

## اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی

### بر نوسانات قیمت نقدی بازار برق ایران

مهران کیانوند<sup>۱</sup> و اسدالله فرزین وش<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۳۰

#### چکیده

در تاریخ نوزدهم ماه دوازده سال ۱۳۹۱ چهارمین بورس ایران تحت عنوان بورس انرژی با محوریت برق، آغاز به کار کرد. در حال حاضر، معاملات برق در این بورس در قالب قراردادهای سلف موازی استاندارد که نوعی ابزار مشتقه به حساب می آید، صورت می پذیرد. این مقاله، اثر مبادلات قراردادهای سلف موازی استاندارد برق بر نوسانات بازار فیزیکی (نقدی) برق ایران را بررسی می کند. در این مقاله، با استفاده از داده های روزانه و کاربرد روش *GARCH*، اثر مبادلات سلف بر روی نوسانات بازار در بازه زمانی از اول فروردین ۱۳۹۰ تا آخر تیرماه ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دو یافته اصلی منجر شد: (۱) مبادلات سلف منجر به افزایش نوسانات در بازار نقدی برق ایران شده است. (۲) پس از آغاز به کار قراردادهای سلف، حساسیت نسبت به اطلاعات جدید در بازار برق ایران افزایش یافته در حالی که حساسیت نسبت به اطلاعات تاریخی کاهش یافته است.

#### طبقه‌بندی *JEL*: *G10*, *G13*, *G14*

واژه های کلیدی: بازار نقدی برق، مبادلات سلف، نوسانات قیمت

#### ۱-مقدمه

با آغاز دهه هشتاد میلادی صنایع مختلف از جمله صنعت برق دچار تغییرات اساسی گردید و هدف اصلی از این تغییرات که در چارچوب تجدید ساختار صورت گرفت، ایجاد

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تهران

Email: mehrankianvand@ut.ac.ir

۲. استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

Email: farzinzin@ut.ac.ir

بازارهای رقابتی و خروج از انحصار بود که در این راستا صنعت برق نیز از جمله صنایعی بود که در طول بیست سال گذشته در کشورهای اروپایی و آمریکایی تحت تاثیر این تغییرات قرار گرفت. در بین کشورهای خاورمیانه، ایران اولین کشوری بود که مطالعات تجدید ساختار در صنعت برق را در دهه هفتاد شروع کرد و در نتیجه با تشکیل بازار برق در سال ۱۳۸۲ و تاسیس شرکت مدیریت شبکه برق ایران در آبان ماه ۱۳۸۳ وارد این عرصه گردید. هدف از ایجاد تجدید ساختار در صنعت برق عبارتست از:

- ایجاد محیطی رقابتی و جلوگیری از انحصار
- شفافیت هزینه
- کشف قیمت تمام شده برق
- جبران کمبود منابع دولتی برای سرمایه گذاری
- کاهش تصدی گری دولت

پس از تشکیل بازار برق، این امکان برای نیروگاه ها فراهم گردید که بتوانند برای فروش برق تولیدی خود وارد بازار گردند و در یک شرایط رقابتی نسبت به فروش برق تولیدی خود اقدام نمایند. در ادامه به دلیل شرایط به وجود آمده و سودآوری شرکت ها و نیروگاه ها، تمایل بیشتری در بخش خصوصی به منظور حضور در بازار برق ایجاد گردید و فرآیند خصوصی سازی شتاب بیشتری در صنعت برق گرفت. گام بعدی در ایجاد فضای رقابت بیشتر، ایجاد بورس انرژی بود که در اواخر سال ۱۳۹۲ راه اندازی گردید که در بخش های بعدی به توضیح فرآیند شکل گیری آن پرداخته می شود. یکی از بخش های اصلی که در واقع محوریت تشکیل بورس انرژی را در ابتدا شکل داد بخش معاملات برق در این بورس بود. این معاملات در قالب قراردادهای سلف موازی استاندارد که نوعی ابزار مشتقه هستند، صورت می گیرد. معاملات سلف موازی استاندارد به سرعت در حال افزایش می باشند به طوری که انتظار بر آنست که در آینده ای نزدیک بسیاری از معاملات توسط این بورس انجام شده و مشکلات نقدینگی در صنعت برق ایران را تا حدود زیادی مرتفع سازد. با توجه به گسترش روزافزون مبادلات سلف موازی استاندارد که از این پس به اختصار آن را سلف می نامیم، در این مقاله قصد داریم اثر شکل گیری این معاملات را بر روی نوسانات

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۱۸۳

قیمت نقدی بازار برق ایران مورد بررسی قرار دهیم.<sup>۱</sup> ساختار این مقاله به این صورت است که در بخش دوم مروری بر ادبیات نظری و تئوری های موجود در رابطه با موضوع مقاله خواهیم داشت. در بخش سوم به بررسی معاملات برق در قالب بازار و بورس پرداخته می شود. بخش چهارم به داده ها و روش شناسی این تحقیق اشاره دارد. در بخش پنجم نیز به بررسی تجربی و تحلیل نتایج پرداخته خواهد شد. و بخش نهایی مقاله به جمع بندی و نتیجه گیری اختصاص دارد.

## ۲- مروری بر ادبیات نظری

در گذشته مطالعات متفاوتی در مورد آغاز به کار معاملات و قراردادهای آتی در بازار مالی و کالا صورت گرفته است ولی مطالعه ای در این زمینه برای بازارهای برق که بازارهای مالی و معاملاتی بسیار بزرگی هستند، صورت نگرفته است. در این بخش قصد داریم تا مطالعات نظری صورت گرفته در زمینه بازارهای مالی و کالا را مورد بررسی قرار داده و زمینه های نظری لازم برای بررسی موضوع مورد مطالعه خود را بدست آوریم. در این مقاله به دنبال پاسخ به دو سوال اصلی هستیم: اولی اثر آغاز معاملات قراردادهای آتی بر روی نوسانات شاخص قیمت سهام در حالت کلی است و دومی اثر این مبادلات بر سرعت انتقال اطلاعات در بازار و تاثیر آن بر نوسانات قیمت ها و به طور کلی بحث کارایی است.

## ۲-۱- اثر مبادلات آتی بر نوسانات قیمت های نقدی

اولین سوال را در این بخش مورد بررسی قرار می دهیم. در نتیجه شروع مبادلات آتی سه اثر ممکن است بر قیمت های نقدی پدیدار گردد. این اثرات می تواند افزایشی، کاهشی و یا بدون اثر باشد. دلیل اصلی برای کاهش نوسانات قیمت نقدی ناشی از آغاز به کار

---

۱. بسیاری از ادبیات موجود که به بررسی ارتباط بین قیمت آتی ها و قیمت دارایی های پایه آنها پرداخته اند، آتی ها را در قالب قرارداد آتی ها (Futures) و پیمان آتی (سلف یا به انگلیسی Forward) بررسی کرده اند. بنابراین در هر جایی از این متن، منظور از آتی ها یا قرارداد آتی ها، پیمان آتی (سلف) است. اصولاً تمام مباحث مطرح شده در مورد قرارداد آتی ها در صورت تغییرات کم نرخ بهره (همانطور که در مورد ایران چنین است و نرخ سود تغییر زیادی ندارد) و با فرض آنکه تسویه قرارداد آتی ها تا سر رسید صورت نگیرد، در مورد پیمان های آتی (سلف) نیز صادق است.

قراردادهای آتی، افزایش نقدینگی است. با وجود بازارهای آتی، فعالیت های سفته بازان از بازارهای نقدی به سوی بازارهای آتی حرکت کرده و افزایش نقدینگی در این بازارها را موجب می شود و در نهایت تغییرات قیمت بازارهای نقدی کاهش می یابد. (کاکس ۱۹۷۶، ورکینگ<sup>۱</sup> ۱۹۵۳)

دلیل دیگری که در حمایت از فرضیه تثبیت وجود دارد، کاملتر شدن بازار و عملکرد فرآیند آربیتراژ است. آربیتراژ کنندگان پیوسته رابطه بین قیمت های نقدی و آتی را بررسی می کنند و هرگونه، انحراف از قیمت های تئوریک باعث ایجاد انگیزش فعالیت های آربیتراژی شده و در نهایت تفاوت قیمت را از بین می برد. با وجود چنین فرآیندی، احتمال وجود تفاوت فاحش بین قیمت های نقدی و آتی کاهش می یابد. در این بین رایبشتین<sup>۲</sup> (۱۹۸۷) معتقد است که بسیاری از سفته بازان از قراردادهای آتی شاخص سهام به منظور آربیتراژ بین قیمت های بازار و نقدی استفاده می کنند. برای ایجاد چنین فرصت های آربیتراژی، به صورت هماهنگ و برنامه ریزی شده عمل می نمایند و با این عمل اطلاعات صحیحی که باعث می شوند قیمت سهام به درستی تعیین گردد را کاهش داده و سرانجام نوسانات قیمت سهام را افزایش می دهند.

