

چارچوب ریاضی‌گزینش سبد سهام با اهداف چندگانه

دکتر محمد شاه‌علیزاده* - دکتر عزیزالله معماریانی**

چکیده مقاله

تنوع روش‌های سرمایه‌گذاری و پیچیدگی تصمیم‌گیری‌ها در دهه‌های اخیر به شدت گسترش یافته است. این رشد گسترده، نیاز فزاینده‌ای به مدل‌های فراگیر و یکپارچه ایجاد نموده است. برای پاسخگویی به این نیاز، مدل‌سازی مالی از پیوند رویکرد مالی و برنامه‌ریزی ریاضی بوجود آمد. این مدل از پیشرفت‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مباحث مالی به موازات هم استفاده نموده است.

در مدل‌های بده سهام، معیارهای بازده و ریسک از مباحث مالی و روش‌های اندازه‌گیری و بهینه‌سازی از مباحث برنامه‌ریزی ریاضی برگرفته شده است. در این مدل‌ها عموماً سهم‌های مختلف به نسبتی با یکدیگر مخلوط می‌شوند که بده سهام به ازای بازده معین از کمترین ریسک برخوردار بوده، یا به ازای ریسک معین از بیشترین بازده برخوردار باشد. در فضای دو بعدی ریسک و بازده، بده‌هایی که دارای این ویژگی هستند، در روی یک منحنی به نام مرز کارا قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش بهینگی بده سهامی که از طریق یک مدل بهینه‌سازی تشکیل می‌شود، فاصله آن با مرز کارا و به عبارت بهتر قرار گرفتن آن در روی مرز کارا است.

افزون براین به دلیل پویایی بازارهای سرمایه، همواره فرایندها و نیازهای جدیدی در

*- دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

** - عضو هیات علمی بخش مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس

رابطه با مدل‌های بدره سهام مورد شناسایی قرار می‌گیرد.
در مدلی که در این مقاله ارائه می‌شود، سه نیاز محوری «افق زمانی سرمایه‌گذاری»
«بی‌قاعدگی‌های بازار» و «نسبت‌های مالی به عنوان معیارهای جدید در تشکیل سبد سهام
مورد توجه قرار گرفته و از برنامه ریزی آرمانی برای بهینه‌سازی استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چند معیاره، برنامه ریزی آرمانی، رویکرد
میانگین واریانس، سبد سهام کارا، مرز کارا، پرگونه سازی، سبد سهام بازار، بی
قاعدگی‌های بازار، افق زمانی سرمایه‌گذاری، نسبت‌های مالی.

مقدمه

رویکرد سرمایه‌گذاری در چارچوب بدره سهام، در پرتو اندیشه‌های مارکویتز و شارپ،
روند تکاملی پیموده و کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی، دقت تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در بدره
سهام را افزایش داده است. مدل‌های مختلفی برای هدایت سرمایه‌گذاری در چارچوب بدره
سهام با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی ارائه گردیده‌اند. مدل مارکویتز به نام مدل میانگین -
واریانس، از دو معیار بازده و ریسک به همراه محدودیت بودجه سرمایه‌گذاری، در قالب
برنامه‌ریزی کوآدراتییک استفاده نموده است.

افزون بر این به دلیل پویایی بازارهای سرمایه، مدل سازی مالی باید الزامات و نیازهای
جدید را از طریق مدل‌های تصمیم‌گیری قابل انعطاف‌تر برآورده سازد. این مدل‌ها باید
معیارهای مختلفی، علاوه بر معیارهای بازده و ریسک را در نظر گیرد. در این راستا باید از
روش‌های مختلف برنامه‌ریزی ریاضی در دستیابی به این معیارها، استفاده شود.

این وضعیت ایجاب می‌نماید که محدودیت‌ها و اهداف بازار سرمایه، بدره سهام و
رویکردهای سرمایه‌گذاری بطور یکپارچه مورد شناسایی قرار گیرد. مدل‌های فراگیر و در عین
حال یکپارچه، به سرمایه‌گذار فرصت خواهد داد تا محدودیت‌ها و اهداف مورد نظر خود را
در مدل انتخاب و به فراخور اولویت مورد نظر خود در چارچوب تئوری بدره سهام، از مدل
استفاده نماید و اطلاعات موثر در افق زمانی دور و نزدیک سرمایه‌گذاری را سریعاً در تصمیم

مقاله حاضر به طراحی مدل یکپارچه سبد سهام با استفاده از رویکردهای جامع سرمایه گذاری و برنامه ریزی ریاضی چند هدفه ، می پردازد.

