۳) مدلی به منظور انتخاب بهینه بده با بکارگیری برنامه ریزی آرمانی^۵ ارائه نمودند. چند سال بعد «لی و چسر»^۶ (۱۹۸۰) در مقاله ای نگرش برنامه ریزی آرمانی چندمعیاره را مطرح کردند.

«روزنبرگ»^۷ (۱۹۷۴) مدل چند معیاره ای شامل عوامل درون صنعت و سایر عوامل را

1. Ziemba

2. King

3. Hanock and Levy

4. Lee Sang M and Lerro A J, "Optimizing the portfolio Selection for Mutual Funds", *The Journal of Finance*, Vo28, No5(Dec, 1973), pp.1087-1099.

5. Goal Programming

6. Lee, Sang .M and Chesser, Delton .L, "Goal Programming for Portfolio", *The Journal of Portfolio Management*, (Spring 1980), pp.22-26.

7. Rozenberg

مطرح نمود. «راس»^۱ (۱۹۷۶) تئوری قیمت گذاری آربیتراژ^۲ یا مدل چند شاخصی را ارائه کرد. «راس و رول»^۳ (۱۹۸۴) چهار عامل ریسک را که عبارتند از: تغییرات پیش بینی نشده در تولید صنعتی، تغییرات پیش بینی نشده در صرف‌های ریسک (تفاوت بین اوراق قرضه رتبه بالا و رتبه پایین) و تغییرات پیش بینی نشده در شیب منحنی عایدی (سود) را شناسایی کردند^۴، اگرچه پس از تحقیق آنها نیز محققان دیگر عوامل متعددی برای ریسک بیان کردند. مطالعات «کونو و یا مازاکی»^۵ (۱۹۹۱) حاکی از آن است که انحراف مطلق از میانگین^۶ بازده تحت شرایطی خاص همانند واریانس، معیاری برای اندازه گیری ریسک است. «ورزل»^۷ (۱۹۹۴) مدل انحراف مطلق از میانگین را تعمیم داد. اسپرانزا^۸ (۱۹۹۶) در حوزه ارزش مطلق میانگین از انحراف منفی مطالعه نمود و در نهایت یکی از تحقیقات اخیر، تحقیقی پیمایشی بود که توسط «هارینمان و همکاران»^۹ (۲۰۰۰) در مقاله‌ای دربارهٔ بدیل مدل‌های انتخاب بهینه پرتفولیو انجام شد.

چنانچه ملاحظه می‌شود طی سالیان گذشته محققان بسیاری با فرضیات مختلف مطالعات وسیعی دربارهٔ ریسک و بازده و تأثیر آن در انتخاب بهینه بدره انجام داده اند که به برخی از آنها اشاره شد. قابل توجه است که تحقیقات بسیاری نیز خارج از مفروضات معمول انجام شده که به آنها در مقالات کمتر اشاره می‌شود.^{۱۰}

1. Ross

2. Arbitrage Pricing Theory

3. Ross and Roll

4. Roll, F and Ross, S., "Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning", *Financial Analysis Journal*, (May – June 1984), pp.14-24.

5. Konno and Yamazaki

6. Mean absolute deviation (MAD)

7. Worzel

8. Speranza

9. Haorinman, M P, Jobst .N J, Lucas C A and Mitra, G, "Constructing Efficient Portfolios with Discrete Constraints- a Computational Study", *Technical Report TR/06/00, Department of Mathematical Science, Brunell University UK*, (2000).

10. Nawrocki David, *Market Theory and Use of Downside Risk Measures*, (Villanova University, United State of America, 1996).

همچنین برای مطالعه بیشتر به منبع زیر مراجعه شود:

- عبده تبریزی حسین، *مقالات مالی و سرمایه‌گذاری*، (تهران، انتشارات آگه، ۱۳۷۷)، صص ۷۴-۸۷.

کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری در مدیریت مالی

در گذشته بسیاری از مدل‌های تصمیم‌گیری با این فرض بکار برده می‌شد که هدف یگانه هر شرکت بیشینه نمودن ثروت سهامداران است. اما شرکت‌های امروزی مجموعه پیچیده‌ای دارای ذی‌نفعان متعددی هستند که با یکدیگر در تعامل هستند. در چنین شرایطی بیشینه نمودن ثروت سهامداران با محدودیت‌هایی چون ریسک، نقدینگی، مسئولیت اجتماعی، حفظ محیط زیست، رفاه کارکنان و موارد دیگری مواجه است که باید آنها را لحاظ نمود. در این مورد یکی از بهترین روش‌ها، بکارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ است. طی سال‌های اخیر از میان مدل‌های مختلف تحقیق در عملیات در حوزه مدیریت مالی و به ویژه برنامه‌ریزی مالی کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بسیار گسترش یافته است. با بکارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان اهداف متعددی را مد نظر قرار داد. بطور سنتی، در مالیه شرایط دو هدفه ریسک در مقابل بازده و توازن میان ریسک و بازده در راستای تحقق هدف نهایی، مطرح بوده است. راه حل چنین شرایطی کاربرد مدل تصمیم‌گیری یک معیاره است که در بسیاری از کتاب‌های مالیه به خوبی به آن اشاره شده است.

آنچه با ابهام همراه است، راه حل‌های جدیدی است که با آنها بتوان بیش از دو هدف را تحقق بخشید. در چنین شرایطی می‌توان یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را با عنوان مدل برنامه‌ریزی آرمانی^۲ بکار برد؛ با اعمال این مدل می‌توان به آرمان‌های متعدد دست یافت. مبنای این مدل برنامه‌ریزی خطی است و به عبارتی محدودیت خطی بودن را به همراه دارد؛ اما نسبت به برنامه‌ریزی خطی از لحاظ محقق نمودن آرمان‌های متعدد برتری دارد. ضمناً در حوزه مورد نظر ما یعنی انتخاب بهینه برده نیز در دنیا کاربرد داشته و نتایج بدست آمده از آن معتبر بوده است.^۳

^۱. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

^۲. Goal Programming

^۳. غلامرضا اسلامی بیدگلی و احمد تلنگی، «مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی در انتخاب پرتفولیوی بهینه»، تحقیقات مالی، شماره ۱۳ و ۱۴، بهار و تابستان (۱۳۷۸)، صص ۷۱-۵۰.

مدل برنامه ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی یکی از قدیمی‌ترین مدل‌های موجود از تصمیم‌گیری چند معیاره است که کاربردهای وسیعی دارد. این مدل نوع خاصی از برنامه‌ریزی خطی است که توانایی تصمیم‌گیری درباره یک هدف با چند معیار (زیرهدف) و یا چند هدف و چند آرمان (زیرهدف) را به خوبی دارا است. اگر سرمایه‌گذار یا تصمیم‌گیرنده با توجه به محدودیت‌های موجود و اهمیت تحقق یافتن آن، آرمان‌های مورد نظر خود را در یک رابطه خطی لحاظ نماید، این مدل قادر است تا حد ممکن آرمانها را محقق نماید. متغیرهای مثبت، مستقل، قطعی، منابع محدود و تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان از جمله فرضیات این مدل است که به فرضیات مدل برنامه‌ریزی خطی شبیه می‌باشد.

برای اولین بار «چارنز و کوپر»^۱ مقاله‌ای درباره برنامه‌ریزی آرمانی در سال ۱۹۵۵ منتشر کردند. آنها کمینه نمودن مجموع قدر مطلق انحرافات از مقاصد مشخصی را مورد بررسی قرار دادند.^۲ بعدها جزئیات این تکنیک توسط «ایجیری»^۳ مورد مطالعه قرار گرفت. مدل ارائه شده آنها به این صورت است که اگر یک مسئله دارای K هدف بوده و تابع انحراف از مقصد (goal) زام مشخص شده برای هدف زام به صورت $h_j(d, d^1)$ باشد:

$$\min p = \left\{ \sum_{j=1}^k (h_j(d, d^1))^p \right\}^{1/p} \quad P \geq 1$$

$$\begin{aligned} St \quad g_i(x) &\leq 0 && ; \quad i = 1, 2, \dots, m \\ f_j(x) + d_j - d^1_j &= b_j && ; \quad j = 1, 2, \dots, k \\ x, d_j, d^1_j &\geq 0 && ; \quad \forall j \\ d_j \cdot d^1_j &= 0 && ; \quad \forall j \end{aligned}$$

^۱. Charnes and cooper

^۲. محمدجواد اصغرپور، تصمیم‌گیری چندمعیاره، (تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳)، ص ۳۷-۳۵.

