

# الگوی قیمت گذاری برگ‌های اختیار معامله اوراق بهادار

امید پورحیدری<sup>۱</sup>

## چکیده مقاله

مهم‌ترین وظیفه بورس اوراق بهادار، ایجاد یک بازار کارآ برای قیمت‌گذاری عادلانه اوراق بهادار می‌باشد. این وظیفه از طریق خبرگان مالی اعمال می‌شود. خبرگان مالی اطلاعات مورد نیاز برای قیمت‌گذاری را بر اساس مدل‌های قیمت‌گذاری که بر پایه مفروضات صحیح و مطابق بازار طراحی شده است بدست می‌آورند. انواع اوراق مالی قابل معامله در بورس اوراق بهادار سهام عادی، اوراق قرضه، اختیار معامله اوراق بهادار و قراردادهای آتی می‌باشد. در این مقاله سه مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار شامل مدل توزیع یکنواخت قیمت سهام، مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهام و مدل توزیع نرمال لگاریتمی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

## واژه‌های کلیدی

بورس اوراق بهادار - اوراق قرضه - اختیار معامله اوراق بهادار - مدل‌های قیمت‌گذاری.

## مقدمه

مهمترین وظیفه بورس اوراق بهادار، ایجاد یک بازار کارآ و مداوم برای اوراق بهادار است به گونه‌ای که هر لحظه بتوان اوراق بهادار را به قیمت عادلانه و نزدیک به قیمت معامله قبلی مورد معامله قرار داد. این اوراق بهادار شامل سهام عادی، اوراق قرضه، اختیار معامله اوراق بهادار<sup>۱</sup> و قراردادهای آتی<sup>۲</sup> می‌باشد.

اختیار معامله اوراق بهادار یکی از اوراقی است که اخیراً بسط و گسترش یافته است و به اشکال مختلف می‌باشد. گرچه، به نظر می‌رسد که اختیار معامله اوراق بهادار دارای تاریخچه طولانی می‌باشد و تاریخچه آن به یونان قدیم برمی‌گردد. اما در آن زمان و حتی بعد از آن در قرن ۱۷ میلادی که اختیار معامله اوراق بهادار در هلند مورد استفاده قرار گرفت مکانیزمی برای تضمین عملکرد شرایط معامله اوراق بهادار وجود نداشت. در اوایل سال ۱۹۷۳ اختیار معامله اوراق بهادار در ایالات متحده تنها در بازار OTC<sup>۳</sup> مورد معامله قرار گرفت. شرایط اختیار معامله اوراق بهادار در بازار OTC بوسیله خریدار، فروشنده و یکی از دلالتان یا کارگزاران بازار OTC به عنوان یکی از طرف‌های قرارداد صورت می‌گرفت. در ۲۶ آوریل ۱۹۷۳ با ۲/۵ میلیون دلار هزینه کمیته تهاتر اختیار معامله اوراق بهادار شیکاگو<sup>۴</sup> در کمیته تجارت شیکاگو افتتاح گردید. در ابتدا تنها ۱۶ قرارداد اختیار خرید استاندارد شده برای سهام خاص در بورس اوراق بهادار لیست گردید که حجم معاملات در روز اول در مجموع ۹۱۱ قرارداد بود. معاملات اختیار فروش<sup>۵</sup> در کمیته اختیار معامله اوراق بهادار شیکاگو در سوم ژوئن ۱۹۷۷ شروع شد.<sup>۶</sup>

1- Option

2- Future Contract

3- Over - The - Counter

4- Chicago Board Options Exchanges

5- Put Option

6- Dubofsky. D. A., "Option and Financial Future: Valuation and Uses", McGraw -

اخیراً، در بورس اوراق بهادار تهران، اوراق بهادار در حال بسط و گسترش است و یقیناً در آینده نزدیک یکی از این اوراق بهادار، اختیار معامله اوراق بهادار خواهد بود. بنابر این سرمایه‌گذاران باید از همه فرصت‌های در دسترس آگاه شوند تا بتوانند به طور هوشیارانه ارزیابی نمایند که آیا دارایی برای سرمایه‌گذاری مناسب است و آیا قیمت گذاری آن به طور عادلانه صورت گرفته است یا خیر؟ به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاران باید بفهمند که چگونه از اختیار معامله اوراق بهادار استفاده نمایند که منافع آنان حداکثر گردد.

با شناخت اختیار معامله اوراق بهادار سرمایه‌گذاران قادر خواهند بود که ویژگی‌های ریسک و بازده این اوراق را ارزیابی نمایند. بازار اختیار معامله اوراق بهادار اثر شگفت‌انگیزی بر روی بازارهای دیگر می‌گذارد. بنابر این چندین دلیل مهم در رابطه با شناخت اختیار معامله اوراق بهادار وجود دارد که می‌توان به شرح زیر برشمرد:

- ۱- شناخت ویژگی‌های فرصت‌های سرمایه‌گذاری جدید جهت سرمایه‌گذاری در آنها؛
- ۲- اجتناب از خرید و فروش اختیار معامله اوراق بهادار بدون شناخت ریسک مربوط به آنها؛
- ۳- تأثیر اختیار معامله بر بازار پول و بازار سرمایه؛ و
- ۴- شناخت اینکه چگونه اختیار معامله اوراق بهادار به منظور کاهش یا افزایش ریسک استفاده می‌شود.

در حال حاضر اوراق بهادار مورد معامله در بورس اوراق بهادار تهران شامل سهام عادی، برگ‌های حق تقدیم خرید سهام، و اوراق مشارکت می‌باشد. عمده معاملات بازار بورس اوراق بهادار تهران مربوط به سهام عادی می‌باشد که تا اوایل سال ۱۳۷۵ دارای روند رو به رشد بود. در سال ۱۳۷۵ قیمت سهام کاهش نسبتاً زیادی داشت که می‌تواند بیانگر آگاه شدن مردم و کارا شدن بازار بورس باشد. همانطور که در قبل ذکر شد برای فعال‌تر شدن بورس لازم است اوراق بهادار بیشتری در دسترس سرمایه‌گذاران باشد تا با توجه به ریسک و بازده، فرصت‌های بهتری جهت سرمایه‌گذاری داشته باشند. یکی از این اوراق می‌تواند اختیار معامله اوراق بهادار باشد.

در مقاله حاضر ابتدا انواع اختیار معامله اوراق بهادار و اصطلاحات رایج در رابطه با آنها را تشریح خواهیم نمود. بعد از آن سود و زیان اختیار معامله اوراق بهادار را مورد بحث و بررسی قرار خواهیم داد، سپس به بحث اصلی که نحوه قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار می باشد خواهیم پرداخت و مدل های موجود در این زمینه را مورد نقد و بررسی قرار خواهیم داد و در پایان خلاصه و نتیجه گیری را بیان خواهیم نمود.

### تعاریف و اصطلاحات اختیار معامله اوراق بهادار

دو نوع اصلی اختیار معامله اوراق بهادار وجود دارد؛ اختیار خرید و اختیار فروش، یک اختیار خرید<sup>۱</sup> به دارنده این اختیار را می دهد که تعداد معینی از سهام شرکت خاصی را به قیمت توافقی مشخصی ظرف مهلت معینی خریداری نماید. اختیار فروش به دارنده این حق را می دهد که تعداد معینی از سهام شرکت خاصی را به قیمت توافقی مشخصی در یک تاریخ معین بفروشد. قیمتی که در قرارداد در رابطه با آن توافق می شود قیمت توافقی<sup>۲</sup> نامیده می شود. اختیار معامله اوراق بهادار از نظر تاریخ استفاده از حق به دو نوع تقسیم می شود: اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی، اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی، در اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی، دارنده حق دارد هر موقع خواست از این حق تا تاریخ ذکر شده استفاده نماید.<sup>۳</sup> در اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی دارنده حق دارد در پایان مهلت مقرر از این حق استفاده کند و قبل از آن نمی تواند. اختیار معامله اوراق بهادار در رابطه با قیمت توافقی به سه دسته تقسیم می شوند: دسته

1- Call Option

2- Exercise Price

۳- توجه نمایید که اصطلاح آمریکایی و اروپایی به مفهوم مکان اختیار معامله اوراق بهادار یا بازار اختیار نمی باشد. بعضی از اختیار معامله اوراق بهادار که در بازار بورس آمریکای شمالی معامله می شوند اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی هستند.