نیاز به مدل یکپارچه و فراگیر

مدل سازی مالی از تلفیق رویکرد مالی و برنامه ریزی ریاضی و در پاسخ به نیاز تصمیم گیری بهینه سرمایه گذاری و مالی پدید آمده است. مارکوویتز بهینه سازی تصمیم گیری سبد سهام را نخستین بار براساس معیارهای واریانس و میانگین مطرح نمود (Markowitz, 1952). او واریانس سبد سهام را به صورت مجموع موزون واریانس ها و کوواریانس های سهام درون سبد تعریف و نشان داد که پرگونه سازی سبد سهام قادر است ریسک آن را کاهش دهد. وی خصوصیت سبد سهام کارا را به این صورت تعریف نمود: دارای حداقل واریانس در ازای بازده معین و یا دارای حداکثر بازده در ازای ریسک معین. او مکان هندسی سبدهای سهام کارا (با ریسک های مختلف) را تحت عنوان مرز کارا تعریف نمود و از برنامه ریزی ریاضی درجه دوم (تابع هدف غیر خطی به علاوه دو محدودیت خطی) برای به دست آوردن حداقل واریانس به ازای بازده معین استفاده نمود. شارپ نیز بر مبنای انگاره اولیه ای از مارکوویتز مدل تک شاخصی و مفهوم سبد سهام بازار را ارائه داد. به زعم او ریسک سبد به دو نوع سیستماتیک و غیر سیستماتیک تفکیک می شود که تنها بخش غیر سیستماتیک آن قابل کاهش بوده و بخش سیستماتیک آن غیر قابل کاهش می باشد و مقدار آن برابر ریسک سبد سهام بازار است. از دید او یگانه ارتباط متقابل سهم ها در همبستگی آنها با سبد سهام بازار است. شارپ معیار بتا (b) را برای ریسک تعریف نمود که مقدار آن برابر تغییرات حاصله در بازده هر سهم به ازای یک واحد تغییر در بازده بازار است. شارپ با استفاده از معیار بتا، ریسک سبد سهام را به صورت ترکیب خطی ریسک تک تک سهام تعریف نمود. به زعم شارپ ، سبد سهام بهینه منحصر به فرد بوده و آن سبد سهام بازار است. شارپ با تعریف دارایی بدون ریسک، مرز کارای جدیدی به صورت مماس بر مرز کارای مارکوویتز تعریف نمود. وی همچنین با استفاده از معیار بتا، مدل برنامه ریزی ریاضی مارکوویتز را ساده سازی و به صورت یک مدل برنامه ریزی خطی فرمول بندی نموده است.

در دو دهه اخیر، برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه (MOP) توسعه زیادی یافته و برنامه‌ریزی آرمانی (GP) به مشهورترین گونه آن تبدیل گردیده است. لی و لرو، لی و چسر، تاپو و فینستین با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مدل‌هایی برای بهینه‌سازی سبد سهام ارائه داده‌اند. این مدل‌ها در محورهای زیر بایکدیگر اشتراک دارند.

- ۱- بهینه‌سازی را از طریق کمینه کردن ریسک و / یا بیشینه کردن بازده انجام می‌دهند.
 - ۲- سهام مورد نظر پیش از ورود به سبد از طریق تحلیل بنیادی موردگزینش قرار می‌گیرند.
 - ۳- محدودیت‌هایی در قالب بودجه کل سرمایه‌گذاری، حداکثر سرمایه‌گذاری در سهام تعریف شده‌اند.
 - ۴- در تشکیل سبد و بهینه‌سازی آن به اطلاعات تاریخی بازده سهم بسنده می‌شود.
- مدل پیشنهادی در این مقاله علاوه بر موارد فوق، اطلاعات افق زمانی آتی، نسبت‌های مالی و استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مبتنی بر بی‌قاعدگی‌های بازار را نیز ملحوظ نموده است.

ساختار مدل

رویکرد مالی

توسعه مدل بهینه‌سازی سبد سهام، در درجه اول بر مفروضات پایه‌ای مارکویتز مبتنی هستند: سرمایه‌گذاران نسبت به بازده علاقمند و نسبت به ریسک بی‌علاقه‌اند، در تصمیم‌گیری رفتار عقلایی دارند، و بر مبنای بیشینه‌کردن مطلوبیت منتظره خویش تصمیم می‌گیرند. بنابراین، مطلوبیت سرمایه‌گذار تابع ریسک و بازده مورد انتظار است.

در مدل حاضر نیز از ریسک و بازده به عنوان دو پارامتر اصلی تصمیم‌گیری استفاده شده و هدف اصلی مدل تشکیل سبد سهام کارا قرار گرفته است. مدل‌های توسعه یافته از امید ریاضی بازده‌های تاریخی هر سهم در بهینه‌سازی بهره می‌گیرد. مدل‌های پرتفولیو به مقادیر "پیش از واقعه" نیاز دارند که احتمالاً و غالباً با داده‌های تاریخی متفاوتند. انتظارات سرمایه‌گذاران در تعیین قیمت سهام جنبه کلیدی دارند. مدل فراگیر باید علاوه بر این معیار، به بازده و جریان نقدی تخمینی دوره آتی نیز توجه نماید. بی‌توجهی به بازده و جریان نقدی تخمینی دوره آتی در مدل‌های فوق‌الاشاره ممکن است ریشه در چیرگی فرضیه بازار کارا داشته باشد.

براساس فرضیه مزبور بهترین تخمین قیمت آتی یک سهم قیمت جاری آن است و کلیه اطلاعات آتی در قیمت جاری سهام منعکس اند، لذا انگیزه ای برای تخمین بازده آتی - که نقش مهمی در تعیین قیمت آتی سهم ایفا می نماید- باقی نمی ماند. با این وجود شواهدی در بازارهای پیشرفته سرمایه مشاهده می شوند که اغلب تحت عنوان بی قاعدگی های بازار مورد تاکید قرار می گیرند. نتایج حاصله در تضاد کامل با آن چیزی هستند که در یک بازار کاملاً کارا مورد انتظار است. دو مورد از این بی قاعدگی ها که در مدل پیشنهادی لحاظ گردیده اند عبارتند از: استراتژی P/E پائین و تأثیر اندازه.

شماری از پژوهشگران از جمله باسو و دانی تأثیر استراتژی P/E پائین در پیش بینی بازده سرمایه گذاری را مورد تحقیق قرار داده اند. همچنین شماری از پژوهشگران از جمله بانز و رینگانوم تأثیر میزان ارزش بازار شرکت و به عبارتی تأثیر اندازه و یابزرگی و کوچکی آن را در بازده سرمایه گذاری مورد بررسی قرار داده اند (Banz, 1981).

