

Research Paper

Pricing of contract Call and Put Option of Corn with Black-Scholes and Binomial Tree Approaches

Hamid Mohammadi^{1*}, Hadi Tamidi², Davood Seifi Qarayatagh³, Vahid Dehbashi¹, Mohamad Mehdipur⁴

1. Assistant Professor, University of Zabol, Department of Agricultural Economics.zabol.iran

2. Phd Student, University of Zabol, Faculty of Agriculture.zabol.iran

3. Assistance Professor, University of Zabol, Department of Law, zabol.iran

4. lecturer, University of Zabol, Department of Law, zabol.iran

Received: 2023/04/27

Accepted: 2024/08/21

PP:116-130

Use your device to scan and read the article online



DOI:

[10.30495/jae.2024.31816.2382](https://doi.org/10.30495/jae.2024.31816.2382)

Keywords:

Risk Management, Binomial Tree, Future Market, Option Pricing, Option

Abstract

Introduction: Due to uncertain atmospheric conditions, agricultural products have a functional risk and irregular supply in the market. Irregular supply, in turn, cause price fluctuations and price risk for the farmer. To management the price risk of agricultural crops, we can use a new financial tool, such as an option derivative. The adoption of principled investment decisions and the optimal allocation of capital resources requires the valuation of the option through valid scientific methods. In the present study we firstly investigate the condition where corn is considered as a base asset. After the formation of a hypothetical option market for the corn, we address option pricing using Black-Scholes and binomial tree.

Materials and Methods: The current study aims to identify the factor affecting economic growth and the spatial correlation in 21 selected developed countries during 2016-2017 using panel Tobit and spatial panel Tobit models.

Findings: According to the results the volatility of corn prices was estimated using time series data, 0.3117 and standard error 0.0240. The estimated price of the call option and the put option In the Black Scholes model, it is 240.77 Rials and 2101.17 Rials per unit of corn crop respectively. This means that farmers can pay 2101.1 rials per unit, Cover yourself against the fall in corn prices. By increasing the number of periods, the estimated prices from the bimonthly tree are closer to the estimated price of the Black-Scholes model.

Conclusion: It is recommended that the market for this product, to reduce the price risk of producers and consumers in Iran's stock exchange.

Classification JEL: k12; Q11; Q1

Citation: Mohammadi H., Tamidi H., Seifi Qarayatagh D., Dehbashi V., Mehdipur M.. (2024). Pricing of contract Call and Put Option of Corn with Black-Scholes and Binomial Tree Approaches. Journal of Agricultural Economics Research.16(3):116-130

*Corresponding author: Hamid Mohammadi ORCID: 0000.0002.6642.547X

Address: University of Zabol, Faculty of Agriculture

Tell: 09173141455

Email: Hmohammadi@uoz.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Due to uncertain atmospheric conditions, agricultural products have a functional risk and irregular supply in the market. Irregular supply, in turn, cause price fluctuations and price risk for the farmer. To management the price risk of agricultural crops, we can use a new financial tool, such as an option derivative. The adoption of principled investment decisions and the optimal allocation of capital resources requires the valuation of the option through valid scientific methods. In the present study we firstly investigate the condition where corn is considered as a base asset. After the formation of a hypothetical option market for the corn, we address option pricing using Black-Scholes and binomial tree.

Materials and Methods:

This chapter shows how the Black-Scholes model and Binomial Tree for valuing European call and put options on corn is derived. The volatility of a base assets, is a measure of our uncertainty about the returns provided by the base assets. In the present study First, the conditions of corn as base assets according to the criteria (Pennings and Meullenberg) Was investigated. And because of the price fluctuation Unpredictable Corn Prices, Big cash market The possibility of standardization And the lack of the possibility of cross-linking, Maize as the base asset of the asset, Eligible. We explain how volatility can be either estimated from historical data or implied from option prices using the model.

A useful and very popular technique for pricing a Base asset option involves constructing a binomial tree. This is a diagram that represents different possible paths that might be followed by the corn price over the life of the option. In this study, first, the life span of the option is divided into two to twenty periods.

Then, the price process was explored In this method, in order to estimate the price of the buy option, there must first be factors Like, Discount factor in each period Duration of each stage, Growth factor in each stage, The possibility of rising corn prices, The probability of falling corn prices, And also factor u . Then, the trend of corn prices until the expiration date, Then, with the backward movement of the tree, we get the price of the purchase of corn.

Results and Discussion:

According to the results the volatility of corn prices was estimated using time series data, 0.3117 and standard error 0.0240. The estimated price of the call option and the put option In the Black Scholes model, it is 240.77 Rials and 2101.17 Rials per unit of corn crop respectively. This means that farmers can pay 2101.1 rials per unit, Cover yourself against the fall in corn prices. Also, conversion plants, dairy farms and poultry that use corn crops as inputs, they can pay 240.77 Rials per unit, Cover yourself against rising corn prices. According to the obtained results, the forecasted pricing of the Black-Scholes method In different periods of time, a constant number is shown. While Estimated prices from the binomial tree method show different numbers. By increasing the number of period ,the estimated prices from the bimonthly tree are closer to the estimated price of the Black-Scholes model.

Conclusions:

Given that the corn product qualifies for placement as the base asset of option Also considering the strategic nature of this product and the benefits of option market, It is recommended that the market for this product, To reduce the price risk of producers and consumers in Iran's stock exchange.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

This work was supported by the University of Zabol, Iran [G.uoz. 1419].

Authors' contributions

Design and conceptualization: Hamid mohamadi, Davood seify qarayataq, vahid dehbashi, hadi tamidi, M mehdipur; Methodology and data analysis: H. mohamadi, D. seify, V.dehbash,M.mehdipur; Supervision: Mohammad Ghorbani and final writing: Hamid mohamadi, Davood seify qarayataq ,vahid dehbashi, Hadi Tamidi, Mohammad mehdipur

Conflicts of interest:

The authors declared no conflict of interest

مقاله پژوهشی

قیمت گذاری قرارداد اختیار خرید و اختیار فروش ذرت با دو رهیافت بلک شولز و درخت دوجمله‌ای

حمید محمدی^{۱*}، هادی تعمیدی^۲، داود سیفی قره یثاق^۳، وحید دهباشی^۱، محمد مهدی پور^۴

۱-استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲-دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳-استادیار گروه حقوق، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۴- عضو هیات علمی گروه حقوق، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: محصولات کشاورزی به دلیل وجود شرایط نامطمئن جوی، دارای ریسک عملکردی و عرضه نامنظم محصول در بازار می‌باشند. عرضه نامنظم به نوبه خود باعث ایجاد نوسان قیمت محصول و ریسک قیمتی برای کشاورز می‌گردد. برای مدیریت ریسک قیمتی محصولات کشاورزی می‌توان از ابزار حقوقی و مالی نوین مانند ابزار مشتقه اختیار معامله، استفاده نمود. اتخاذ تصمیمات اصولی سرمایه‌گذاری و تخصیص بهینه منابع سرمایه‌ای مستلزم ارزشگذاری قرارداد اختیار معامله با استفاده از روش‌های معتبر علمی است.

مواد و روش‌ها: بعد از تشکیل بازار فرضی اختیار معامله ذرت، نسبت به قیمت‌گذاری اختیار معامله با استفاده از مدل‌های بلک-شولز و درخت دوجمله‌ای پرداخت شده است. داده‌های مورد نیاز مربوط به سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد که از بورس کالای ایران و شبکه خبری و اطلاع‌رسانی صنعت مرغداری و دامپروری گرفته شده است. حل مدل‌های مذکور نیز در محیط نرم‌افزاری Excel 2010 و DeriveaGem 1.5 صورت گرفت.

یافته‌ها: نوسان قیمت ذرت با استفاده از داده‌های سری زمانی ۳۱۱۷، و خطای استاندارد ۰،۰۲۴۰ برآورد گردید. قیمت تخمینی اختیار معامله در مدل بلک شولز به ازای هر واحد محصول به ترتیب ۲۴۰،۷۷ ریال و ۲۱۰،۱۷ ریال است. این بدان معناست که کشاورزان می‌توانند با پرداخت ۲۱۰،۱ ریال به ازای هر واحد، خود را در برابر کاهش قیمت پوشش دهند همچنین قیمت‌گذاری با روش بلک شولز در بازه‌های زمانی مختلف، یک عدد ثابت نشان داده می‌شود. با افزایش تعداد دوره‌ها، قیمت‌های تخمینی از درخت دو ماهانه به قیمت تخمینی مدل بلک شولز نزدیکتر می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به مزایای اختیار معامله، پیشنهاد می‌گردد بازار اختیار معامله، جهت کاهش ریسک قیمتی تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها در بورس کالا برقرار گردد و تضمینات حقوقی در انحلال و غرامت عدم اجرای قرارداد قوی تر گردد و موارد جدی تر نقض قرارداد و تقلب در آن با مجازات کیفری پاسخ داده شود.

