





دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق - گرایش قدرت

توسعه مدلسازی قدرت بازار

نگارش:

سعید سالارخیلی

استاد راهنما:

دکتر اصغر اکبری فرود

استاد مشاور:

دکتر رضا کی پور

تابستان ۱۳۹۰

تقدیم به پدرم که صداقت را از او

آموختم و مادرم که وام دار محبت

اویم

سپاسگذاری

در آغاز لازم میدانم که از زحمات استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر اکبری فرود و همچنین استاد مشاور ارجمند جناب آقای دکتر کی پور و ریاست محترم دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر جناب آقای دکتر جزایری و سرکار خانم دکتر مروج تشکر نمایم.



بسمه تعالی

اینجانب ----- متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان

----- که به عنوان پایان نامه کارشناسی / کارشناسی ارشد رشته

----- گرایش ----- به گروه مهندسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه سمنان ارائه شده ، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد .

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود ، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع ذیربط قابل پیگیری است .

نام و نام خانوادگی

امضاء

شماره دانشجویی

چکیده

بواسطه ساختار چندقطبی (oligopoly) بازارهای برق، شرکتهای تولیدی ممکن است با بکارگیری راهبرد های پیشنهاد قیمت مثل احتکار ظرفیت، دست به اعمال قدرت بازار بزنند. اینکار قیمت بازار را بالاتر و میزان تولید بازار را کمتر میکند. تا به حال بررسی های فراوانی در مورد احتکار ظرفیت انجام شده اما سه مسئله احتیاج به بررسی های بیشتری دارند:

۱- تاثیر حساسیت تقاضا بر روی احتکار ظرفیت احتیاج به مطالعه بیشتری دارد.

۲- ارتباط بین احتکار ظرفیت و افزایش قیمت تا به حال مدل نشده است.

۳- تاثیر قرارداد قراردادهای آینده بر احتکار ظرفیت تا به حال بررسی نشده است.

در این پروژه احتکار ظرفیت در یک بازار برق چندقطبی که همه شرکتهای تولیدی در مدل Cournot و تعادل تابع عرضه (SFE) پیشنهاد قیمت میدهند، تحلیل میشود و شاخص احتکار ظرفیت، شاخص انحراف ظرفیت و شاخص انحراف قیمت فرموله میشوند. مشخص شد که حساسیت تقاضا میتواند احتکار ظرفیت شرکتهای تولیدی در بازار را به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهد. توانایی بالقوه بازار برای احتکار ظرفیت بوسیله شاخص DWI (Distortion-Withheld Index) که در این پروژه پیشنهاد شده، اندازه گیری میشود. به منظور بررسی ارتباط بین بازارهای لحظه ای و آینده بازار برق مدل شده با مدل های Cournot و SFE توسعه داده شده اند تا بازارهای آینده را شامل شوند. به این منظور یک بازار دو تسویه ای در نظر گرفته شده است. یافته های این پروژه برای پایش و کاهش قدرت بازار مفید میباشد.

واژه های کلیدی: قدرت بازار، احتکار ظرفیت، مدل Cournot، مدل تعادل تابع عرضه (SFE)، حساسیت

تقاضا

فهرست مطالب

۱. مقدمه ای بر مدلسازی قدرت بازار

- ۱-۱ اعمال قدرت بازار..... ۱
- ۲-۱ تمرکز بازار..... ۵
- ۳-۱ بازارهای با رقابت ناکامل..... ۵
- ۴-۱ مدل‌های رقابت ناکامل..... ۶
- ۱-۴-۱ مدل Cournot..... ۶
- ۲-۴-۱ مدل Bertrand..... ۸
- ۳-۴-۱ نقطه تعادل نش..... ۹
- ۱-۳-۴-۱ مقدمه ای بر تئوری بازیها..... ۱۱
- ۲-۳-۴-۱ تعامل Bertrand یا بازی در قیمت ها..... ۱۵
- ۳-۳-۴-۱ تعامل Cournot یا بازی در کمیت ها..... ۱۶
- ۴-۳-۴-۱ مدل SFE..... ۱۷
- ۵-۱ انواع مبادلات در بازار انرژی الکتریکی..... ۱۸
- ۱-۱-۵ مبادله دو جانبه..... ۱۸
- ۲-۱-۵ حوضچه برق..... ۲۰