حالت دیگری نیز می تواند پیش بیاید که همانا افزایش در نوسانات قیمت های نقدی است که دلایل آن را می توان در افزایش فعالیت های سفته بازی جستجو کرد. کمتر بودن هزینه های معاملاتی در بازارهای آتی، سفته بازان با سطوح اطلاعاتی پایین را به خود جلب کرده و باعث ناپایداری در قیمت ها می شود که با انتقال به بازارهای نقدی، نوسانات قیمت را افزایش می دهد. سرمایه گذاران برای پوشش ریسک معاملات خود در بازارهای نقدی وارد بازارهای آتی می شوند. دسته ای از این سرمایه گذاران دارای اطلاعات کمی هستند و در مقابل آنها سرمایه گذارانی با اطلاعات بالا وجود دارند. این عدم تقارن اطلاعات بین سرمایه گذاران منجر به افزایش نوسانات قیمت های آتی و به تبع آن قیمت های نقدی می گردد.

حالت نهائی زمانی پیش می آید که در آن معاملات قراردادهای آتی اثری را بر قیمت های نقدی نخواهد گذاشت. زیرا که ممکن است اثرات مثبت و منفی که در قسمت های

- 
1. Working
  2. Rubinstein

قبل از ذکر شد، خلاف یکدیگر عمل کرده و اثرات یکدیگر را خنثی کرده و در نهایت اثر کلی ناشی از معاملات آتی بر قیمت های نقدی مشخص نباشد.

## ۲-۲- اطلاعات و نوسانات قیمت ها

دومین سوالی که در این مقاله می خواهیم به آن پاسخ گوئیم، سرعت انتقال اطلاعات و اثر آن بر قیمت های بازار فیزیکی و تغییرات آن پس از آغاز معاملات قراردادهای آتی است که در ادامه به توضیح مبانی نظری مرتبط می پردازیم. مباحث نظری در مورد پوشش دهندگان و اثر معاملات آتی بر روی تغییرات قیمت نقدی بیانگر آنست که افزایش در نوسانات پدیده ای مورد تمایل نیست در حالی که کاهش نوسانات مورد علاقه است. آنچه در این بین اهمیت دارد، شناخت رابطه بین اطلاعات و نوسانات است. قیمت ها به اطلاعات در دسترس در بازار بستگی دارد. کاکس (۱۹۷۶) معتقد است که مبادلات آتی می تواند اطلاعات در دسترس را به دو دلیل تغییر دهد. اول اینکه مبادلات قراردادهای آتی معامله گران بیشتری را به بازار جذب می کند و دوم اینکه به دلیل هزینه های پایین در بازارهای آتی نسبت به بازارهای نقدی، اطلاعات جدیدی که وارد بازار می شود، با سرعت بیشتری به بازار نقدی منتقل می شود. موضوعی که باید مورد بحث قرار گیرد، چگونگی ارتباط اطلاعات جاری با نوسانات قیمت نقدی است. این موضوع در سطوح تئوریک توسط راس<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) مورد بررسی قرار گرفته است.

راس (۱۹۸۹) اقتصادی عاری از آربیتراژ را در نظر می گیرد و در تلاش است تا شرایطی را فراهم آورد که در آن شرایط بدون آربیتراژ، پایدار باشد. در مدل راس (۱۹۸۹) فرض می شود که قیمت های دارایی یک مارتینگل<sup>۲</sup> هستند و می توان آنها را به معادله دیفرانسیلی به فرم زیر نمایش داد:

$$\frac{dp}{p} = \mu_p dt + \sigma_p dz_p \quad (1)$$

در این معادله،  $p$  قیمت دارایی با میانگین  $\mu_p$ ، انحراف معیار  $\sigma_p$  و  $z \sim N(0,1)$  با فرض اینکه قیمت ها با استاندارد قیمت گذاری  $q$  برای مثال مانند آنچه در چارچوب

1. Ross

2. Martingale

قیمت گذاری دارایی وجود دارد، تعیین شود، راس (۱۹۸۹، ص ۵، قضیه ۱) ثابت می کند که بازده مورد انتظار ( $\mu_p$ ) در عبارت خط بازار دارایی (معادله ۲) صدق می کند:

$$\mu_p - r = -\text{cov}(p, q) \quad (2)$$

در این معادله  $r$ ، نرخ بهره بدون ریسک را نشان می دهد. به طریق مشابه، فرض می شود که فرآیند شکل گیری اطلاعات از معادله (۳) پیروی کند:

$$\frac{ds}{s} = \mu_s dt + \sigma_s dz_s \quad (3)$$

با فرض یک شرایط پایانی که در نقطه ای در آینده مثل  $T$ ، قیمت دارایی  $p(T) = s(T)$  باشد، آنگاه خواهیم داشت:

$$p(t) = se^{[\mu_s - r + \text{cov}(q, s)(T-t)]} \quad (4)$$

که از این رابطه می توان معادله دیفرانسیل زیر را بدست آورد:

$$\frac{dp}{p} = \frac{ds}{s} - [\mu_s - r + \text{cov}(q, s)]dt \quad (5)$$

اگر روابط (۱) و (۳) را در رابطه (۵) قرار دهیم، بدست می آوریم:

$$\mu_p dt + \sigma_p dz_p = [r - \text{cov}(q, s)]dt + \sigma_s dz_s \quad (6)$$

با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۶) داریم:

$$\sigma_p dz_p = \sigma_s dz_s \quad (7)$$

و بنابراین

$$\sigma_p = \sigma_s \quad (8)$$

معادله (۸) عبارتست از شرط راس (۱۹۸۹) برای عدم وجود آربیتراژ و بیانگر برابری واریانس تغییرات قیمت و واریانس جریان اطلاعات است. کاربرد این نتیجه گیری اینست که نوسانات قیمت دارایی همراه با افزایش جریان اطلاعات افزایش می یابد و اگر چنین نباشد، فرصت آربیتراژ پدید می آید. در این راستا می توان نتیجه گیری کرد که اگر معاملات آتی، جریان آتی را افزایش دهد آنگاه در غیاب فرصت های آربیتراژ، نوسانات

قیمت های نقدی باید افزایش یابد. اینکه چنین اتفاقی روی می دهد یا نه، موضوعی است که در قسمت های بعد به آن می پردازیم.

### ۲-۳- اثر نوسانات قیمت نقدی در دارایی های مالی

مطالعات زیادی در زمینه آزمون اثر آغاز معاملات آتی بر نوسانات قیمت نقدی در بازارهای مالی صورت پذیرفته است. فیگلسکی<sup>۱</sup> (۱۹۸۱) در مطالعه ای که انجام داد، دریافت که مبادلات قراردادهای آتی GNMA<sup>۲</sup> منجر به افزایش تغییرات قیمت ماهانه شده است. سیمپسون<sup>۳</sup> و ایرلند<sup>۴</sup> (۱۹۸۵) مطالعه ای را در رابطه با اثر قراردادهای آتی بر نوسانات اوراق خزانه در ایالات متحده انجام دادند. یافته های آنها نشان می داد که در ابتدا، مبادلات آتی باعث کاهش نوسانات اوراق خزانه می شود ولی زمانی که حجم این معاملات افزایش می یابد، نوسانات نیز افزایش می یابد. هریس (۱۹۸۹)<sup>۵</sup> اثر آغاز به کار قراردادهای آتی شاخص S&P 500 بر روی نوسانات شاخص S&P 500 را بررسی نمود و دریافت که نوسانات این شاخص پس از معرفی قراردادهای آتی مربوط به آن افزایش یافته است. بکتی<sup>۶</sup> و رابرتز<sup>۷</sup> (۱۹۹۰) اثر قراردادهای آتی S&P 500 را بر تغییرات قیمت سهام بررسی کردند و دریافتند که نه تکرار و نه اندازه تغییرات قیمت سهام ارتباطی به قراردادهای آتی شاخص سهام ندارد. بسمبندر<sup>۸</sup> و سگوین<sup>۹</sup> (۱۹۹۲) مطالعه تجربی را در مورد شاخص S&P 500 و بازارهای آتی به منظور ارزیابی اثرات معرفی قراردادهای آتی بر تغییرات قیمت نقدی انجام دادند. یافته های آنها نشان می داد که پس از معرفی قراردادهای آتی، تغییرات شاخص سهام کاهش می یابد. لی و اوهک (۱۹۹۲)<sup>۱۰</sup> اثر آغاز به کار قراردادهای آتی شاخص بر نوسانات شاخص پایه آن در کشورهای استرالیا، هنگ کنگ، ژاپن، انگلستان و ایالات متحده را بررسی کردند. آنها برای مطالعه خود از روش