JEL: G13

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱

شماره صفحات: ۱۳۰-۱۱۶

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

10.30495/jae.2024.31816.2382

واژه‌های کلیدی:

مدیریت ریسک، قرارداد اختیار معامله، بازارهای آتی، قیمت‌گذاری قرارداد اختیار معامله، درخت دوجمله‌ای

* نویسنده مسؤل: حمید محمدی ORCID: 0000.0002.6642.547X

نشانی: گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل، زابل، ایران

تلفن: ۰۹۱۷۳۱۴۱۴۵۵

پست الکترونیکی: H.mohammadi@uoz.ac.ir

مقدمه

می‌شوند (۱). قدمت بازارهای آتی به قرون وسطی بر می‌گردد. هدف از ایجاد این بازارها، برآورده ساختن نیازهای کشاورزان و تجار بوده است. فرض کنید الان بهمن ماه است. کشاورزی که محصول خود را در تیر ماه برداشت می‌کند، نسبت به قیمت دریافتی محصول خود نگران است. اگر عرضه محصول کم باشد و کشاورز برای فروش عجله‌ای نداشته باشد، به احتمال زیاد بتواند، محصول خود را با قیمت بالایی به فروش رساند. اما در مقابل، اگر عرضه محصول زیاد باشد، به احتمال زیاد قادر نخواهد بود محصول خود را با قیمت مناسبی به فروش برساند؛ لذا کشاورز و خانواده وی، با ریسک تغییرات ناخواسته در قیمت محصول مواجه‌اند.

از طرف دیگر، شرکتی را در نظر بگیرید، که برای انجام فعالیت خود به محصول کشاورزی فوق (مثلاً غلات) نیاز دارد. این شرکت نیز در معرض ریسک قیمت، قرار دارد. در سال‌هایی که غلات زیاد است، ممکن است بتواند، محصول مورد نیاز خود را با قیمت مناسبی تهیه کند. در غیر این صورت مجبور خواهد بود، بهای بیشتری برای همان محصول بپردازد. بنابراین، این راه-حل، منطقی به نظر می‌رسد که شرکت و کشاورز ضمن مذاکره با یکدیگر بر قیمت خاصی توافق کنند؛ یعنی یک معامله از نوع قرارداد آتی، یا قرارداد اختیار معامله با یکدیگر انجام دهند (۸).

مبانی نظری

شکل‌گیری بورس‌های اختیار معامله

در آوریل ۱۹۷۳، بورس شیکاگو یک بورس انحصاری برای اختیارمعاملات بر روی سهام تشکیل داد. این بورس، بورس اختیار معامله شیکاگو^۷ نامگذاری شد. پس از آن، چندین بورس سهام و تقریباً تمام بورس‌های معاملات آتی، به مبادله اختیار-معامله اقدام نمودند.

مبادله اختیارمعامله روی سهام، در سال ۱۹۷۵ در بورس سهام آمریکا^۸ و بورس سهام فیلادلفیا^۹ راه‌اندازی شد. بورس پاسیفیک^{۱۰} نیز یک سال بعد، (یعنی در سال ۱۹۷۶) انجام این معاملات را آغاز کرد. به طوری که در اوایل دهه ۱۹۸۰ حجم معاملات اوراق اختیار معامله با رشد نجومی، از حجم معاملات روزانه خود سهام در بورس سهام نیویورک پیشی گرفت. در این دهه، در آمریکا بازارهایی برای مبادله اختیار معامله روی ارز، شاخص سهام و قراردادهای آتی ایجاد شد. امروزه در بیشتر

تولیدکنندگان کالاهای کشاورزی با ریسک درآمدی بالا، روبرو هستند، زیرا در زمان تصمیم‌گیری برای تولید، دو متغیر کلیدی یعنی قیمت و میزان تولید محصول با اطمینان شناسایی نمی‌گردند. در دنیای واقعی چنین تولیدکنندگانی دارای ابزارهای محدود برای کاهش این ریسک درآمدی و ترکیب‌های آن، یعنی نوسانات قیمت و تولید هستند. ذخایر ضربه‌گیر^۱ یکی از طرح‌های تثبیت و کاهش نوسانات قیمتی است. در این طرح به هنگام کاهش قیمت، محصولات اضافی در انبار ذخیره و در هنگام افزایش قیمت وارد بازار می‌شود. تنوع^۲ یکی دیگر از روش‌های کاهش نوسانات قیمت و عملکرد است. تقریباً تمام کشورهای در حال توسعه به نوعی از طرح‌های تثبیت قیمت مستقیم استفاده می‌کنند. مکانیزم‌های تثبیت قیمت در کشورهای مختلف متفاوت است. این مکانیزم‌ها شامل قیمت‌های حمایتی^۳، طرح دامنه‌ای از قیمت‌ها^۴ و طرح تجمیع قیمت^۵ می‌باشد.

با این وجود تحلیل‌گران اقتصاد رفاه بیشتر این طرح‌های تثبیت را مورد انتقاد قرارداده‌اند. بازارهای آتی و اختیارمعامله را شاید بتوان مهم‌ترین ابزار دردسترس برای کاهش نوسانات قیمتی تولیدکنندگان محصولات کشاورزی دانست (۱۱). در واقع می‌توان گفت قراردادهای اختیارمعامله^۶ در بازار اختیارمعامله، بیمه‌ی قیمتی ایجاد می‌نماید. بدین صورت که امکان کاهش زیان‌های ناشی از کاهش قیمت در آینده را فراهم آورده، و به فرد این اجازه را می‌دهد تا از مزایای افزایش قیمت در آینده بهره‌بردار شود (۷). یعنی برخلاف بازار آتی که در آن فروشنده مجبور به تحویل محصول در موعد مقرر است، در بازار اختیار معامله این اجبار وجود ندارد و این یکی از نقاط قوت اختیار معامله می‌باشد؛ زیرا در صورتی که در موعد مقرر مثلاً بر اثر سرمازدگی، محصول کافی برای تحویل به بازار آتی موجود نباشد، کشاورزان زیان خواهند دید، اما در بازار اختیارمعامله این زیان وجود نخواهد داشت (۳).

با توجه به این موضوع که محصولات منتخب مورد مطالعه، توانایی یک بار برداشت در طول مدت اختیار معامله را دارند، فقط می‌توان در زمان انقضای اختیارمعامله، اعمال شوند و مطمئناً از نوع اختیارمعامله اروپایی خواهند بود. بازارهای آتی و اختیار معامله، برای اهداف مختلف و توسط کارگزاران اقتصادی متفاوتی در زنجیره‌ی تولید و عرضه‌ی کالاهای تجاری استفاده

7 Chicago Board Options Exchange (CBOE)
8 American Stock Exchange
9 Philadelphia Stock Exchange (PHLX)
10 Pacific

1 Buffer Stocks
2 Diversification
3 Price Support
4 Price Band
5 Price Pooling
6 Options Contract

به طور کلی چهار موقعیت برای یک اختیار معامله وجود دارد:

۱. موقعیت خرید در قرارداد اختیار خرید
۲. موقعیت خرید در قرارداد اختیار فروش
۳. موقعیت فروش در قرارداد اختیار خرید
۴. موقعیت فروش در قرارداد اختیار فروش

منظور از خریداران، معامله‌گرانی هستند که موضع خرید و منظور از فروشندگان، افرادی هستند که موضع فروش اتخاذ کرده‌اند. (۱۸)

انواع معامله‌گران

سه گروه عمده معامله‌گران را می‌توان پوشش‌دهندگان ریسک، سفته‌بازان و آربیتراژگران در نظر گرفت. پوشش‌دهندگان ریسک با استفاده از اختیار معاملات به دنبال کاهش ریسکی هستند که از حرکت بالقوه آتی در یک متغیر ناشی می‌شود. سفته‌بازان از پیش‌بینی، جهت حرکت آتی قیمت، در یک متغیر بازار استفاده می‌کنند. آربیتراژگران با اتخاذ موقعیت‌های متناسب در دو یا چند بازار مختلف، به دنبال کسب سود بدون ریسک هستند (۸).

در ادامه فعالیت‌ها و اقدامات هر یک از این گروه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- پوشش‌دهندگان ریسک

کشاورزی را در نظر بگیرید که محصول ذرت خود را ۳ ماه دیگر برداشت می‌کند. کشاورز می‌تواند اختیار فروش محصول را با قیمت توافقی، خریداری کرده و خود را در مقابل ریسک قیمتی محصول پوشش دهد.

از طرف دیگر شرکتی را در نظر بگیرید که یکی از مواد اولیه لازم برای تولیداتشان ذرت باشد. و این شرکت مقداری ذرت برای سه ماه بعد نیاز داشته باشد؛ اگر مدیران آن شرکت بخواهند خود را در مقابل نوسانات ناخواسته در قیمت ذرت، پوشش بدهند می‌توانند یک اختیار خرید برای سه ماه آینده با مقدار معلوم خریداری کنند.

۲- سفته‌بازان^۷

پوشش‌دهندگان ریسک از مواجه شدن با تغییرات نامطلوب قیمت دارایی‌ها اجتناب می‌کنند. در حالیکه سفته‌بازان به استقبال ریسک می‌روند و موقعیت‌هایی را متناسب با نوع پیش‌بینی خود درباره تغییر قیمت‌ها، کسب می‌کنند.