با عنایت به مناقشاتی که حول فرضیه بازارهای کارا در راستای استراتژی های سرمایه گذاری و تخمین قیمت آتی سهام وجود دارد، عقلایی تر آن است که هم استراتژی های گفته شده و هم بازده آتی تخمینی سهم در بدنه سبد سهام مورد توجه قرار گیرد.

به علاوه، استفاده کننده با بیان رجحان های خویش در خصوص مزیت نسبی سهام گلچین شده در فرایند بهینه سازی اقدام می نماید.

رویکرد مدل سازی بیان شده در عین فراگیر بودن یک رویکرد یکپارچه است، زیرا همه اهداف تعیین شده را بدون مصالحه بر سر هدف اصلی یعنی تشکیل سبد سهام کارا مورد توجه قرار می دهد.

رویکرد برنامه ریزی ریاضی

این رویکرد در پی بهینه سازی تخصیص مبالغ مورد سرمایه گذاری بر روی هر سهم است، مسأله بهینه سازی عبارت از این است که مقادیر متغیرها را به گونه ای بیابیم که تابع هدف با ارضای محدودیت ها، کمینه یا بیشینه گردد. در دنیای واقعی تصمیم گیرنده باید چند هدف متعارض را بهینه نماید. برنامه ریزی ریاضی برای بهینه سازی چند هدف، بهینه سازی چند

هدفه نامیده می‌شود.

برنامه‌ریزی خطی و برنامه ریزی غیر خطی دو جریان اصلی برنامه‌ریزی چند هدف هستند که خود دارای انشعابات متعدّدند. برنامه‌ریزی آرمانی معروف ترین مدل برنامه ریزی ریاضی چند هدفه است. گونه های خطی آن بسیار توسعه یافته تر از گونه غیرخطی آن می باشد. در برنامه ریزی آرمانی به جای بهینه سازی خود توابع هدف، جمع ارشمیدسی انحرافات از مقادیر مورد نظر (قابل دستیابی) کمینه می گردد و تابع هدف از تابع متغیرهای انحرافی و عوامل اولویت و اوزان تخصیصی به آنها تشکیل می گردد. مقادیر آرمانی و یا مقادیر حدی هر معیار (هدف)، سطح تمایل نامیده می شود. متغیرهای انحرافی به دو شکل انحراف مثبت (P) و انحراف منفی (n) ظاهر می شود و حاصل ضرب آنها برابر صفر است. تعداد و ساختار متغیرهای انحرافات به ساختار اهداف تصمیم گیرنده بستگی دارد.

بیان مدل

بیان ریاضی مدل از تعریف مجموعه، تعریف پارامترها، تعریف متغیرها، توضیح توابع هدف - محدودیت و توضیح تابع هدف تشکیل می گردد.

تعریف مجموعه

$i=1 \dots$	مجموعه سهم های درون سبد
$t=1 \dots T$	مجموعه دوره های آتی سرمایه گذاری
$j=1 \dots J$	مجموعه سهام دارای محدودیت های سرمایه گذاری (حداقل)
$h=1 \dots H$	مجموعه سهام دارای محدودیت های سرمایه گذاری (حداکثر)
$k=1 \dots K$	مجموعه صنایع دارای محدودیت های سرمایه گذاری (حداقل)
$l=1 \dots L$	مجموعه صنایع دارای محدودیت های سرمایه گذاری (حداکثر)
$c_1=1 \dots C_1$	مجموعه سهام دارای CAP معین (حداقل)
$c_2=1 \dots C_2$	مجموعه سهام دارای CAP معین (حداکثر)
$c_3=1 \dots C_3$	مجموعه سهام دارای P/E پائین (حداقل)

$c_4=1$ و ... و C_4	مجموعه سهام دارای P/E پائین (حداکثر)
$m_1=1$ و ... و M_1	مجموعه سهام دارای نسبت جاری معین (حداقل)
$m_2=1$ و ... و M_2	مجموعه سهام دارای نسبت پوشش ثابت معین (حداقل)
$m_3=1$ و ... و M_3	مجموعه سهام دارای نسبت سود به فروش معین (حداقل)
$m_4=1$ و ... و M_4	مجموعه سهام دارای نسبت فروش به ارزش بازار معین (حداقل)

تعریف پارامترها

BC	بودجه کل سرمایه گذاری
$E(TR_i)$	بازده منتظره هر سهم (بازده کل)
$E(TRP)$	سطح تمایل بازده منتظره سبد سهام (بازده کل)
b_i	ریسک هر سهم
bp	سطح تمایل ریسک سبد سهام
R_{it}	بازده آتی هر سهم
$(RP)_t$	سطح تمایل بازده آتی سبد سهام
$E(DD)_t$	بازده نقدی منتظره هر سهم
$E(DDP)$	سطح تمایل بازده نقدی منتظره سبد سهام
A_j	سطح تمایل به سرمایه گذاری در سهام دارای محدودیت (حداقل)
B_h	سطح تمایل به سرمایه گذاری در سهام دارای محدودیت (حداکثر)
F_k	سطح تمایل به سرمایه گذاری در صنایع دارای محدودیت (حداقل)
G_l	سطح تمایل به سرمایه گذاری در صنایع دارای محدودیت (حداکثر)
O_{c1}	سطح تمایل به سرمایه گذاری در سهام دارای CAP (ارزش بازار کل سهام یک شرکت) معین (حداقل)
O_{c2}	سطح تمایل به سرمایه گذاری در سهام دارای CAP (ارزش بازار کل سهام یک شرکت) معین (حداکثر)
R_{c3}	سطح تمایل به سرمایه گذاری در سهام دارای P/E پائین (حداقل)