1. Figlewski
2. Government National Mortgage Association (GNMA) Futures Market
3. Simpson
4. Ireland
5. Harris (1989)
6. Beckett
7. Roberts
8. Bessembinder
9. Seguin
10. Lee and Ohk (1992)

GARCH استفاده نمودند. یافته های این مطالعه نشان می داد که تغییرات قیمت نقدی پس از آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی در همه کشورها به جز استرالیا و هنگ کنگ افزایش یافته است. گولن<sup>۱</sup> و میهو<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) تغییرات بازار سهام را قبل و بعد از آغاز به کار مبادلات آتی شاخص سهام در ۲۵ کشور توسعه یافته و اقتصادهای نوظهور بررسی کردند. طبق یافته های آنها تنها در ایالات متحده و ژاپن نوسانات شرطی افزایش یافته بود و در ۲۳ کشور دیگر یا اثر معناداری مشخص نشد و یا تغییرپذیری شرطی کاهش یافته بود. چیانگ<sup>۳</sup> و وانگ<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) هیچ اثر معناداری از آغاز معاملات قراردادهای آتی بر تغییرات قیمت نقدی در تایوان پیدا نکردند. اخیراً بول<sup>۵</sup> و دیگران (۲۰۱۱) از روش گارچ مارکف سوئیچینگ<sup>۶</sup> در بازار لهستان استفاده کردند و نشان دادند آغاز به کار معاملاتی آتی شاخص، تغییرپذیری بازار سهام را تحت تاثیر قرار نمی دهد. همانطور که از این مطالعات مشخص است، در مورد اثر مبادلات آتی بر روی تغییرات بازار نقدی و همچنین تاثیرات آن بر ثبات یا عدم ثبات بازار نقدی توافقی کلی در مطالعات وجود ندارد.

## ۲-۴- اثر نوسانات قیمت نقدی در کالاها

مکانیزم تثبیت قیمتی که در مورد قراردادهای آتی مالی نشان داده شد در زمینه کالاها با شدت بیشتری قابل رویت است. ساریس<sup>۷</sup> (۱۹۸۴) مدل پویای تئوریک را به منظور تئوریزه کردن کاهش در تغییرات قیمت نقدی را به دنبال آغاز به کار بازارهای آتی در مورد کالاها قابل ذخیره طراحی نمود. نقطه ی عطف مدل او تبیین تعامل بین سفته بازان و پوشش دهندگان ریسک (یعنی همان کسانی که تصمیمات انبارداری آنها توزیع قیمت های نقدی را تحت تاثیر قرار می دهد) بود به نحوی که نتیجه نهایی آن کاهش در نوسانات باشد.

1. Gulen
2. Mayhew
3. Chiang
4. Wang
5. Bohl
6. Markov-switching GARCH
7. Sarris



یکی از مطالعات دیگری که کاهش در تغییرپذیری را در زمینه کالاها نشان می دهد، مطالعه تیلور<sup>۱</sup> و لوتولد<sup>۲</sup> (۱۹۷۴) است. آنها تغییرات قیمت نقدی را در مورد گاو مورد بررسی قرار دادند. یافته های آنها نشان می داد که تغییرپذیری قیمت نقدی پس از معرفی قراردادهای آتی کاهش یافته بود. فلمینگ<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) اثر آغاز به کار قراردادهای آتی نفت خام بر تغییرات بازار نفت و سایر محصولات حوزه انرژی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می داد که نوسانات در طول سه هفته و حتی یک سال پس از آغاز به کار قراردادهای آتی نفت خام افزایش می یابد. ولی به دلیل اینکه این دوره همزمان با مقررات زدایی بازارهای انرژی است می توان نتیجه گرفت که آغاز به کار قراردادهای آتی، اثری بر نوسانات قیمت های نقدی ندارد. لی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۴) اثر معاملات آتی را بر بازار اوراق بهادار املاک در اروپا مورد بررسی قرار دادند. یافته های آنها نشان می داد که آغاز به کار بازار آتی، تنها باعث بی ثباتی بازار نقدی نشده بلکه سرعت و کیفیت جریان اطلاعات را در بازار نقدی بهبود بخشیده است.

## ۲-۵- اثر نوسانات قیمت نقدی: داراییهای مالی در مقابل کالاها

در مباحثی که در قسمت های قبلی مطرح شد، مشابهت هایی بین داراییهای مالی و کالاها در زمینه اثر آغاز به کار قراردادهای آتی بر تغییرات قیمت نقدی وجود داشت. به طور کلی، قراردادهای آتی بعد جدیدی را در فرآیند کشف قیمت ایجاد می نماید. یکی از مباحثی که مطرح شد، افزایش در نوسانات قیمت نقدی را به دنبال فرصت های سفته بازی پس از معرفی قراردادهای آتی مورد تاکید قرار می داد. نظریه دیگری که مطرح شد بیانگر این بود که به دلیل اطلاعات بیشتری که از طریق قراردادهای آتی بدست می آید، بازارها کاملتر و کاراتر عمل کرده و منجر به تثبیت قیمت می گردد. در مورد داراییهای مالی، بسته به نوع دارایی و دوره مطالعه شده، هر یک از حالات فوق متصور است. داراییهای مالی و کالاها با اینکه در برخی جنبه ها با هم مشابهند ولی در چند مورد با هم متفاوت می باشند. اول اینکه در غیاب بازارهای آتی، معامله گران در داراییهای مالی

---

1. Taylor  
2. Leuthold  
3. Fleming  
4. Lee

با خلق موقعیت های فروش استقراضی<sup>۱</sup>، فعالیت های پوشش ریسک و سفته بازی خود را پیش می برند. در زمینه کالاها، فروش استقراضی معمولاً در بازارهای نقدی صورت نمی پذیرد. در زمان شروع معاملات آتی، سفته بازی در کالاها امکانپذیر می شود. این واقعیت که تسویه در قراردادهای آتی کالا با تحویل کالای فیزیکی صورت می پذیرد، باعث می شود تا سفته بازی از طریق فروش استقراضی بیش از اندازه نباشد به خصوص زمانی که کالا با کمبود عرضه مواجه است. در مقابل، در قراردادهای آتی شاخص که در آن تسویه به صورت نقدی صورت می پذیرد، فروش استقراضی می تواند بیش از اندازه باشد.

مورد دیگری که داراییهای مالی و کالاها در آن با هم متفاوتند، قابلیت ذخیره است. بیشتر داراییهای مالی همچون سهام و اوراق قرضه قابل ذخیره هستند. بسیاری از کالاها نیز این قابلیت را دارند. با این وجود، ارزش و اهمیت قابلیت ذخیره برای داراییهای مالی به اندازه کالاها نمی باشد. در مورد داراییهای مالی، باید گفت که عرضه آنها ثابت نیست و عرضه کننده می تواند در مقابل تقاضا، هر مقدار از این نوع داراییها را منتشر کند ولی در مورد کالا چنین نیست و عرضه در یک دوره معین ثابت است و نمی تواند افزایش یابد. در نتیجه، میزان ذخیره کالا عامل مهمی در تصمیم گیری است - به عنوان عاملی که شوک های ناشی از تقاضا را جذب کرده و عدم تعادل بین عرضه و تقاضا را از بین می برد. بازارهای آتی بنا به طبیعت آنها با انتقال ریسک، تصمیمات ذخیره سازی و مصون سازی را تسهیل می کنند، حتی قبل از اینکه عدم تعادل بین عرضه و تقاضا روی دهند. بدین ترتیب، آنها نوسانات قیمت های نقدی را کاهش می دهند. از آنجا که ذخیره کردن و انبار داری برای کالاها نسبت به داراییهای مالی از اهمیت بالاتری برخوردار است، کاهش در نوسانات برای آنها از اهمیت بالاتری برخوردار است.

با آغاز مقررات زدایی در بخش انرژی، برق به تدریج از یک خدمت تبدیل به کالایی قابل مبادله شده است. نکته ای که در مورد برق از اهمیت بالایی برخوردار است، غیر قابل ذخیره بودن آنست. البته می توان با نگاهی دیگر به این موضوع نگریست. اگر فرض کنیم، برق از تبدیل انرژی های عمدتاً فسیلی همچون گاز و مازوت و ... به انرژی الکتریسیته در ژنراتور بدست می آید، شاید ذخیره انرژی فسیلی در نیروگاه را بتوان به عنوان منبع بالقوه ذخیره برق در نظر گرفت که در زمان های مختلف و نسبت به شرایط تقاضا می توان با

---

#### 1. Short-selling

افزایش یا کاهش سرعت تبدیل این منبع بالقوه به انرژی الکتریکی، عرضه آن را تغییر داد. پس از آنکه در قسمت قبل در مورد ادبیات موضوع و تئوری های موجود در رابطه با آثار آغاز به کار معاملات آتی بر داراییهای مالی و کالاها و تفاوت موجود بین داراییهای مالی و کالاها صحبت شد، در بخش بعدی به توضیح معاملات برق در بازار و بورس برق می پردازیم.

