

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



((مؤسسه آموزش عالی علامه محدث نوری (ره)))

دانشکده اقتصاد و علوم اداری

موضوع پایان نامه:

معرفی فیزیک اقتصاد و کاربردهای آن در علم اقتصاد

((جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد))

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر احمد جعفری صمیمی

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر امیر منصور طهرانچیان

نگارش:

نیره کارگر

تیر ماه 1390

1- عقاید و نظرات مندرج در این پایان نامه اختصاص به نویسنده داشته و ارتباطی به موسسه ندارد.

2- نویسنده ی پایان نامه متعهد است که قانون مالکیت معنوی را رعایت نموده و از اقتباس مطالب دیگران بدون ذکر مأخذ خودداری نموده است و در صورت استفاده از مطالب این پایان نامه در کتب یا مجلات یا همایش ها اعم از داخلی و خارجی ، نام کامل و نشانی موسسه را قید نماید.

"How could one describe and understand the movement of prices? Physics has always been concerned with dynamics, the way things change with time. It was the tried-and-true exemplar of successful theories and models. And physicists and engineers were jacks-of-all-trades, simultaneously skilled mathematicians, modelers, and computer programmers who prided themselves on their ability to adapt to new fields and put their knowledge into practice. Wall Street began to beckon them. In the 1980's, so many physicists flocked to investment banks that one headhunter I know referred to them as POW'S - Physicists On Wall Street."

Emanuel Derman from My Life as a Quant - Reflections on Physics and Finance

"چگونه کسی می تواند جنب و جوش قیمت‌ها را درک نموده و آن را وصف نماید؟ علم فیزیک همواره درگیر پویایی بوده است، یعنی حالتی که تمام چیزها با مرور زمان دچار تغییر و تحول می گردند. این مورد، نمونه ای آزموده از نظریه ها و مدل های موفق بود. و فیزیکدانان و مهندسیین همه فن حریف بودند؛ همزمان ریاضی دان، طراح و برنامه نویسان کامپیوتری خبره ای بودند که به توانایی خویش در سازگاری با رشته های مدرن بالیده و دانش خود را وارد عمل می کردند. وال استریت (مرکز بانکها و سرمایه داران نیویورک) کم کم آنها را بسوی خود فرا می خواند. در سال 1980، تعداد فیزیکدانانی که بسوی بانکهای سرمایه گذاری روانه شده بودند، بقدری زیاد بود که یکی از بنگاه های کارایی که می شناسم، به آنها POW یعنی فیزیکدانان در وال استریت لقب داد."

"If I had my life to live over again, I would elect to be a trader of goods rather than a student of science. I think barter is a noble thing."

Albert Einstein.

" اگر قرار بود برای چندمین بار زندگی ام را از ابتدا آغاز نمایم، هر بار ترجیح می دادم بجای جوینده علم، یک تاجر کالا باشم. به نظر من، داد و ستد کالا، کاری پرشکوه است."

Abstract

By reviewing history of economic thoughts clearly see that this science , especially from the time that mathematic involved in it face an impressive change in content , some of economists were against it and started to restrict it and some others were agree with that and tried to study capability of it. so to be able to use maximum capability of math tools to improve economic goals. Despite that concept of Econophysics officially studied in 1995 in an international conference and so many investigation implement in recent year in the developed countries to the usage of math and especially physics methods in economic science which brief called Econophysics show that roots of this topics dates back to keys and famous theory, him general their" money , interest, and employment " and resemblance of it to Einstein general theory. Econophysics topics importance which officially attention in 1990 was. so that in period of one decade various studies especially by physicist in developed countries implemented. despite that Economist interaction with that topic and usage of physics science methods was sometimes disturbing but in research in this topic will be continue. by consideration of importance of research topic try to be in spite of Econophysics concept introduction of history of it and also connection of physic and economic science , usage of it analysis and resolution.