S_{c4}	سطح تمایل به سرمایه‌گذاری در سهام دارای <i>PIE</i> پائین (حداکثر)
U_{m1}	سطح تمایل به سرمایه‌گذاری در سهام دارای نسبت جاری معین (حداقل)
V_{m2}	سطح تمایل به سرمایه‌گذاری در سهام دارای پوشش ثابت معین (حداقل)
Z_{m3}	سطح تمایل به سرمایه‌گذاری در سهام دارای نسبت سود به فروش معین (حداقل)
Y_{m4}	سطح تمایل به سرمایه‌گذاری در سهام دارای نسبت فروش به ارزش بازار معین (حداقل)

تعریف متغیرها

X_i	میزان مبلغ سرمایه‌گذاری در هر سهم
n_w	متغیر انحرافی منفی در آرمان W
P_w	متغیر انحرافی مثبت در آرمان W

توضیح توابع هدف - محدودیت

در برنامه ریزی آرمانی محدودیت قابل نگرش به صورت توابع هدف هستند، به همین جهت از توابع هدف - محدودیت بحث می‌نماییم.

$$\sum X_i + n_1 - p_1 = BC \quad (1)$$

این رابطه نشانگر جذب بودجه کل سرمایه‌گذاری توسط سهام درون سبد است.

$$\sum X_i E(TR_i) + n_p - p_p = E(TRP) \cdot BC \quad (2)$$

نشانگر بازده انتظاری سبد سهام است. فرض می‌شود که امید ریاضی بازده‌های تاریخی، سهام، تخمین مناسبی برای بازده دوره جاری هر سهم است.

$$TR_1 = \frac{\text{قیمت ثانویه} - \text{قیمت اولیه} + \text{درآمد}}{\text{قیمت اولیه}} \quad (3)$$

$$\sum X_i \cdot b_i + n_3 - p_3 = (bP) BC$$

نشانگر ریسک انتظاری سبد سهام است. فرض می‌شود که بتای تاریخی هر سهم، تخمین

$$\sum x_i E(DD_i) + n_\varphi - P_\varphi = E(DDP) \cdot BC \quad (4)$$

نشانگر بازده نقدی انتظاری سبد سهام است. فرض می شود که امید ریاضی بازده های نقدی تاریخی هر سهم، تخمین مناسبی برای بازده دوره جاری هر سهم است.

$$\sum x_i \cdot R_{it} + n_\Delta - p_\Delta = (RP)_t (BC) \quad (5)$$

نشانگر بازده انتظاری دوره آتی سبد سهام است، فرض می شود که سهام مورد نظر برای تشکیل سبد سهام مورد بررسی اقتصادی قرار می گیرند و بازده دوره یا دوره های آتی آن تخمین زده می شود.

$$\sum x_i + n_j - p_j = A_j \quad ; j=1, \dots, J \quad (6)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه گذاری در سهام دارای حساسیت های فنی یا ویژگی های خاص از حیث سهم بازار، نرخ بازده و ریسک است.

$$\sum x_i + n_h - p_h = B_h \quad ; h=1, \dots, H \quad (7)$$

نشانگر سطح تمایل به حداکثر سرمایه گذاری در سهام دارای حساسیت های فنی یا ویژگی های خاص از حیث سهم بازار، نرخ بازده و ریسک معین است.

$$\sum x_i + n_k - p_k = F_k \quad ; k=1, \dots, K \quad (8)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه گذاری در صنایع دارای حساسیت ها و ویژگی های خاص از حیث نرخ بازده، و حساسیت های فنی و غیره است.

$$\sum x_i + n_l - p_l = G_l \quad ; l=1, \dots, L \quad (9)$$

نشانگر سطح تمایل به حداکثر سرمایه گذاری در صنایع دارای حساسیت های فنی یا ویژگی های خاص از حیث سهم بازار، نرخ بازده و ریسک معین است.

$$\sum x_i + n_{c_1} - p_{c_1} = B_1 \quad ; C_1=1, \dots, C_1 \quad (10)$$

نشانگر توجه سرمایه گذار به استراتژی سرمایه گذاری در سهام Low CAP (سهام شرکتی که ارزش بازار کل سهام آن در بین شرکت های عضو بورس در سطح پایین قرار دارد) یا Large CAP (سهام شرکتی که ارزش بازار کل سهام آن در بین شرکت های عضو بورس در سطح بالاتر قرار دارد) است. فرض می شود که سرمایه گذار به بی قاعدگی های بازار توجه دارد. و رابطه نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه گذاری است.

$$\sum x_i + n_{c2} - P_{c2} = Q_{c2} \quad ; c_2=1, \dots, C_2 \quad (11)$$

نشانگر سطح تمایل به حداکثر سرمایه‌گذاری در سهام براساس استراتژی فوق‌الشاره است (مورد ۱۰)

$$\sum x_i + n_{c3} - P_{c3} = R_{c3} \quad ; C_3=1, \dots, C_3 \quad (12)$$

نشانگر توجه سرمایه‌گذار به استراتژی سرمایه‌گذاری در سهام دارای P/E پائین و نشانگر توجه سرمایه‌گذار به بی‌قاعدگی‌های بازار و سطح تمایل به حداقل سرمایه‌گذاری در این مجموعه از سهام است.