### ۳- معاملات برق

#### ۳-۱ بازار برق ایران

در این قسمت می خواهیم مکانیزم اقتصادی بازار برق را به صورت خلاصه شرح دهیم. بازار برق ایران از نظر بازه زمانی، بازار روز بعد است به نحوی که یک روز قبل از روز تولید برق، برنامه بازار به اجرا در آمده و برندگان بازار تعیین و آرایش تولید واحدها مشخص می گردد. مکانیزم پرداخت به فروشندگان در این بازار، پرداخت بر مبنای پیشنهاد<sup>۱</sup> می باشد. در این حالت نرخ پرداختی به فروشندگان پذیرفته شده در بازار برق، بر اساس نرخ پیشنهادی خود فروشنده می باشد. مکانیزم دریافت از خریداران نیز بر اساس روش یکسان می باشد. در این حالت نرخ دریافتی از کلیه خریداران ثابت بوده و مقدار آن با توجه به مجموع مبالغ پرداختی بابت تامین برق محاسبه می شود. مدل فعلی بازار برق ایران با توجه به حجم مبادلات خرید و فروش انرژی، مدل عمده فروشی برق می باشد. در بازار برق ایران به طور کلی دو نوع پرداخت به تولید کننده صورت می گیرد: آمادگی و انرژی. نرخ پرداخت بابت ظرفیت (آمادگی) ثابت می باشد. در بازار برق ایران بر اساس ظرفیت آماده تولید که از طرف واحدهای نیروگاهی ابراز می شود، مبلغی بابت آمادگی پرداخت می گردد. نرخ انرژی نیز در بازار برق دارای یک کف قیمت و یک سقف قیمت می باشد و فروشندگان برق در این بازار تنها مجاز خواهند بود تا پیشنهاد قیمت خود را در هر ساعت در محدوده بین کف و سقف قیمت بازار ارائه نمایند. فروشندگان مجاز هستند تا منحنی های عرضه انرژی را در پله های صعودی و حداکثر در ۱۰ پله به بازار برق ارائه نمایند. پس از تجمیع پیشنهادهای انرژی تولید کنندگان در بازار، منحنی عرضه بازار بدست

---

1. Pay as Bid

می آید. از انقطاع منحنی عرضه با منحنی تقاضا که خطی عمودی است، قیمت تعادلی بازار مشخص می شود.

### ۳-۲- بورس انرژی ایران

بورس انرژی ایران در ابتدا بر مبنای بورس برق شکل گرفت. فرآیند اولیه شکل گیری این بورس از ایده مقررات زدایی در صنعت برق ناشی می شود. همانطور که در مقدمه اشاره گردید، شرکت مدیریت شبکه برق ایران در راستای مقررات زدایی در صنعت برق و شکل گیری بازار برق به وجود آمد. طبق بند ۳ ماده ۲ و بند ۴ ماده ۷ اساسنامه شرکت مدیریت شبکه برق ایران، موظف به ایجاد و توسعه بازار و بورس برق می باشد. بنابراین این شرکت با توجه به نقشی که در اساسنامه آن مشخص گردیده بود و با توجه به الزامات قانونی:

۱. سیاست های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی جمهوری اساسی ایران در زمینه برق

۲. بند «الف» ماده ۱۵ قانون برنامه چهارم توسعه

۳. بند ۵ ماده ۷ دستورالعمل بند «و» ماده ۱۳۳ قانون پنج ساله توسعه که در آن مصرف کنندگان عمده از جمله شرکت های توزیع برق موظفند حداقل دو سوم انرژی مورد نیاز خود را از نیروگاههای غیر دولتی، عرضه کنندگان یا بورس تامین نمایند.

۴. بند ۱۱ برنامه های بخش برق و انرژی وزارت نیرو در دولت دهم که در آن به راه اندازی بورس برق و افزایش سهم معاملات در بورس به میزان حداقل ۵۰ درصد حجم برق مصرفی اشاره شده است.

مجموعه اقدامات و برنامه ریزی هایی را در راستای راه اندازی بورس برق از سال ۱۳۸۶ آغاز نمود. پس از بررسی طرح تجاری و عملیاتی، شورای عالی بورس در جلسه مورخ سی خرداد ۱۳۹۰ مجوز فعالیت رسمی بورس انرژی ایران (با محوریت برق) را صادر نمود. پس از برگزاری مجمع عمومی و اقدامات قانونی لازم بالاخره در تاریخ نوزده اسفند ۱۳۹۱ چهارمین بورس کشور افتتاح گردید. برای فاز آغازین معاملات فیزیکی برق در بورس تعداد ۱۱ نیروگاه خصوصی و ۶ شرکت توزیع انتخاب شدند. در اولین روز معاملات در بورس، نماد بار پیک در تاریخ نوزده فروردین ۱۳۹۱ بازگشایی شد و ۵ معامله به حجم ۲۰ مگا وات در بازار پیک معادل ۸۰ مگاوات ساعت انرژی انجام شد.

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۱۹۳

طبق قانون، بورس انرژی دارای سه بازار فیزیکی، مشتقه و فرعی می باشد. بازار فیزیکی شامل سه تابلوی برق، نفت و گاز، و تابلوی سایر حامل های انرژی و بازار مشتقه شامل سه تابلوی قرارداد سلف موازی استاندارد، قرارداد آتی و قرارداد اختیار معامله می باشد. معاملات برق در بورس انرژی ایران در قالب قراردادهای سلف موازی استاندارد صورت می پذیرد. قرارداد سلف موازی استاندارد، قراردادی است که در بازار مشتقه معامله می شود و بر اساس آن مقدار معینی از دارایی پایه بر اساس مشخصات قرارداد سلف موازی استاندارد به فروش می رسد. وجه قرارداد مذکور باید در هنگام معامله و طبق زمان بندی تعیین شده در مشخصات قرارداد پرداخت و دارایی پایه در سر رسید تحویل شود. در طول دوره معاملاتی قرارداد، خریداران می توانند به فروش قرارداد سلف موازی استاندارد به میزان خریداری شده به شخص دیگری اقدام نمایند. این دو قرارداد از هم مستقل هستند و فروشنده به استناد گواهی سلف موازی استاندارد، خریدار را به فروشنده اولیه جهت تحویل فیزیکی حواله می دهد. در این حالت پذیرنده حواله مسئولیت مراجعه به فروشنده اولیه را پذیرفته و حق رجوع به فروشنده در معامله ثانویه را ندارد.

جدول ۱- تفاوت بازار برق و بورس انرژی

بورس انرژی	بازار برق
تحت مدیریت بخش خصوصی	تحت مدیریت انحصاری دولت
خریداران و فروشندگان با شرکتهای کارگزاری ارتباط دارند و از حیث فنی تابع دستورات مرکز راهبری می باشند.	ارتباط سیستماتیک خریداران و فروشندگان با بازار برق و مرکز راهبری برقرار است.
بازیگران با پذیرش مقررات بورس و اخذ عضویت در بورس نسبت به معامله اقدام می نمایند.	بازیگران قبلاً می بایست نسبت به مبادله قرارداد خرید/ فروش اقدام نمایند.
معاملات در هر روز جهت تحویل در بازه های زمانی مختلف (ساعتی، روزانه، هفتگی، ماهیانه، فصلی و سالیانه) انجام می گیرد.	معاملات بصورت روزانه جهت تحویل انرژی برق در روز بعد انجام می گیرد.
معاملات به شکل حراج دو طرفه پیوسته و کاملاً رقابتی انجام می گیرد.	بازار به شکل حراج یکطرفه اجرا می شود.
تسویه معاملات بسته به نوع قرارداد به شکل نقدی و اعتباری در زمان معامله و حین تحویل یا پس از تحویل برق معامله شده انجام می گیرد.	تسویه معاملات در انتهای سال به شکل تهاتر انجام می شود.
مدیریت شبکه صرفاً در مرحله پذیرش در بورس انرژی سقف معاملات هر بازیگر را تعیین می کند و هیچ گونه دخالتی در	مدیریت شبکه در معاملات بازار محدودیتهای فنی شبکه را لحاظ می نماید.