۲. شاخصهای ارزیابی قدرت بازار

- ۱-۲ مقدمه..... ۲۲
- ۲-۲ دسته بندی شاخصهای قدرت بازار..... ۲۴
- ۳-۲ شاخصهای ساختاری..... ۲۹
- ۱-۳-۲ ارزیابی بازیگران..... ۲۹
- ۱-۱-۳-۲ سهم بازار..... ۳۰

- ۳۲.....PSI ۲-۱-۳-۲
- ۳۳.....RSI ۳-۱-۳-۲
- ۳۴.....MRR ۴-۱-۳-۲
- ۳۵.....۵-۱-۳-۲ شاخص تولید اجباری بر مبنای برنامه ریزی خطی.....
- ۳۸.....RDA ۶-۱-۳-۲
- ۴۱.....۲-۳-۲ ارزیابی رقابتی بودن بازار.....
- ۴۱.....HHI ۱-۲-۳-۲
- ۴۷.....۲-۲-۳-۲ شاخص هانا و کای.....
- ۴۸.....۳-۲-۳-۲ شاخص ضریب آنتروپی.....
- ۴۸.....۴-۲-۳-۲ شاخص عرضه باقیمانده بازار.....
- ۴۸.....۴-۲ شاخصهای رفتاری.....
- ۴۹.....LI ۱-۴-۲
- ۵۰.....PCMI ۲-۴-۲
- ۵۱.....WLI ۳-۴-۲
- ۵۲.....۴-۴-۲ شاخص تحلیل درآمد خالص.....
- ۵۴.....۵-۴-۲ شاخص سنجش احتکار فیزیکی.....
- ۶۴.....WCR ۱-۵-۴-۲
- ۵۶.....۶-۴-۲ شاخصهای سنجش احتکار اقتصادی.....
- ۵۷.....۱-۶-۴-۲ شاخص شکاف تولید.....
- ۵۷.....HBRP ۲-۶-۴-۲
- ۵۸.....RRBP ۳-۶-۴-۲
- ۵۸.....۷-۴-۲ شاخص همبستگی قیمت پیشنهادی و قیمت تسویه.....

۵۹.....	۲-۴-۸ تبانی
۵۹.....	۲-۵-۵ شاخصهای عملکردی
۶۰.....	۲-۵-۱ CRM
۶۰.....	۲-۵-۲ شاخص پایش قیمت تسویه بازار
۳. مدلسازی احتکار ظرفیت و مطالعات موردی (Case-Study)	
۶۲.....	۳-۱ تعریف شاخصهای احتکار ظرفیت، انحراف ظرفیت و انحراف قیمت
۶۴.....	۳-۲ مدل Cournot
۶۴.....	۳-۲-۱ بازار لحظه ای
۶۶.....	۳-۲-۱-۱ شاخص احتکار ظرفیت
۶۷.....	۳-۲-۱-۲ شاخص انحراف ظرفیت و انحراف قیمت و DWI
۷۰.....	۳-۲-۲ بازار دو تسویه ای
۷۱.....	۳-۲-۲-۱ شاخص احتکار ظرفیت
۷۲.....	۳-۲-۲-۱ شاخص احتکار ظرفیت و انحراف قیمت و DWI
۷۲.....	۳-۲-۳ بازار دو تسویه ای با قراردادهای استراتژیک
۷۴.....	۳-۲-۳-۱ شاخص احتکار ظرفیت
۷۴.....	۳-۲-۳-۲ شاخص احتکار ظرفیت و انحراف قیمت و DWI
۷۵.....	۳-۳ نتایج عددی
۷۹.....	۳-۴ مدل SFE
۷۹.....	۳-۴-۱ بازار لحظه ای
۸۰.....	۳-۴-۲ شاخصهای احتکار ظرفیت
۸۲.....	۳-۴-۳ بازار دو تسویه ای با قراردادهای استراتژیک
۸۲.....	۳-۵ نتایج عددی

۸۶.....	۳-۶ مقایسه HHI و DWI
۸۷.....	۴. نتیجه‌گیری و پیشنهاد تحقیقات بیشتر
۸۹.....	مراجع