$$\sum x_i + n_{c4} - P_{c4} = S_{c4} \quad ; C_4=1, \dots, C_4 \quad (13)$$

نشانگر سطح تمایل به حداکثر سرمایه‌گذاری در سهام براساس استراتژی فوق‌الشاره است (مورد ۱۲).

$$\sum x_i + n_{m1} - P_{m1} = U_{m1} \quad ; m_1=1, \dots, M_1 \quad (14)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه‌گذاری در سهام دارای نسبت جاری معین است.

$$\sum x_i + n_{m2} - P_{m2} = V_{m2} \quad ; m_2=1, \dots, M_2 \quad (15)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه‌گذاری در سهام دارای پوشش ثابت معین است.

$$\sum x_i + n_{m3} - P_{m3} = Z_{m3} \quad ; m_3=1, \dots, M_3 \quad (16)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه‌گذاری در سهام دارای حاشیه سود معین (نسبت سود به فروش معین) است.

$$\sum x_i + n_{m4} - P_{m4} = Y_{m4} \quad ; m_4=1, \dots, M_4 \quad (17)$$

نشانگر سطح تمایل به حداقل سرمایه‌گذاری در سهام دارای نسبت فروش محصول به ارزش بازار شرکت به میزان معین است.

توضیح تابع هدف

تابع هدف مدل دربرگیرنده متغیرهای انحرافی منفی و مثبت به صورت کمینه‌سازی است. در این تابع متغیرهای انحرافی قابل تبدیل به یکدیگرند و مجموع موزون آنها قابل حصول

نگاره ۱. داده‌های تاریخی بازده کلی و ضریب بتا و قابلیت اطمینان بتا

ردیف	نام شرکت/بازده کل سالانه	1370	1371	1372	1373	1374	1375	7376	1377	1378	ضریب بتا	RSQ
1	افست	0.10	0.81	0.60	4.02	5.92	0.14	0.19	0.24	0.76	2.60	0.60
2	کرین ایران				0.23	0.87	-0.31	0.3	0.15	2.09	0	0.60
3	نفت تهران	0.57	0.15	0.60	0.88	1.65	0.25	0.09	0.52	0.78	1	0.68
4	داروسازی ابرویحان	0	0.17	-0.02	1.35	1.02	0.12	0.21	-0.24	1.27	0.591	0.37
5	کف	0.06	0.03	0.41	1.95	0.71	0.64	0.16	0.40	0.99	0.444	0.21
6	شیشه و گاز	0.52	-0.18	1.21	2.43	1.45	0.18	-0.37	-0.02	1.67	1.011	0.42
7	سیمان کرمان	1.01	0	0.24	1.22	0.61	0.12	-0.23	0.05	1.14	0.66	0.56
8	نورده و تولید قطعات فولادی				0.19	2.68	1.22	-0.34	-0.28	2.35	1.197	0.36
9	لامیران	0.89	-0.18	0.17	5.34	2.55	0.11	0.07	0.27	1.37	2.10	0.54
10	ایران ترانسفو		0.73	-0.28	1.10	0.30	0.90	0.16	-0.31	4.21	0.425	0.03
11	لامپ پارس شهاب					1.96	3.89	0.05	-0.22	1.21	3.305	0.37
12	ایران خودرو			0	0.06	3.56	2.15	0.21	0.12	0.90	1.30	0.20
13	ایران وانت (گروه بهمن)			0	2.35	0.22	1.08	0.15	-0.04	0.46	0.594	0.20
14	سرمایه گذاری البرز	1.28	-0.18	-0.21	2.88	2.44	0.02	-0.48	0.10	0.48	2	0.87
15	توسعه صنایع بهشهر	1.79	0.99	0.84	5.59	2.36	-0.3	-0.12	0.27	0.42	2.07	0.50
16	سبد سهام بازار	1.16	0.06	0.05	1.18	1.60	0.27	-0.09	0.07	0.53	1	

$$\text{Min}(n_{1j}, P_{1j}, n_{2j}, P_{2j}, n_{3j}, n_{4j}, \sum_{j=1}^J n_{j1}, \sum_{h=1}^H P_{h1}, \sum_{k=1}^K n_{k1}, \sum_{l=1}^L P_{l1}, \sum_{c_1=1}^{C_1} n_{c_11}, \sum_{c_2=1}^{C_2} P_{c_21}, \sum_{c_3=1}^{C_3} n_{c_31}, \sum_{c_4=1}^{C_4} P_{c_41}, \sum_{m_1=1}^{M_1} n_{m_11}, \sum_{m_2=1}^{M_2} n_{m_21}, \sum_{m_3=1}^{M_3} n_{m_31}, \sum_{m_4=1}^{M_4} n_{m_41})$$

با هر ترکیبی تابع هدف برنامه ریزی آرمانی را با توجه به اولویت های مدیریتی می توان شکل داد.

اجرای مدل

به منظور اجرای مدل در شرایط واقعی، ۱۵ شرکت سود آور عضو بورس تهران به طور تصادفی انتخاب شدند.

هدف از انتخاب این تعداد سهم، نیل به پرگونه سازی مؤثر سبد سهام است. ایوانز و آرچر دریافتند که ریسک یک سبد متشکل از ۱۵ سهم تقریباً با ریسک کل بازار برابر است. بر اساس داده‌های تاریخی بازده کل (برای سالهای ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۷۸)، میانگین بازده کل و ضریب بتای هر سهم به صورت شیب رگرسیون خطی بازده کل هر سهم با بازده سالانه سبد سهام بازار محاسبه گردید (نگاره ۱).