^۳. Y. Ijiri, *Management Goals and Accounting for Control*, (North Holland, Amsterdam, 1965), p.95.

b_1 مشخص کننده مقصد برای هدف J ام بوده و ارزش P ، بستگی به تابع ارزشی (یا مطلوبیت) موجود از تصمیم گیرنده دارد. تابع هدف D در بالا به شرطی صادق است که اهداف از یک مقیاس مشترک بوده و یا آنکه بی مقیاس شده باشند و یا از تخصیص فاصله اقلیدسی مشابه استفاده شده باشد. یادآوری می شود که در بیشتر مسائل، علاوه بر مشخص شدن مقاصد توسط تصمیم گیرنده، درجه اهمیت اهداف به صورت ابتدایی و یا به صورت اوزان کمی نیز مشخص می شوند. از این رو مدل عمومی آرمانی که امروزه بیشتر مورد استفاده واقع می شود به قرار زیر است:

$$\text{Min} D = \{w_1 h_1(d, d'), w_2 h_2(d, d'), \dots, w_k h_k(d, d')\}$$

$$\text{S.t: } g_i(x) \leq 0 \quad ; \quad i=1, 2, \dots, m$$

$$f_j(x) + d_j - d'_j = b_j \quad ; \quad j=1, 2, \dots, k$$

$$x, d_j, d'_j \geq 0$$

$$d_j \cdot d'_j = 0$$

w_1 در صورتی که به صورت رتبه ای باشد باید $w_{j+1} \gg w_j$ ؛ به این معنی که هیچ ضریب l به هر اندازه بزرگ وجود نخواهد داشت که $l(w_{j+1})w_j$ شود. ضمناً "چنانچه هریک از $f_j(x)$ و یا $g_i(x)$ غیرخطی شود، مسئله به یک NLGP تبدیل خواهد شد. به شرطی که محدودیت های مسئله نیز توأم با مقاصد مشخص شده باشند مدل GP، به صورت عمومی ذیل درخواهد آمد:

$$\text{min } D = \{w_1 h_1(d, d'), w_2 h_2(d, d'), \dots, w_l h_l(d, d')\}$$

$$\text{S.t: } g_i(x) + d_i - d'_i = b_i \quad ; \quad i=1, 2, \dots, m$$

$$f_j(x) + d_j - d'_j = b_j \quad ; j=1,2,\dots,k$$

$$x, d_i, d_j, d'_i, d'_j \geq 0$$

$$d \cdot d^1 = 0$$

تأمین مقاصد (b_i) از محدودیت‌های مسئله در درجه یکم اهمیت بوده و سپس تأمین مقاصد (b_j) از اهداف مسئله به ترتیب رتبه بندی آنها مورد توجه واقع خواهد شد؛ یعنی ابتدا باید غیر بودن فضای جواب موردآزمون قرار بگیرد. چنانچه ملاحظه می‌شود اجزای این مدل شامل موارد زیر است:

- محدودیت‌های اقتصادی
- محدودیت‌های آرمانی
- تابع هدف

مراحل استفاده از برنامه ریزی آرمانی عبارت است از :

۱. تعریف متغیرهای تصمیم
۲. تعریف متغیرهای انحراف از آرمان
۳. فرموله کردن معادلات محدودیتها (اعم از اقتصادی و آرمانی)
۴. فرموله کردن تابع هدف

بطور کلی در برنامه‌ریزی آرمانی تلاش بر آن است که منطق مدل‌های ریاضی بهینه توأمأ با تمایل تصمیم‌گیرنده در تأمین مقاصد مشخصی از اهداف مختلف مورد توجه قرار گیرد.

کاربرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی در انتخاب بهینه بدره

در بورس اوراق بهادار تهران حدود ۴۰۰ شرکت پذیرفته شده و فعالیت دارند. به منظور تسهیل کاربرد مدل برنامه ریزی آرمانی در انتخاب بدره بهینه، انتخاب از میان پنجاه