اول، اختیار معامله اوراق بهادار که قیمت توافقی آنها برابر قیمت روز سهم است<sup>۱</sup>؛ دسته دوم، قیمت توافقی بیش از قیمت سهم است<sup>۲</sup>؛ دسته سوم، قیمت توافقی کمتر از قیمت سهم می‌باشد<sup>۳</sup>. نوع سوم دارای یک ارزش تئوریک می‌باشد و آن این است که در حال حاضر یک سودی داخل آن می‌باشد. اگر  $X$  قیمت توافقی و  $S$  قیمت سهم باشد در آن صورت در رابطه با دسته اول  $X = S$ ؛ و در رابطه با دسته دوم  $S < X$ ؛ و در رابطه با دسته سوم  $S > X$  می‌باشد. برای انجام معاملات در آمریکا یک اتاق تهاتر<sup>۴</sup> درست شده است. این اتاق تهاتر طرف مقابل خریداران و فروشندگان قرار می‌گیرد. این اتاق تهاتر برای فروشنده خریدار است و برای خریدار فروشنده است. هر یک از این اتاق‌های تهاتر باید دارای یک حداقل سرمایه باشند.<sup>۵</sup>

#### سود و زیان اختیار معامله اوراق بهادار

اختیار معامله اوراق بهادار ابزارهای مالی هستند که برای سفته بازی استفاده می‌شوند. هر ابزاری می‌تواند برای یک هدف متفاوت مفید باشد، اختیار معامله می‌تواند علاوه بر اوراق بهادار متنوع بر روی اوراق قرضه، قراردادهای آتی، ارزهای خارجی نیز انجام شود. سرمایه‌گذاری که پیش‌بینی می‌کند قیمت اوراق بهادار خاصی در آینده افزایش خواهد یافت ممکن است یک اختیار خرید اوراق بهادار خریداری نماید. اگر قیمت اوراق بهادار کاهش یابد سرمایه‌گذار فوق تنها مبلغ صرف پرداختی را ضرر خواهد نمود. اما اگر قیمت اوراق بهادار افزایش یابد، سرمایه‌گذار فوق منافع سرمایه‌گذاری خود را از طریق خرید این

1- At the money

2- out of the money

3- in the money

4- Clearing House

5- Hull, J. C., "Options, Futures, and other Derivative Securities", 2th, Prentice - Hall International Edition, 1993, PP. 140-148.

سهم به قیمت توافقی و فروش آن به قیمت جاری در بازار بدست خواهد آورد. وضعیت سود و زیان خریدار اختیار خرید اوراق بهادار و فروشنده اختیار خرید اوراق بهادار در نمودار شماره یک نشان داده شده است. بر روی محور عمودی سود و زیان و بر روی محور افقی قیمت بازار سهم رسم شده است. ارزش مورد انتظار به وسیله نقطه چین رسم گردیده است. منحنی ترسیم شده قیمت بازار مورد انتظار را در وضعیت یک ماه قبل از انقضاء اختیار خرید نشان می‌دهد. فاصله بین نقطه چین و منحنی رسم شده ارزش زمانی اختیار خرید را نشان می‌دهد. ارزش زمانی برابر با مجموع مبلغ پرداختی بابت صرف و قیمت توافقی منهای قیمت بازار می‌باشد. ارزش زمانی موقعی که قیمت سهم مساوی قیمت توافقی می‌باشد به بیشترین حد خود می‌رسد. ارزش زمانی در تاریخ انقضاء به صفر می‌رسد.<sup>۱</sup>

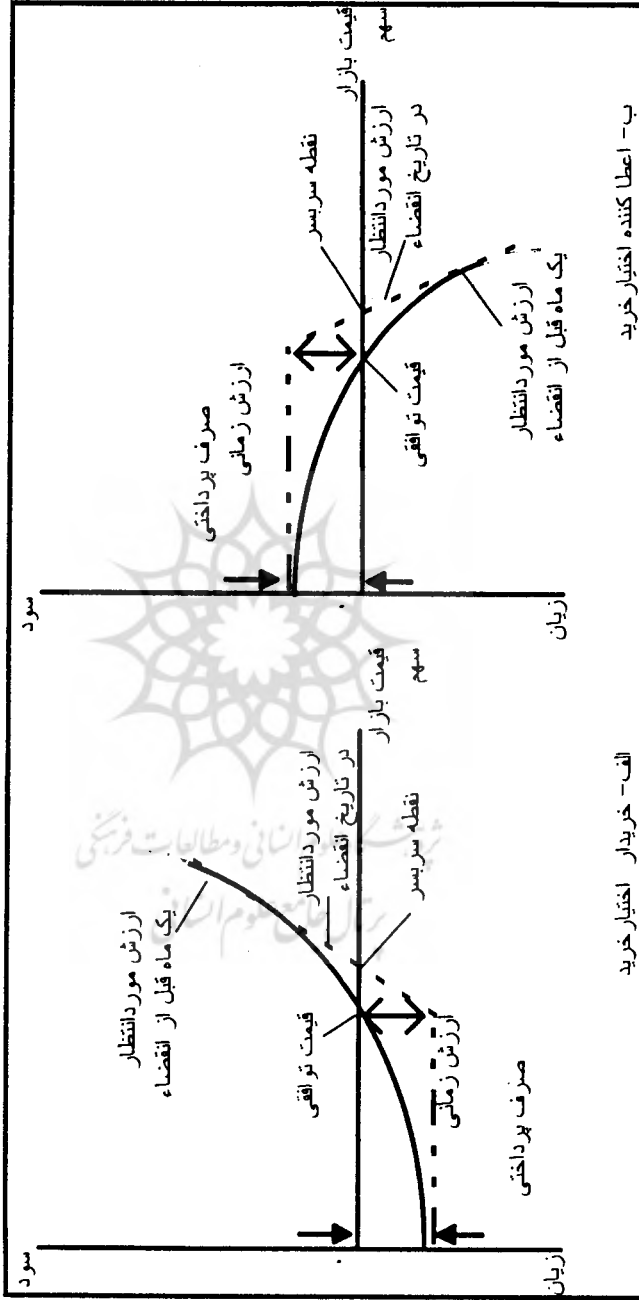
در بخش الف نمودار یک وضعیت خریدار اختیار خرید نشان داده شده است. جایی که قیمت بازار بیش از قیمت توافقی می‌باشد مبلغ صرف پرداختی مورد پوشش قرار گرفته است. به عبارت دیگر در جایی که قیمت توافقی برابر قیمت بازار است سود خریدار صفر است. اگر قیمت بازار به بالای از نقطه سر به سر برسد خریدار با استفاده از اختیار خرید سودی به دست می‌آورد.

در بخش «ب» نمودار شماره یک ملاحظه می‌نمایید که اگر قیمت سهم نزدیک صفر باقی بماند برای خریدار اختیار خرید، سهم فوق به قیمت توافقی سودآور نخواهد بود، در نتیجه اعطاکننده اختیار کل درآمد را به دست خواهد آورد. اما اگر قیمت سهام بیش از قیمت توافقی باشد، خریدار اختیار خرید سود خواهد کرد و سود خریدار مساوی با ضرر اعطاکننده اختیار خرید خواهد بود.<sup>۲</sup>

1- Change, D. M., "Options and Futures," Orlando, FL: Dryden Press, 1989, PP.

55-61.

2- Chance, D. M. Op. Cit., P. 58.



نمودار شماره ۱ - سود و زیان اختیار خرید برای خریدار و اعطا کننده اختیار خرید

شش فاکتور وجود دارند که بر قیمت اختیار معامله اوراق بهادار اثر می‌گذارند. این شش فاکتور شامل قیمت جاری سهم، قیمت توافقی، تاریخ انقضاء اختیار، نوسان‌پذیری قیمت سهم، نرخ بهره بدون ریسک و توزیع سود نقدی سهام در طول عمر اختیار معامله اوراق بهادار می‌باشد.

