مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۷- شماره ۱- سال ۱۴۰۱

www.ElitesJournal.ir

رویکردی برفیزیک اقتصاد از نظریهٔ اطلاعات تا عقلانیت و بهینه سازی

علیرضا محمدیان پورطالاری

استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، واحد صوفیان، دانشگاه آزاد اسلامی، صوفیان، ایران

amp_pprc@yahoo.com

ارسال: بهمن ماه ۱۴۰۰ پذیرش: فروردین ماه ۱۴۰۱

چکیده

مفهوم بهینه سازی ، ماهیت علوم اقتصادی و طبیعی است. اقتصاد مفهوم بهینه سازی (حداکثر سود و حداقل ریسک) را معادل عقلانیت معرفی می کند و فیزیک اصل کمینهٔ عمل (کمترین کنش) و بیشینهٔ آنتروپی (حداکثر اطلاعات) را به عنوان قانون مهمی از طبیعت توضیح می دهد. عقلانیت در بین رفتارهای انسانی ، قوانین فیزیکی جهان و سیستم های پیچیدهٔ اقتصادی عموماً ثابت و بدون تغییر است. بر اساس الگوهای مشابهی که در طبیعت و اقتصاد وجود دارد و متغیرهای زیادی که از درجهٔ پیچیدگی و تصادفی بودن بالایی برخوردار هستند ، مسیر ورود علم فیزیک به علم اقتصاد باز شده و این دو علم در تعامل با یکدیگر قرار گرفته اند. در واقع فیزیک به کمک اقتصاد می آید و علم فیزیک اقتصاد را شکل می دهد. در این علم بین رشته ای ، با استفاده از مفاهیم و روش های فیزیکی ، به حل مسائل و موضوعات پیچیدهٔ اقتصادی پرداخته می شود. در این مقاله تلاش شده است با معرفی فیزیک اقتصاد ، ضرورت نگاه به علم اقتصاد از دیدگاه علم فیزیک و روش شناسی آن بیان گردد. همچنین رویکردهای اصلی فیزیک اقتصاد مورد مطالعه قرار گرفته و سعی شده است که مسیر توسعه و تکامل آن تبیین گردد.

کلمات کلیدی: فیزیک اقتصاد ، نظریهٔ اطلاعات ، نظریهٔ بازی ، عقلانیت ، بهینه سازی.

۱– مقدمه

فیزیک اقتصاد یکی از شاخه های رشتهٔ فیزیک است که به بررسی اقتصاد با نگرش و روش های فیزیکی می‌پردازد. منظور از روش های فیزیکی، مدل سازی و تحلیل نظری مقادیر اندازه گیری شده و مدل ها می باشد. در این علم بین رشته‌ای جدید، اغلب از روش ها و نظریه هایی برای حل مسائل اقتصادی استفاده می‌شود که فیزیکدانها از آنها برای حل مسائل علمی و عملی، به ویژه مسائلی که با عدم قطعیت و تصادفی بودن همراه هستند، استفاده می کنند [۱-۴]. به عنوان مثال ، می توان از نظریاتی مانند نظریهٔ اختلال و فرآیندهای تصادفی ، مکانیک کوانتومی و مکانیک آماری نام برد. در واقع، فیزیک اقتصاد دانان از نظریه های ریاضیات و فیزیک همچون آمار و احتمال ، نظریهٔ بازی ها ، نظریهٔ اطلاعات ، نظریهٔ آشوب (اختلال) در کارهای خود بهره می‌برند [۵]. با توجه به وجود وجه اشتراک بین این دو شاخه از علم، به کارگیری برخی از این موضوعات خاص امکان پذیر شده و شرایطی همچون تعادل، تکامل، اندازه گیری عدم قطعیت و مفهوم آنتروپی به اشتراک گذارده می شوند[۶]. فیزیک اقتصاد با به کارگیری نظریه ها و روشهایی که ریشه در علم فیزیک دارند و غالباً با عدم اطمینان و یا فرآیندهای تصادفی سرو کار دارند ، می پردازد. در واقع ، فیزیک