شرکت فعالتر^۱ بورس اوراق بهادار انجام شد. آمار و اطلاعات مربوط به شرکت‌های پذیرفته شده در دوره زمانی ۱۴ فروردین سال ۱۳۸۳ تا ۱۴ فروردین ۱۳۸۴ از نرم افزار تدبیر استخراج شد. لازم به یادآوری است که، محاسبات بر مبنای قیمت بازار سهام^۲ انجام شده است و علت نیز آن است که معمولاً بسیاری از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار برای توسعه یا تکمیل طرح‌ها و یا رفع کمبود نقدینگی و یا موارد دیگر، اقدام به افزایش سرمایه می‌کنند چون افزایش سرمایه در بورس تهران اغلب به قیمت اسمی و با اعطای حق تقدم به سهامداران موجود صورت می‌گیرد، لذا بعد از باز شدن نماد معاملاتی شرکت پس از تشکیل مجمع، قیمت سهام به دلیل افزایش تعداد سهام کاهش می‌یابد. اما این کاهش حاکی از کاهش واقعی ارزش سهم نیست، لذا به منظور رفع این مشکل حاصلضرب، قیمت سهام در تعداد سهام^۳ یا ارزش بازار هر شرکت، ملاک محاسبات قرار داده شد.

از میان پنجاه شرکت فعالتر نیز با توجه به نظر تصمیم گیرنده بر چهار صنعت واسطه‌گری مالی، مواد و محصولات شیمیایی، محصولات کانی غیرفلزی و خودرو و ساخت قطعات متمرکز شدیم، تصمیم گیرنده با توجه به سوابق و تجربیات خود در امر سرمایه‌گذاری و بازار سرمایه دلایل انتخاب این صنایع را اینگونه مطرح نمود:

صنعت واسطه‌گری مالی با حضور بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صنعتی است که با تحولات روز افزون مواجه است. شرکت‌های موجود در این صنعت بدهی سرمایه‌گذاری متنوعی دارند، ضمناً به نظر می‌رسد انتخاب بدهی در اینگونه شرکت‌ها توسط نیروهای متخصص و منابع انسانی توانمندی که در اختیار دارند با درایت و مطالعه انجام شده است و لذا از مخاطره چندان بر خوردار نیست. این قبیل شرکت‌ها به پرداخت بازده نقدی به سهامداران تمایلی ندارند و اغلب منابع حاصل از سود ناشی از قیمت^۴ را در حسابی ذخیره و سپس از طریق افزایش سرمایه و با انتشار سهام جدید به سهامداران واگذار می‌کنند.

^۱ فهرست این شرکت‌ها هر سه ماه یکبار توسط بورس اوراق بهادار تهران بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده که نقد شوندگی یکی از مهمترین آنها است، اعلام می‌شود.

^۲ Market Price

^۳ Capitalization

^۴ Capital Gain

صنعت مواد و محصولات شیمیایی به لحاظ صادراتی بودن محصولات، با نوسانات نرخ ارز ارتباط تنگاتنگ دارد؛ همچنین شرکت‌های موجود در این صنعت همواره از نظر موقعیت جغرافیایی در مناطق استراتژیک و نفت خیز قرار دارند و لذا سرمایه‌گذاری در آنها با مقداری مخاطره همراه است؛ بنابراین دارای بازده سرمایه قابل توجهی هستند.

تحقیقات، حاکی از آن است که در کشورهای در حال توسعه صنعت محصولات کانی غیرفلزی از رونق نسبی برخوردار است و جزء صنایع پایه محسوب می‌شود. در کشور ما نیز با وجود ذخایر عظیم معدنی و کاربرد محصولات چنین صنایعی در ساخت و ساز زیرساخت‌های اقتصاد این رونق نسبی برقرار است. اما به دلیل ابهامات موجود در راستای کنترل و یا آزادسازی قیمت محصولات این صنایع توسط دولت و شبهاتی دال بر حضور این محصولات در بورس کالا، صنعت مذکور از موقعیت چندان پایداری برخوردار نیست و با مخاطره همراه است؛ اما با توجه به غیرممکن بودن جانشینی آن با واردات، از یک طرف و نیاز فراوان به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های اقتصادی کشور در شرایط کنونی از طرف دیگر، این صنعت از اهمیت بسزایی برخوردار است.

صنعت خودرو و ساخت قطعات نیز با نیم قرن تجربه جزء صنایع با ثبات محسوب شده و اغلب بازده نقدی مداوم و قابل قبولی به سهامداران خود ارائه می‌نماید.