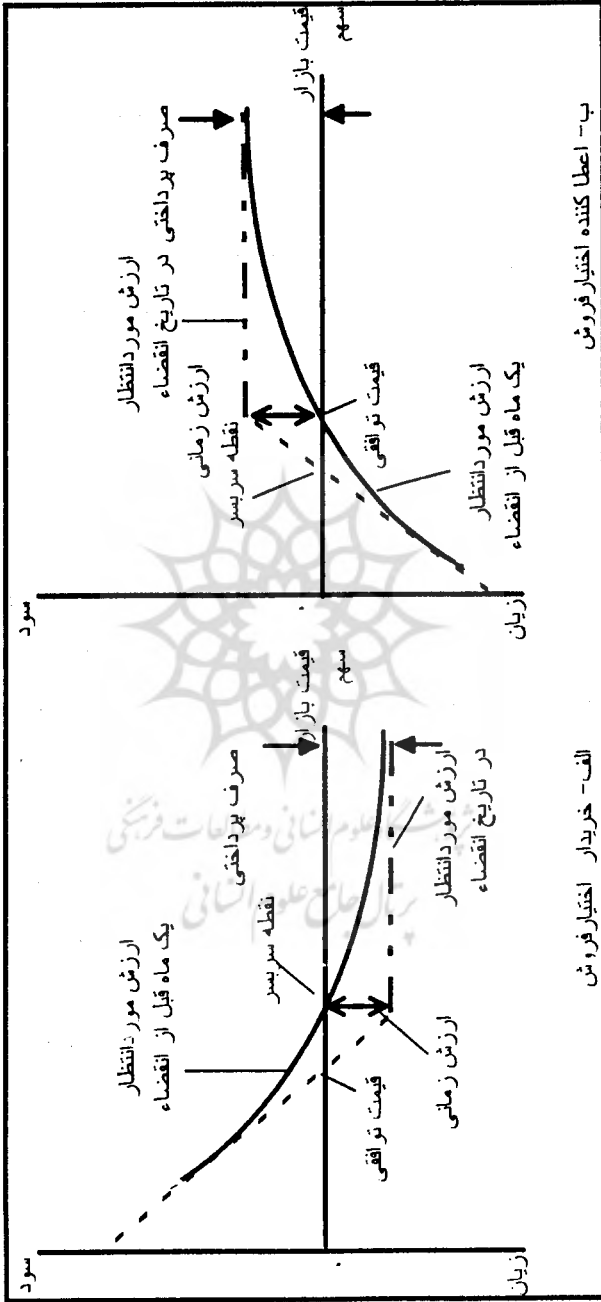
اثرات هر یک از این عوامل بر روی اختیار خرید، اختیار فروش، اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی و اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی متفاوت است.<sup>۱</sup>

دارنده اختیار فروش هنگامی سود به دست می‌آورد که قیمت سهم کمتر از قیمت توافقی باشد. در نمودار شماره ۲ سود و زیان اختیار فروش درج گردیده است. اگر قیمت سهم به صفر برسد دارنده اختیار فروش حداکثر سود را به دست می‌آورد. این هنگامی رخ می‌دهد که شرکت ورشکست شود و ارزش سهم شرکت به صفر برسد. بخش «الف» نمودار شماره ۲ بیانگر سود برای دارنده اختیار فروش و بخش «ب» بیانگر سود برای اعطاکننده اختیار فروش می‌باشد. بخش «ب» نمودار شماره ۲ نشان می‌دهد که اگر قیمت سهم افزایش یابد، سود اعطاء کننده اختیار فروش معادل صرف اختیار فروش می‌باشد نه بیشتر. سود فروشنده اختیار معمولاً محدود به مقدار صرفی است که دریافت می‌کند. زیان اعطاکننده اختیار فروش برابر با تفاوت قیمت بازار سهم و قیمت توافقی اختیار منهای صرف دریافت شده برای اختیار فروش می‌باشد.<sup>۲</sup>

1- Hull, J. C., Op. Cit., P. 151.

2- Chance, D. M., Op. Cit., P. 60.





نمودار شماره ۲ - سود و زیان اختیار فروش برای خریدار و اعطا کننده اختیار فروش

در جدول شماره ۱ حقوق و تعهدات خریدار و فروشنده اختیار معامله اوراق بهادار آورده شده است:

فروشنده	خریدار	
تعهد فروش به قیمت توافقی در تاریخ انقضاء	حق خرید در تاریخ انقضاء یا قبل از آن به قیمت توافقی	اختیار خرید
تعهد خرید در تاریخ انقضاء یا قبل از آن به قیمت توافقی	حق فروش به قیمت توافقی در تاریخ انقضاء یا قبل از آن	اختیار فروش

به دو دلیل خرید اختیار معامله اوراق بهادار بهتر از خرید سهام می باشد:

#### ۱- اهرم مالی

مبلغ سرمایه گذاری در اختیار معامله اوراق بهادار محدود به پرداخت صرف برای این اوراق می باشد. در حالی که برای اینکه ما سهم را در حال حاضر بخریم مجبوریم مبلغ زیادی وجه نقد پرداخت نماییم. اختیار معامله اوراق بهادار اهرم مالی بسیار زیادتری را چه در بلند مدت و چه در کوتاه مدت در اختیار ما قرار می دهد. بنابر این یک ریال سرمایه گذاری در اختیار معامله اوراق بهادار نسبت به یک ریال سرمایه گذاری به طور مستقیم در سهام شرکت ها سود بیشتری را عاید سرمایه گذاری می نماید.

#### ۲- بدهی محدود<sup>۱</sup>

اگر قیمت اوراق بهادار به طور معکوس حرکت کند دارنده اختیار معامله اوراق بهادار بیش از مبلغ صرف پرداخت شده شده ضرر نمی کند. در مقابل هنگامی که سهام خریداری گردیده باشد اگر قیمت شدیداً کاهش یابد در اینجا زیان وارده بسیار زیاد خواهد بود. در حالت

خرید سهام ممکن است ۱۰۰ درصد مبلغ پرداختی بابت سهم ضرر شود. اما در اختیار معامله اوراق بهادار تنها مبلغ پرداختی بابت صرف ضرر می‌شود.<sup>۱</sup>

اهرم مالی و بدهی محدود دو مزیت اصلی اختیار معامله اوراق بهادار در مقابل خرید سهام می‌باشد. عیب اختیار معامله اوراق بهادار نسبت به سهم این است که هنگامی که مهلت اختیار معامله اوراق بهادار منقضی شود، بدون ارزش خواهد شد. در مقابل از آنجایی که سهم دارای تاریخ انقضاء نمی‌باشد، ارزش خود را از دست نخواهد داد.

### قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار

همانطور که قبلاً ذکر شد دو نوع اختیار معامله اوراق بهادار وجود دارد. اختیار معامله اروپایی و اختیار معامله آمریکایی. در اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی مالک آن تنها در تاریخ انقضاء می‌تواند از این حق استفاده کند. در اختیار معامله آمریکایی مالک آن می‌تواند از این حق قبل از تاریخ انقضاء نیز استفاده نمایند. شناخت نحوه قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار دارای اهمیت خاصی می‌باشد زیرا اختیار معامله اوراق بهادار می‌تواند فرصت‌های سرمایه‌گذاری جذاب برای سرمایه‌گذاری ایجاد نمایند. اختیار معامله اوراق بهادار نیز بخشی از پرتفوی سرمایه‌گذاری شخص می‌باشد.

به دلیل اینکه تاریخ استفاده از اختیار معامله اوراق بهادار برای دارنده اختیار معامله اوراق بهادار متفاوت می‌باشد، تبعاً قیمت‌گذاری اختیار معامله نیز باید متفاوت باشد. گرچه، روش‌های محاسبه در هر دو نوع اختیار مشابه می‌باشد اما نحوه محاسبه و معادلات کمی با یکدیگر متفاوت می‌باشند. سه مدل برای محاسبه ارزش اختیار معامله اوراق بهادار وجود دارد. این سه مدل شامل مدل توزیع احتمال یکنواخت قیمت سهم، مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهم و مدل توزیع نرمال لگاریتمی می‌باشد. هر یک از این مدل‌ها دارای مفروضات جداگانه‌ای می‌باشند. در زیر هر یک از این مدل‌ها را به طور جداگانه مورد نقد و بررسی قرار

1- Francis, J. C., "Management of Investments", 3th Edition, Mc Grow Hill Company, 1993, PP. 513-26.