فهرست جداول

۲۵.....	جدول ۱-۲ شاخصهای تشخیص قدرت بازار.....
۴۶.....	جدول ۲-۲ خلاصه سازی اطلاعات مثال شاخص LHHI.....
۷۶.....	جدول ۱-۳ پارامترهای منحنی های عرضه سیستم سه ژنراتوری.....
۷۷.....	جدول ۲-۳ نتایج شبیه سازی برای حالات A، B و C.....
۷۷.....	جدول ۳-۳ شاخصهای احتکار ظرفیت برای حالات A، B و C.....
۷۸.....	جدول ۴-۳ نتایج شبیه سازی برای حالات C_1, C_2, D_1 و D_2
۷۸.....	جدول ۵-۳ شاخصهای احتکار ظرفیت برای حالات C_1, C_2, D_1 و D_2
۸۳.....	جدول ۳-۶ قیمت بازار و میزان تولید.....
۸۴.....	جدول ۳-۷ A_i, \hat{A}_i و DWI.....
۸۴.....	جدول ۳-۸ شاخصهای احتکار ظرفیت.....
۸۵.....	جدول ۳-۹ پارامترهای منحنی تقاضا سیستم پنج ژنراتوری.....
۸۶.....	جدول ۳-۱۰ حالت G.....

فهرست اشکال

۱.....	شکل ۱-۱ احتکار ظرفیت برای اعمال قدرت بازار.....
۲.....	شکل ۲-۱ پیشنهاد فروش بالا برای اعمال قدرت بازار.....
۳.....	شکل ۳-۱ Monopsony.....

- شکل ۱-۴ انتقال توان از ناحیه a به b ۳
- شکل ۱-۵ تاثیر ازدحام بر قدرت افزایش قیمت ۴
- شکل ۱-۲ شاخصهای قدرت بازار ۲۹
- شکل ۲-۲: تابع عرضه سایر بازیگران و تقاضای ثابت ۳۹
- شکل ۲-۳: تابع تقاضای باقیمانده در مقایسه با تقاضای ثابت سیستم ۴۰
- شکل ۲-۴ مثالی برای بکارگیری شاخص LHHI ۴۵
- شکل ۲-۵ مدل ساده سازی شده مثال شاخص LHHI ۴۶
- شکل ۲-۶ مقایسه LI و PMCI ۵۱
- شکل ۱-۳ شاخصهای احتکار ظرفیت ($\Delta y_i^{withheld}$) ، انحراف ظرفیت ($\Delta y_i^{distort}$) و انحراف قیمت ($\Delta \pi^{distort}$) ۶۴
- شکل ۲-۳ تاثیر افزایش حساسیت تقاضا بر احتکار ظرفیت ۷۰
- شکل ۳-۳ تاثیر شیب منحنی عرضه بر احتکار ظرفیت ۸۲

تایید دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

پایان‌نامه آقای سعید سالارخیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق - گرایش قدرت

با عنوان:

توسعه مدل‌سازی قدرت بازار

در تاریخ / / ۱۳۹۰ دفاع شد و مورد تایید قرار گرفت.

تاییدکنندگان:

۱) استاد محترم داور..... امضاء

۲) استاد محترم داور..... امضاء

۳) استاد محترم راهنما..... امضاء

۴) استاد محترم مشاور..... امضاء

۵) مدیریت محترم گروه قدرت..... امضاء

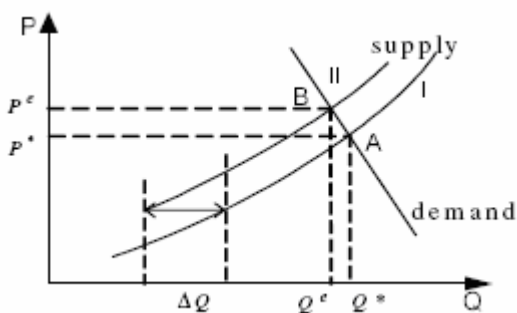
فصل اول

مقدمه ای بر مَدسازي قدرت بازار

قدرت بازار در بازارهای انرژی الکتریکی به صورت توانایی تغییر دادن قیمت‌ها و افزایش سود خارج از سطوح رقابت برای یک دوره زمانی می‌باشد. اعمال قدرت بازار در بازارهای انرژی تنها برای بازیگرانی که آن را اعمال می‌کنند سود آور نخواهد بود. برای مثال اعمال قدرت بازار برای افزایش قیمت برق در یک ناحیه باعث افزایش سود تولید کنندگان دیگر نیز خواهد شد. از سویی دیگر در بازارهای برق حتی اعمال قدرت بازار از جانب مصرف کننده^۱ نیز امکان پذیر می‌باشد. در بازارهای برق به دلیل اینکه علاوه بر مسایل اقتصادی باید قوانین مهندسی سیستم را نیز ارضا کند به همین دلیل در بررسی راه های اعمال قدرت بازار به مسایلی بر میخوریم که ناشی از همین قوانین می‌باشند.