تصمیم گیرنده با توجه به موارد مطرح شده که مدنظر وی بوده است و با توجه به تجربه در این حوزه و همچنین در نتیجه تحقیقات کینگ- که پیشنهاد کرده تا حداکثر ۱۵-۱۰ سهم در بدنه سهام نگهداری شود- از میان شرکت‌های فعال موجود در هر صنعت دو شرکت و بطور کلی هشت شرکت را به نسبت مساوی برگزیده است. چنانچه ملاحظه می‌شود هر صنعت ویژگی خاص خود را دارد که به متنوع سازی بدنه ما کمک می‌نماید.

حال با توجه به آمار و اطلاعات موجود، تلاش بر این است تا با بکارگیری برنامه ریزی آرمانی میزان سرمایه‌گذاری در سهام این شرکت‌ها محاسبه شود. به منظور تعیین درصد سرمایه‌گذاری در سهام هر شرکت از مدل «لی ولیرو»^۱ با اندکی تغییر استفاده شد. در جدول

¹ Lee, Sang M and Lerro, A J, "Optimizing the Portfolio Selection for Mutual Funds", *The Journal of Finance*, (Dec 1973), pp.1087-1199.

شماره (۱) داده‌های مرتبط با متغیرهای مدل مزبور ملاحظه می‌شود. نحوه محاسبه هر متغیر عبارتست از :

۱. بازده مورد انتظار

$$\text{Return} = \frac{p_2 - p_1 + d}{p_1}$$

Expected Return = (ER)

۲. بتای^۱ هر سهم

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$$

۳. ضریب کوواریانس در ارتباط با هر سهم

$$C_i = \frac{2\rho_{i1}S_iS_1}{E_1} + \frac{2\rho_{i2}S_iS_2}{E_2} + \dots + \frac{2\rho_{in}S_iS_n}{E_n}$$

۴. متوسط درصد سود تقسیم شده سالانه به واریانس هر سهم

$$D_i = \frac{\mu_d}{S_i^2}$$

۵. واریانس هر سهم

$$S_i^2 = \beta_i^2 S_m^2 + S_{ei}^2$$

یادآوری می‌شود که قیمت هر سهم از نرم افزار تدبیر پرداز استخراج و محاسبات بعدی با نرم افزار Excel انجام شده است. در جدول شماره (۲) ساختار مدل برنامه ریزی آرمانی برگرفته از مدل لی و لیرو، ارائه شده است. نتایج حاصل از مدل نیز در جدول شماره (۳) ملاحظه می‌شود.

^۱ علی اصغر انواری رستمی، مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری تجزیه و تحلیل پرتفولیو، (تهران، طراحان نشر، ۱۳۷۸)، ص

نتایج به این امر اشاره دارد که سرمایه‌گذار مورد نظر با توجه به آرمانهای خود بایستی از میان هشت سهم منتخب، تنها به سرمایه‌گذاری در چهار سهم بپردازد؛ به عبارتی در هر صنعت یک سهم شرکت به منظور سرمایه‌گذاری پیشنهاد شده است.

جدول شماره ۱. داده‌ها^۱

C_i	D_i	S_i^2	β_i	E_i	i	سهام به تفکیک
						الف) واسطه‌گری مالی
٪۲۲۱	٪۳۶۳	-۰/۱۲۹۲	۱/۷۶	۱/۲۲	۱	۱
-۰/۱۶۹۷	-۰/۹۹۷	-۰/۴۲۱	۱/۱۳۴	۲/۲	۲	۲
						ب) مواد و محصولات شیمیایی
-۰/۱۱۶۶	-۰/۱۰۹۰	-۰/۱۲۷۵	۱/۳۴۹	۱/۸	۳	۳
-۰/۰۱۵۷	۶/۳۶	-۰/۴۷۱	-۰/۷۸۶	-۰/۳۹	۴	۴
						پ) سایر محصولات کانی غیرفلزی
-۰/۰۰۳۸	۲/۵	-۰/۰۳۹۸	-۰/۴۴۴	-۰/۵۵	۵	۵
-۰/۰۰۶	۱/۱۳۷	-۰/۳۳۶۸	۲/۳۶۷	۲/۹	۶	۶
						ت) خودرو و ساخت قطعات
-۰/۰۰۶۳	۱۳/۹۴	-۰/۰۷۸۹۳	-۰/۱۶۷	۱/۱۱	۷	۷
-۰/۰۶۴۵	۵/۹۷	-۰/۲۱۶	-۰/۲۱۶	۱/۲	۸	۸

^۱ مبنای محاسبات کلیه داده‌ها اطلاعات موجود در نرم‌افزار تدبیرپرداز است.