می‌دهیم.

## مدل توزیع احتمال یکنواخت قیمت سهم

در این مدل ما دو فرض را می‌پذیریم. فرض اول آن است که سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک بی تفاوت می‌باشند. فرض دوم این است که احتمال مساوی برای قیمت سهم بین دو حد در تاریخ انقضاء وجود دارد. این روش ساده‌ترین روش محاسبه ارزش اختیار معامله اوراق بهادار می‌باشد. اگر فرض کنیم که سودی در طی سال پرداخت نمی‌شود و این اختیار بعد از یک سال منقضی می‌گردد در آن صورت توزیع احتمال برای قیمت سهم در پایان سال با وجود مفروضات بالا به شکل مستطیل خواهد بود و برای قیمت سهم بین حد بالا و پایین دارای احتمال مساوی می‌باشد.

تحت فرض بی تفاوتی سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک، ارزش بازار سهم در ابتدای سال مساوی ارزش تنزیل یافته سهم در پایان سال بر مبنای نرخ بازده بدون ریسک می‌باشد. از آنجایی که ما فرض می‌کنیم توزیع احتمال قیمت سهم یکنواخت است. پس ارزش سهم را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم.

$$V_{s,0} = \frac{E(V_{s,1})}{1+r_f} = \frac{(V_L + V_H) / 2}{1 + r_f}$$

جایی که:

$$V_{s,0} = \text{قیمت سهم در حاضر}$$

$$V_L = \text{حداقل قیمت سهم در یک سال آینده}$$

$$V_H = \text{حداکثر قیمت سهم در یک سال آینده}$$

$$E(V_{s,1}) = \text{قیمت مورد انتظار سهم در یک سال آینده.}$$

ارزش جاری بازار برای اختیار خرید در ابتدای سال برابر ارزش مورد انتظار در پایان سال پس از تنزیل بر مبنای نرخ بهره بدون ریسک می‌باشد. اگر قیمت توافقی را  $X$  بنامیم ارزش اختیار خرید در پایان سال برابر  $V_{s,1} - X$  می‌باشد. اگر قیمت توافقی بزرگتر از ارزش مورد انتظار سهم در پایان سال می‌باشد در آن صورت ارزش اختیار خرید صفر خواهد بود، زیرا سرمایه‌گذار از این حق اختیار خرید استفاده نخواهد کرد. برای روشن شدن موضوع بهتر

است مثالی بزنیم. با فرض اینکه حد پایین قیمت سهم ۱۰۰۰ ریال، حد بالای قیمت سهم ۵۰۰۰ ریال و نرخ بهره بدون ریسک ۱۰ درصد باشد در آن صورت ارزش بازار سهم در حال حاضر ۲۷۲۷ ریال خواهد بود.

$$\frac{(1000 + 5000/1.1)}{1.1} \approx 2727$$

چنانکه قیمت توافقی ۳۰۰۰ ریال باشد در آن صورت اگر ارزش سهم کمتر از ۳۰۰۰ ریال گردد اختیار خرید بدون ارزش خواهد بود.<sup>۱</sup>

از آنجایی که توزیع احتمال قیمت سهم را یکنواخت در نظر می‌گیریم در نتیجه احتمال اینکه اختیار خرید در پایان سال بی ارزش باشد تنها ۵۰ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر تنها ۵۰ درصد احتمال دارد که این اختیار خرید دارای ارزش باشد. یعنی:

$$\frac{V_H - X}{V_H - V_L} = \frac{5000 - 3000}{5000 - 1000} = \frac{2000}{4000} = 50\%$$

بنابر این اختیار خرید هنگامی ارزش دارد که قیمت سهم بیش از قیمت توافقی باشد. از آنجایی که توزیع احتمال یکنواخت است پس ارزش مورد انتظار متوسط اختلاف بین حد بالا و قیمت توافقی می‌باشد. یعنی:

$$E(V_H - X) = \frac{V_H - X}{2} = \frac{5000 - 3000}{2} = 1000$$

از آنجایی که توزیع احتمال را یکنواخت در نظر می‌گیریم و می‌دانیم که احتمال اینکه ارزش سهم بیش از قیمت توافقی باشد ۵۰ درصد است

$$\left(\frac{V_H - X_L}{X}\right) V_H - V_L = \frac{5000 - 3000}{5000 - 1000} = 50\%$$

بنابراین ارزش مورد انتظار اختیار خرید در پایان سال اول به صورت زیر محاسبه

می‌گردد:

$$E(V_{c,1}) = \left[ \frac{V_H - X}{2} \right] \left[ \frac{V_H - X}{V_H - V_L} \right] = \frac{(V_H - X)^2}{2(V_H - V_L)}$$

ارزش مورد انتظار سهم در پایان سال      سطح احتمال

چنانچه حد پایین نیز بیش از قیمت توافقی باشد، در این صورت ارزش مورد انتظار

اختیار خرید در پایان سال به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$E(V_{c,1}) = \frac{(V_L - X) + (V_H - X)}{2} = \underbrace{\frac{V_L - X_H}{2}}_{E(V_{s,1})} - \underbrace{\frac{2X}{2}}_X = E(V_{s,1}) - X$$

قیمت توافقی ارزش مورد انتظار سهم در پایان سال

ارزش اختیار خرید اوراق بهادار در شروع سال برابر ارزش تنزیل یافته اختیار خرید

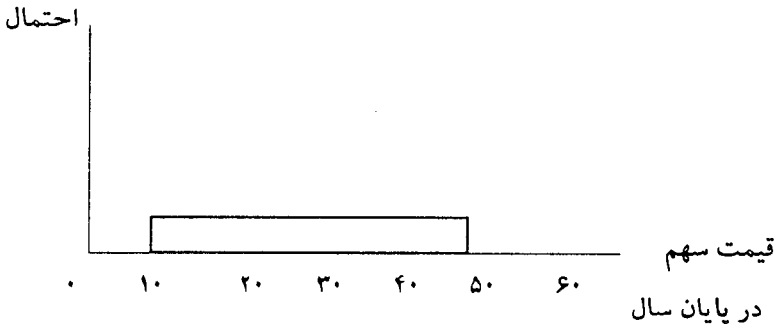
اوراق بهادار در پایان سال بر مبنای نرخ بازده بدون ریسک می‌باشد. یعنی:

$$V_{c,0} = \frac{E(V_{c,1})}{1+r_f} = \frac{500}{1/1} = 455$$

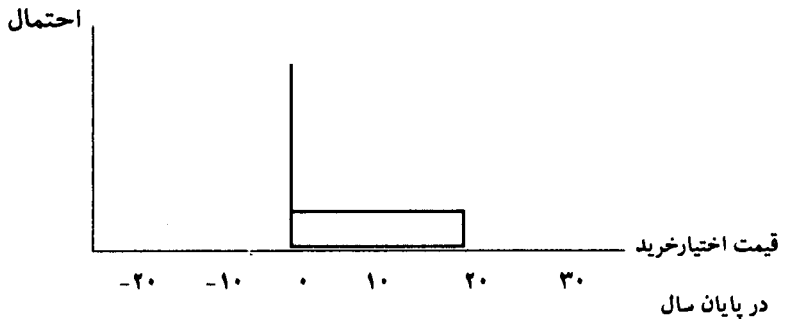
بنابراین با توجه به مفروضات بالا ارزش این اختیار خرید ۴۵۵ ریال خواهد بود. در

نمودار شماره ۳ و ۴ و ۵ به ترتیب توزیع احتمال سهم، توزیع احتمال قیمت برای اختیار

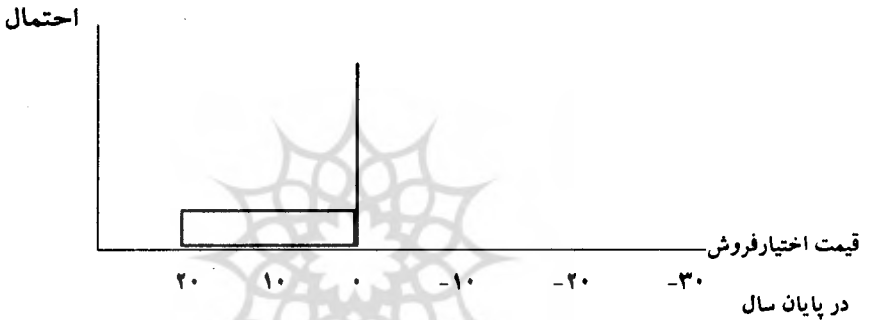
خرید و توزیع احتمال برای اختیار فروش نشان داده شده است.