۳- آربیتراژگران

گروه سوم و مهم معامله‌گران در بازارهای اختیارمعاملات، پیمان‌های آتی و قراردادهای آتی، آربیتراژگران هستند. آربیتراژ عبارت است از فرصت دستیابی به سود بدون ریسک، از طریق ورود

بورس‌های دنیا، قراردادهای اختیارمعامله روی قراردادهای آتی صادر می‌شوند؛ به‌طور مثال، در بورس شیکاگو اختیارمعامله قراردادهای آتی غلات، خرید و فروش می‌شود. قراردادهایی روی ذرت، لوبیای ژاپنی، نفت خام، گاو، طلا، دلار اروپایی و بعضی پول‌های رایج نیز فراوانی دارند (۸).

قراردادهای اختیارمعامله

به طور کلی، می‌توان حق اختیارمعامله را به دو قسمت تقسیم کرد: اختیارخرید^۱ و اختیارفروش^۲.

قرارداد اختیار خرید به دارنده آن، این حق را می‌دهد تا دارایی را در تاریخ معینی و با قیمت مشخصی خرید نماید. و در قرارداد اختیار فروش حق فروش یک دارایی در تاریخ معین و با قیمت مشخص به دارنده آن داده می‌شود. قیمتی را که در قرارداد ذکر می‌شود، قیمت توافقی یا قیمت اعمال^۳ و تاریخ ذکر شده در قرارداد را، اصطلاحاً تاریخ اعمال^۴ می‌گویند. اختیار خرید یا فروش، هر کدام به دو حالت اروپایی^۵ و آمریکایی^۶ تقسیم می‌شود. تفاوت این دو نوع اختیارمعامله ربطی به منطقه جغرافیایی ندارد. قرارداد اختیار اروپایی فقط در تاریخ سررسید قابلیت اعمال دارد. در حالی که قرارداد اختیار آمریکایی، در هر زمانی قبل از تاریخ سررسید قابل اعمال است. (۱۷)

در این مطالعه فرض بر این است، کشاورز بلافاصله بعد از برداشت، محصول خود را بفروش می‌رساند. بنابراین اگر کشاورزی در بازار اختیارمعامله شرکت نماید فقط می‌تواند در زمان برداشت به تعهدات خود عمل نماید و نه قبل از آن. در نتیجه اختیار معامله مورد نظر اختیار معامله اروپایی خواهد بود.

مواضع معاملاتی

در قرارداد اختیار معامله، دو طرف معامله‌گر وجود دارد. یک طرف معامله‌کننده، سرمایه‌گذاری است که موقعیت خرید اتخاذ کرده است و اختیار معامله را خریده است. در طرف دوم قرارداد، سرمایه‌گذار موقعیت فروش اتخاذ کرده است؛ یعنی اختیارمعامله را صادر کرده یا فروخته است. خریدار یا دارنده اختیار معامله، هیچگونه تعهدی در قبال قرارداد ندارد، در حالی که فروشنده یا صدور اختیار معامله برای فروشنده متعهد می‌شود که در صورت اعمال اختیارمعامله توسط خریدار، به مفاد قرارداد عمل کند. سود یا زیان صادر کننده اختیار، درست عکس خریدار می‌باشد.

- 1- Call Option
- 2- Put Option
- 3- Exercise Price (strike price)
- 4- Expiration date – Exercise date – Strike date – Maturity
- 5- European option
- 6- American option

^۷ سفته‌باز یا بورس‌بازی یک راهبرد سرمایه‌گذاری است، که مستلزم پذیرش ریسک بالا و انجام معاملات مکرر می‌باشد.

در این مطالعه ابتدا به بررسی راه‌اندازی اختیار معامله‌ی ذرت با معیارهای پنینگ و مولنبرگ (۱۹۹۸) (۱۶) پرداخت شده است. بعد از احراز شرایط این محصولات برای ارائه در بازار اختیار معامله و تشکیل بازار فرضی این بازار، قیمت منصفانه این اوراق تعیین شده است.

بنا بر اهمیت و کاربرد بازارهای آتی در رفع مشکل‌های مذکور، مطالعات متعددی پیرامون این موضوع صورت گرفته است. تعدادی از این مطالعات درباره‌ی نحوه‌ی تشکیل این نوع از بازارها و تعیین تأثیر عوامل مختلف در میزان موفقیت بازارهای آتی و اختیار معامله و سنجش میزان مشارکت در این گونه بازارها، با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی صورت گرفته است. در برخی دیگر از مطالعات، صرفاً با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و ریاضیات مالی به قیمت‌گذاری قراردادهای آتی و اختیار معامله پرداخته‌اند.

لنس و همکاران (۱۰) در مرکز کشاورزی و توسعه روستایی دانشگاه ایالتی آیووا، تولید و تأمین در بازارهای آتی و اختیار-معامله را برای بنگاه‌هایی تحلیل کردند که، مطلوبیت خود را به حداکثر می‌رسانند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد تا زمانی که بنگاه‌های اقتصادی رفتار آینده‌نگر داشته باشند، حتی در صورت نبود ریسک تولید و اریب در قیمت‌ها، بازار اختیار معامله مورد استفاده قرار می‌گیرد. تاوانزواران و کمپیل (۱۳) در کانادا به قیمت‌گذاری اختیار معامله‌های دوتایی^۱ با استفاده از اعداد فازی پرداختند. طبق نظر ایشان، مدل‌های قیمت‌گذاری معمول، بازده انتظاری اختیار معامله را بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت در قیمت دارایی پایه، در زمان انقضا، تعیین می‌کنند. تئوری مجموعه‌های فازی به طور صریح می‌تواند برای عدم قطعیت مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه به طور خاص، اختیار معامله‌های دوتایی را به وسیله‌ی منطق فازی^۲ ارزش انقضای سهام، با استفاده از اعداد فازی ذوزنقه‌ای^۳، سهمی‌وار^۴ و اعداد فازی تطبیقی^۵ مورد بررسی قرار دادند. ترنوسکی و کمپیل (۱۳) مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده میزان تأثیر بازار آتی در کاهش واریانس قیمت‌ها را درجه ریسک‌گریزی تولیدکنندگان، بورس-بازار و همچنین شیب منفی تابع تقاضا معرفی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر هنگامی روی می‌دهد که تقاضا دارای کشش بالایی باشد. نیوبری و استیگلنبر (۱۲) معتقدند که

همزمان در دو یا چند بازار. به طور کلی می‌توان گفت، وجود تعداد زیادی آریترژر در بازار، به این معناست که در عمل، فرصت آریترژری بسیار کمی در بازارهای مالی مشاهده می‌شود. به همین دلیل، در این مطالعه و در بیشتر مسائلی که در خصوص قیمت قراردادهای آتی، پیمان‌های آتی و ارزش قراردادهای اختیارمعاملات مطرح می‌شوند، بر این پیش‌فرض مبتنی هستند، که فرصت آریترژری وجود ندارد.

۴-بازارسازان

اکثر بورس‌های اختیار معامله از یک سیستم بازارسازی برای سهولت انجام معاملات استفاده می‌کنند. بازارساز یک اختیار معامله معین، فردی است که هرگاه از وی درخواست شود، قیمت پیشنهادی فروش آن اختیار معامله را اعلام می‌کند. قیمت پیشنهاد خرید، قیمتی است که بازارساز حاضر به خرید اختیار معامله مزبور در آن قیمت است. قیمت پیشنهادی فروش، قیمتی است که بازارساز حاضر به فروش اختیار معامله مزبور در آن قیمت می‌باشد.

وجود بازارسازان تضمین می‌کند که دستورهای خرید و فروش همواره و بدون هیچ گونه تاخیری می‌توانند در قیمت‌های معین اعمال شوند؛ بنابراین بازارسازها می‌توانند نقدینگی بازار را افزایش دهند. این افراد از شکاف بین قیمت خرید و فروش سود کسب می‌کنند (۸).

مقایسه پیمان‌های آتی و اختیار معامله

پیمان‌های آتی برای ایجاد حالت بی‌تفاوتی نسبت به ریسک طراحی شده‌اند؛ یعنی قیمتی را که پوشش‌دهنده ریسک برای دارایی پایه دریافت می‌کند یا می‌پردازد، تثبیت می‌کنند. در مقابل، قراردادهای اختیار معامله، تضمین ایجاد می‌کنند. این قراردادها برای سرمایه‌گذاران این امکان را فراهم می‌کنند که خود را در مقابل حرکت نامطلوب قیمت، محافظت کنند و در عین حال، از حرکت مطلوب قیمت منتفع شوند. برخلاف پیمان-های آتی، برای ورود در قراردادهای اختیارمعاملات هزینه‌هایی جهت قیمت اختیار معامله پرداخت می‌شود (۸).

ویژگی دارایی پایه مناسب برای قرارداد اختیار معامله

برای بررسی اینکه آیا یک کالا قابل خرید و فروش در بازار اختیار معامله است باید ویژگی‌های کالا از جنبه‌های زیر مورد ارزیابی قرار گیرد (۱۶)

- ۱- وجود نوسان قیمت غیر قابل پیش‌بینی دارایی پایه.
- ۲- بزرگ بودن بازار نقدی دارایی پایه.
- ۳- امکان استانداردسازی دارایی پایه.
- ۴- عدم وجود امکان ایجاد تامین متقاطع برای دارایی پایه.