جدول شماره ۲. ساختار مدل برنامه‌ریزی آرمانی^۱

اولویت ^۲	ارزش	معادلات محدودیت و یا آرمان
۱	۰/۳	$\sum_{i=1}^8 E_i x_i + d_1^-$
۲	۱/۵	$\sum_{i=1}^8 \beta_i x_i + d_2^- - d_2^+$
۳	۰/۰۲	$\sum_{i=1}^8 C_i x_i + d_3^- - d_3^+$
۴	۰/۰۸	$\sum_{i=1}^8 D_i x_i + d_4^- - d_4^+$
۵	۴	$\sum_{i=1}^8 S_1^2 x_i + d_5^- - d_5^+$
-	۱	$\sum_{i=1}^8 x_i$
۶	۰/۴	$\sum_{i=1}^2 x_i + d_6^-$
۷	۰/۲۵	$\sum_{i=1}^2 x_i + d_7^-$
۸	۰/۱	$\sum_{i=1}^2 x_i + d_8^-$

^۱. این برنامه‌ریزی آرمانی دارای هشت آرمان است.

^۲. اولویت ۱ به معنی اهمیت بیشتر محقق شدن آرمان و اولویت ۸ نشان از کم اهمیت تر بودن آرمان هشتم است.

جدول شماره ۳. نتایج حاصل از مدل^۱

متغیرهای تصمیم گیری	صنعت	ارزش	اولویت آرمان	تحقق نیافته
X1	واسطه گری مالی	۰,۳۹۹۴	۱	۰
X2	واسطه گری مالی	۰	۲	۰
X3	خودرو و ساخت قطعات	۰	۳	۰
X4	خودرو و ساخت قطعات	۰,۲۳۴۳	۴	۰
X5	مواد و محصولات شیمیایی	۰,۲۵	۵	۰
X6	مواد و محصولات شیمیایی	۰	۶	۰
X7	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۰,۱۱۶۲	۷	۰
X8	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۰	۸	۰

^۱ مدل با استفاده از نرم افزار اجرا شده است.

نتیجه‌گیری

از نتایج مدل می‌توانیم به این جمع‌بندی برسیم که در صورت تحقق کلیه آرمانها، سرمایه‌گذار بایستی در سهم چهار شرکت (از هر صنعت یک شرکت) سرمایه‌گذاری نماید. در صدی که بایستی در هر سهم سرمایه‌گذاری کند عبارتست از:

- ۴۰ درصد در سهم شرکت شماره ۱ از صنعت واسطه‌گری؛
- ۲۵ درصد در سهم شرکت شماره ۵ از صنعت مواد و محصولات شیمیایی؛
- ۲۳ درصد در سهم شرکت شماره ۴ از صنعت خودرو و ساخت قطعات؛
- ۱۲ درصد در سهم شرکت شماره ۷ از صنعت سایر محصولات کانی غیر فلزی.

چنانچه ملاحظه می‌شود بدنه سرمایه‌گذاری سرمایه‌گذار متنوع بوده و با توجه به تحقق آرمانها سرمایه‌گذار از میان هشت سهم انتخاب بهینه‌ای داشته است؛ اگرچه تأکید بر چند نکته ضروری به نظر می‌رسد:

- کاربرد برنامه ریزی آرمانی، به تصمیمات تصمیم‌گیرنده نیازمند است و هر چه تصمیم‌گیرنده کارآزموده تر باشد، نتایج مدل به آرمانهای شخص تصمیم‌گیرنده نزدیک تر خواهد بود، چه بسا در همین مدل، اگر محدودیت‌های آن تغییر داده شوند، جوابهای مدل نیز تغییر خواهد کرد. به عبارتی این مدل، آن اندازه انعطاف دارد که برای تصمیم‌گیرنده‌های مختلف، نتایج متفاوتی ارائه کند. در این مقاله برای شخص سرمایه‌گذار و تصمیم‌گیرنده شخص واحد در نظر گرفته شده است. یادآوری می‌شود که در صورت نیاز می‌توان از خدمات مشاوره نیز استفاده کرد.
- اگر چه داده‌های مربوط به متغیرهای مدل بایستی محاسبه شوند و این کار با موانعی همراه است؛ اما مدل برنامه‌ریزی آرمانی مدل چندان پیچیده ای نیست و با مقداری ممارست می‌توان ضرایب مورد نیاز را برآورد کرده و به نتیجه رسید.
- اساس این مدل نیز مانند بسیاری از مدلها بر مبنای اطلاعات گذشته است و ضمناً در گذشته نیز متوسط مقادیر متغیرها در محاسبات منظور شده است؛ هرچند که

ممکن است در گذشته سهام با نوسان زیاد مواجه بوده و در آینده نیز روند اینگونه نباشد.