شاخص بازده جامع یا شاخص بهره‌وری سرمایه در بورس به عنوان نماینده سبد سهام بازار به کار گرفته شد.

پس از محاسبه بتا، از معیار R^2 جهت نیکویی برازش رگرسیون خطی بازده کل استفاده شد. استرانگ از این معیار جهت ارزیابی قابلیت اطمینان بتا استفاده نموده است (Strong, 2000). به این ترتیب سهام دارای R^2 کمتر از ۲۰٪ شامل ایران ترانسفو و کرین ایران حذف گردیدند (نگاره ۲).

جهت مقادیر بازده آتی از اطلاعات سال ۱۳۷۸ (با فرض تکرار در دوره آتی) استفاده گردید. توابع هدف - محدودیت بر اساس مفروضات زیر تعریف شدند:

۱- بودجه کل سرمایه‌گذاری توسط سهام درون سبد جذب شود.

۲- سطح تنبایل بازده کل سبد برابر حداقل ۸۰ درصد تعیین گردید.

نگاره ۲. داده های اولیه سهام انتخابی برای تشکیل سبد سهام

نسبت فروش به ارزش	نسبت سود خالص به فروش	نسبت پوشش ثابت	نسبت جاری	P/E	بازده کل آتی (تکرار بازده سال ۱۳۷۸)	بازده نقدی	ضریب بتا	میانگین بازده کل	ارزش بازار در سال ۱۳۷۸ (میلیارد ریال)	نام شرکت / بازده کل سالانه	ردیف
0.839	0.33	2.6	1	2.9	0.76	0.29	2.60	1.42	82.4	افست	1
0.937	0.46	3.8	1.2	3.2	0.78	0.20	1	0.61	207	نفت تهران	2
1.796	0.38	5.4	1	3.1	1.27	0.29	0.591	0.43	15	داروسازی اهورامحان	3
1.254	0.46	6.2	1.2	2.2	0.99	0.33	0.444	0.59	186	کف	4
2.432	0.25	1.6	1.7	2.5	1.67	0.32	1.011	0.77	30.5	خشینه و گاز	5
1.353	0.31	3.2	0.8	2.8	1.14	0.36	0.66	0.46	55.9	سیمان کرمان	6
2.2	0.19	3.7	1.6	2.6	2.35	0.35	1.197	0.97	28.9	نورد و تولید قطعات فولادی	7
0.431	0.63	1.5	1.4	3.9	1.37	0.46	2.10	1.18	135	لامبران	8
2.891	0.35	1	1.4	2.9	1.36	0.25	3.305	1.23	37.8	لامپ پارس شهاب	9
2.782	0.16	0.7	1.2	2.4	0.90	0.20	1.300	1	1676	ایران خودرو	10
1.236	0.47	5.9	1.8	3.1	0.46	0.11	0.594	0.60	238	ایران رانت	11
0.355	0.90	24	1.5	2.6	0.48	0.24	2	0.70	289	سرمایه گذاری البرز	12
0.336	1	61	1	3	0.42	0.26	2.07	1.31	1132	توسعه صنایع بهشهر	13

۳- سطح تمایل ضریب بتا برای سبد برابر ۱ تعیین گردید (به این معنی که حساسیت تغییرات بازده سبد به تغییرات بازده بازار برابر ۱ باشد)

۴- سطح تمایل بازده نقدی سبد برابر ۳۰ درصد تعیین شد.

۵- سطح تمایل بازده کل دوره آتی سبد برابر حداقل ۸۰ درصد تعیین شد.

۶- حداقل ۳ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام نفت بهران تخصیص یابد.

۷- حداقل ۷ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام سیمان کرمان تخصیص یابد (به دلیل بتای پایین).

۸- حداقل ۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام لامیران تخصیص یابد (به دلیل سیاست تجاری).

۹- حداکثر ۱۰ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام افست تخصیص یابد (به دلیل بتای بالا).

۱۰- حداکثر ۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام توسعه صنایع بهشهر تخصیص یابد (به دلیل بتای بالا).

۱۱- حداکثر ۶ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام لامپ پارس شهاب تخصیص یابد (به دلیل بتای بالا).

۱۲- حداقل ۱۵ درصد و حداکثر ۲۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به صنایع فرآورده‌های حاصل از نفت و لوازم برقی (شامل سهام نفت بهران و لامپ پارس شهاب) تخصیص یابد.

۱۳- حداکثر ۷۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام دارای P/E کمتر از ۳ شامل سهام افست، کف، شیشه و گاز، سیمان کرمان، نورد و تولید قطعات فولادی، لامیران، لامپ پارس شهاب، ایران خودرو و سرمایه‌گذاری البرز تخصیص یابد.

۱۴- حداقل ۳۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام شرکت‌های با ارزش بازار کمتر از ۱۰۰ میلیارد ریال (به مآخذ سال ۱۳۷۸) شامل سهام افست، داروسازی ابوریحان، شیشه و گاز، سیمان کرمان، نورد و تولید قطعات فولادی و لامپ پارس شهاب تخصیص یابد.