چکیده

با مروری بر سیر تاریخ اندیشه های اقتصادی به وضوح دیده می شود که این علم به خصوص از زمانی که ریاضیات پا به عرصه آن نهاد دچار تحولات چشمگیری در محتوا گردیده است. برخی از اقتصاددانان با آن مخالف بوده و تلاش در محدود نمودن آن داشته و برخی دیگر با آن موافق بودند و سعی در بررسی قابلیت های آن داشتند تا بتوانند از حداکثر قابلیت های ابزار ریاضیات جهت پیش برد اهداف علم اقتصاد بهره ببرند با وجود اینکه مفهوم اقتصاد فیزیکی به صورت رسمی در سال 1995 در یک کنفرانس بین المللی مورد توجه قرار گرفت و تحقیقات بسیار زیادی در سالهای اخیر در کشورهای پیشرفته در این زمینه صورت گرفته است، اما مروری بر ادبیات مربوط به کاربرد روش های ریاضی و به خصوص فیزیک در علم اقتصاد که به اصطلاح فیزیک اقتصاد¹ نامیده می شود نشان می دهد ریشه این موضوع به زمان کینز و ارائه نظریه معروف او با عنوان "نظریه عمومی اشتغال، بهره و پول" و شباهت آن با نظریه عمومی انیشتین ارتباط دارد. اهمیت موضوع فیزیک اقتصاد که به

¹ Econophysics

طور رسمی در اواخر دهه 1990 مورد توجه قرار گرفت به گونه ای بوده است که در مدت یک دهه مطالعات گوناگون به خصوص توسط فیزیکدانان در کشورهای پیشرفته صورت گرفته است. با وجود اینکه تعامل اقتصاد دانان با این موضوع و استفاده از روشهای علم فیزیک در برخی اوقات نگران کننده بوده است، اما تحقیقات در این زمینه ادامه دارد . با توجه به اهمیت موضوع در تحقیق حاضر تلاش می شود ضمن معرفی مفهوم اقتصاد فیزیکی و تاریخچه آن و همین طور چگونگی ارتباط بین علم فیزیک و علم اقتصاد، کاربردهای آن در علم اقتصاد مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی پژوهش

- 1-1. اهمیت موضوع.....2
- 2-1. سوال های پژوهش3
- 3-1. روش تحقیق.....4

فصل دوم: اقتصاد، فیزیک و فیزیک اقتصاد

- 1-2. دانش اقتصاد و معرفی شاخه های آن6
- 1-1-2. اقتصاد خرد7
- 2-1-2. اقتصاد کلان7
- 2-2. دانش فیزیک و شاخه های آن9
- 1-2-2. مکانیک نیوتنی10
- 2-2-2. ترمودینامیک10
- 3-2-2. آکوستیک10
- 4-2-2. اپتیک فیزیک11
- 5-2-2. الکترومغناطیس11

- 11.....6-2-2. مکانیک کوانتوم
- 127-2-2. فیزیک پلاسما
- 123-2. نسبیت انیشتین
- 13.....1-3-2. شاخه های مختلف نسبیت
- 131-1-3-2. نسبیت خاص
- 142-1-3-2. نسبت عام
- 144-2. ارتباط بین اقتصاد و فیزیک
- 151-4-2. ساختار میکروسکوپی بازار

فصل سوم: تعامل و تقابل اقتصاد و فیزیک

- 181-3. اقتصاد کلاسیک و نیوتن
- 212-3. ارتباط میان نظریه های کینز و انیشتین
- 251-2-3. روش نظریه اصول
- 322-2-3. نیروهای غیر مستقیم
- 343-3. تقابل فیزیک نیوتن و اقتصاد کلاسیک
- 372-3-3. نظریه نسبیت و خلق پول

فصل چهارم: فیزیک اقتصاد، تاریخچه و کاربرد آن در اقتصاد

- 1-4. تاریخچه فیزیک اقتصاد 42
- 2-4. فیزیک اقتصادی: یک الگوی جدید یا یک رشته علمی جدید 43
- 3-4. نئوپوزیتیویسم و حلقه وین 44
- 1-3-4. شکاف پوزیتیویسمی بین فیزیک اقتصادی و اقتصاد 46
- 2-3-4. فیزیک اقتصادی به عنوان علمی جدید: بحث نئوپوزیتیویستی 53
- 4-4. روش شناسی فیزیک اقتصادی 56
- 1-5-4. حوزه های مهم 60
- 2-5-4. بررسی نظری برای توزیع درآمد و ثروت 61
- 6-4. کاربرد شتاب در اقتصاد 64
- 1-6-4. سرمایه گذاری و اصل شتاب 65
- 2-6-4. اصل شتاب و سرمایه گذاری خالص 66
- 3-6-4. روابط سود و موجودی سرمایه در تغییرات درآمد ملی 67
- 7-4. مدل فیزیک اقتصادی برای تجزیه و تحلیل بازار سهام 68
- 1-7-4. مدل الکترواستاتیکی بازار بورس 69