نمودار شماره ۳ - توزیع احتمال قیمت سهم



نمودار شماره ۴ - توزیع احتمال قیمت اختیار خرید



نمودار شماره ۵ - توزیع احتمال قیمت اختیار فروش

ارزش گذاری اختیار فروش نیز مشابه ارزش گذاری اختیار خرید می باشد. تنها تفاوت آن این است که اختیار فروش تنها زمانی دارای ارزش است که قیمت سهم کمتر از قیمت توافقی گردد. بنابراین ارزش پایان دوره اختیار فروش به صورت زیر خواهد بود.

صفر یا  $X - V_{s,1}$

در صورتی ارزش اختیار فروش صفر می گردد که قیمت سهم در زمان یک بزرگتر از قیمت توافقی بشود. از آنجایی که فرض می شود سهم در پایان سال دارای توزیع احتمال یکنواخت می باشد، لذا ارزش مورد انتظار اختیار فروش در پایان سال به صورت زیر خواهد بود:

$$E(V_{p,1}) = \underbrace{\frac{(X - V_L)}{\gamma}}_{\text{ارزش مورد انتظار}} \times \underbrace{\frac{(X - V_L)}{V_H - V_L}}_{\text{سطح احتمال}} = \frac{(X - V_L)^2}{\gamma(V_H - V_L)}$$

در واقع ارزش مورد انتظار، متوسط ارزش اختیار فروش با توجه به حداقل قیمت سهم است. حال چنانچه حداکثر قیمت سهم نیز کمتر از ارزش توافقی باشد در آن صورت ارزش مورد انتظار اختیار فروش به صورت زیر محاسبه خواهد گردید:

$$E(V_{p,1}) = \frac{(X - V_H) + (X - V_L)}{\gamma} = \frac{\gamma X}{\gamma} - \frac{V_L + V_H}{\gamma} = X - E(V_{s,1})$$

ارزش بازار اختیار فروش در ابتدای سال از طریق تنزیل ارزش اختیار فروش در پایان سال بدست می‌آید.

$$V_{p,0} = \frac{E(V_{p,1})}{1 + r_f}$$

حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا مدل توزیع یکنواخت قیمت سهم مدل مناسبی برای قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار می‌باشد یا خیر؟ در پاسخ به این سؤال باید به مفروضات این مدل قیمت گذاری بنگریم. یکی از مفروضات این مدل آن بود که سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک بی تفاوت می‌باشند. در واقع نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاران نرخ بهره بدون ریسک می‌باشد و این یک فرض منطقی نیست، زیرا اختیار معامله اوراق بهادار یک سرمایه‌گذاری ریسک دار می‌باشد و حتی می‌توان گفت ریسک اختیار معامله اوراق بهادار از سهام نیز بیشتر است. بنابر این به نظر می‌رسد که در دنیای واقعی در نظر گرفتن این فرض کمی غیر منطقی باشد و باید تعدیلاتی در این رابطه صورت گیرد. به عبارتی نرخ بازده مورد توقع دارندگان اختیار جایگزین نرخ بازده بدون ریسک گردد تا قیمت گذاری اختیار معامله به نحو صحیحی انجام شود.

فرض دیگر این بود که توزیع احتمال قیمت سهم یکنواخت است در حالی که توزیع



احتمال قیمت سهم تقریباً دارای توزیع نرمال است. یک مدل در دنیای واقعی زمانی صحیح خواهد بود که مفروضات آن با توجه به دنیای واقعی طرح گردیده باشد. بنابراین برای اینکه بدانیم آیا این مدل در دنیای واقعی جوابگو می‌باشد، بهتر است این مدل تست شود تا صحت و سقم آن به اثبات برسد.

### مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهم<sup>۱</sup>

در این مدل مفروضات ما در رابطه با چگونگی توزیع قیمت سهم در پایان سال متفاوت می‌باشد. در اینجا بجای اینکه فرض کنیم توزیع احتمال قیمت سهم یکنواخت است، فرض می‌کنیم که در هر دوره دو نوع درصد تغییر ممکن در قیمت سهم وجود دارد. اگر اختیار معامله اوراق بهادار در پایان سال منقضی شود پس ممکن است دو قیمت در پایان سال وجود داشته باشد. البته دو نوع قیمت در پایان سال ممکن است غیر واقعی باشد. هنگامی که تعداد سالها زیاد شود توزیع احتمال برای ارزش نهایی سهم در پایان دوره  $n$  ام دارای یک توزیع نرمال لگاریتمی می‌باشد. شواهدی وجود دارد که فرض لگاریتم نرمال برای قیمت پایان سال سهم منطقی می‌باشد.<sup>۲</sup>

همانطور که قبلاً ذکر شد اختیار معامله اوراق بهادار دارای ریسک می‌باشد. اگر ریسک و صرف ریسک روی قیمت هر سهم اثر بگذارد، بنابراین ریسک دارای نقش اساسی در ارزش گذاری اختیار معامله اوراق بهادار بازی می‌کند. بنابراین فرض دیگر این است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز هستند.

محققان سال‌های زیادی در رابطه با نحوه قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار بررسی و تحقیق نموده‌اند تا بتوانند اختیار معامله اوراق بهادار را برای سرمایه‌گذارانی که ریسک‌گریز هستند قیمت گذاری نمایند. یکی از مسائل این بود که شکل توزیع احتمال برای ارزش پایان سال اختیار معامله اوراق بهادار به چه نحو است. حتی اگر توزیع احتمال قیمت سهم در

1- Binominal Distribution Model

2- Hougén, R. A., Op. Cit., P. 461

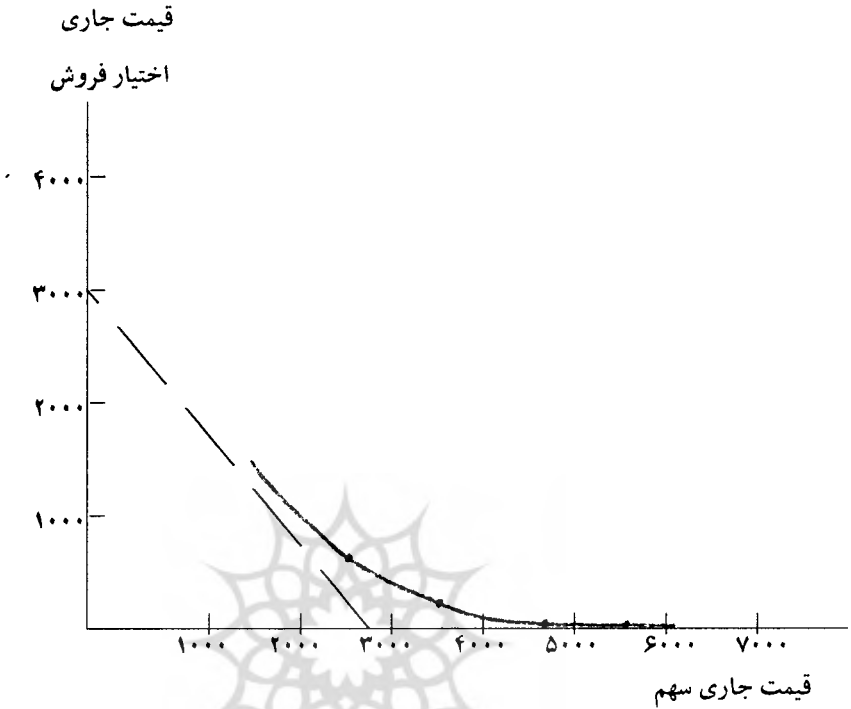
پایان دوره نرمال باشد، توزیع احتمال قیمت پایان سال اختیار معامله اوراق بهادار دارای چولگی به سمت راست می‌باشد. یعنی احتمال زیان تنها مبلغ صرف پرداختی است. اما، سود می‌تواند تا بی نهایت باشد. این به مفهوم آن است که ممکن است مدل‌هایی مانند مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) به منظور قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار نامناسب باشد.