اقتصاد به دنبال کاربرد روش های توسعه داده شده در فیزیک (عمدتاً روش های آماری) می باشد که برای بررسی پدیده های اقتصادی که رفتار آماری پیچیده دارند استفاده می شود.
کمیت هایی به شکل $H = -\sum p_i$ نقش مهمی در نظریهٔ اطلاعات به عنوان اندازه گیری های اطلاعات ، انتخاب و عدم قطعیت دارند. که در آن ، کمیت H به عنوان آنتروپی شناخته می شود ، که در فرمول بندی های خاصی از مکانیک آماری تعریف شده است و p_i احتمال آنست که یک سیستم در سلول i ام فضای فازی آن باشد. در نظریه اطلاعات کوانتومی ، تعادل همبسته در بازی های دو نفره به این معنی است که احتمالات مربوط به استراتژی های هر یک از اعضای یک ماتریس همبستگی هستند.
با توجه به نظریه فیزیکدان اتریشی اروین شرودینگر ، درهم تنیدگی که مفهوم مکانیک کوانتومی است ، مدتهاست که به عنوان منبع شمارش پدیده های متناقض و غیرمنطقی شناخته شده است. قابل توجه ترین این پدیده ها ، در پارادوکس انیشتین- پودولسکی- روزن (ERP) مشاهده میشود [۷]. انیشتن و همکاران [۸] سیستم کوانتومی متشکل از دو ذرات مجزا از دو راه دور را در نظر می گیرند. ERP نشان می دهد که اندازه گیری ذرهٔ ۱ نمی تواند هیچ تأثیر واقعی روی ذرهٔ ۲ (شرایط محلی) داشته باشد ، بنابراین ویژگی ذرهٔ ۲ باید مستقل از اندازه گیری انجام شده روی ذرهٔ ۱ باشد. آزمایشات تأیید کرده اند که دو ذره در مورد ERP همیشه بخشی از یک سیستم کوانتومی هستند و بنابراین اندازه گیری بر روی یک ذره ، پیش بینی های احتمالی را تغییر می دهد که می توان برای کل سیستم و بنابراین برای ذره ای دیگر انجام داد. این مقاله از نوع مروری می باشد و در آن تلاش شده است با مرور و بررسی مفاهیم ارائه شده در پیشینهٔ نظری موضوع ، مشارکت فیزیک (نظریهٔ اطلاعات کوانتومی) و ریاضیات (نظریهٔ اطلاعات کلاسیک) در تحلیل سیستم های پیچیده ، مورد مطالعه قرار گرفته و به تبیین مفهوم جدید فیزیک اقتصاد و کاربرد آن در حل مسائل اقتصادی پرداخته شود.

۲- مروری بر تاریخچه و پیشینهٔ تحقیق

واژهٔ فیزیک اقتصاد برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ میلادی ، توسط ائویگن استنلی (Eugene Stanley) استاد دانشگاه بُستُن آمریکا ابداع شد. البته حضور فیزیکدانان در علوم اجتماعی و اقتصاد سابقهٔ دیرینه دارد ، از آن جمله می توان به دانیل برنولی (Daniel Bernoulli) فیزیکدان معروف اشاره نمود که در سال ۱۷۳۸ میلادی ، مفهوم مطلوبیت را که از مفاهیم بنیادی علم اقتصاد است ، برای توصیف رفتار خرید در اقتصاد چند کالایی مطرح کرد. آدولف کوئتله (Adolphe Quetelet) آمار شناس بلژیکی نیز در سال ۱۸۳۵ میلادی ، برای اولین بار عبارت فیزیک اجتماعی را مطرح کرد و در پی یافتن الگوهای آماری نهفته در رویدادها و پدیده ها بود. یان تینبرگن (Jan Tinbergen) برندهٔ اولین جایزه نوبل در اقتصاد نیز در سال ۱۹۶۹ میلادی ، مدلهای دینامیکی را برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای اقتصادی به کار گرفت. مباحث اقتصادی که در دو دههٔ اخیر مورد توجه فیزیکدانان قرار گرفته اند ، عموماً پدیده هایی در سطح کلان هستند که رفتاری نامنظم و غیرقابل پیش بینی دارند.