1 Binary Option Pricing
2 Fuzzifying
3 Trapezoidal
4 Parabolic
5 Adaptive fuzzy numbers

تولید محصول پسته، کشاورزان بازار اختیار معامله را بر بازار آتی ترجیح داده و چنانچه این ریسک حذف شود، بازار آتی، قابل ترجیح است. همچنین افزایش بدهی کشاورزان همراه با افزایش نسبت تأمین بوده، در حالی که فرصت‌های بالای دریافت وام‌های بانکی، این نسبت را کاهش می‌دهد. عبدالمهدی عزت آبادی و نجفی (۳) احتمال مشارکت کشاورزان و تجار در بازار-های آتی و اختیار معامله محصولات کشاورزی در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که بیش از ۹۳ درصد از پسته‌کاران و تجار پسته قادر به درک نحوه کارکرد بازارهای آتی و اختیار معامله‌اند؛ به عبارتی مشکلی در این زمینه وجود ندارد. بررسی تمایل به مشارکت کشاورزان و تجار پسته نیز نشان داد که در این زمینه انگیزه‌ی کافی وجود دارد، به طوری که از کل کشاورزان مورد سوال قرار گرفته ۳۵/۷۷ درصد و ۵۹/۴۱ درصد به ترتیب حاضر به مشارکت در بازارهای آتی و اختیار معامله‌اند که این نسبت برای تجار پسته به ترتیب ۵۰ درصد و ۶۱ درصد است. مهم‌ترین مانع بر سر راه مشارکت در بازار آتی، مشخص نبودن عملکرد سال آینده محصول پسته و در بازار اختیار معامله نبود نقدینگی برای پرداخت حق معامله و بی-اعتمادی نسبت به این بازار است.

مواد و روش‌ها

در این قسمت ابتدا مدل درخت دوجمله‌ای و مدل بلک-شولز جهت ارزش‌گذاری اختیار خرید و اختیار فروش اروپایی صادره بر روی محصول منتخب مورد بحث قرار گرفته است. همچنین بعد از معرفی پارامترهای مدل، در مورد مفهوم نوسان‌پذیری قیمت دارایی پایه توضیحاتی ارائه کرده و نشان داده شده است که چگونه می‌توان میزان تغییرپذیری را با استفاده از داده‌های تاریخی بدست آورد.

فرمول‌های قیمت‌گذاری

فرمول‌های بلک - شولز برای قیمت‌های اختیار معامله از نوع اروپایی عبارتند از:

$$c = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad (1)$$

$$p = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{k}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{k}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (3)$$

- 1 Hedge ratio
- 2 Chicago Board of Trade
- 3 Binary options

بازارهای آتی و اختیار معامله بر سیاست‌های تثبیت قیمت مستقیم برتری دارند؛ زیرا در این بازارها کشاورزان می‌توانند با آزادی کامل مقدار محصولی را که خود تمایل به تثبیت قیمت آن دارند، بدون هیچ‌گونه اجبار، انتخاب کنند. ژانگ (۱۵) مطالعه‌ای روی گریز از خطر سرمایه‌گذاری سرمایه‌های ریسکی دومرحله‌ای در تولیدات کشاورزی و شرکت‌های پردازشگر چین انجام داد. در این مطالعه عبارات ریاضی این دومرحله ارائه شده و یک مدل ارزش‌گذاری اختیار معامله درباره‌ی سرمایه‌گذاری سرمایه‌های مخاطره آمیز دو مرحله‌ای تصمیم‌گیرندگان بر پایه-ی تئوری قیمت‌گذاری اختیار معامله، تحت عدم قطعیت، ارائه شده است. باک و همکاران (۴) به بررسی رابطه‌ی بین ارزش-گذاری اختیار معامله کالا و فصلی بودن در برد تجاری شیکاگو^۱ پرداختند. ایشان با تجزیه و تحلیل نمونه‌های گسترده‌ای از اختیار معامله سویا، ذرت و گاز طبیعی دریافتند که فصلی بودن نوسانات قیمت، باید برای تعیین زمان ارزش‌گذاری این قراردادها، مدنظر قرار گیرد. تنظیم فصلی مناسب، باعث کاهش اشتباهات قیمت‌گذاری در این بازارها گشته و دقت ارزیابی را بیشتر از افزایش تعداد عوامل تصادفی، بهبود می‌بخشد.

عبدالمهدی عزت آبادی و نجفی (۱) نشان دادند که نزدیک به ۵۰ درصد از نوسانات قیمت پسته در سطح تولیدکننده تصادفی و غیر قابل پیش‌بینی بوده و برای کاهش این نوسان‌ها به ابزار مناسبی نیاز است. در این مطالعه نشان داده شد که بر اساس معیارهای پینگ و مولنبرگ (۱۶) پسته‌ی ایران برای معامله در بازارهای آتی و اختیار معامله مناسب است و همچنین نشان دادند که گام اساسی در جهت ایجاد موفقیت آمیز بازارهای آتی و اختیار معامله محصولات کشاورزی در ایران، سنجش میزان مقبولیت این بازارها در بین گروه‌های هدف و تعیین عوامل موثر بر پذیرش آن‌ها است. عبدالمهدی عزت آبادی و نجفی (۲) نسبت‌های تأمین در بازارهای آتی و اختیار معامله محصولات کشاورزی برآورد کرده و عوامل موثر بر آن را تعیین نمودند. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که در شرایط وجود ریسک

دوره‌ی زمانی ثابتی به صورت روزانه، هفتگی یا حتی ماهانه بیان می‌شود. اگر داشته باشیم:

$n+1$ = تعداد مشاهدات، S_i = قیمت دارایی پایه در پایان i امین دوره زمانی ($i=0, 1, \dots, n$)، t = طول یک دوره‌ی زمانی در سال، u_i = بازده روزانه، S = انحراف معیار بازده روزانه، T = معکوس تعداد روزهای مبادلاتی.

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right) \quad (5)$$

می‌توانیم مقدار تقریبی انحراف معیار بازده روزانه را به صورت ذیل برآورد کنیم:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (6)$$

یا

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n u_i\right)^2} \quad (7)$$

با استفاده از رابطه

$$\ln \frac{S_T}{S} \sim \phi\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T, \sigma\sqrt{T}\right]$$

انحراف معیار بازده روزانه برابر با $\sigma\sqrt{t}$ است. بنابراین متغیر S برآوردی از $\sigma\sqrt{t}$ است. در نتیجه می‌توان گفت که $\hat{\sigma}$ تخمینی از σ به صورت زیر است.

$$\hat{\sigma} = \frac{S}{\sqrt{t}} \quad (8)$$

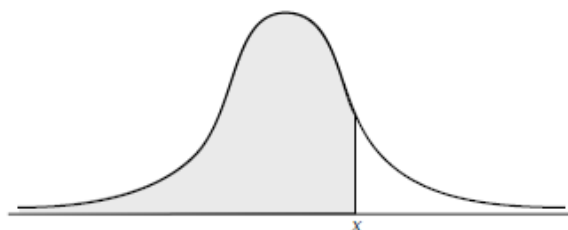
خطای استاندارد تقریبی این برآورد را می‌توان با رابطه $\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{2n}}$ محاسبه کرد.

انتخاب مقدار صحیح n کار آسانی نیست. معمولاً برای دست‌یابی به جواب دقیق‌تر، داده‌های بیشتری انتخاب می‌کنند ولی σ در طول زمان تغییر می‌کند و داده‌های قدیمی‌تر ممکن است، برای پیش‌بینی آتی مرتبط نباشند. در نتیجه معمولاً از یک روش ظاهراً معقولی استفاده می‌کنند به طوری که عموماً از نزدیک‌ترین قیمت‌های روزانه در طول ۹۰ تا ۱۸۰ روز اخیر استفاده می‌کنند یک قاعده سرانگشتی این است که n را برابر با تعداد روزهایی که نوسان‌پذیری قیمت‌ها را می‌خواهیم در آن دوره زمانی حساب کنیم قرار دهیم. بنابراین اگر نوسان‌پذیری برای ارزش‌گذاری یک اختیار معامله دو ساله استفاده شود، از داده‌های تاریخی دو سال اخیر استفاده خواهیم نمود.

یک موضوع قابل بحث دیگری که وجود دارد این است که دوره زمانی را بر اساس تعداد روزهای تقویم یا روزهای کاری (که در آن روزهای معامله صورت می‌گیرد) اندازه‌گیری نماییم، تا بتوانیم پارامتر نوسان‌پذیری را به طور صحیح برآورد کنیم (۸).

در معادله‌ی بالا، $N(x)$ تابع توزیع احتمال تجمعی یک متغیر نرمال استاندارد شده می‌باشد. به عبارت دیگر، احتمال اینکه متغیر با توزیع نرمال استاندارد $\phi(0,1)$ ، کمتر از x باشد.

متغیرهای C و p به ترتیب قیمت‌های اختیار خرید و اختیار فروش اروپایی هستند. S_0 قیمت جاری سهام، K قیمت اعمال، r نرخ بهره بدون ریسک (به صورت مرکب و پیوسته)، T مدت زمان باقی‌مانده تا زمان انقضا و σ نوسان‌پذیری قیمت دارایی پایه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- قسمت هاشور خورده، نشان دهنده $N(x)$ می‌باشد.