منبع: بورس انرژی با محوریت برق از آغاز تاکنون، ص ۵

در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به ترتیب ۹۹۳ و ۲۷۷۷ میلیارد ریال ارزش ریالی مبادلات برق در بورس انرژی و حجم معاملات نیز در سال های ۹۲ و ۹۳ به ترتیب معادل ۲۸۵۹۳۸۸ و ۶۶۷۹۰۰۷ مگا وات ساعت بوده است

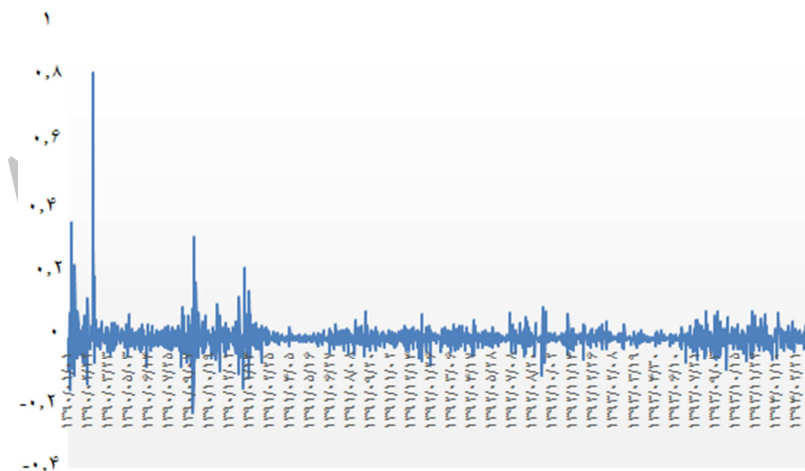
#### ۴- داده ها و روش شناسی

برای ارزیابی اثر مبادلات سلف بر نوسانات قیمت بازار برق، از متوسط قیمت روزانه بازار برق ایران که به روش متوسط موزون بدست می آید در بازه زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۴/۰۳/۳۱ استفاده کردیم که معادل ۱۵۵۴ داده در طول دوره مورد اشاره است. آمار این داده از شرکت مدیریت شبکه برق ایران بدست آمده است. برای بدست آوردن تغییرات قیمت بازار نقدی، ابتدا لگاریتم قیمت روزانه را محاسبه کرده و با تفاضل گیری، تغییرات آن را بدست آوردیم. بنابراین تغییرات قیمت نقدی را که با  $SP$  نشان می دهیم از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$SP_t = \log(P_t) - \log(P_{t-1}) \quad (9)$$

در این رابطه  $P$  قیمت بازار و  $t$  زمان را نشان می دهد. نمودار (۱)، روند تغییرات قیمت نقدی را نشان می دهد.

نمودار ۱- روند تغییرات قیمت نقدی بازار برق ایران



منبع: شرکت مدیریت شبکه برق ایران

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۱۹۵

اولین سئوالی که می خواهیم در این مقاله پاسخ دهیم، این است که آیا معرفی قراردادهای سلف موازی استاندارد در بورس انرژی تأثیری بر تغییرات قیمت نقدی بازار فیزیکی برق ایران داشته است یا خیر؟ بدین منظور همانند لی و دیگران<sup>۱</sup>، آنتونیو<sup>۱</sup> و هولمز<sup>۲</sup>، بولوگنا<sup>۳</sup> و کاوالو<sup>۴</sup>، لی و اوک<sup>۵</sup>، پوک و پوشاکوال<sup>۶</sup>، ۲۰۰۴ از روش گارچ (انگل<sup>۷</sup>، ۱۹۸۲، بالرسلو<sup>۸</sup>، ۱۹۸۶، انگل و بالرسلو<sup>۹</sup>، ۱۹۸۶) برای بررسی اثر معاملات قرارداد سلف بر تغییرات قیمت نقدی استفاده می کنیم. به طور کلی، به منظور مدل سازی نوسانات تغییرات قیمت در طول زمان از واریانس شرطی در قالب مدل گارچ استفاده می شود. مدل های آرچ<sup>۹</sup> و گارچ<sup>۱۰</sup> به طور معمول در مطالعات مربوط به اقتصاد مالی از قبیل بازار بورس-نوسانات نرخ ارز و تورم به کار گرفته می شوند. شرط استفاده از اینگونه مدل ها نقص فرض همسانی واریانس جزء خطاء می باشد. مدل های آرچ و گارچ برای مدل سازی معادله واریانس شرطی جمله خطاء طراحی شده اند. برای تخمین اینگونه مدل ها از روش حداکثر درستنمایی استفاده می شود. فرم کلی یک مدل GARCH(q,p) عبارتست از:

$$Y_t = a_0 + a_z X_t + \varepsilon_t, \quad z = 1, 2, 3, \dots, \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \approx N(0, h_t) \quad (10)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} \quad (11)$$

رابطه (۱۰) را معادله میانگین شرطی، رابطه (۱۱) را معادله واریانس شرطی و  $\Psi_{t-1}$  را مجموعه اطلاعات گویند. متغیر  $X_t$  کلیه متغیرهای برونزا و مقادیر با وقفه متغیر  $Y_t$  را شامل می شود. در یک مدل گارچ ضروری است که  $\alpha_j$  و  $\beta_j$  هر دو غیر منفی باشند. برای بررسی اثر مبادلات قراردادهای سلف موازی استاندارد بر تغییرات قیمت بازار برق ایران از یک متغیر مجازی استفاده می کنیم که دو مقدار صفر و یک را اختیار می کند.

1. Antoniou
2. Holmes
3. Bologna
4. Cavallo
5. Lee and Ohk
6. Pok and Poshakwale
7. Engle
8. Bollerslev
9. ARCH(Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
10. Garch (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)

مقدار این متغیر برای دوره قبل از شروع مبادلات قراردادهای سلف برابر صفر ( از ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۲/۰۱/۱۹) و بعد از آغاز مبادلات مقدار یک (از ۱۳۹۲/۰۱/۱۹ تا ۱۳۹۴/۰۳/۳۱) را اختیار می کند. بدین منظور رابطه (۱۱) را به شکل زیر بازسازی می کنیم:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} + \gamma DB \quad (12)$$

*DB* متغیری مجازی است. اگر این متغیر مجازی از نظر آماری معنادار باشد، آنگاه وجود مبادلات آتی بر روی تغییرات بازار نقدی اثر خواهد گذاشت. در مورد علامت مورد انتظار ضریب این متغیر به قطعیت نمی توان نظر دارد و دلیل آن نیز انتظارات توریک متفاوت در مورد ضریب این متغیر است. در واقع بررسی این موضوع پاسخ سوال اول را مشخص می کند. برای پاسخ به سوال دوم، تحلیل خود را با تقسیم کل دوره به دوره زمانی قبل و بعد از شروع معاملات سلف تکرار خواهیم کرد. در واقع با این اقدام بدنبال پاسخگویی به این سوال هستیم که معاملات قراردادهای سلف، کارایی بازار برق را افزایش داده است یا نه؟ بدین منظور از روش آنتونیو و هلمز (۱۹۹۵) استفاده می شود. بنابراین کل دوره زمانی نمونه را به دو دوره قبل از تاریخ ۱۳۹۲/۰۱/۱۹ و بعد از این تاریخ تقسیم می کنیم. در این روش، ضرایب معادله گارچ برای هر دو دوره بررسی می گردد. طبق تحلیل آنتونیو و هلمز (۱۹۹۵) ضریب آرچ ( $\alpha_j$ ) به عنوان اطلاعات جدید (اخبار جدید) و ضریب گارچ ( $\beta_j$ ) به عنوان اطلاعات گذشته (اخبار گذشته) است. بنابراین اگر کارایی بازار برق افزایش یافته باشد، باید اطلاعات جدید به سرعت به قیمت ها انتقال یابد. طبق روش بیان شده، در صورت بهبود کارایی انتظار داریم، ضریب آرچ افزایش و ضریب گارچ کاهش یافته باشد.

#### ۴-۱- تصریح مدل

در مدل میانگین برای مدلسازی تغییرات نرخ رشد قیمت بازار از متغیرهای متفاوتی استفاده می کنیم که در ادامه به توضیح هر یک و ارتباط آنها یا قیمت بازار نقدی می پردازیم:

*GPR*: نرخ تغییر پیش بینی بار. با توجه به ساختار بازار برق ایران که بر مبنای خرید بر مبنای پیشنهاد است، در صورت پیش بینی میزان مصرف بالا در شبکه که بر اساس

1. Recent News

2. Old News



اطلاعات مختلف تولیدی یا زمانی (مانند پیک شبکه برق سراسری در تابستان<sup>۱</sup>) مشخص می‌گردد. به هر میزان که مقدار پیش بینی بار در شبکه بالا باشد، میزان بیشتری انرژی الکتریکی در بازار برق از تولید کنندگان خریداری خواهد شد و در نتیجه قیمت متوسط برق در بازار افزایش می‌یابد. در نتیجه هرچه میزان تغییر پیش بینی بار بیشتر باشد، قیمت نیز تغییرات بیشتری را تجربه خواهد کرد. در کل انتظار یک رابطه مثبت بین تغییرات پیش بینی بار و تغییرات قیمت نقدی را انتظار داریم.