- 73 2-7-4. رویکرد جدی قیمت سهام در بازار بورس
- 78 8-4. فیزیک تورم، قانون سرمایه‌ش نیوتن و شاخص قیمت کالاهای مصرفی
- 79 1-8-4. مطالعات پیشین در مورد تورم
- 81 2-8-4. قانون سرمایه‌ش نیوتن
- 83 3-8-4. تورم و قانون سرمایه‌ش نیوتن

فصل پنجم: فیزیک اقتصادی و پیچیدگی بازارهای مالی

- 88 1-5. فیزیک اقتصادی و پیچیدگی بازارهای مالی
- 90 1-1-5. پیچیدگی و سیستم‌های پیچیده
- 91 2-1-5. ویژگی سیستم‌های پیچیده
- 92 3-1-5. رویدادهای فوق‌العاده به عنوان نشانه‌ای از پیچیدگی
- 94 4-1-5. توزیع احتمالات
- 97 5-1-5. اقتصاد نوکلاسیک
- 98 6-1-5. مدل استاندارد مالی
- 100 7-1-5. کارآمدی بازار
- 102 2-5. کاربردها و جایگاه فیزیک مالی در یک سیستم مالی

- 103 1-2-5. فیزیک مالی
- 105 2-2-5. فیزیک و امور مالی
- 106 3-2-5. اجزای یک سیستم مالی و جایگاه فیزیک مالی در آن
- 109 4-2-5. حرکت تصادفی در امور مالی
- 112 5-2-5. حرکت براونی در امور مالی

فصل ششم: فیزیک اقتصاد و مالیه بین الملل

- 114 1-6. مالیه بین الملل، از اقتصاد کلان تا فیزیک اقتصادی
- 115 2-6. اقتصاد کلان و انتظارات
- 118 3-6. اقتصاد کلان، اقتصاد باز
- 126 4-6. برنامه ی فیزیک اقتصادی
- 129 5-6. جدول توزیع لوی
- 131 6-6. برخی معادلات جبری جدول توزیع لوی
- 134 7-6. تشریح الگوی لوی با داده های نرخ ارز
- 137 8-6. مقیاس گذاری چندگانه
- 154 9-6. بازار ارز

156..... 10-6. آربیتراژ چیست ؟

160 11-6. راه های به دست آوردن فرصت آربیتراژی.....

160 12-6. انواع آربیتراژ

166..... 13-6. آربیتراژ و فیزیک اقتصاد

167 14-6. وجود فرصت های آربیتراژ سه جانبه.....

168 15-6. احتمال انجام معامله آربیتراژ سه جانبه

فصل هفتم: خلاصه، نتیجه گیری، پیشنهادها

175 1-7. خلاصه

176 2-7. نتیجه گیری

179..... 3-7. پیشنهادها

179 1-3-7. حوزه های نفوذ فیزیک در اقتصاد.....

180 2-3-7. الزامات آتی.....

182..... **فهرست اسامی**.....

187..... **واژه نامه**.....

194..... **منابع و مآخذ**.....

فصل اول

معرفی پژوهش



1-1. اهمیت موضوع

با توجه به نو ظهور بودن این شاخه علمی و رقابت بسیار شدید دانشمندان در ارایه مقالات مختلف در این زمینه، پژوهش های انجام شده از پراکندگی بسیار زیادی برخوردارند و همچنین درون مایه مقالاتی که تاکنون در این زمینه به رشته تحریر درآمده از دیدگاه اقتصاددانان از انسجام کاربردی اقتصادی چندانی برخوردار نیست و این موضوع نیز از آن جا سرچشمه می گیرد که نگارندگان آن کتب به طور معمول متخصصین علم فیزیک هستند تا دانشمندان و صاحب نظران علم اقتصاد. با نگاهی گذرا به پراکندگی موضوعات مقالاتی که تاکنون در زمینه اکونوفیزیک نوشته شده است می توان دریافت که نیاز مبرمی وجود دارد تا این مقوله نوظهور توسط اقتصاددانان مورد بررسی عمیق تری قرار گیرد تا بتوانند به واسطه آشنا بودن به نقاط قوت و ضعف علم اقتصاد از قابلیت های علم فیزیک استفاده کنند تا آن نقاط ضعف را از بین برده و به گستردگی قلمرو علم اقتصاد بیافزایند. این پایان نامه به دنبال آن است تا به استقبال این امتزاج علمی رفته و با مطالعه دانش محور و گسترده ی قابلیت های علم فیزیک، کاربردهای آن را در علم اقتصاد بررسی نماید.