در سال ۱۹۷۳ بلک و شولز<sup>۱</sup> مقاله‌ای را منتشر کردند که معما را حل نمود. بینش آنها این بود که اختیار معامله اوراق بهادار باید با سهام ترکیب شود به گونه‌ای که پرتفوی سرمایه‌گذاری بدون ریسک شود. اگر چنین باشد، اختیار معامله اوراق بهادار باید به قیمتی به فروش برسند که بازده پرتفوی شما یک بازده بدون ریسک بشود. در آن صورت بازده مورد انتظار شما بر روی این پرتفوی نرخ بازده بدون ریسک خواهد بود.<sup>۲</sup>

برای روشن شدن موضوع نمودار شماره ۶ که نمودار ارتباط بین قیمت سهم و اختیار فروش اوراق بهادار می‌باشد را ملاحظه نمایید. اگر قیمت سهم ۲۷۲۷ ریال باشد (ارزش فعلی قیمت توافقی)، شیب ارتباط بین ارزش اختیار فروش اوراق بهادار و قیمت سهم ۰/۵- است. این به مفهوم آن است که اگر قیمت سهم ۱۰۰۰ ریال بالا رود ارزش اختیار فروش اوراق بهادار ۵۰۰ ریال کاهش خواهد یافت. شما می‌توانید یک پرتفوی بدون ریسک بوسیله خرید یک سهم و فروش دو اختیار فروش اوراق بهادار ایجاد نمایید. در این حالت پایین آمدن قیمت اختیار فروش اوراق بهادار به وسیله افزایش در قیمت سهم جبران می‌شود، البته با هر تغییر در قیمت سهم، شما به یک نقطه جدید با یک شیب جدید می‌رسید و بنابر این پرتفوی شما در رابطه با خرید سهم و فروش اختیار فروش اوراق بهادار نیز تغییر خواهد کرد. در هر حالتی، بوسیله تعدیل پرتفوی، شما می‌توانید خود را در هر زمانی در وضعیت بدون ریسک نگهدارید و خود را از ریسک مصون نمایید.

1- Black & Scholes

2- Black, F. and Scholes, M., "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy* (May - June), 1973.



نمودار شماره ۶ - ارتباط بین قیمت سهم و ارزش اختیار فروش

به منظور درک نحوه قیمت گذاری اختیار خرید اوراق بهادار در یک دوره با استفاده از مدل توزیع دو جمله‌ای فرض کنند قیمت توافقی ( $X$ ) ۱۱۰۰ ریال و قیمت جاری سهم ۱۰۰۰ ریال باشد در رابطه با نرخ بازده دو احتمال وجود دارد، ۱۰- درصد و ۲۰ درصد، پس قیمت سهم می‌تواند کاهش یابد و به ۹۰۰ ریال برسد یا افزایش یابد و به ۱۲۰۰ ریال برسد. فرض می‌شود که برای سهم فوق در طی سال سود سهامی پرداخت نگردد، از سوی دیگر فرض می‌شود که نرخ بازده بدون ریسک ۱۰ درصد باشد. چگونه می‌توان در این اختیار معامله اوراق بهادار سرمایه‌گذاری نمود که سرمایه‌گذاری شخص یک سرمایه‌گذاری بدون ریسک بشود؟ دو راه وجود دارد که شخص سرمایه‌گذاری خود را از ریسک مصون نماید. از آنجایی که قیمت اختیار خرید و سهم در یک جهت حرکت می‌کنند، شما باید یکی را بخرید و دیگری را بفروشید. پس شما می‌توانید بوسیله خرید سهام شرکت و فروش اختیار خرید اوراق بهادار

خود را از ریسک مصون نماید. یا اینکه سهام شرکت را پیش فروش<sup>۱</sup> نموده و اختیار خرید اوراق بهادار خریداری نمایند تا خود را از ریسک مصون کنند.<sup>۲</sup>

حال این سؤال مطرح می‌شود که به منظور خرید یک سهم چقدر اختیار خرید باید بفروشید؟ برای پاسخ به این سؤال باید دو قیمت سهم در پایان سال مد نظر قرار گیرد و سپس با قیمت‌های پایان سال اختیار خرید تطبیق داده شود.

اگر قیمت سهم در پایان سال ۱۲۰۰ ریال گردد و قیمت توافقی ۱۱۰۰ ریال باشد. ارزش اختیار خرید در پایان سال ۱۰۰ ریال (۱۲۰۰ - ۱۱۰۰) خواهد بود. اگر قیمت سهم کاهش یابد و به ۹۰۰ ریال برسد اختیار خرید فوق بدون ارزش (۱۱۰۰ - ۹۰۰) خواهد بود. بین قیمت احتمالی بالا و پایین سهم ۳۰۰ ریال اختلاف وجود دارد، و بین دو قیمت احتمالی اختیار خرید ۱۰۰ ریال اختلاف می‌باشد. از آنجایی که تفاوت قیمت سهام سه برابر تفاوت قیمت اختیار خرید می‌باشد. بنابراین شما برای اینکه خود را از ریسک مصون نمایید، لازم است سه اختیار معامله اوراق بهادار بفروشید تا بتوانید یک سهم خریداری نمایید. بنابراین فرمول تعداد اختیار معامله اوراق بهادار به منظور کاهش ریسک به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\text{hedge Ratio} = \frac{S_{H,I} - S_{L,I}}{VC_{H,I} - VC_{L,I}}$$

$$\text{تعداد فروش اختیار خرید اوراق بهادار} = \frac{\text{تفاوت حداقل و حداکثر قیمت سهام}}{\text{تفاوت حداقل و حداکثر اختیار خرید}}$$

به منظور کاهش ریسک

به عبارت دیگر، اگر قیمت سهم به ۱۲۰۰ ریال برسد، شما یک سهم خواهید داشت که

1- Short Sale

2- Rendleman, R. J., and "Two State Option Pricing", *Journal of Finance*, December 1979.

ارزش آن ۱۲۰۰ ریال است اما سه نفر اختیار خرید اوراق بهادار شما را نگهداری نموده‌اند و از این اختیار زمانی استفاده خواهند کرد که قیمت سهم بیش از قیمت توافقی بشود. با توجه به مثال بالا ارزش پرتفوی شما ۹۰۰ ریال خواهد بود یعنی:

قیمت اختیار معامله اوراق  $\times$  تعداد فروش اختیار - قیمت سهم در زمان یک = خالص ارزش پرتفوی در زمان یک

$$NPV_1 = S_1 - (\text{hedge Ratio} \times V_{C1})$$

$$900 = 1200 - (3 \times 100)$$

$$900 = 900 - (3 \times 0)$$

همانطور که در بالا ملاحظه می‌نمایید هر چه که قیمت سهم بالا یا پایین برود تغییری در خالص ارزش پرتفوی ایجاد نمی‌شود چون فرض ما بر این است که تغییرات این دو هم جهت می‌باشند. در اینجا پرتفوی ما یک سرمایه‌گذاری بدون ریسک است و به این دلیل نرخ بازده آن باید برابر نرخ بازده بدون ریسک باشد. در مثال ذکر شده در قبل نرخ بازده بدون ریسک معادل ۱۰ درصد بوده بنابراین قیمت اختیار خرید اوراق بهادار در ابتدای سال به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$r_p = \frac{\text{ارزش پرتفوی در پایان سال}}{\text{(قیمت اختیار خرید hedge Ratio) - قیمت یک سهم}} - 1$$

$$10\% = \frac{900}{1000 - (3 \times \text{قیمت اختیار خرید})} - 1$$

$$\text{قیمت اختیار خرید} = 60/6$$

سرمایه‌گذار می‌تواند ریسک را بوسیله پیش فروش سهم و خرید اختیار خرید اوراق بهادار کاهش دهد برای این منظور در مثال قبل سرمایه‌گذار باید برای هر سهمی که پیش

فروش نموده است سه برگ اختیار خرید اوراق بهادار خریداری نماید.<sup>۱</sup>

نیروهای اقتصادی قوی وجود دارند که قیمت اختیار خرید اوراق بهادار را در سطح ۶۰/۶ ریال نگه می‌دارد اگر قیمت بالاتر یا پایین‌تر از قیمت تعادلی قرار گرفته باشد، ما بواسطه آربیتراژ می‌توانیم ثروتمند شویم. البته ممکن است استدلال شود که ما به عنوان اشخاص سرمایه‌گذار نمی‌توانیم از مزایای فرصت‌های آربیتراژ استفاده کنیم، زیرا ما نمی‌توانیم به صورت پیش فروش نمودن سهم سرمایه‌گذاری نماییم. اما چنانچه پیش فروش نمودن سهم امکان‌پذیر گردد در آن صورت می‌توان از فرصت‌های آربیتراژ استفاده نمود و ثروت خود را حداکثر نماییم.