کاربرد اصلی فیزیک اقتصاد ، مطالعهٔ بازارهای مالی و سرمایه می باشد که در آن عمدتاً بحث های مالی آماری مطرح می شود که ریشهٔ آن در فیزیک آماری دنبال می شود. در بازارهای مالی با موضوعاتی مثل داده های متلاطم یا فرکانس بالا مواجه هستیم و فیزیکدان ها پیش بینی می کنند که با ابزارهای نظری، پیچیدگی و اطلاعات می توانند تحلیل هایی را بر روی آنها انجام دهند. امروزه چگونگی توزیع درآمد در اقتصاد و نوسانات بازارهای سهام از جمله پرطرفدارترین موضوعات فیزیک اقتصاد محسوب می شوند. چگونگی توزیع درآمد در سطح جامعه از جمله موضوعاتی است که همواره مورد توجه صاحبنظران اقتصادی ، اجتماعی و آمار بوده است و اکنون نیز در علم فیزیک اقتصاد مورد توجه است. در سال های اخیر علوم رایانه و شبیه سازی های رایانه ای نیز ، که به شدت متکی به مکانیک آماری می باشند ، برای مطالعهٔ سیستم های پیچیده و بحث های مهندسی مالی مورد استفاده قرارگرفته است. همچنین از ابزارهای ریاضی مربوط به نظریهٔ کوانتومی در تعیین ارزش ابزارهای مشتقه در بازارهای مالی استفاده می شود. معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی که ارزش اختیار معاملهٔ سهام را توصیف می کنند ، همان معادلاتی هستند که در

مکانیک آماری و نظریهٔ اطلاعات به کار می روند. علاوه بر این ، از روش های انتگرال گیری مسیر نیز می توان برای محاسبهٔ ارزش مشتقه های مالی استفاده نمود.

ناگفته نماند که اغلب اقتصاددانان به علم فیزیک اقتصاد ، رویکرد انتقادی دارند و عمده ترین انتقاد آنان در زمینهٔ استفاده از نظریه های فیزیکی در اقتصاد می باشد که نا شی از تفاوت دیدگاهشان نسبت به اجزای کنش گر سیستم های اقتصادی و فیزیکی می باشد. در سیستم های اقتصادی ، انسان عامل اصلی سیستم می باشد ، در حالی که در سیستم های فیزیکی ، رفتار اتم ها و مولکول ها مطرح می باشد. در واقع اقتصاددانان بیان می کنند که این دو تفاوت بسیاری با یکدیگر دارند ، زیرا انسان به عنوان یک موجود دارای شعور و اراده و اختیار ، در سیستم عمل می کند و می تواند در مورد تصمیمات خود فکر کند ، برای آنها برنامه ریزی نماید و در طول زمان به اختیار و ارادهٔ خود دست به عمل و عکس العمل بزند و رفتاری پیچده و غیرقابل پیش بینی از خود بروز دهد ، در حالی که اتم ها و مولکول های طبیعی اینگونه نیستند و لذا نمی توان رفتارهای سیستم های طبیعی را به سیستم های انسانی تعمیم داد. شواهد نشان می دهند این نوع نگاه اگر چه در ظاهر درست به نظر می رسد ، ولی واقعیت چیز دیگری است و تحقیات زیادی نشان می دهند که وجه اشتراک بسیاری در این دو رفتار وجود دارد.