Figure 1- Shadow Part indicated $N(x)$

از دیدگاه نظری، مدل بلک-شولز را صرفاً برای مدت زمان کوتاهی که r ثابت است، می‌توان به کار برد. در عمل هنگام استفاده از مدل مذکور، r را برابر با نرخ بهره بدون ریسک کسب شده روی سرمایه‌گذاری با عمر $N(x)T$ (مهلت باقی‌مانده تا زمان سررسید اختیار معامله) قرار می‌دهیم.

خواص فرمول بلک-شولز

در این مطالعه نشان خواهیم داد که با ملاحظه مدل در مواقعی که پارامترهای آن مقادیری بزرگ باشند، فرمول‌های بلک-شولز خواص عمومی یکسانی دارند. زمانی که قیمت دارایی پایه S_0 ، بسیار بزرگ می‌شود، تقریباً یقین داریم که اختیار خرید توسط دارنده آن اعمال می‌گردد.

در این حالت اختیار خرید، بسیار شبیه به یک پیمان آتی با قیمت تحویل X می‌باشد.

انتظار داریم که قیمت اختیار خرید برابر باشد با:

$$S_0 - Ke^{-rT} \quad (4)$$

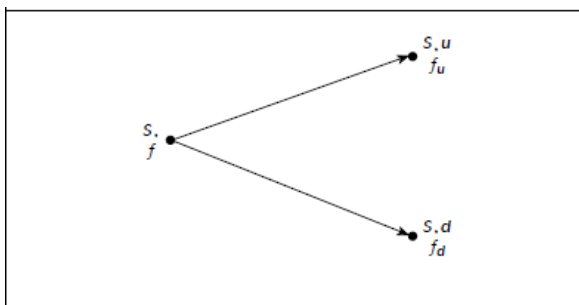
که در واقع، همان قیمت اختیار خرید است که توسط رابطه (۱) بدست آورده می‌شود. چرا که در زمانی که S_0 خیلی بزرگ می‌شود d_1 و d_2 هر دو نیز بزرگ می‌شوند. بنابراین $N(d_1)$ و $N(d_2)$ به یک نزدیک می‌شوند.

نوسان‌پذیری یک دارایی پایه یا σ ، معیاری برای اندازه‌گیری عدم اطمینان در مورد قیمت دارایی پایه است.

برآورد نوسان‌پذیری قیمت دارایی پایه با استفاده از

داده‌های تاریخی

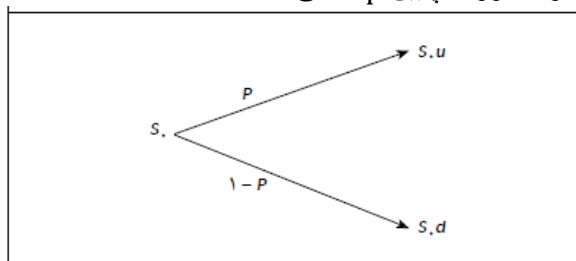
با استفاده از تغییرات قیمت دارایی پایه در گذشته، می‌توان میزان نوسان‌پذیری را تخمین زد. معمولاً قیمت دارایی پایه در



شکل ۲- حالت کلی قیمت‌های دارایی پایه و اختیار در درخت- دوجمله‌ای یک مرحله‌ای

Figure 2- The general state of the prices of the basic asset and option in a one-stage binomial tree

احتمال حرکت به سمت بالا برابر با p و احتمال حرکت رو به پایین $1-p$ می‌باشد.



شکل ۳- تغییرات قیمت یک واحد از دارایی پایه در زمان t_0 در مدل درخت دو جمله‌ای

Figure 3- Changes in the price of a unit of base assets at time t_0 in the binomial tree model

برای نشان دادن رفتار قیمت یک دارایی پایه در محیط بی‌تفاوتی به ریسک، از نمودار درختی استفاده می‌کنیم. پارامترهای u و d می‌بایستی مقادیر صحیح میانگین و واریانس تغییرات قیمت دارایی پایه طی فاصله زمانی را در محیط بی‌تفاوتی نسبت به ریسک بدست دهند. بازده مورد انتظار یک واحد دارایی پایه (هزینه فرصت سرمایه اولیه دارایی پایه) بهره بدون ریسک r است. بنابراین قیمت مورد انتظار یک واحد دارایی پایه در پایان فاصله زمانی δt ، برابر با $Se^{r\delta t}$ خواهد شد که در آن S ، قیمت دارایی پایه در آغاز دوره‌ی زمانی δt می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که:

$$Se^{r\delta t} = PSu + (1-P)Sd \quad (8)$$

$$e^{r\delta t} = pu + (1-p)d \quad (9)$$

انحراف معیار تغییر نسبی قیمت دارایی پایه در یک دوره‌ی کوتاه مدت δt برابر با $\sigma\sqrt{\delta t}$ می‌باشد. پس واریانس تغییر نسبی قیمت هم برابر با $\sigma^2\delta t$ خواهد بود.

از آنجایی که، واریانس متغیری مانند Q به صورت $E(Q^2) - E(Q)^2$ تعریف شده است که در آن E نشانگر

ارزش مورد انتظار است (۸).

مدل درخت دوجمله‌ای

مدل درخت دوجمله‌ای یک تکنیک مفید و متداول برای قیمت-گذاری اختیار معامله است. این مدل به صورت یک دیاگرام است که مسیرهای مختلفی را که احتمال دارد، دارایی پایه در طی عمر اختیار معامله طی کند، نشان می‌دهد (۵).

ابتدا نحوه‌ی عملکرد درخت دوجمله‌ای را بیان نموده و سپس به بحث قیمت‌گذاری با استفاده از این روش خواهیم پرداخت. شیوه‌ی عملکرد و قیمت‌گذاری در این روش، مشابه مقاله مهم کاکس، راس و رایبنستین می‌باشد که در سال ۱۹۷۹ منتشر شده است.

قیمت‌گذاری اختیار معامله با استفاده از درخت دوجمله‌ای بدین ترتیب است که طول عمر اختیار معامله به تعداد زیادی فاصله زمانی به طول δt تقسیم کرده و فرض می‌شود که قیمت دارایی پایه در ابتدای دوره زمانی تنها می‌تواند یکی از دو قیمت معلوم را در پایان دوره زمانی مذکور به خود بگیرد.

در این مدل فرض شده هیچ فرصت آربیتراژی وجود ندارد و همچنین فرض می‌شود که در شرایط بی‌تفاوتی نسبت به ریسک هستیم. به عبارت دیگر به منظور ارزش‌گذاری یک اختیار معامله می‌توان فرض کرد:

۱- نرخ بازده مورد انتظار از اوراق بهادار معامله شده، برابر با نرخ بهره بدون ریسک است.

۲- جریان نقدی آتی را می‌توان با تنزیل ارزش مورد انتظار آن‌ها با نرخ بهره بدون ریسک ارزش‌گذاری کرد.

کالایی را در نظر بگیرید که قیمت آن در حال حاضر S_0 و قیمت جاری اختیار معامله آن f می‌باشد. فرض می‌کنیم که طول عمر اختیار معامله تا زمان سررسید T باشد و در این فاصله زمانی، قیمت اولیه کالا از مقدار S_0 افزایش پیدا کرده و به S_{0u} برسد. یا اینکه قیمت کالا تنزل یافته و به مقدار S_{0d} برسد. به طور کلی $u > 1$ و $d < 1$ است. هنگامی که حرکت قیمت کالا یک حرکت به سمت بالا (افزایش) باشد، $u-1$ ، درصد افزایش قیمت واحد کالا را نشان می‌دهد و هنگامی که حرکت قیمت، رو به پایین (کاهش) باشد، درصد کاهش قیمت واحد کالا برابر با $1-d$ است. همچنین اگر قیمت دارایی پایه از S_0 به S_{0u} یک حرکت رو به بالا داشته باشد، فرض می‌شود عایدی (ارزش) اختیار معامله برابر f_u است و اگر قیمت دارایی پایه از S_0 به S_{0d} یک حرکت رو به پایین داشته باشد، فرض می‌کنیم بازده اختیار معامله برابر f_d است (۸). شکل ۲ نشان دهنده‌ی این مطلب است.

بنابراین می‌توان گفت که:

$$\sigma^2 \delta t = pu^2 + (1-p)d^2 - [pu + (1-p)d]^2 \quad (10)$$

معادلات ۸ و ۹ دو شرط را بر متغیرهای u و p تحمیل می‌کنند. شرط سومی که توسط کاکس، راس و رابینستن استفاده می‌شود، عبارت است از:

$$u = \frac{1}{d} \quad (11)$$

کوچک باشد، سه شرط مزبور عبارت δt می‌توان نشان داد اگر است از:

$$p = \frac{a-b}{u-d} \quad (12)$$

$$u = e^{\sigma \sqrt{\delta t}} \quad (13)$$

$$d = e^{-\sigma \sqrt{\delta t}} \quad (14)$$

که در آن:

$$a = e^{r \delta t} \quad (15)$$

برخی اوقات از متغیر a به عنوان فاکتور رشد یاد می‌شود.