- کلیه سهام مورد نظر در این سرمایه‌گذاری حداقل با هدف نگهداری به مدت یک سال خریداری می‌شود و درصد سرمایه‌گذاری نیز ثابت فرض شده است؛ بنابراین ممکن است در عمل با توجه به تغییر و تحولاتی که در بازار سرمایه رخ خواهد داد، نسبت به تعویض یک یا چند سهم و یا اضافه و کم کردن از تعداد سهام^۱ اقدام شده و به تبع آن اطلاعات نیز به روز شود.

و سخن آخر آنکه هرچند بازار بورس کشور بطور نسبی جوان است و مقررات جامع و مانع ندارد و اطلاعات شرکت‌های مندرج در فهرست بورس اوراق بهادار کشور، گاه بطور یکسان و به موقع در اختیار همگان قرار نمی‌گیرد؛ اما در همین شرایط کاربرد مدل‌های مختلف در حوزه‌های متعدد از بازار سرمایه که یکی از آنها در این مقاله مورد استفاده قرار گرفت، مفید می‌نماید. یادآوری می‌شود که پیش از هر اقدام بایستی با اشخاص صاحب نظر و خیره در این حوزه مشورت کرد و از تکیه صرف به ارقام و استفاده مکانیکی از مدل‌ها پرهیز شود.

^۱ برای مطالعه بیشتر رجوع کنید به:

- ریچارد بریلی، «خطر و بازده: بخش بدره فعال و بدره منفعل»، ترجمه حسین عبده تبریزی و عبدالله کوثری، (تهران، انتشارات پیشبرد، ۱۳۷۷)، صص ۱۵۵-۱۳۹.

پی‌نوشتها:

۱. اصغر پور، محمد جواد. تصمیم‌گیری چند معیاره. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۲. انواری رستمی، علی اصغر. مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری تجزیه و تحلیل پرتفولیو. تهران: طراحان نشر، ۱۳۷۸.
۳. بریلی، ریچارد. خطر و بازده. ترجمه حسین عبده تبریزی و عبدالله کوثری، تهران: انتشارات پیشبرد، ۱۳۷۷.
۴. عبده تبریزی، حسین. مقالات مالی و سرمایه‌گذاری. تهران: انتشارات آگه، ۱۳۷۷.
5. Clark, F and Taylor, W.R. *Schum's Outline of Theory and Problems of Investment*. Mc Graw Hill., 2000.
6. Evans, S and Archer, S.H. "Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis", *Journal of Finance*, (Dec1968).
7. Fisher, D. E and Jordan, R. J. *Security Analysis and Portfolio Management*. Sixth Edition, Prentice Hall, India., 2003.
8. Haorinman, M P. Jobst, N J. Lucas, C A and Mitra, G. "Constructing Efficient Portfolios with Discrete Constraints- a Computational Study", *Technical Report TR/06/00, Department of Mathematical Science, Brunell University UK*, (2000).
9. Harry Markowits. "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, Vol.12, No.1, (1952).
10. Ijiri .Y. *Management Goals and Accounting for Control*. North Holland, Amsterdam., 1965.
11. King, B. F. "Market and Industry Factors in Stock Price Behavior", *Journal of Business*, No.1, (January 1966).
12. Lee, Sang M., and Lerro, A J. "Optimizing the Portfolio Selection for Mutual Funds", *The Journal of Finance*, (Dec1973).
13. Lee, Sang M and Chesser, Delton L. "Goal Programming for Portfolio", *The Journal of Portfolio Management*, (Spring 1980).
14. Levy, Haim and Sarnat, Marshal. *Portfolio and Investment Selection*. Prentice Hall., 1984.
15. Nawrocki, David. *Market Theory and Use of Downside Risk Measures*. Villanova University, United State of America., 1996.
16. Roll, F and Ross, S. "Arbitrage Pricing Theory Approach to Strategic Portfolio Planning", *Financial Analysis Journal*, (may – june 1984).