اختیار فروش اوراق بهادار با روشی مشابه اختیار خرید اوراق بهادار قیمت‌گذاری می‌شود. از آنجایی که ارزش اختیار فروش و ارزش سهم در جهت معکوس حرکت می‌کنند بنابراین به منظور کاهش ریسک لازم است که هر دو یا فروخته شوند و یا خریداری گردند. مدل ارزیابی توزیع دو جمله‌ای که در بالا ذکر شد برای اختیار معامله اوراق بهادار با تاریخ انقضاء کمتر از یک سال بود. روش ارزیابی ذکر شده در بالا را می‌توان برای ارزیابی اختیار معامله اوراق بهادار با سررسید بیش از یک سال نیز استفاده نمود. در اینجا برای قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار از روش درختی استفاده می‌شود. برای ارزیابی اختیار معامله اوراق بهادار از انتهای درخت به عقب برمی‌گردیم، تا به ابتدای سال اول برسیم. به عبارتی هنگامی که اختیار معامله اوراق بهادار دارای سررسید پیش از یک سال باشد، ابتدا ارزش اختیار را در سال آخر محاسبه نموده و سپس به ترتیب به عقب برمی‌گردیم. در هر سالی که ارزش اختیار محاسبه می‌گردد سرمایه‌گذاری باید یک پرتفوی بدون ریسک ایجاد نماید.<sup>۲</sup>

مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار نسبت به مدل توزیع

1- Haugen, R. A., Op. Cit., P. 465-67.

2- Rendleman, R. J., and Bartter, B. j., "Two State Option Pricing", *Journal of Finance*, December 1979.

یکنواخت قیمت سهم یک قدم به واقعیت نزدیک تر شده است. زیرا در اینجا این فرض که سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک بی تفاوت هستند برداشته شده و بجای آن فرض ریسک‌گریز بودن سرمایه‌گذاران جایگزین گردیده است. در این مدل ما به چارچوب مدل ارائه شده از سوی بلک و شولز نزدیک شده‌ایم. در مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهم می‌گوییم توزیع قیمت سهم دو جمله‌ای می‌باشد، در حالی که لگاریتم قیمت سهم دارای توزیع نرمال است. به بیان دیگر در توزیع دو جمله‌ای ما فرض می‌کنیم که توزیع نرخ بازده سهم بواسطه زمان و شکل دو جمله‌ای ثابت است.<sup>۱</sup>

از سوی دیگر فرض می‌کنیم که در مصون سازی ریسک، ما وضعیت خود را در پایان هر فصل تعدیل می‌نماییم. بنابر این مدل قیمت گذاری دو جمله‌ای گر چه ساده است اما دارای دقت لازم در اندازه‌گیری قیمت اختیار معامله نمی‌باشد.

### مدل توزیع احتمال نرمال لگاریتمی

با توجه به ایرادات دو مدل ذکر شده در سال ۱۹۷۳ مدلی از سوی بلک و شولز ارائه گردید. بلک و شولز دو فرض متفاوت را پذیرفتند. اول آنکه آنها فرض کردند نرخ بازده سهم دارای توزیع نرمال است. دوم آنکه آنها فاصله زمانی برای درصد تغییرات در یک فصل را کاهش دادند. بنابر این بلک و شولز فرض کردند که توزیع احتمال برای نرخ بازده سهم در طول زمان ثابت است. توزیع نرخ بازده بر این دلالت دارد که قیمت سهم در تاریخ انقضاء اختیار معامله اوراق بهادار دارای توزیع نرمال لگاریتمی می‌باشد. ماهیت توزیع احتمال لگاریتمی این است که اگر شما قیمت سهم را بر پایه لگاریتم در روی محور افقی رسم نمایید توزیع دارای شکل نرمال خواهد بود.<sup>۲</sup>

بر پایه چارچوب ارائه شده از سوی بلک و شولز یک اختیار خرید اوراق بهادار اروپایی

1- Black, F., and Scholes, M., "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, May - June, 1973.

2- Haugen, R. A., *Op. Cit.*, P. 478.

که سودی در طی عمر اختیار خرید پرداخت نمی‌کند بوسیله معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$V_c = V_s N(d_1) - \frac{X}{r f t} N(d_2)$$

در این معادله  $V_s$  قیمت فعلی سهم،  $X$  قیمت توافقی،  $r_f$  نرخ بازده بدون ریسک و  $t$  زمان باقی مانده تا تاریخ انقضاء اختیار خرید می‌باشد.  $e$  انتی لگاریتم طبیعی یک یا  $2/718$  می‌باشد. در بخش دوم معادله با تقسیم قیمت توافقی به  $e^{r_f t}$  ارزش فعلی آن را محاسبه می‌کنیم.  $d_1$  و  $d_2$  نیز از فرمول زیر حاصل می‌شود:

$$d_1 = \frac{(\ln(V_s / X) + (r_f + (1/2) \sigma^2(r) t))}{\sigma(r) \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma(r) \sqrt{t}$$

ارقام  $d_1$  و  $d_2$  انحراف از ارزش مورد انتظار یک واحد توزیع نرمال می‌باشد. یک واحد توزیع نرمال یک حالت خاصی از توزیع نرمال است.  $N(d)$  احتمال میزان انحراف در زیر منحنی می‌باشد. پس از اینکه  $d_1$  و  $d_2$  حاصل شد با توجه به جداولی که برای سطح زیر منحنی نرمال وجود دارد میزان احتمال آن محاسبه و در فرمول  $V_c$  قرار می‌گیرد. به عبارتی برای محاسبه ارزش اختیار خرید با استفاده از مدل بلک و شولز، ابتدا ارزش‌ها را برای  $d_1$  و  $d_2$  با استفاده از معادله بالا محاسبه می‌کنیم. سپس ارزش‌های  $N(d_1)$  و  $N(d_2)$  را با استفاده از جدول توزیع نرمال استخراج می‌کنیم. نهایتاً  $N(d_1)$  را با قیمت بازار سهم و  $N(d_2)$  را با ارزش فعلی قیمت توافقی ضرب نموده و قیمت اختیار خرید را بدست می‌آوریم.

فرمول قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار بلک و شولز به طور گسترده‌ای در کشورهای غربی استفاده می‌شود. دلیل استفاده گسترده از این فرمول این است که تعیین عواملی که در فرمول استفاده می‌شود بسیار راحت است. ارزش بازار سهم و نرخ بدون ریسک در بازار مالی وجود دارد. قیمت توافقی و مدت زمان باقی مانده تا تاریخ انقضاء در



قراردادهای اختیار وجود دارد. تنها موردی که نیاز به برآورد آن می‌باشد انحراف معیار نرخ بازده سهم می‌باشد. واریانس بازده سهم نیز از طریق اطلاعات تاریخی مربوط به بازده سهم محاسبه می‌گردد. بنابراین در حال حاضر مدل بلک و شولز جایگزین مدل توزیع دو جمله‌ای و توزیع یکنواخت قیمت سهم گردیده است. فرمول بلک و شولز برای ارزش گذاری اختیار فروش به صورت زیر می‌باشد:

$$V_p = (V_c + \frac{X}{e^{rft}}) - V_s$$

$V_c$  ارزش اختیار خرید می‌باشد که بر مبنای مدل بلک و شولز برای سهم فوق محاسبه گردیده است. سرمایه‌گذار ارزش فعلی قیمت توافقی را به ارزش اختیار خرید اضافه نموده و سپس قیمت جاری سهم را از آن کم می‌نماید. در واقع ارزش فعلی قیمت توافقی را محاسبه نموده سپس با ارزش اختیار خرید جمع و در پایان قیمت سهم را از آن کم می‌کنیم.