**DH:** متغیر مجازی ایام تعطیل. این متغیر مجازی دو عدد صفر یا یک را اختیار می‌کند. برای کل ایام سال به جز روزهای تعطیل عدد صفر و در ایام تعطیل عدد یک را اختیار می‌کند. معمولاً انتظار بر آنست که در ایام تعطیل بدلیل تعطیل بودن بسیاری از مشاغل بالاخص مشاغل صنعتی، ادارات و سازمان‌های دولتی که از بهره‌وری مصرفی کمتری برخوردارند و همچنین مسافرت‌های بین شهری، کاهش در مصرف برق را شاهد باشیم و قیمت متوسط بازار کاهش یابد و بدلیل پایین بودن بار شبکه و پایین بودن قیمت‌ها، تغییرات کمتری را در قیمت خواهیم داشت. بنابراین یک رابطه منفی بین روزهای تعطیل و قیمت بازار نقدی و تغییرات آن را انتظار داریم.

**DP:** متغیر مجازی تغییر مقررات. قیمت‌های بازار برق علاوه بر اینکه به پیشنهاد تولید کنندگان برای فروش بستگی دارد، بدلیل اینکه قیمت برق همواره به دلایل مختلفی تحت کنترل دولت می‌باشد، تغییر در سقف قیمت‌ها پس از تصویب در مجلس توسط دولت و وزارت نیرو اعمال می‌گردد. به همین دلیل تصویب قوانین و مقررات جدید و اعمال آنها می‌تواند بر سطح قیمت برق و تغییرات آن اثر گذار باشد، به همین دلیل متغیر مجازی برای در نظر گرفتن این تغییرات تعریف کردیم. این متغیر بدین صورت است که در تاریخ اعمال این قوانین، متغیر مجازی عدد یک و در سایر زمان‌ها مقدار صفر اختیار می‌کند. با توجه به اینکه معمولاً اعمال این قیمت‌ها به سمت بالاست یعنی قیمت‌ها افزایش می‌

---

۱. یکی از ویژگی‌های انرژی الکتریسته اینست که جانشین نزدیکی برای آن وجود ندارد که بتواند در شرایط اضطراری جایگزین آن شود. برای مثال در زمستان، زمانی که منابع فسیلی و مشتقات آن مثل نفت و گاز با مشکل مواجه می‌شود، برق می‌تواند به عنوان جایگزین برای آنها عمل نماید یعنی مردم می‌توانند برای گرم شدن منزل خود از وسایل گرمایشی برقی استفاده کنند ولی در تابستان زمانی که هوا سرد است، خانوارها معمولاً از وسایل سرمایشی مثل کولر استفاده می‌کنند که فقط با انرژی الکتریکی کار می‌کنند. بنابراین در تابستان به میزان بالایی از انرژی الکتریکی نیاز است و بنابراین پیش بینی بار در این زمانها مقدار بسیار بالاتری دارد.

یابد، انتظار وجود یک رابطه مثبت بین این متغیر و تغییرات قیمت را می توان پیش بینی کرد. در جدول زیر قانون اعمال شده و تاریخ آن به طور خلاصه آورده شده است:

جدول ۲- قوانین ابلاغی دولت در طی دوره مورد بررسی

تاریخ اجرا	تاریخ ابلاغ	قانون اعمال شده
۱۳۹۰/۰۲/۲۰	۱۳۹۰/۰۲/۱۹	تعیین دامنه نرخ پیشنهادی انرژی تولیدی از صفر تا سقف ۳۳۰ ریال به ازای هر کیلو وات
۱۳۹۱/۱۲/۰۱	۱۳۹۱/۱۲/۱۲	افزایش نرخ پایه آمادگی به نیروگاهها معادل ۱۱۴ ریال به ازای هر کیلو وات
۱۳۹۱/۱۲/۰۱	۱۳۹۱/۱۲/۱۲	افزایش سقف انرژی بازار به ازای هر کیلو وات ساعت به میزان ۱۳ ریال
۱۳۹۲/۰۷/۰۱	۱۳۹۲/۶/۱۸	تعیین دامنه نرخ پیشنهادی انرژی از صفر تا سقف ۳۷۰ ریال به ازای هر کیلو وات بعلاوه ۱۳ ریال هزینه دسترسی به شبکه
۱۳۹۳/۰۱/۰۱	۱۳۹۲/۱۲/۲۸	افزایش نرخ پایه آمادگی به ۱۸۵ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت و تعیین دامنه نرخ پیشنهادی انرژی تولیدی از صفر تا سقف ۴۱۷ ریال به ازای هر کیلو وات بعلاوه ۲۷ ریال هزینه دسترسی به شبکه

منبع: ابلاغیه های وزیر نیرو

با توجه به متغیرهای مورد نظر و وقفه های متغیر وابسته، مدل میانگین عبارتست از:

$$SP_t = a_0 + a_1 SP_{t-1} + a_2 GPR + a_3 DH + a_4 DP + \varepsilon_t \quad (13)$$

## ۵- نتایج

### ۵-۱- آزمون ریشه واحد<sup>۲</sup>

برای آزمون ایستایی نرخ رشد قیمت نقدی بازار برق از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته<sup>۳</sup> استفاده می کنیم. فرضیه صفر در این آزمون، وجود ریشه واحد و فرضیه مقابل، عدم وجود ریشه واحد است. نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

۱. در مواردی که تاریخ ابلاغ بعد از تاریخ اجراست، مابه التفاوت موجود در صورتحساب های بازار برق که به صورت ماهانه صادر می شود، اعمال می گردد. با توجه به اینکه آنچه بر روی قیمت ها اثر گذار بوده، تاریخ اجرا بوده است، ما در تعیین مقادیر متغیر مجازی از تاریخ اجرا بهره برده ایم.

2. Unit Root Test

3. Augmented Dickey Fuller

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۱۹۹

جدول ۳- نتایج آزمون ریشه واحد

مقدار بحرانی در سطح ۵٪	آماره t	
-۲.۸۶	-۱۸.۳۱	با عرض از مبدأ و بدون روند
-۳.۴۱	-۲۲.۹۱	با عرض از مبدأ و با روند
-۱.۹۴	-۱۸.۲۴	بدون عرض از مبدأ و بدون روند

منبع: محاسبات محقق

همانطور که از نتایج مشخص است. نرخ رشد قیمت بازار برق فاقد ریشه واحد می باشد.

### ۲-۵- تخمین مدل

با توجه به داده های موجود، تعدادی از معادلات برآورد گردید. از بین این معادلات، با توجه به نمودار همبستگی نگار<sup>۱</sup>، معیار آکائیک<sup>۲</sup> و معیار شوارتز<sup>۳</sup> (مدلی با آکائیک و شوارتز کمتر مرجح است) و همچنین معیارهای دیگری همچون انحراف معیار خطاها، لگاریتم درستنمایی و ضریب تعیین، مدل زیر برآورد گردید:

SP <sub>t</sub>	=	۰.۰۰۱	-	۰.۲۹	SP <sub>t-1</sub>	-	۰.۱۳	SP <sub>t-2</sub>	-	۰.۰۰۳	DH <sub>t</sub>	+	۰.۱۲	GPR <sub>t</sub>	+	۰.۰۳	DP
s.e		۰.۰۰۰۵		۰.۰۲۴		۰.۰۲۴		۰.۰۰۰۹		۰.۰۰۰۸			۰.۰۰۰۴				
p-val		۰.۰۰۵		.		.		۰.۰۰۱		.		.					

(۱۴)

در اینجا به تحلیل معادله حاضر می پردازیم. همانطور که مشخص است، تغییرات در هر دوره با دو دوره قبل خود را رابطه منفی دارد و این بیانگر این مفهوم است که به مرور زمان اثرات تغییرات قیمت کاهش می یابد. همانطور که انتظار داشتیم، با افزایش تعطیلات، سطح قیمت ها و تغییرات آن کاهش و با تغییر در قوانین و مقررات که معمولاً در جهت افزایش قیمت است و رشد پیش بینی بار، تغییرات قیمت افزایش می یابد.

### ۳-۵- آزمون ناهمسانی واریانس و تشخیص وجود اثر ARCH

برای استفاده از روش ARCH یا GARCH باید از وجود اثر ناهمسانی واریانس در پسماندها اطمینان حاصل کرد. به این منظور از آزمون ضرایب لاگرانژ<sup>۴</sup> استفاده می کنیم

1. Correlogram
2. Akaike information criterion
3. Schwarz Bayesian criterion
4. Lagrange Multiplier

که توسط انگل (۱۹۸۲) مطرح شده است. نتایج این آزمون را در جدول زیر نشان می دهیم. بدلیل اینکه داده ها روزانه بود، این آزمون را برای یک و هفت وقفه<sup>۱</sup> تکرار می کنیم:

جدول ۴- نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

وقفه	۷	۱
F-statistic	۱۰.۸۱	۵۸.۵۲
Prob F	۰	۰
$n * R^2 \sim \chi^2(n)$	۷۲.۵۳	۵۶.۵
Prob( $\chi^2(n)$ )	۰	۰

منبع: محاسبات محقق

همانطور که از نتایج مشخص است، فرض وجود الگوی ناهمسانی واریانس در این مدل رد نمی شود، بنابراین می توان از مدلسازی GARCH استفاده کرد.