درخت قیمت دارایی پایه

شکل ۴ نمودار درختی کامل قیمت‌های دارایی پایه که در هنگام استفاده از مدل دوجمله‌ای در نظر گرفته می‌شود، را نشان می‌دهد. در زمان صفر، قیمت دارایی پایه S_0 معلوم است. در زمان δt احتمال وجود دو نوع قیمت دارایی پایه یعنی $S_0 u$ و $S_0 d$ ، در زمان $2\delta t$ ، سه قیمت محتمل‌الوقوع یعنی $S_0 u^2$ ، $S_0 u d$ ، $S_0 d^2$ وجود دارد. به طور کلی، در زمان $i\delta t$ ، $i+1$ قیمت‌های واحد دارایی پایه در نظر گرفته می‌شود. قیمت‌های مذکور عبارت است از:

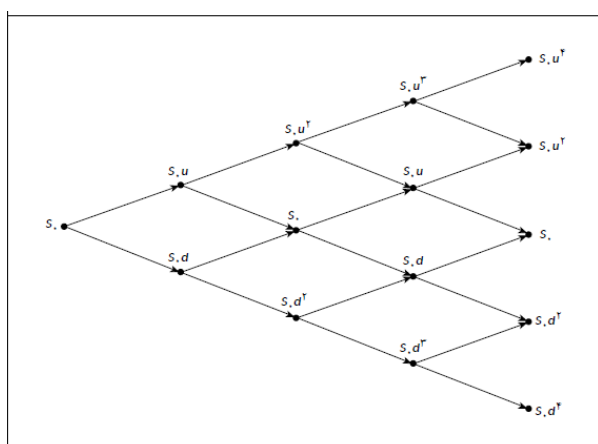
$$S_0 u^j d^{i-j} \quad (j = 0, 1, \dots, i) \quad (16)$$

توجه باید داشت، در زمان محاسبه قیمت دارایی پایه، در هر گره درخت در شکل ۳ از رابطه‌ی ۱۱ استفاده می‌گردد. همچنین دقت کنید که درخت قیمت دارایی پایه، در این حالت ترکیب مجدد می‌شود. به این مفهوم که حرکت قیمت دارایی پایه به سمت بالا، که در آن یک حرکت به سمت پایین وجود دارد، همان قیمت یک واحد دارایی پایه را بدست خواهد داد که حرکت قیمت دارایی پایه به سمت پایین که در پس آن یک حرکت به سمت بالا وجود داشته باشد.

حرکت عقب‌گرد روی درخت

قیمت‌گذاری اختیار معامله با شروع کار از انتهای درخت (زمان T) و با حرکت به سمت عقب ادامه پیدا می‌کند که به این روش «حرکت عقب‌گرد» می‌گویند. ارزش اختیار معامله در

زمان T برای ما معلوم است. برای مثال قیمت یک اختیار فروش برابر با $\max(K - S_T, 0)$ و قیمت یک اختیار خرید برابر با $\max(S_T - K, 0)$ بوده که در آن S_T قیمت دارایی پایه در زمان T و K قیمت اعمال آن می‌باشد. با توجه به اینکه فرض شده، در یک محیط بی‌تفاوت به ریسک قرار داریم، قیمت اختیار معامله در هر گره را در زمان $T - \delta t$ برابر با ارزش مورد انتظار در زمان T که با نرخ r و برای یک دوره زمانی تنزیل شده است، قرار می‌دهند. به طریق مشابه می‌توان قیمت اختیار معامله در هر گره را در زمان $T - 2\delta t$ محاسبه نمود. این قیمت برابر با ارزش مورد انتظار تنزیل شده در زمان $T - \delta t$ با نرخ r و برای یک دوره زمانی δt خواهد شد. این عملیات را می‌توان به همین ترتیب ادامه داد. در صورتی که اختیار معامله مورد نظر از نوع آمریکایی باشد، ضروری خواهد بود تا در هر گره بررسی شود که آیا اعمال زودتر از موعد اختیار معامله بر نگهداری آن طی مدت زمان بیشتر δt ارجحیت دارد یا خیر؟ به این ترتیب با حرکت به سمت عقب و طی همه گره‌ها، می‌توان قیمت اختیار معامله را در زمان صفر بدست آورد (۸).



شکل ۴- درخت ارزش‌گذاری اختیار معامله دارایی پایه

Figure 4 - Valuation tree of base asset option

نتایج و بحث

در این بخش، ابتدا احراز صلاحیت محصول منتخب (ذرت) برای قرارگرفتن به عنوان دارایی پایه، با استفاده از معیارهای پینگ و مولنبرگ (۱۶) بررسی می‌شود. در مرحله بعد، نوسان‌پذیری قیمت محصول منتخب با استفاده از داده‌های تاریخی برآورد شده، سپس سایر پارامترهای مدل درخت دوجمله‌ای و مدل بلک شولز را معرفی کرده و اختیارمعاملات محصول منتخب با این روش‌ها، قیمت‌گذاری خواهند شد.

ویژگی دارایی پایه مناسب برای قرارداد اختیار معامله

با توجه به وجود نوسان در تولید و عرضه محصولات کشاورزی، می‌توان گفت که بازار این محصولات ذاتاً دارای نوسان

را کنترل نموده و نیازی به اختیار معامله نیست. این در صورتی است که در عمل این مسئله ثابت گردد و نوسانات وجود نداشته باشد. باتوجه به روند قیمت محصولات منتخب، قیمت محصولات ارتباط معناداری با هم ندارند. در برخی موارد نوسانات قیمت در مورد تمام کالاهای جانشین وجود دارد هر چند که این کالاها نوسانات همدیگر را جبران می‌کنند. در چنین شرایطی نیاز به اختیار معامله منتفی نیست. در نتیجه می‌توان گفت امکان ایجاد تامین متقاطع وجود ندارد.

با توجه به مطالب ذکر شده، محصول ذرت شرایط لازم را برای قرارگیری به عنوان دارایی پایه اختیار معامله را دارا می‌باشند.

برآورد نوسان‌پذیری قیمت محصول منتخب با استفاده از داده‌های تاریخی

با استفاده از تغییرات قیمت دارایی پایه در گذشته، می‌توان میزان نوسان‌پذیری را تخمین زد. در این مرحله با استفاده از داده‌های سری زمانی روزانه - برای روزهایی که محصولات منتخب مورد معامله قرار گرفته‌اند - و قیمت دارایی پایه در پایان I امین دوره و با استفاده از فرمول‌های (۵) تا (۸) اقدام به برآورد نوسان‌پذیری قیمت محصولات منتخب نموده ایم. که نتایج حاصل به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- نتایج برآورد نوسان‌پذیری قیمت ذرت با استفاده از داده‌های تاریخی

n	N	\bar{u}	S	τ	$\sqrt{\tau}$	σ	e.er
۸۴	۲۵۰	۰,۰۰۲۶	۰,۰۱۹۷	۰,۰۰۴	۰,۰۶۳۲	۰,۳۱۱۷	۰,۰۲۴۰

منبع: یافته‌های تحقیق

گذاری اختیار معامله است. این مدل به صورت یک دیاگرام است که مسیرهای مختلفی را که احتمال دارد، دارایی پایه در طی عمر اختیار معامله طی کند، نشان می‌دهد. ابتدا، طول عمر اختیار معامله به چند دوره تقسیم می‌شود. در این مطالعه طول عمر به ۲ تا ۲۰ دوره تقسیم شده است و روند قیمت اختیار معاملات حاصل مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اطلاعات جدول ۱، قیمت اختیار خرید و اختیار فروش ذرت، با وجود ۵ فاصله زمانی، برآورد شده است و نتایج حاصل در جدول ۲ قابل مشاهده است.

می‌باشد. محصولات کشاورزی جزو کالاهای اساسی برای مردم هر کشوری محسوب می‌شود. همچنین با توجه به این که بازار سنتی این محصولات در هر کشور کسر بزرگی از درآمد ملی را تشکیل می‌دهد، می‌توان بازار این محصولات را برای ایجاد بازار اختیار معامله، به اندازه کافی بزرگ دانست. در این راستا نتایج محققانی همچون عبداللهی (۲) در مورد عوامل موثر بر مشارکت کشاورزان در بازار اختیار معامله نشان دهنده‌ی این است که نزدیک به نیمی از کشاورزان مورد مطالعه از شرکت در این بازارها استقبال نموده‌اند.

بر طبق مفروضات ابتدایی در اقتصاد کشاورزی، محصولات کشاورزی همگن هستند. یعنی به فرض مثال؛ پسته درجه دو در هر نقطه از کشور و در هر لحظه از زمان یکسان است. در نتیجه می‌توان گفت محصولات کشاورزی مذکور قابلیت استاندارد سازی را دارند.

تامین متقاطع زمانی وجود دارد که امکان جایگزینی کالای مورد نظر با کالای دیگری وجود داشته باشد. در چنین شرایطی با افزایش قیمت یک کالا تقاضا برای کالای جانشین بالا رفته و قیمت کالای اولیه کاهش می‌یابد. این مسئله باعث می‌شود تا حدودی نوسانات قیمت کالای اولیه کاهش یابد. اگر چنین شرایطی وجود داشته باشد، بازار به طور خودکار نوسانات قیمت

در جدول بالا n تعداد مشاهدات، N تعداد روزهای معاملاتی محصول در سال، \bar{u} میانگین بازده روزانه، S انحراف معیار بازده روزانه، τ معکوس تعداد روزهای معاملاتی محصول در سال و در نهایت σ به عنوان نوسان‌پذیری سالانه و e.er نیز به عنوان استاندارد خطای برآورد است.