۱۵- حداکثر ۱۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام شرکت‌های با نسبت جاری کمتر از ۱۰۰٪ شامل سهام افست، داروسازی ابوریحان، سیمان کرمان، توسعه صنایع بهشهر تخصیص

نگاره ۴. ضرایب تکنولوژیک و متغیرهای سمت راست در تابلوی شماره ۱ برنامه ریزی آرمانی

ردیف	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب	تابلوی - متغیرهای سمت راست	ضرایب
1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1
2	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1.42	0.61	0.43	0.59	0.77	0.46	0.97	1.18	1.23	1.00	0.60	0.70	1.31	0.8	0.8	0.70	1.31	0.8	0.70	1.31	0.8
3	تابلوی - متغیرهای سمت راست	2.60	1.00	0.591	0.444	1.011	0.66	1.197	2.10	3.305	1.30	0.594	2.00	2.07	1	0.30	2.00	2.07	1	0.30	2.00	2.07
4	تابلوی - متغیرهای سمت راست	0.29	0.20	0.29	0.33	0.32	0.36	0.35	0.46	0.25	0.20	0.11	0.24	0.26	0.30	0.30	0.24	0.26	0.30	0.30	0.24	0.26
5	تابلوی - متغیرهای سمت راست	0.76	0.78	1.27	0.99	1.67	1.14	2.35	1.37	1.36	0.90	0.46	0.48	0.42	0.8	0.8	0.48	0.42	0.8	0.8	0.48	0.42
6	تابلوی - متغیرهای سمت راست		1												0.03					0.03		
7	تابلوی - متغیرهای سمت راست						1								0.07					0.07		
8	تابلوی - متغیرهای سمت راست							1							0.05					0.05		
9	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1													0.10					0.10		
10	تابلوی - متغیرهای سمت راست														0.05					0.05		
11	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.06					0.06		
12	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.12					0.12		
13	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.15					0.15		
14	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.25					0.25		
15	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1								1					0.75					0.75		
16	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1								1					0.35					0.35		
17	تابلوی - متغیرهای سمت راست	1								1					0.15					0.15		
18	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.07					0.07		
19	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.15					0.15		
20	تابلوی - متغیرهای سمت راست									1					0.15					0.15		

یابد.

۱۶- حداکثر ۷ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام شرکت‌های با نسبت پوشش ثابت کمتر از ۱/۵ شامل لامپ پارس شهاب و ایران خودرو تخصیص یابد.

۱۷- حداکثر ۱۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام شرکت‌های با نسبت سود به فروش کمتر از ۰/۳ شامل سهام شیشه و گاز، نورد و تولید قطعات فولادی، ایران خودرو تخصیص یابد.

۱۸- حداکثر ۱۵ درصد بودجه کل سرمایه‌گذاری به سهام شرکت‌های با نسبت فروش به ارزش بازار کمتر از ۰/۵ شامل سهام لامیران، سرمایه‌گذاری البرز، توسعه صنایع بهشهر تخصیص یابد.

مقدار آرمان‌ها و ضرایب تکنولوژیک در نگاره ۳ تعریف شده‌اند.

۱۹- تابع هدف به صورت کمینه‌سازی مجموع انحرافات در آرمان‌ها (بر اساس متغیرهای انحرافی تعریف شده در اهداف بالا) تعریف گردید و کل تابع هدف در چارچوب یک اولویت با دو گروه اولویت فرعی تعریف گردید.

نگاره ۴. مقادیر متغیرهای اصلی

متغیر اصلی	مقدار
X_1	0.085
X_2	0.127
X_3	0
X_4	0.4
X_5	0
X_6	0.015
X_7	0.25
X_8	0.012
X_9	0
X_{10}	0
X_{11}	0.061
X_{12}	0
X_{13}	0.05

اولویت فرعی مرتبه اول به آرمان های بودجه کل سرمایه گذاری، میانگین بازده کل، بتا، میانگین بازده نقدی و بازده کل دوره آتی با وزن های یکسان و اولویت فرعی مرتبه دوم به سایر آرمان ها با وزن های یکسان تخصیص داده شد.

یافته های تحقیق و نتیجه گیری

مدل با هدف تعیین ترکیب بهینه سبد سهام براساس معیارهای مورد نظر ساخته شد. مفروضات شامل سطوح تمایل، مراتب اولویت و وزن متغیرهای انحرافی، و تعیین مقدار آستانه ای معیار توسط کاربر مدل تعریف گردید که به طور موردی قابل تغییر است. نتیجه حل مدل (نگاره های ۴ و ۵) نشان می دهد که:

نگاره ۵. مقادیر متغیرهای انحرافی

مقدار	متغیر انحرافی	مقدار	متغیر انحرافی
0	P10	0	N1
0	P11	0	P1
0	P12	0	N2
0.106	N13	0	P3
0	P14	0	N4
0	P15	0	N5
0	N16	0	N6
0	P17	0.019	N7
0	P18	0	N8
0.05	P19	0	P9
0	P20		

آرمان بودجه کل سرمایه گذاری به طور کامل محقق گردیده و همه بودجه سرمایه گذاری جذب شده است.

آرمان میانگین بازده کل سبد (به مقدار حداقل ۸۰ درصد) تأمین گردیده است.

آرمان ریسک سبب (ضریب بتا به مقدار حداکثر برابر ۱) کاملاً تحقق یافته است.

آرمان میانگین بازده نقدی سبب (به مقدار حداقل ۳۰ درصد) کاملاً تأمین گردیده است.

آرمان بازده دوره آتی سبب (به مقدار حداقل ۸۰ درصد) به طول کامل تأمین گردیده است.