#### ۴-۵- تصریح و برآورد مدل GARCH

برای تصریح مدل GARCH مناسب از نمودارهای خودهمبستگی<sup>۲</sup> و خودهمبستگی جزئی<sup>۳</sup> پسماندهای مدل استفاده می کنیم. با استفاده از معیارهای آکائیک و شوارتز که قبلاً بیان شد، مدل GARCH(1,1) از همه مناسبتر است. نتایج حاصل از برآورد این مدل را در جدول (۵) آورده ایم:

جدول ۵- تصریح و برآورد مدل GARCH

$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \gamma DB$				
متغیر	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\gamma$
ضریب	$1.17 * 10^{-5}$	۰.۱۹	۰.۷۷	$3.9 * 10^{-6}$
انحراف معیار	$2.64 * 10^{-1}$	۰.۰۱۹۸	۰.۰۱۵۶	$2.82 * 10^{-6}$
احتمال	۰	۰	۰	۰.۰۸۵

منبع: محاسبات محقق

۱. در وقفه های بالاتر نیز نتایج مشابهی بدست آمد.

2. Autocorrelation
3. Partial Autocorrelation

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۲۰۱

نتایج تخمین مدل  $GARCH(1,1)$  در جدول بالا نشان داده شده است. ضریب متغیر مجازی  $DB$  مثبت است ولی مقدار آن بسیار ناچیز است. از نظر معناداری در سطح ۹۵ درصد معنادار نیست و تنها در سطح ۹۰ درصد از معناداری آماری برخوردار است. بنابراین آغاز به کار معاملات سلف موازی استاندارد در بورس انرژی تاثیر معنادار ولی خیلی ناچیز بر نوسانات قیمت بازار فیزیکی گذاشته و نوسانات آن را افزایش داده است. پس از برآورد مدل، برای بررسی وجود اثر ARCH بین باقیمانده های مدل از آزمون ضرایب لاگرانژ (LM) استفاده می کنیم که نتایج در جدول (۶) گزارش شده است:

جدول ۶- نتایج آزمون ناهمسانی واریانس پس از تخمین مدل GARCH

۱	۷	وقفه آماره
۰.۲۱	۰.۹۵	F-statistic
۰.۶۴	۰.۴۶	Prob F
۰.۲۱۲	۶.۷۲	$n * R^2 \square \chi^2(n)$
۰.۶۴	۰.۴۵	Prob( $\chi^2(n)$ )

منبع: محاسبات محقق

بر اساس نتایج جدول، هیچ نوع علائمی ناشی از وجود ناهمسانی واریانس وجود ندارد و بنابراین فرضیه صفر همسانی واریانس بین اجزای اخلال را نمی توان رد کرد. سوال دوم اینست که آیا آغاز به کار معاملات قراردادهای سلف موازی استاندارد در بورس انرژی، حساسیت نسبت به اطلاعات را در بازارهای فیزیکی یا به عبارتی کارایی را تغییر داده است یا خیر؟

علاوه بر نتیجه قسمت قبل که نشان داد آغاز به کار معاملات سلف به میزان بسیار ناچیزی تغییرات قیمت نقدی را افزایش داد، می توان بررسی کرد که چگونه حساسیت نسبت به اطلاعات در بازار نقدی قبل و بعد از آغاز به کار قراردادهای آتی تغییر کرده است. این تحلیل از آن جهت مهم است که حساسیت به اطلاعات، عامل بسیار مهمی در کارایی بازار است. حتی اگر تغییرپذیری از نظر اندازه تغییر نکند، حساسیت قیمت ها به انواع گوناگون اطلاعات یعنی ساختار نوسانات ممکن است تحت تاثیر قرار بگیرد.

همانطور که آنتونیو و هلمز (۱۹۹۵) مطرح کردند، عبارت ARCH در مدل GARCH نشان دهنده اطلاعات جدید است (زیرا که از مجذور پسماندها در روز گذشته بدست می آید)، در حالی که عبارت GARCH، اطلاعات تاریخی را نشان می دهد (زیرا که نشان دهنده اطلاعات مربوط به روز قبل از دیروز و روزهای قبل تر از آن است). بنا براین ما می توانیم از ضرایب این دو عبارت برای بررسی حساسیت بازار نقدی به اطلاعات جدید و تاریخی استفاده کنیم. علاوه بر آن می توان مقایسه ای بین دوره های ماقبل و بعد آغاز معادلات آتی انجام داد. بنابراین نمونه خود را به دو دوره قبل و بعد از آغاز به کار قراردادهای آتی تقسیم کرده و مدل خود را برای هر دو دوره به طور مجزا تخمین می زنیم. نتایج تخمین در جدول (۷) تخمین زده شده است<sup>۱</sup>:

جدول ۷- بررسی تغییر در کارایی بازار برق

قبل از آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی			
متغیر	$\beta_1$	$\alpha_1$	$\alpha_0$
ضریب	۰.۷۵	۰.۲۲	$۲.۱۵ \times 10^{-۵}$
انحراف معیار	۰.۰۳۱	۰.۰۶۲	$۹.۴۳ \times 10^{-۶}$
احتمال	۰	۰.۰۰۰۳	۰.۰۲۲۴
بعد از آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی			
متغیر	$\beta_1$	$\alpha_1$	$\alpha_0$
ضریب	۰.۵	۰.۳	$۹.۱۲ \times 10^{-۵}$
انحراف معیار	۰.۰۴	۰.۰۴۳	$۹.۴۲ \times 10^{-۶}$
احتمال	۰	۰	۰

منبع: محاسبات تحقیق

طبق نتایج تخمین،  $\alpha_1$ ، که میزان حساسیت نسبت به اطلاعات جدید را نشان می دهد، از مقدار ۰.۲۲ به میزان ۰.۳ پس از آغاز به کار معاملات آتی افزایش یافته است. این نتیجه نشان دهنده اینست که حساسیت بازار نقدی نسبت به اطلاعات جدید تقویت گردیده است. و این مطابق با دیدگاه کلی است که آغاز معاملات قراردادهای آتی می تواند

۱. با توجه به اینکه تمرکز ما بر روی معادله واریانس است، برای رعایت اختصار از ارائه مدل میانگین اجتناب می کنیم.

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۲۰۳

سرعت گسترش و کیفیت اطلاعات را بهبود ببخشد و بنابراین به طور طبیعی انتظار بر اینست که حساسیت بازار نسبت به اطلاعات جدید افزایش یابد.

ضریب دیگری که مورد مطالعه قرار می گیرد، ضریب عبارت GARCH، یعنی  $\beta_1$  است که حساسیت نوسانات قیمت نقدی بازار را به اطلاعات گذشته و تاریخی نشان می دهد. این ضریب از ۰.۷۵ به ۰.۵ کاهش یافته است. این به معنای آنست که بازار برق حساسیت خود را نسبت به اطلاعات تاریخی و گذشته پس از آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی از دست داده است.

نکته دیگری که وجود دارد در رابطه با نظریه راس (۱۹۸۹) می باشد. همانطور که در کاربرد نظریه راس (۱۹۸۹) گفته شد، اگر پس از آغاز معاملات قراردادهای آتی، اطلاعات با سرعت بیشتری منتقل گردد، (یعنی  $\alpha_1$  افزایش و  $\beta_1$  کاهش یابد، چنانکه در اینجا چنین است) با آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی، نوسانات قیمت ها نیز افزایش می یابد. با توجه به اینکه در نتایج مدل نیز نشان داده شد که هر چند جزئی، با شروع معاملات قراردادهای سلف، تغییرپذیری قیمت ها افزایش یافت، نتیجه می گیریم که نتیجه گیری راس (۱۹۸۹) تایید می شود.

## ۶- خلاصه و نتیجه گیری

همانطور که در مقدمه نیز اشاره گردید، بازار برق ایران از سال ۱۳۸۲ راه اندازی گردید. تشکیل این بازار یکی از مراحل اصلی در تجدید ساختار صنعت برق ایران بوده است. پس از آن اتفاقات و رویدادهای مهمی در راستای خصوصی سازی در صنعت برق رخ داد. خصوصی شدن بسیاری از نیروگاهها و همچنین شرکت های توزیع نیروی برق، فراهم شدن امکان مبادلات برق در قالب قراردادهای دو جانبه و همچنین شکل گیری و توسعه بورس انرژی و انجام معاملات برق در قالب این بورس از جمله مهمترین این رویدادها هستند. بورس برق در برنامه های وزارت نیرو و صنعت برق از اهمیت ویژه ای برخوردار است طوریکه طبق برنامه های وزارت نیرو باید حداقل حدود ۵۰ درصد مبادلات برق در بورس برق صورت گیرد.