۱-۱ اعمال قدرت بازار

به طور کلی برای اعمال قدرت بازار از طرف بازیگران بازار دو استراتژی کلی وجود دارد که همه آنها به شکل احتکار^۲ می‌باشد. این کلمه معنی رقابت گریزی در قدرت بازار را آشکار می‌کند. احتکار در استراتژی اول به صورت فیزیکی و با کم کردن تولید اعمال میشود اما در استراتژی دوم احتکار به صورت مالی^۳ و با افزایش قیمت (bid strategy) همراه خواهد بود. هدف در هر دو استراتژی افزایش سود خواهد بود. شکل ۱-۱ و ۱-۲ این دو استراتژی را نشان میدهد

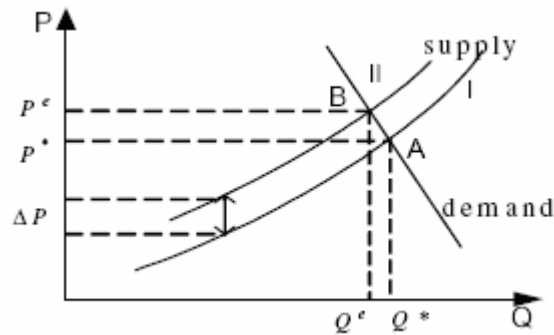


شکل ۱-۱ احتکار ظرفیت برای اعمال قدرت بازار

¹ Demand side market power

² Withholding

³ Financial



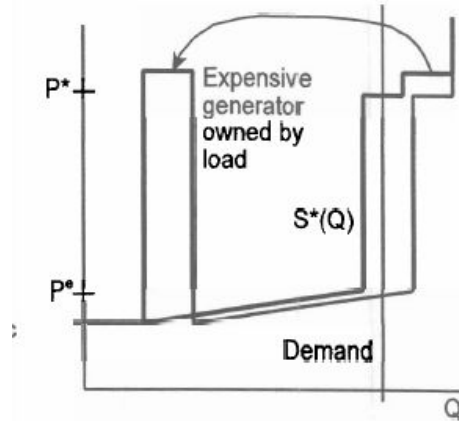
شکل ۱-۲ پیشنهاد فروش بالا برای اعمال قدرت بازار

همانطور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است با فرض انحصار تک قطبی^۱ تولید کننده با کم کردن تولید خود باعث انتقال نمودار به سمت چپ و افزایش قیمت بازار میشود و این نتیجه در نمودار ۱-۲ نیز با افزایش قیمت و جابجایی نمودار به سمت بالا مشهود می باشد. در حالت کلی بعد از اعمال قدرت بازار با بررسی نمودار P-Q (قیمت-مقدار) مشخص نمیشود که جابجایی نمودار به سمت چپ بوده و با کاهش تولید نتیجه شده و یا به سمت بالا بوده و با افزایش قیمت نتیجه شده است. در نتیجه برای پایش^۲ قدرت بازار در بازارهای برق به شاخصهای دقیق تری نیاز خواهیم داشت. از طرفی دیگر به طور کلی همیشه این امکان فقط برای تولید کنندگان و یا فروشندگان برق نیست که دست به اعمال قدرت بازار بزنند. در شکل ۱-۳ نشان خواهیم داد که مصرف کنندگان نیز میتوانند نمودار P-Q را تغییر دهند. اگر انحصار تک قطبی سمت فروشنده را monopoly میگوییم همین انحصار را در سمت مصرف کننده به صورت monopsony خواهیم داشت. در این شکل برای مثال مصرف کننده میتواند یک ژنراتور گران در سمت باقرار دهد و یا با استفاده از انرژیهای نو دست به تولید گران قیمت برق بزند و پیشنهاد فروش (bid) برق تولیدی خود را با قیمت بالا به بازار بدهد. به خاطر بالا بودن قیمت پیشنهادی شاید برق تولیدی این مصرف کننده به فروش نرسد اما نتیجه ای که در بر خواهد داشت شیفت نمودار به سمت راست خواهد بود و همانطور که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است این باعث میشود قیمت تسویه بازار^۳ که محل تلاقی نمودار عرضه- تقاضا میباشد کاهش یابد و محل تلاقی پایینتر بیاید [۱].