شایان ذکر است که نتیجه بازده انتظاری جاری، ریسک انتظاری، بازده نقدی انتظاری و بازده

آتی سبب براساس نتایج بدست آمده به ترتیب برابر ۰/۸، ۱، ۰/۳۰ و ۱/۲۳ است. آرمان

سرمایه گذاری در سهام نفت بهران به میزان حداقل ۳ درصد (برابر ۱۲/۵ درصد) دارای

انحراف مثبت است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام سیمان کرمان به میزان حداقل ۷ درصد (برابر ۱/۵ درصد)

تحقق نیافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام نورد و تولید قطعات فولادی به میزان حداقل ۵ درصد به

طور کامل تحقق یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام افست به میزان حداکثر ۱۰ درصد (برابر ۸/۵ درصد) تحقق

یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام توسعه صنایع بهشهر به میزان حداکثر ۵ درصد (برابر ۵ درصد)

تحقق یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام لامپ پارس شهاب به میزان حداکثر ۶ درصد (برابر صفر

درصد) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام لامیران به میزان حداکثر ۱۰ درصد (برابر ۱/۲ درصد) تحقق

یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام صنایع نفت و برق به میزان حداقل ۱۵ درصد و به میزان

حداکثر ۲۵ درصد (برابر ۱۲/۵ درصد) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در سهام با P/E کمتر از ۳ به میزان حداکثر ۷۵ درصد (برابر ۷۵ درصد)

کاملاً تحقق یافته است.

آرمان سرمایه گذاری در شرکت های با ارزش بازار کمتر از ۱۰۰ میلیارد ریال (سهام

LOW_CAP) به میزان حداقل ۳۵ درصد کاملاً (برابر ۳۵ درصد) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه‌گذاری در شرکت‌های با نسبت جاری کمتر از $1/1$ به میزان حداکثر ۱۵ کاملاً (برابر ۱۵ درصد) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه‌گذاری در شرکت‌های با نسبت پوشش ثابت کمتر از $1/5$ به میزان حداکثر ۷ درصد کاملاً (برابر صفر) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه‌گذاری در شرکت‌های با نسبت سود به فروش کمتر از $0/3$ بیش از میزان حداکثر ۱۵ درصد کاملاً (برابر ۲۰ درصد) تحقق یافته است.

آرمان سرمایه‌گذاری در شرکت‌های با نسبت فروش به ارزش بازار کمتر از $0/5$ به میزان حداکثر ۱۵ درصد کاملاً (برابر $6/2$ درصد) تحقق یافته است.

نتایج حل مدل نشانگر رقابت اهداف و معیارهای تصمیم‌گیری است. برای تغییر میزان تحقق هر یک از معیارها، تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تغییر سطح تمایل سایر معیارها، و همچنین تغییر وزن و اولویت معیار اقدام نماید. برای گسترش تعداد سهام نهایی درون سبد، می‌توان تعداد سهام اولیه را افزایش داد. ملاحظه می‌شود که برنامه ریزی آرمانی لزوماً از همه سهام استفاده نکرده و برخی را از ترکیب سبد حذف می‌نماید.

این مطالعه نشان می‌دهد که از طریق برنامه‌ریزی آرمانی، می‌توان فاصله آرمان‌های سرمایه‌گذاری و مقدورات واقعی را به صورت مقادیر متغیرهای انحرافی شناسایی نمود و سپس با کاستن و افزودن مقادیر آرمانی به راه حل کارا دست یافت. به علاوه با اتکاء به توانایی برنامه‌ریزی آرمانی در اولویت‌بندی اهداف، می‌توان بدون مصالحه بر سر اهداف اصلی یعنی بازده و ریسک، به سایر اهداف (در حدود تمایل و امکان) نایل شد. آزمون مدل ارائه شده از طریق مثال واقعی، بر امکان‌پذیری استفاده از استراتژی‌های سرمایه‌گذاری، «نسبت‌های مالی» و «افق آتی سرمایه‌گذاری» از طریق برنامه‌ریزی چندمعیاره در مدل‌سازی مالی صحه می‌گذارد و راهگشای بهره‌گیری از اندیشه‌های نوین مالی در مدل‌سازی سبد سهام توسط پژوهشگران آتی است.

منابع و مآخذ

صنعتی ایران، ویرایش چهارم، تهران ۱۳۸۰.

شاه‌علیزاده، محمد. ۱۳۷۷. بازده سرمایه‌گذاری در بورس. مجموعه مقالات سومین کنگره ملی بهره‌وری ایران. وزارت جهاد سازندگی و سازمان بهره‌وری ملی ایران. تهران.

Aouni.B. & O. Kettani. 2001. Goal Programming Model: A Glorious history and a Promising Future. *European Journal of Operational Research*. Vol. 133, pp. 225-231.

Banz. R. 1981. The Relationship Between Returns and Market Value of Common Stocks. *Journal of Financial Economics*. Vol. 9 pp. 3-18.

Cooper. Lelas V. & T. Sueyoshi. 1997. Goal Programming Models and Their Duality Relations for use in Evaluating security portfolio and Regression Relations. *European Journal of Operational Research*.

Lee. SANG M. 1972. Goal Programming For Decision Analysis. *AUERBACH*.

Markowitz. H. 1952. Portfolio selection. *Journal of Finance*. Vol. 7, pp. 77-91

Reinganum. Marc R. 1999. The Significance of Market Capitalization in Portfolio Management Over Time. *Journal of Portfolio Management*. pp. 39-50.

Ringuest. J. L. 1992. *Multiobjective optimization: Behavioral and Computational considerations*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts .

Schniedergans. MarcJ. 1984. *Linear Goal Programming*. PETROCELLI Books .

Sharpe. W. 1963. A Simplified Model for portfolio Analysis. *Management Science*. Vol. 9, pp. 277-293.

Strong. Robert A. 2000. *Portfolio Construction, Management, & Protection*. 2Ed, South - Western College Publishing , a division of Thomson Learning Cincinnati, Ohio, P.46.