با مروری بر سیر تاریخ اندیشه های اقتصادی به وضوح دیده می شود که این علم به خصوص از زمانی که ریاضیات پا به عرصه آن نهاد دچار تحولات چشمگیری در محتوا گردیده است. برخی اقتصاددانان با آن مخالف بوده و تلاش در محدود نمودن آن داشته و برخی دیگر با آن موافق بودند و سعی در بررسی قابلیت های آن داشتند تا بتوانند از حداکثر قابلیت های ابزار ریاضیات جهت پیش برد اهداف علم اقتصاد بهره ببرند با وجود این که مفهوم اقتصاد فیزیکی به صورت رسمی در سال 1995 در یک کنفرانس بین المللی مورد توجه قرار گرفت و تحقیقات بسیار زیادی در سالهای اخیر در کشورهای پیشرفته در این زمینه صورت گرفته است، اما مروری بر ادبیات مربوط به کاربرد روش های ریاضی و به خصوص فیزیک در علم اقتصاد که به اصطلاح فیزیک اقتصاد¹ نامیده می شود نشان می دهد ریشه این موضوع به زمان کینز و ارائه نظریه معروف او با عنوان "نظریه عمومی اشتغال، بهره و پول"

¹ Econophysics

و شباهت آن با نظریه عمومی انیشتین ارتباط دارد. اهمیت موضوع فیزیک اقتصاد که به طور رسمی در اواخر دهه 1990 مورد توجه قرار گرفت به گونه ای بوده است که در مدت یک دهه مطالعات گوناگون به خصوص توسط فیزیکدانان در کشورهای پیشرفته صورت گرفته است. با وجودی که تعامل اقتصاد دانان با این موضوع و استفاده از روش های علم فیزیک در برخی اوقات نگران کننده بوده است، اما تحقیقات در این زمینه ادامه دارد. با توجه به اهمیت موضوع در تحقیق حاضر تلاش می شود ضمن معرفی مفهوم اقتصاد فیزیکی و تاریخچه آن و همین طور چگونگی ارتباط بین علم فیزیک و علم اقتصاد، کاربردهای آن در علم اقتصاد مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

1-2. سوال های پژوهش

همان گونه که پیش تر نیز بدان اشاره شد مجموعه کارهایی که تاکنون در مورد "فیزیک اقتصاد" صورت گرفته است دارای پراکندگی چشمگیری است و از دیدگاه اقتصاد دانان دارای کاربرد چندانی نمی باشد و لذا شاید این یک دلیل سکوت دانشمندان علم اقتصاد نسبت به این مقوله باشد. آن چه که این پایان نامه به طور کلی به دنبال آن است شناساندن "فیزیک اقتصاد" به جامعه اقتصاددانان بوده و این که با طرح تعدادی سوال جالب توجه برای اقتصاددانان و پاسخ به آن ها، نظر این جامعه علمی را به گستردگی و قابلیت های این موضوع جلب نماییم.

سوال اول: آیا ارتباطی بین "نظریه نسبیت عمومی" انیشتین و "نظریه عمومی اشتغال، بهره و پول" کینز وجود دارد؟

سوال دوم: آیا ارتباطی بین **تعادل عمومی** در اقتصاد و **تعادل مکانیکی** در فیزیک وجود دارد؟

سوال سوم: کاربرد اقتصاد فیزیکی در علم اقتصاد چیست و بیشترین کاربرد اقتصاد فیزیکی در کدامیک از بازارهای اقتصادی است؟