بازار برق امروزه با توجه به گستردگی و شرایط ویژه آن یک بازار مالی بسیار بزرگ هم برای سرمایه گذارانی است که به دنبال سودآوری هستند و هم برای مصرف کنندگان

بالاخص صنایع بزرگ است که تلاش می کنند هزینه خود را حداقل سازند. امروزه در بازارهای برق بزرگ دنیا، تولید کنندگان و مصرف کنندگان در تلاشند تا با استفاده از ابزارهای مشتقه ای چون قراردادهای آتی، آپشن<sup>۱</sup>، سوآپ<sup>۲</sup> و ... و اتخاذ روش هایی همچون سفته بازی یا آربیتراژ یا هجداینگ<sup>۳</sup> منافع خود را تأمین نمایند. یکی از مسائل بسیار مهمی که در هر بازار مالی مورد توجه است، بحث اثر گذاری عوامل مختلف بر بازار و همچنین کارایی بازارهای مالی است. از آن جمله است، موضوع معاملات قراردادهای آتی و اثر گذاری آن بر قیمت های بازارهای نقدی و نوسانات آن.

در این مقاله تلاش شد تا با استفاده از اطلاعات سری زمانی روزانه و با استفاده از روش GARCH، اثر آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی که در ایران در قالب قراردادهای سلف موازی استاندارد صورت می گیرد، بر روی نوسانات قیمت بازار فیزیکی برق ایران را مورد بررسی قرار دهیم. نتایج ما نشان داد، با افزایش تعطیلات، سطح قیمت ها و تغییرات آن کاهش و با تغییر در قوانین و مقررات که معمولاً در جهت افزایش قیمت است و همچنین رشد پیش بینی بار، تغییرات قیمت افزایش می یابد.

در این مقاله تلاش شد تا به دو سوال اساسی پاسخ داده شود: اولی اثر آغاز معاملات قراردادهای آتی بر روی نوسانات قیمت سهام در حالت کلی و دومی اثر این مبادلات بر سرعت انتقال اطلاعات بر بازار و تاثیر آن بر نوسانات قیمت ها و به طور کلی بحث کارایی بود. در پاسخ به سوال اولی یافته های ما نشان داد که آغاز به کار معاملات سلف موازی استاندارد در بورس انرژی تاثیر معنادار ولی خیلی ناچیز بر نوسانات قیمت بازار فیزیکی گذاشته و نوسانات آن را افزایش داده است. در پاسخ به سوال دوم می توان گفت که آغاز معاملات قراردادهای آتی سرعت گسترش و کیفیت اطلاعات را بهبود بخشیده و بنابراین حساسیت بازار نسبت به اطلاعات جدید را افزایش داده است. از طرف دیگر، یافته های ما نشان می داد که بازار برق حساسیت خود را نسبت به اطلاعات تاریخی و گذشته پس از آغاز به کار معاملات قراردادهای آتی از دست داده است. در مجموع می توان گفت که

- 
1. Option
  2. Swap
  3. Hedging



اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۲۰۵

آغاز به کار قراردادهای سلف موازی استاندارد باعث افزایش کارایی در بازار برق ایران شده است.

در مجموع می توان این نتیجه گیری را کرد که آغاز به کار معاملات قراردادهای سلف باعث بهبود کارایی بازار برق ایران گشته است. لذا با توجه به نتایج این مطالعه، می توان به سیاستگذاران دولتی و حوزه صنعت برق توصیه کرد تا تصمیمات لازم را برای گسترش بورس برق اتخاذ کنند و حداقل امکان با کاهش مقررات و حذف موانع حضور مستقیم شرکت های توزیع و همچنین بحث خرده فروشی در بازار برق و بورس برق در این راستا اقدامات لازم را انجام دهند.

## ۷- منابع و مأخذ

### الف) فارسی

- ۱- ابلاغیه های وزارت نیرو، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، معاونت بازار برق.
- ۲- شرکت مدیریت شبکه برق ایران (۱۳۹۲)، *بورس انرژی با محوریت برق از آغاز تا کنون*، معاونت بازار برق، زمستان.
- ۳- شرکت مدیریت شبکه برق ایران (۱۳۹۳)، *ساز و کار فعالیت در بازار عمده فروشی برق ایران*، معاونت بازار برق، آبان.

### ب) انگلیسی

- 1- Antoniou, A. and P. Holmes (1995), "Futures Trading, Information and Spot Price Volatility: Evidence for the FTSE-100 Stock Index Futures Contract Using GARCH", *Banking & Finance*, Vol. 19, No. 1, pp.117-129.
- 2- Beckett, S. and D. J. Roberts (1990), "Will Increased Regulation of Stock Index Futures Reduce Stock Market Volatility?", *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, November /December, pp. 33-46.
- 3- Bessembinder, H. and P. J. Seguin (1992), "Futures-Trading Activity and Stock Price Volatility", *Journal of Finance*, Vol. 47, No. 5, pp. 2015-2034.
- 4- Bohl, M. T., Salm, C. A. and B. Wilfling (2011), "Do Individual Index Futures Investors Destabilize the Underlying Spot Market?", *Journal of Futures Markets*, Vol. 31, No. 1, pp. 81-101.
- 5- Bollerslev, T. (1986), "Generalised Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", *Journal of Econometrics*, Vol. 33, pp. 307-327.

- 6- Bologna, P. and L. Cavallo (2002), "Does the Introduction of Stock Index Futures Effectively Reduce Stock Market Volatility? Is the 'Futures Effect' Immediate? Evidence from the Italian Stock Exchange Using GARCH", *Applied Financial Economics*, Vol. 12, No. 3, pp. 183–192.
- 7- Chiang, M. and C. Wang (2002), "The Impact of Futures Trading on Spot Index Volatility: Evidence for Taiwan Index Futures", *Applied Economics Letters*, Vol. 9, No. 6, pp. 381–385.
- 8- Cox, C. C. (1976), "Futures Trading and Market Information", *Journal of Political Economy*, Vol. 84, pp. 1215-1237.
- 9- Engle, R. F. (1982), "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, No. 50, pp. 987-1008.
- 10- Engle, R. F. and T. Bollerslev (1986), "Modelling the Persistence of Conditional Variances", *Econometric Reviews*, No. 5, pp.1 -50.
- 11-Figlewski, S. (1981), "Futures Trading and Volatility in the GNMA Market", *Journal of Finance*, Vol. 36, No. 2, pp. 445– 456.
- 12- Fleming, J. (1999), "The Impact of Energy Derivatives on the Crude Oil Market", *Energy Economics*, No.21, pp.135–167.
- 13- Gulen, H. and S. Mayhew (2000), "Stock Index Futures Trading and Volatility in International Equity Markets", *Journal of Futures Markets*, Vol. 20, No. 7, pp. 661–685.
- 14- Hadsell, L. A. and Marathe H. A. Shawky (2004), "Estimating the Volatility of Wholesale Electricity Spot Prices in the US", *Energy Journal*, No. 25, pp. 23–40.
- 15- Harris, L. (1989), "S&P 500 Cash Stock Price Volatilities", *Journal of Finance*, No. 44, pp. 1155-1175.
- 16- Lee, C. L. S. and M. Lee Stevenson (2014), "Futures Trading, Spot Price Volatility and Market Efficiency: Evidence from European Real Estate Securities Futures", *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 48, Issue 2, pp. 299-322.
- 17- Lee, S. B. and K. Y. Ohk (1992), "Stock Index Futures Listing and Structural Change in Time-Varying Volatility", *Journal of Futures Markets*, Vol. 12, No. 5, pp. 493–509.
- 18- Pok, W. C. and S. Poshakwale (2004), "The Impact of the Introduction of Futures Contracts on the Spot Market Volatility: The Case of Kuala Lumpur Stock Exchange", *Applied Financial Economics*, Vol. 14, No. 2, pp.143–154.
- 19- Ross, S. A. (1989), "Information and Volatility: The No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy", *Journal of Finance*, No. 44, pp. 1-17.
- 20- Rubinstein, M. (1987), "Derivative Assets Analysis", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 1, No. 2, pp. 73–93.

اثر مبادلات قراردادهای سلف برق در بورس انرژی بر نوسانات قیمت نقدی ... ۲۰۷

21- Sarris, A. (1984), "Speculative Storage, Futures Markets and the Stability of Commodity Prices", *Econ. Inq.*, Vol. 22, No. 1, pp. 80–97.

22- Taylor, G. R. Leuthold (1974), "The Influence of Futures Trading on Cash Cattle Price Variations", *Food Res. Inst. Stud*, No.13, pp. 29–35.

23- Working, H. (1953), "Futures Trading and Hedging", *American Economic Review*, Vol. 43, No. 3, pp. 314–343.

Archive of SID