در مدل بیان شده در بالا فرض را بر این گذاشتیم که هیچ گونه توزیع سودی در قبل از تاریخ انقضاء اختیار معامله اوراق بهادار پرداخت نمی‌گردد. اگر چنانچه قبل از تاریخ انقضاء سودی پرداخت گردد و چنانچه شما مطمئن باشید که سود دریافت خواهید کرد، در آن صورت مدل بلک و شولز بر مبنای سود دریافتی باید تعدیل گردد.

$$V_c^* = (V_s + \frac{D}{e^{rft^*}}) N(d_1) - (\frac{X}{e^{rft}}) N(d_2)$$

پایه و اساس فرمول فوق مشابه فرمول‌های ذکر شده در بالا می‌باشد. در این فرمول تنها ارزش فعلی سود سهام پرداخت شده را از قیمت جاری سهم کم می‌کنید. در این معادله  $t^*$  مدت زمان باقی مانده برای پرداخت سود سهام می‌باشد. برای محاسبه ارزش اختیاری فروش نیز همان فرمول اولیه تعدیل می‌گردد.

$$V_p = V_c^* + \frac{X}{e^{rft^*}} - (V_s - \frac{D}{e^{rft^*}})$$

مدل ارائه شده از سوی بلک و شولز برای اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی استفاده می‌شود. اما باید با احتیاط برای قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی استفاده

شود. مدل توزیع دو جمله‌ای مدل مناسب‌تری برای قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی می‌باشد. بحث بیشتر راجع به قیمت گذاری اوراق بهادار آمریکایی را به مقالات دیگر موقوف می‌نمایم.

### نتیجه گیری

مهمترین وظیفه بورس اوراق بهادار، ایجاد یک بازار کارآی و مداوم برای اوراق بهادار به منظور قیمت گذاری عادلانه اوراق بهادار می‌باشد. لازمه ایفای این نقش وجود خبرگان مالی می‌باشد که با استفاده از مدل‌های قیمت گذاری ارزش اوراق بهادار را در هر لحظه با توجه به اطلاعات جدید تعیین نمایند، پس خبرگان مالی برای قیمت گذاری نیاز به مدل‌هایی دارند که از سوی محققین ارائه می‌شوند. این مدل‌ها باید بر پایه مفروضات صحیح و مطابق بازار طراحی گردیده باشند. چنانچه مفروضات منطقی نباشند، قطعاً مدل حاصله نیز مدل صحیحی نخواهد بود. از سوی دیگر در مدل‌های فوق بالایی حتی المقدور باید کلیه فاکتورهای تعیین کننده قیمت اوراق بهادار منظور گردیده باشد.

نمونه‌ای از اوراق بهادار، اختیار معامله اوراق بهادار می‌باشد. سود و زیان این اوراق را در ابتدای مقاله حاضر تشریح نمودیم و سپس به مدل‌های قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار پرداختیم. سه مدل در رابطه با قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار ارائه گردیده است که شامل مدل توزیع یکنواخت قیمت سهام، مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهام و مدل توزیع نرمال لگاریتمی بود.

مدل توزیع یکنواخت قیمت سهام دارای دو پیش فرض بود. فرض اول اینکه سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک بی تفاوت می‌باشند و فرض دوم اینکه احتمال مساوی برای قیمت سهم بین دو حد در تاریخ انقضاء وجود دارد. به نظر می‌رسد پذیرش این دو فرض کمی از واقعیت به دور است. هیچ سرمایه‌گذار منطقی نسبت به ریسک بی تفاوت نمی‌باشد و سرمایه‌گذاران با توجه به ریسک دارای بازده مورد توقع متفاوت می‌باشند. از سوی دیگر تعیین قیمت حد بالا و پایین نیز ذهنی‌گرایی است و اشخاص متفاوت در رابطه با حد بالا و پایین ممکن است نظرات متفاوت داشته باشند در نتیجه قیمتی که بر مبنای مدل توزیع

یکنواخت قیمت سهم محاسبه می‌گردد احتمالاً تفاوت زیادی با قیمت واقعی خواهد داشت. مدل توزیع دو جمله‌ای فرض را بر این می‌گذارد که اولاً سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز هستند و ثانیاً در هر دوره دو نوع درصد تغییر ممکن است در قیمت سهم وجود داشته باشد. در اینجا نیز مفروضات پذیرفته شده مفروضات منطقی و مطابق با واقعیت نمی‌باشند. اختیار معامله اوراق بهادار دارای ریسک بسیار زیادی می‌باشد و این اوراق، اوراقی فاقد ریسک نمی‌باشد. بنابراین اشخاصی که در این اوراق سرمایه‌گذاری می‌کنند انتظار بدست آوردن بازده بسیار بالا با توجه به ریسک پذیرفته شده دارند. سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز در اوراق قرضه فاقد ریسک سرمایه‌گذاری می‌کنند و از آنجایی که این اوراق دارای ریسک می‌باشند پس این فرض یک فرض منطقی نیست. همچنین در رابطه با فرض دوم نیز هیچ‌گونه اطمینانی وجود ندارد. بنابراین نوع قیمت گذاری نیز از روایی و اعتبار بالایی برخوردار نمی‌باشد.

سومین مدل از سوی بلک و شولز ارائه گردیده است و مدل توزیع نرمال لگاریتمی می‌باشد. بلک و شولز نیز دو فرض را پذیرفتند. اول آنکه نرخ بازده سهم دارای توزیع نرمال است و فرض دوم آنکه توزیع احتمال برای نرخ بازده سهم در طول زمان ثابت است. فرض اول آنها با واقعیت مطابقت دارد زیرا تحقیقات نشان داده است که لگاریتم نرخ بازده سهم دارای توزیع نرمال است. از سوی دیگر از آنجایی که متغیر گرفتن نرخ بازده در طول زمان ما را با مشکل محاسبه مواجه می‌نماید در نتیجه منطقی خواهد بود که نرخ بازده سهم را در طول زمان ثابت در نظر بگیریم. بنابر این مدل ارائه شده از سوی بلک و شولز برای قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار بهتر از دو مدل دیگر می‌باشد و بجاست که برای قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار از این مدل استفاده شود، گرچه، این مدل نیز فاکتورهای زیادی را در نظر نمی‌گیرد. اما از آنجایی که در نظر گرفتن همه متغیرهای مؤثر بر قیمت اختیار معامله اوراق بهادار امکان‌پذیر نمی‌باشد لذا می‌توان از همین مدل برای قیمت گذاری استفاده نمود. در پایان لازم به یادآوری است که در اینجا تنها قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار اروپایی مورد بررسی قرار گرفت و قیمت گذاری اختیار معامله اوراق بهادار آمریکایی را در مقالات دیگر مورد بررسی قرار خواهیم داد.

## منابع و مأخذ

- 1- Black, F. and Scholes, M., "The Pricing of Options and Corporate Lighilities", **Journal of Political Economy** (May - June), 1973.
- 2- Black, F. and Sacbs. G., "The Holes in Black - Scholes", **Risk**, Vol. 1, No. 4, March 1988.
- 3- Change, D. M., "**Options and Futures**," Orlando, FL: Dryden Press, 1989.
- 4- Dubofsky. D. A., "**Option and Financial Future: Valuation and Uses**", McGraw - Hill, Company, First Edition, 1992.
- 5- Francis, J. C., "**Management of Investments**", 3th Edition, Mc Grow Hill Company, 1993.
- 6- Haugen, R.A., "**Modern Investment Theory**", Third Edition, Prentice - Hall International Editions, 1993.
- 7- Hull, J.C., "Options , Funtures, and other Derivative Securities", 2th Edition , Prentice- Hall International Edition , 1993.
- 8- Rendleman, R. J., and "Two State Option Pricing", **Journal of Finnacle**, December 1979.
- 9- Rendleman, R. J., and Bartter, B. j., "Two State Option Pricing", **Journal of Finnacle**, December 1979.