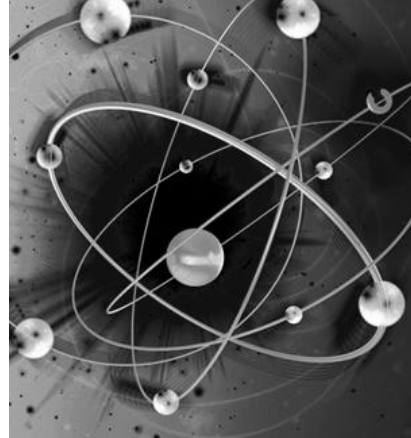
سوال چهارم: آیا گسترده شدن اقتصاد فیزیکی در علم اقتصاد نگران کننده است؟

1-3. روش تحقیق

پژوهش حاضر، در حقیقت یک مطالعه تحلیلی-توصیفی است. برای این منظور، از منابع فارسی و لاتین در خصوص موضوع پایان نامه استفاده می شود. اطلاعات مورد نیاز از کتب ، مقالات و شبکه های اطلاع رسانی الکترونیکی جمع آوری می شوند.

فصل دوم

اقتصاد، فزیریک و فزیریک اقتصاد



2-1. دانش اقتصاد و معرفی شاخه های آن

خواسته ها و نیازهای مادی انسان و جامعه، متنوع تغییرپذیر و بشمار هستند. این در حالی است که منابع و امکانات موجود به منظور تأمین همه نیازها محدود است. بنابراین، بدیهی است که تأمین تمام خواسته ها و نیازهای مادی چه در سطح خرد و چه در سطح کلان امکانپذیر نیست. به همین دلیل باید منابع موجود به نیازهای بشمار اختصاص یابد. با وجودی که هر نوع تقسیم منابع بین خواسته ها یک تخصص است اما این تقسیم همواره بهینه نیست. در حقیقت محدودیت منابع ایجاد می کند که تخصیص منابع، بهینه باشد. در این جا نیاز به دانشی است که بتواند منابع محدود را به خواسته های نامحدود به طور بهینه¹ باشد. این دانش را «اقتصاد»² می نامند. به این ترتیب در ساده ترین تعریف، اقتصاد دانش تخصیص بهینه منابع کمیاب در جهت تأمین نیازهای بی شمار است.

به لحاظ لغوی، معادل لاتین واژه اقتصاد، واژه «اکنومیکس» است که ریشه یونانی دارد. در حقیقت، این واژه از دو واژه یونانی «ویکوس»³ به معنی «خانه» و «نمین»⁴ به معنی «داره کردن» است. به نظر می رسد که معنای لغوی این واژه از تعریف ارسطو⁵ گرفته شده است که وی اقتصاد را به صورت *دانش مدیریت منزل* تعریف کرده است.

مباحث اقتصادی از نظر موضوع به دو شاخه اصلی «اقتصاد خرد»⁶ و «اقتصاد کلان»⁷ تقسیم می شوند.

2-1-1. اقتصاد خرد⁸

یک جامعه اقتصادی¹ از مجموعه ای از عناصر تشکیل می شود. مطالعه و بررسی رفتار اقتصادی این عناصر در دامنه تعریف اقتصاد خرد (اقتصاد ذره ای - اقتصاد کوانتوم)² قرار می گیرد. در این جا

¹ Optimal

² Economics

³ Oikos

⁴ Nemin

⁵ Aristotle

⁶ Microeconomics

⁷ Macroeconomics

⁸ Microeconomic

منظور از رفتار اقتصادی، واکنشی است که هر یک از اجزای جامعه اقتصادی به متغیرهای اقتصادی نشان می دهند. برای مثال در یک جامعه اقتصادی، کالاهای زیادی تولید و مصرف می شوند. همچنین ممکن است تعداد زیادی خریدار برای یکی از این کالاها وجود داشته باشد. اکنون می خواهیم رفتار یک مصرف کننده را در مقابل تغییرات قیمت این کالا بررسی کنیم. بدیهی است که با توجه به موارد فوق، تحلیل رفتار مصرف کننده فرضی مورد نظر، در حوزه اقتصاد خرد قرار می گیرد و واکنشی که این مصرف کننده در مقابل تغییرات قیمت نشان می دهد، به شرط ثابت بودن سایر عوامل، تقاضای مصرف کننده نامیده می شود. در اقتصاد فرد موضوعاتی مانند تقاضا، عرضه، تولید، تغییر قیمت و که در حقیقت حول محور تخصیص بهینه منابع در سطح خرد هستند، مورد مطالعه قرار می گیرند. به این ترتیب و به زبان ساده می توان اقتصاد خرد را به این صورت تعریف کرد: اقتصاد خرد آن بخش از علم اقتصاد است که با رفتار یک واحد اقتصادی (فرد- خانوار- بنگاه تولیدی) در سیستم اقتصادی سر و کار داشته و هنگام بررسی رفتار یک واحد اقتصادی، چگونگی تخصیص منابع تولیدی محدود بین خواسته های نامحدود بشری را تشریح می کند.^۳