قیمت‌گذاری اختیار معامله محصول منتخب با استفاده از مدل درخت دوجمله‌ای

در مورد ذرت:

$$T = 0,25, \sigma = 31,17\%, r = 20\%, K = 15780, S_0 = 13150$$

مدل درخت دوجمله‌ای یک تکنیک مفید و متداول برای قیمت

جدول ۲- برآورد قیمت اختیار خرید ذرت، با فرض ثبات قیمت توافقی، و وجود ۵ فاصله زمانی (واحد‌ها به ریال می‌باشد)

Step	۰	۱	۲	۳	۴	۵
Stock Price	۱۳۱۵۰,۰۰	۱۴۰۹۹,۲۳	۱۵۱۱۶,۹۷	۱۶۲۰۸,۲۳	۱۷۳۷۶,۱۷	۱۸۶۳۲,۶۰
		۱۲۲۶۴,۶۸	۱۳۱۵۰,۰۰	۱۴۰۹۹,۲۳	۱۵۱۱۶,۹۷	۱۶۲۰۸,۱۹
			۱۱۴۳۸,۹۶	۱۲۲۶۴,۶۸	۱۳۱۵۰,۰۰	۱۴۰۹۹,۲۳
				۱۰۶۶۸,۸۴	۱۱۴۳۸,۹۶	۱۲۲۶۴,۶۸

				۱۰۶۶۸,۸۴	۹۹۵۰,۵۶	۱۰۶۶۸,۸۴
						۹۲۸۰,۶۳
Option Price	۲۲۲,۲۲\$	۳۸۴,۳۷	۶۴۳,۰۷	۱,۰۶۷,۴۵	۱۷۵۵,۱۸	۲۸۵۲,۶۰
		۳۸,۹۳	۷۰,۸۹	۱۳۹,۱۰	۲۳۵,۱۲	۴۲۸,۱۹
			۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
				۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
					۰,۰۰	۰,۰۰
						۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد قیمت اختیار خرید ذرت، در صورت اینکه قیمت ذرت کمتر از قیمت تنزیل شده قیمت اعمال باشد، قیمت اختیار خرید صفر محاسبه می‌شود در واقع با تهیه ذرت از بازار به طبع هزینه کمتری پرداخت خواهد شد و نیازی به خرید اختیار خرید و پرداخت هزینه بابت این اوراق موضوعیت نخواهد داشت. فاکتورهای محاسبه شده طبق روابط ۸ تا ۱۶ به شرح ذیل است:

در این روش برای برآورد قیمت اختیار خرید، ابتدا باید فاکتورهایی مثل فاکتور تنزیل در هر دوره، مدت زمان هر مرحله، فاکتور رشد در هر مرحله، احتمال بالا رفتن قیمت ذرت، احتمال پایین آمدن قیمت ذرت و همچنین فاکتور u را با استفاده از روابط ۸ تا ۱۶ برآورد کنیم. سپس روند قیمت ذرت را تا زمان انقضا ترسیم نموده، سپس با حرکت عقب‌گرد روی درخت، قیمت اختیار خرید ذرت را بدست آوریم. در هر مرحله از

جدول ۳- فاکتورها و مقادیر برآورد شده مدل درخت دوجمله‌ای

Up Factor (u)	۱,۰۷۲۱۸
Down Factor (d)	۰,۹۳۲۶۸
Risk Neutral Probability p (rise)	۰,۵۵۴۶۲
Risk Neutral Probability q (fall)	۰,۴۴۵۳۸
Option Price	۲۲۸,۲۲۳۹۰

منبع: یافته‌های تحقیق

استراتژی قیمت اعمال (۱۵۷۸۰)، برای تعداد دوره زمانی ۲ تا ۲۰ محاسبه گردید. نتایج حاصل در جدول ۴ گنجانده شده‌اند.

بر حسب مقادیر محاسبه شده از روابط ۸ تا ۱۶، قیمت اختیار خرید برآورد شده برای ذرت برابر با ۲۲۸,۲ ریال خواهد بود. قیمت اختیار خرید و اختیار فروش ذرت، با فرض ثبات در

جدول ۴- قیمت اختیار خرید و اختیار فروش ذرت، با فرض $K=15780$ و تعداد دوره های زمانی مختلف

قیمت اختیار خرید	قیمت اختیار فروش	n
Call	Put	
۲۰۰,۸۴۱۸	۲۰۶۱,۲۴۲۱	۲
۲۵۵,۶۰۴۰	۲۱۱۶,۰۰۴۳	۳
۲۰۵,۵۸۱۸	۲۰۶۵,۹۸۲۱	۴
۲۲۸,۲۲۳۹	۲۰۸۸,۶۲۴۲	۵
۲۴۶,۹۹۷۴	۲۱۰۴,۳۹۷۵	۶
۲۰۶,۴۱۷۳	۲۰۶۶,۸۱۷۷	۷
۲۴۳,۱۱۴۷	۲۱۰۳,۵۱۵۰	۸
۲۳۳,۴۵۸۳	۲۰۹۳,۸۵۸۶	۹
۲۳۰,۳۵۰۹	۲۰۹۰,۷۵۱۲	۱۰
۲۴۲,۶۵۹۵	۲۱۰۳,۰۵۹۸	۱۱
۲۱۹,۵۱۱۳	۲۰۷۹,۹۱۱۷	۱۲
۲۴۲,۷۶۳۵	۲۱۰۳,۱۶۳۸	۱۳
۲۳۳,۰۵۰۵	۲۰۹۳,۴۵۰۸	۱۴
۲۳۸,۰۶۲۶	۲۰۹۸,۴۶۲۹	۱۵
۲۳۹,۸۹۹۳	۲۱۰۰,۲۹۹۶	۱۶
۲۳۰,۸۰۲۲	۲۰۹۱,۲۰۲۵	۱۷
۲۴۲,۳۴۷۷	۲۱۰۲,۷۴۸۰	۱۸

۲۰۸۹,۱۷۷۰	۲۲۸,۷۷۶۷	۱۹
۲۱۰۲,۲۶۴۷	۲۴۱,۸۶۴۴	۲۰

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از قیمت اختیار خرید و اختیار فروش ذرت با استفاده از مدل بلک - شولز به شرح جدول ۵ می باشد.

قیمت‌گذاری اختیار معامله محصول منتخب با استفاده از مدل مدل بلک-شولز

جدول ۵- نتایج برآورد قیمت اختیار خرید و اختیار فروش ذرت با استفاده از مدل بلک-شولز

Put option	Call option	σ	r	K	S_0
۲۱۰۱,۱۷۳۸	۲۴۰,۷۷۳۵	۰/۳۱۱۷	%۲۰	۱۵۷۸۰	۱۳۱۵۰

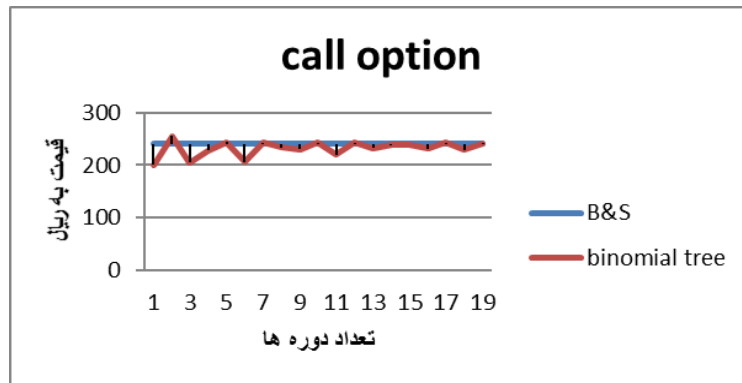
منبع: یافته‌های تحقیق

ذرت پوشش دهند.

مقایسه قیمت های بدست آمده از مدل بلک-شولز با مدل درخت دوجمله‌ای

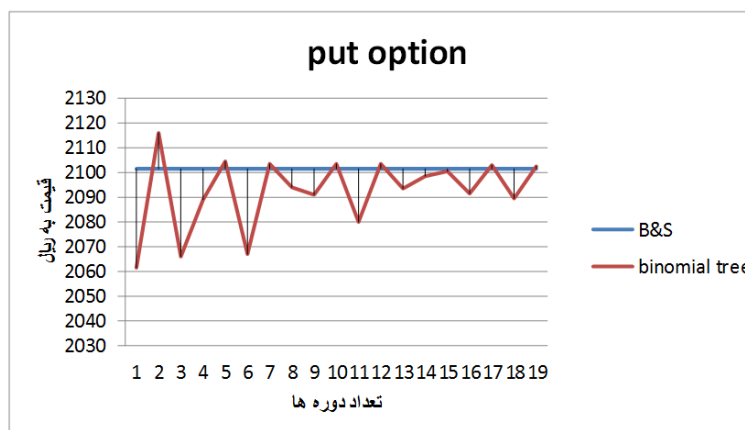
قیمت‌های برآورد شده اختیار خرید و اختیار فروش محصولات منتخب با هر دو روش برای ۲ تا ۲۰ دوره زمانی، به شرح شکل های ۵ تا ۶ است.