1 Monopoly

2 Monitoring

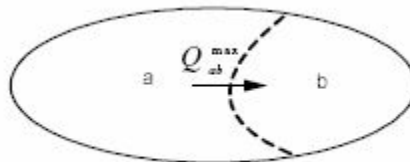
3 Market Clearing Price (MCP)



شکل ۳-۱ Monopsony

علاوه بر راههای ذکر شده در مورد اعمال قدرت بازار به دلیل وجود قوانین فیزیکی در شبکه قدرت پدیده هایی مانند ازدحام^۱ در خطوط انتقال و یا حتی FTR یا FGR نیز باعث قدرت بازار میشوند. در ادامه به بررسی تاثیر ازدحام بر قدرت بازار در بازارهای برق میپردازیم.

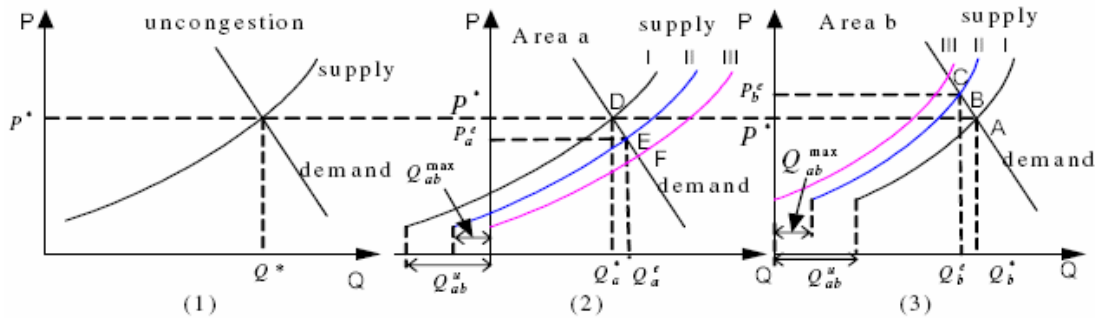
در حالت کلی و در یک بازار رقابتی تمام ژنراتورها در هزینه حاشیه ای واقعی خود پیشنهاد فروش میدهند. اما زمانی که ازدحام به وجود بیاید دیگر انرژی ارزان خارج از ناحیه تحت ازدحام به داخل نمیتواند جریان پیدا کند و در نتیجه ژنراتورها در داخل ناحیه ازدحام شده رقابتی کمی خواهند داشت و میتوانند با استراتژیهای اعمال قدرت بازار نمودار فروش خود را تنظیم کنند و سود بیشتری کسب کنند. برای نشان دادن این تاثیر همانند شکل ۴-۱ فرض میکنیم بین دو ناحیه a, b یک خط انتقال وجود دارد.



شکل ۴-۱ انتقال توان از ناحیه a به b

^۱ Congestion

فرض میکنیم ماکزیمم ظرفیت انتقال این خط انتقال Q_{ab}^{max} میباشد. شکل ۱-۵ حالتی را نشان میدهد که محدودیت انتقال در نظر گرفته نشده است. نقطه تلاقی (P^*, Q^*) میباشد و انرژی انتقال پیدا کرده از ناحیه a به b Q_{ab}^u میباشد که در این حالت $Q_{ab}^u > Q_{ab}^{max}$ میباشد. اما در حالت واقعی باید محدودیتهای انتقال در نظر گرفته شود. در این صورت نمودار P-Q در شکل ۱-۵ نشان داده شده است. نمودار I حالتی میباشد که ازدحام وجود ندارد و نمودار عرضه و تقاضا یکدیگر را در نقطه D, A قطع میکنند. نمودار II حالتی را نشان میدهد که ازدحام اتفاق افتاده است و نمودار عرضه و تقاضا یکدیگر را در نقطه E, B قطع میکنند. همانطور که در شکل ۱-۵ نشان داده شده است MCP در ناحیه تحت ازدحام (b) بیشتر از ناحیه (a) میباشد. در نتیجه ازدحام باعث میشود که بازارها از یکدیگر جدا شوند. در بازارهای برق امکان دارد دو حالت بوجود آید:



شکل ۱-۵ تاثیر ازدحام بر قدرت افزایش قیمت

۱- سیستم به طور طبیعی دچار ازدحام بشود.