2-1-2. اقتصاد کلان^۴

آیا رفتار یک جامعه اقتصادی، متمایز از رفتار اجزای آن است؟ آیا اهداف و محدودیت های فراروی یک جامعه اقتصادی، اهداف و محدودیت های اجزای آن است؟ آیا جامعه اقتصادی، مجموع عناصر آن است؟ این سوال و سوالات مشابه با آن ها در بیشتر علوم مطرح هستند. یک پاسخ اولیه به این سوالات آن است که «کل»^۵ همواره برابر «مجموع»^۶ نیست. در حقیقت *کل* و یا به تعبیردیگر یک *سامانه*^۷ ترکیبی از عناصر است. برای مثال، از منظر یک زیست شناس، اکولوژی جنگل متفاوت از

¹ Economy

² Quantum economics

³ مقدمه ای بر تحلیل های اقتصاد خرد، مهدی تقوی

⁴ Macroeconomics

⁵ Total

⁶ Sum

⁷ System

اکولوژی اجزای آن است. در جنگل انواع گیاهان، حیوانات و سایر موجودات وجود دارند که هر یک از نظر زیستی متفاوت از گونه های دیگرند. با وجود این، حیات جنگل و اکولوژی آن از ویژگی های خاص و منحصر به فرد برخوردار است. تفاوت بین *کل* و *عناصر* همچنین از این امر ناشی می شود که عناصر موجود در یک سامانه، در ارتباط با یکدیگرند و در حقیقت با هم ترکیب می شوند. برای مثال با وجودی که هر مولکول آب از ترکیب هیدروژن و اکسیژن تشکیل می شود اما آب مایع است و هیدروژن و اکسیژن در گروه گازها طبقه بندی می شوند.

تقابل و تعارضی بین برخی منافع اجتماعی با منافع فردی، بیانگر این واقعیت است که جامعه اقتصادی به عنوان یک *کل*، دارای وجودی مستقل از اجزاء و عناصر آن است. به همین دلیل تابع رفاه اجتماعی متفاوت از جمع جبری توابع رفاهی افراد است. همچنین لازم به ذکر است که از یک سو، متغیرهایی کلان برابر مجموع متغیرهای خرد نیستند همان طور که برای مثال مجموع درآمد افراد برابر درآمد ملی نیست. از سوی دیگر روش های استخراج روابط بین متغیرهای کلان متفاوت از متغیرهای خرد است. برای مثال روش استخراج عرضه و تقاضا در اقتصاد کلان متفاوت از عرضه و تقاضا در سطح خرد است. جامعه اقتصادی دارای توابع، متغیرها و رفتارهایی متفاوت از عناصر تشکیل دهنده آن است. از این روش بررسی روابط بین متغیرهای مربوط به جامعه اقتصادی در محدوده شاخه دیگری از دانش اقتصاد به نام اقتصاد کلان انجام می شود. اقتصاد کلان، که اقتصاد مجموعه ها نیز خوانده می شود، با رفتار گروهی یا دسته جمعی واحدهای اقتصادی سر و کار دارد. برای مثال هنگامی که در اقتصاد خرد از درآمد صحبت می کنیم، درآمد مورد بحث، درآمد یک فرد، یک خانوار یا درآمد یک بنگاه تولیدی است. هنگامی که در اقتصاد کلان درباره درآمد صحبت می کنیم، درآمد مورد نظر، درآمد ملی یا درآمد تحصیل شده توسط سیستم اقتصادی است.¹

¹ مقدمه ای بر تحلیل های اقتصاد خرد، مهدی تقوی