طبق نتایج بدست آمده در جدول ۵، کشاورزان می توانند با پرداخت ۲۱۰۱,۱ ریال برای هر واحد محصول ذرت خود، خود را در مقابل کاهش قیمت ذرت، پوشش دهند. همچنین بنگاه‌های تبدیل فرآورده، گاو‌داری‌ها و مرغداری‌ها که از محصول ذرت به عنوان نهاده استفاده می‌کنند، می‌توانند با پرداخت ۲۴۰,۷۷ ریال برای هر واحد محصول ذرت، خود را در مقابل افزایش قیمت



شکل ۵- قیمت‌های برآورد شده اختیار خرید ذرت با استفاده از دو مدل B&S و درخت دوجمله‌ای

Figure 5- Estimated prices of call option of corn using B&S and binomial tree models



شکل ۶- قیمت‌های برآورد شده اختیار فروش ذرت با استفاده از دو مدل B&S و درخت دوجمله‌ای

Figure 6- Estimated prices of put option of corn using B&S and binomial tree models

برآورد شده از روش درخت دوجمله‌ای، اعداد متفاوتی نشان می‌دهد و با افزایش تعداد دوره‌ها قیمت‌های برآورد شده از درخت دوجمله‌ای به قیمت برآوردی مدل بلک-شولز نزدیکتر میشود.

با توجه به نمودار های شکل ۵ و ۶، مشاهده می‌گردد قیمت‌های برآورد شده اختیار معامله از روش بلک -شولز در دوره‌های زمانی مختلف عدد ثابتی را نشان می‌دهد در حالیکه قیمت‌های

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تولیدکنندگان محصولات کشاورزی و کارخانجات تبدیل فرآورده محصولات کشاورزی، همواره در مقابل ریسک قیمتی محصولات کشاورزی قرار دارند. این مهم در مورد محصولات استراتژیک، بارزتر بوده و در مورد کنترل ریسک قیمتی این محصولات، لزوم بیشتری احساس می‌شود. ذرت بر اساس سطح زیرکشت و میزان تولید و واردات، یکی از محصولات استراتژیک کشور می‌باشد که تحت طرح خرید تضمینی دولت می‌باشد. مسلماً تعیین قیمت منصفانه اوراق اختیار معامله نقش مهمی در موفقیت بازارهای مذکور خواهد داشت. در این راستا، شرایط قرارگیری ذرت به عنوان دارایی پایه اختیار معامله بررسی گردید و واجد شرایط لازم شناخته شد. سپس نوسان‌پذیری قیمت ذرت در سالهای ۱۴۰۱-۱۴۰۲ برآورد شد. نتایج نشان دادند که، نوسان‌پذیری قیمت ذرت ۰,۳۱۱۷، با خطای استاندارد ۰,۰۲۴۰ برآورد گردید. ناگفته نماند قیمت‌های استفاده شده برای این برآورد، میانگین قیمت ذرت‌هایی هست که واقعا در بازار مبادله گردیده‌اند. نوسان‌پذیری در شرایط وجود سیاست قیمت تضمینی برآورد شده به همین دلیل است که نوسان‌پذیری کمی را نشان می‌دهد. در واقع وجود سیاست قیمت تضمینی، باعث می‌شود که قیمت بازاری به قیمت تضمینی گرایش داشته باشد و این مهم باعث می‌شود واریانس قیمت کمتر شود. در صورت عدم وجود قیمت تضمینی انتظار می‌رود نوسان‌پذیری بیشتری در قیمت ذرت مشاهده شود. هرچه واریانس قیمت بالاتر باشد لزوم بیشتری برای استفاده از روش‌های کنترل ریسک قیمتی احساس می‌گردد. بازار اختیار معامله هم می‌تواند به عنوان جانشین سیاست قیمت تضمینی استفاده کرد و هم می‌تواند همزمان با سیاست قیمت تضمینی اعمال گردد.

در وهله بعد اقدام به قیمت‌گذاری اختیار خرید و اختیار فروش ذرت شد. پارامترهای مدل درخت دوجمله‌ای برآورد شد، درخت قیمت دارایی پایه (محصولات منتخب) رسم گردید و با استفاده از روابط مربوطه، محصول منتخب با استفاده از مدل درخت دوجمله‌ای قیمت‌گذاری شدند. سپس اختیار معامله ذرت با

استفاده از مدل بلک شولز نیز قیمت گذاری شد. طبق نتایج بدست آمده از مدل بلک-شولز، کشاورزان می‌توانند با پرداخت ۲۱۰۱,۱ ریال برای هر واحد محصول ذرت خود، خود را در مقابل کاهش قیمت ذرت، پوشش دهند. همچنین بنگاه‌های تبدیل فرآورده، گاو‌داری‌ها و مرغداری‌ها که از محصول ذرت به عنوان نهاده استفاده می‌کنند، می‌توانند با پرداخت ۲۴۰,۷۷ ریال برای هر واحد محصول ذرت، خود را در مقابل افزایش قیمت ذرت پوشش دهند. در حالی که قیمت‌های برآوردی از مدل درخت دوجمله‌ای برای تعداد بازه زمانی مختلف نتایج متفاوتی را نشان داده به صورتی که با افزایش تعداد بازه زمانی طول دوره، قیمت‌های برآوردی به نتایج حاصل از مدل بلک شولز نزدیکتر می‌شوند. باتوجه به اینکه محصول ذرت حائز شرایط برای قرارگیری به عنوان دارایی پایه اختیار معامله شناخته شد، همچنین با توجه به استراتژیک بودن این محصول و مزایای بازار اختیار معامله، پیشنهاد می‌گردد بازار اختیار معامله برای این محصول، جهت کاهش ریسک قیمتی تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها در بورس کالای ایران برقرار گردد.

حامی مالی

نویسندگان، از حوزه معاونت محترم پژوهش و فناوری براساس پژوهانه IR.UOZ.GR-۶۷۰۷ جهت حمایت مالی تشکر و قدرانی دارند.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: حمید محمدی، هادی تعمیدی، داود سیفی، وحید دهباشی؛ روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: حمید محمدی، داود سیفی، وحید دهباشی؛ نظارت: محمدی و نگارش نهایی: حمید محمدی، داود سیفی، وحید دهباشی، هادی تعمیدی و محمد مهدی پور

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

- 1- Abdollahi M. A Study of Changes in Iran's Capital Market: Towards a system of insurance products and creating futures markets and deal options. PhD thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran. 2002. (Persian)
- 2- Abdollahi M. Investigating the supply ratios in future markets and the option of trading agricultural products in Iran and identifying the factors affecting it: Case Study Pistachios. *Journal*

of Agricultural Science and Technology And natural resources, 2006; 2: 1-15 (Persian)

- 3- Abdollahi M. Investigating the Potential of Farmers and Merchants Participating in Future Markets and Optional Transactions of Agricultural Products in Iran: *Pistachio Case Study. Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development*. 2007; 57: 105-130 (Persian)

- 4- Back, J. Seasonality and the valuation of commodity options. *Journal of Banking & Finance*.20013; 37: 273–290.
- 5- Cox, J. and Ross, S. A. The valuation of options for alternative stochastic processes. *Journal of Financial Economics*,1976; 3: 101-128.
- 6- Cox, J. and Rubinstein, M. (1985). *Options Markets*. Prentice Hall, PP: 251-400.
- 7- Hull, J. C. *Options, Futures and Other Derivatives*. Prentice- Hall International Inc, 2000; 341-352.
- 8- Hull, J. C. *Fundamentals of Futures and Options Markets*. 7th Edition, Prentice- Hall International Inc.2002; PP: 1-417.
- 9- Hull, J. C. *Options Futures, and Other Derivative Securities*, 6th Edition, Prentice- Hall International Inc, 2006; 1-360.
- 10- Lence, S.H., Sakong Y. and Hayes, D.J. Multiperiod production with forward and option markets. *American Journal of Agricultural Economics*,1994; 76: 286-295.
- 11- Moschini, G. and Lapan, H. The hedging role of options and futures under joint price, basis and production risk. *International Economic Review*, 1995;36: 1025-1049.
- 12- Newbery, D.M.Z. and Stiglitz, A. The theory of commodity price stabilization: a study in the economics of risk. *Clarendon Press*, 1985;35: 102-132.
- 13- Turnovsky, S.J. and Campbell, R.B. The stabilizing and welfare properties of futures markets: A simulation approach. *International Economic Review*,1985; 26: 277-303.
- 14- Turnovsky, S.J. and Campbell, R.B. (1985). The stabilizing and welfare properties of futures markets: A simulation approach. *International Economic Review*,1985; 26: 277-303.
- 15- Zhang, X. Study on venture capital investment risk avoiding base on option pricing in agricultural production and processing enterprises. *Physica Procedia*, 2012;33: 1580–1587.
- 16- Pennings and Meullenberg, New Futures Markets in Agricultural Production Rights: Possibilities and Constraints for the British and Dutch Milk Quota Markets, *Journal of Agricultural Economics*, 1985; 49 (1) :50-66
- 17- Hoppe, Eva I.; Schmitz, Patrick W. "Can contracts solve the hold-up problem? Experimental evidence". *Games and Economic Behavior*.2011; 73 (1): 186–199.
- 18- John D. Calamari, Joseph M. Perillo, *The Law of Contracts* 1998; 707