۲- در حالت عادی سیستم ازدحام ندارد اما ژنراتورها با استراتژیهای احتکار باعث به وجود آمدن ازدحام میشوند.

در صورتی که سیستم به طور طبیعی دچار ازدحام شود حتی اگر ژنراتورها با هزینه حاشیه ای خود پیشنهاد فروش بدهند سودشان از حالت بدون ازدحام بیشتر میباشد. در مورد حالت بعدی ژنراتورها با یکی از استراتژیهای احتکار باعث بوجود آمدن ازدحام میشوند و از این روش سود خود را افزایش میدهند. با بررسیهای انجام شده مشخص میشود که کاهش دادن توان خروجی ژنراتورها یا افزایش قیمت هردو تقریباً به یک مقدار باعث افزایش سود ژنراتورها میشود [۲].

۲-۱ تمرکز بازار

به طور کلی از تمام محدودیتهای شبکه اعم از تولید و انتقال ویا توزیع میتوان در جهت اعمال قدرت بازار استفاده کرد که یکی از نمونه های آن در شبکه انتقال بررسی گردید. اما علاوه بر اینهاگاهی تولید کننده های برق نیز به شکلهای مختلف دست به اعمال قدرت بازار میزنند. امروزه با توسعه شبکه قدرت و افزایش تعداد نیروگاه ها دیگر کمتر شاهد انحصار تک قطبی در تولید برق میباشیم. monopoly ویا قدرت بازار فروشنده که به صورت انحصار تک قطبی میباشد در برق که حساسیت تقاضا پایین میباشد منجر به افزایش فراوان قیمت بازار و در نتیجه افزایش سود تولید کننده و کاهش رفاه اجتماعی منجر میشود. اما گاهی چند ژنراتور دست به تبانی میزنند و تشکیل انحصار چندقطبی^۱ میدهند. در این صورت گرچه واحدهای تولید افزایش یافته اما تمرکز بازار و تشکیل انحصار چند قطبی در بازار باعث اعمال قدرت بازار میشود. به همین دلیل به منظور مشخص کردن تمرکز بازار به یک شاخص نیازمند هستیم که با استفاده از آن قدرت بازار و تمرکز بازار را پایش کنیم.

۳-۱ بازارهای با رقابت ناکامل^۲

در این بخش به معرفی بعضی از مفاهیم اقتصادی پایه ای میپردازیم. به همین دلیل نگاهمان را به طور کلی نسبت به هر بازاری معطوف میکنیم. در این قسمت بجای شرکت تولید برق^۳ از کلمه بنگاه استفاده میکنیم. در بعضی از بررسی های انجام شده در بازار فرض شده که هیچ یک از بازیگران بازار این توانایی را ندارند که با اقدامات انفرادی خود، بر روی قیمت بازار تاثیر بگذارند. این فرض زمانی صحیح خواهد بود که تعداد بازیگران بازار زیاد باشد و هیچ کدام سهم قابل ملاحظه ای از میزان مصرف یا تولید کالای مربوطه را در اختیار نداشته باشد. در این شرایط هر عرضه کننده ای که قیمتی بیشتر از قیمت بازار را مطالبه کند، و هر مصرف کننده ای که قیمتی زیر قیمت بازار را پیشنهاد کند از بازار کنار گذاشته میشود؛ زیرا دیگر بازیگران می توانند جای آنها را در بازار بگیرند. در نتیجه قیمت از طریق برهم کنش های مجموعه مصرف کنندگان و عرضه کنندگان تعیین می شود. بازاری که همه بازیگران آن

¹ Oligopoly

² Imperfect competition

³ Generation Company

پذیرای قیمت باشند بازار با رقابت کامل^۱ نامیده میشود. دست یابی و یا نزدیک شدن به شرایط رقابت کامل از دیدگاه عمومی به عنوان یک هدف مطلوب شناخته می شود؛ زیرا این اطمینان را حاصل می کند که هزینه حدی تولید، برابر ارزش حدی کالاها برای مصرف کنندگان خواهد بود. چنین وضعیتی هر دو سوی بازار را به داشتن رفتاری کارا تشویق میکند.

بازارهای محصولات کشاورزی از بهترین مثال های رقابت کامل هستند؛ زیرا تعداد تولید کنندگان کوچک و مصرف کنندگان کوچک یک کالای یکسان، بسیار زیاد می باشد. برای بسیاری از کالاهای دیگر برخی از تولید کنندگان و یا مصرف کنندگان، سهمی از بازار را در کنترل خود دارند که می تواند برای آنها قدرت بازار را به همراه داشته باشد. این شرکت کنندگان در بازار، بازیگران راهبردی^۲ نام دارند. همان گونه که توضیح داده شد، قیمت بازار می تواند از طریق احتکار فیزیکی یا احتکار اقتصادی دستکاری شود.

۱-۴ مدل های رقابت ناکامل

در یک بازار با رقابت کامل، قیمت بازار، پارامتری است که بنگاه ها کنترلی بر روی آن ندارند. در یک بازار با رقابت کامل، هر بنگاه باید تولید خود را تا جایی افزایش دهد که هزینه حدی تولید او برابر قیمت بازار شود. زمانی که رقابت، کامل نیست، هر بنگاه باید ملاحظه کند که کمیت کالای تولیدی او چه تأثیری روی قیمت بازار خواهد گذاشت. همچنین بر عکس، باید در نظر بگیرد که چگونه قیمت انتخابی او بر روی میزان فروش آن تأثیر خواهد گذاشت. رقابت ناکامل را می توان مطابق مدل Cournot مدل کرد که در آن بنگاه ها تصمیم می گیرند که چه میزان کالا تولید کنند. مدل دیگری که می توان استفاده کرد، مدل Bertrand است که در این مدل بنگاه ها تصمیم می گیرند که در چه قیمتی محصول خود را بفروشند.

۱-۴-۱ مدل Cournot

^۱ Perfect Competition

^۲ Strategic

ابتدا حالتی را در نظر می‌گیریم که دو بازیگر در آن وجود داشته باشند^۱. در این مدل تنها دو بنگاه برای فروش کالای خود در بازار، با یکدیگر رقابت می‌کنند. اگر هر دو مجبور باشند که همزمان تصمیم بگیرند که چه میزان کالا در بازار عرضه کنند، آنگاه هر یک از آنها سعی میکند که تولید دیگری را تخمین بزند. فرض کنیم که بنگاه اول تولید بنگاه دوم را معادل y_2^e تخمین بزند. در این صورت، بنگاه اول تصمیم می‌گیرد که تولید خود را برای میزان y_1 تنظیم کند که به ازای آن سود مورد انتظارش بیشینه گردد:

$$\max \pi(y_1 + y_2^e)y_1 - C(y_1) \quad (1-1)$$

به طوریکه $\pi(y_1 + y_2^e)$ نشاندهنده قیمت بازار برای میزان تخمینی کل محصول $y_1 + y_2^e$ می‌باشد. بنابراین میزان بهینه تولید بنگاه اول به تخمین او از تولید بنگاه دوم بستگی دارد. می‌توانیم این وابستگی را به طور مستقیم با یک تابع عکس‌العمل^۲ نشان دهیم:

$$y_1 = f_1(y_2^e) \quad (2-1)$$

از آنجا که بنگاه دوم هم همین فرایند را برای بهینه سازی میزان تولید خود در پیش می‌گیرد خواهیم داشت:

$$y_2 = f_2(y_1^e) \quad (3-1)$$

اولاً، تخمین هر یک از دو طرف در مورد میزان تولید طرف دیگر می‌تواند غلط یا غیردقیق باشد. البته آنها با مشاهده شرایط بازار و جمع‌آوری اطلاعات بیشتر تخمین خود را اصلاح کرده و مجدداً تولید خود را با شرایط جدید تنظیم می‌کنند. در نهایت میزان تولید آنها به نقطه تعادل Cournot^۳ خواهیم رسید:

$$\begin{aligned} y_1^* &= f_1(y_2^*) \\ y_2^* &= f_2(y_1^*) \end{aligned} \quad (4-1)$$

زمانی که این تعادل برقرار شود، هیچ کدام از بازیگران تغییر میزان تولید خود را سودآور نمی‌بینند. اکنون موردی را بررسی می‌کنیم که در آن n بنگاه در بازار رقابت می‌کنند. میزان کل محصول برابر است با

$$Y = y_1 + \dots + y_n \quad (5-1)$$

بنگاه i همانند سایر بنگاه‌ها، به دنبال بیشینه کردن سود خود است:

¹ Duopoly

² Reaction function

³ Cournot equilibrium