۳– اعضای نظریهٔ اطلاعات و تابع چگالی گاوسی

در این بخش، مروری بر نظریهٔ اطلاعات و اینکه چگونه این موضوع همراه با اصول مکانیک کوانتومی استفاده می شود، ارائه شده است. برای محاسبهٔ اعضای نظریهٔ اطلاعات، فرض می کنیم که n یک کلمهٔ باینری با نمادهای $w_i \in (1,0)$ باشد. تعداد کل کلماتی که می توانند با این نمادها در n ساخته شوند برابر با 2^n است. هر کلمه می تواند یک دستور ، یک عدد یا یک کاراکتر از حروف الفبا و غیره باشد. بنابراین، تعداد 2^n مقدار کل اطلاعات را نشان می دهد که عبارت است از:

$$N = 2^n \tag{۱}$$

N می تواند یک عدد بسیار بزرگ باشد، در صورتی که بر اساس شانون [۹] تصمیم بگیریم ، می توانیم محاسبات را لگاریتمی انجام دهیم و مقدار اطلاعات را به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$I_i = -\ln P_i \tag{۲}$$

که در آن P_i احتمال یافتن کلمهٔ iام است. اطلاعات میانگین به صورت زیر تعریف می شود:

$$I_m = -\sum_i P_i ln\, P_i \tag{۳}$$

حال هدف یافتن بیشینهٔ مقدار اطلاعات است ، در نتیجه :

$$dI_m = 0 \tag{۴}$$

با محدودیت $\sum_i P_i = 1$ ، برای بیشینه سازی معادلهٔ (۳)، از ضرایب لاگرانژ استفاده می کنیم، پس می توان نوشت :

$$dI_m = -\sum_i (lnP_i + 1)\, dP_i = 0 \quad , \quad \lambda \sum_i dP_i = 0 \tag{۵}$$

با استفاده از معادله (۵) داریم:

$$\sum_i (lnP_i + 1 + \lambda)\, dP_i = 0 \tag{۶}$$

که جواب آن برابر است با:

$$P_i = e^{-(1+\lambda)} \tag{۷}$$

در واقع هر کلمه احتمال مشابهی دارد که انتخاب شود. این نوع فرآیند که فرآیند تصادفی نامیده می شود، اجازه می دهد تا اطلاعات را در یک روش کارآمد یا مطلوب ذخیره یا بارگذاری کنیم و به همین دلیل نیز رایانه ها از حافظه های دسترسی تصادفی (RAM) استفاده می کنند. حال فرض می کنیم که :

$$\sum_i P_i = \sum_i e^{-(1+\lambda)} = 2^n e^{-(1+\lambda)} = 1 \tag{۸}$$

با این فرض می توان نوشت:

$$P_i = \frac{1}{2^n} \tag{۹}$$

و

$$\lambda = n\ ln2 - 1 \tag{۱۰}$$

با استفاده از لگاریتم های پایه ۲، مقدار اطلاعات برابر است با:

$$I = -\log_2 P = -\log_2 \frac{1}{2^n} = n \quad (bits) \tag{۱۱}$$

در نتیجه ، اطلاعات میانگین می شود:

$$I_m = -\sum_i P_i \log_2 P_i \tag{۱۲}$$

و زمانی که فرآیند به صورت تصادفی تکمیل شود ، می توانیم بنویسیم:

$$I_m = -\sum_i \frac{1}{2^n} \log_2 \frac{1}{2^n} = \sum_i \frac{n}{2^n} = \frac{n2^n}{2^n} = n \quad (bits) \tag{۱۳}$$

حال یک آزمایش را در نظر می گیریم ، که در آن داده های U_i را برای $i = 1,2,\dots,n$ به دست می آوریم. مقدار میانگین U_i از معادله زیر به دست می آید:

$$\bar{u} = \sum_i u_i P_i \tag{۱۴}$$

چون می خواهیم خطا را بررسی کنیم ، بنابراین مقدار متوسط $\overline{\Delta u_i}$ به صورت $\overline{\Delta u_i} = \sum_i (u_i - \bar{u}) P_i = 0$ اصلاً جالب نیست. تعریف ارزشمند و مورد نظر در این مورد ، مقدار متوسط درجه دوم است که بالاتر یا حداقل برابر با صفرمی باشد:

$$\overline{\Delta u_i^2} = \sum_i (u_i - \bar{u})^2 P_i \geq 0 \tag{۱۵}$$

در حال حاضر با مسئلهٔ نحوهٔ اندازه گیری یک پارامتر فیزیکی به صورت دقیق مواجه هستیم، با این فرض که می خواهیم کمینهٔ خطای احتمالی درجهٔ دوم (نظریهٔ پراکندگی کمینه یا کمینهٔ انحراف معیار) و بیشینهٔ اطلاعات (یا بیشینهٔ میانگین) را داشته باشیم. بیشینهٔ میانگین بر طبق فرمول بندی فون نیومن [۱۰] در نظریهٔ بازی ها است. بنابراین باید مقدار I_m را تحت محدودیتهای $\sum_i P_i = 1$ و $\overline{\Delta u_i^2}$ بیشینه سازی کنیم. تابع $\overline{\Delta u_i^2}$ باید مقدار کمینهٔ خود را بر اساس نظریهٔ پراکندگی کمینه اتخاذ کند. تابع چگالی گاوسی مقدار بیشینهٔ I_m و کمینهٔ $\overline{\Delta u_i^2}$ را مجاز می کند. حال فرض کنید که برنامهٔ بیشینه سازی بعدی به صورت زیر باشد:

$$\max_{P_i} I_m = \max_{P_i}(-\sum_i P_i lnP_i) \tag{۱۶}$$

طوری که $\sum_i P_i = 1$ و $\overline{\Delta u_i^2} = \sum_i \Delta u_i^2 P_i$ باشد. با ارزیابی انحرافات اولیه و صفر کردن آنها، می توان مقدار بیشینه را بدست آورد:

$$dI_m = -\sum_i (lnP_i + 1)\ dP_i = 0$$
$$\alpha \sum_i dP_i = 0$$
$$\beta \sum_i \Delta u_i^2\ dP_i = 0 \tag{۱۷}$$

بنابراین:

$$dI_m = -\sum_i (lnP_i + 1 + \alpha + \beta \Delta u_i^2)\ dP_i = 0 \tag{۱۸}$$

که جواب آن برابر است با:

$$P_i = Ae^{-\beta \Delta u_i^2} \tag{۱۹}$$

برای تعیین ثابت انتگرال گیری A، داریم:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u^2 A e^{-\beta \Delta u^2}\, d\Delta u = \sigma_u^2 \qquad (۲۰)$$

در نهایت خواهیم داشت:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} e^{-\frac{\Delta u^2}{2\sigma_u^2}} \qquad (۲۱)$$

معادلهٔ (۲۱) یک تابع چگالی گاوسی است که از نظریهٔ کمینهٔ پراکندگی پیروی می کند[۱۱].

۴- معادلهٔ اویلر- لاگرانژ و مفهوم بهینه سازی

این عامل مهم ترین اندازه در فیزیک است که در اصل همیلتونی صدق می کند [۱۲]:

$$\delta S = 0 \qquad (۲۲)$$

روی این معادله باید تجزیه و تحلیل های اضافی انجام شود. فرض کنید که E حالت فیزیکی یک سیستم عمومی باشد:

$$E = (q_i\, , \dot{q}_i\, , t) \qquad (۲۳)$$

که در آن q_i یک سیستم مرجع تعمیم یافته مختصات است، $\dot{q}_i$ سرعت های تعمیم یافته ، t زمانی است که آنها تعیین می شوند و i هر مختصات تعمیم یافته است. اگر فضای پیکربندی را به صورت $\mathbb{C} = \{q_i\}$ تعریف کنیم ، در اینصورت یک نقطه در آن فضا، نشاندهندهٔ پیکربندی فیزیکی سیستم است. با توجه به تکامل زمانی متوجه می شویم که این نقطه یک خط مسیر را در فضای پیکربندی توصیف می کند. حال فرض کنید که تابع دینامیک سیستم حالت به صورت زیر تعریف می شود:

$$L = L(q_i\, , \dot{q}_i\, , t) \qquad (۲۴)$$

که در آن q_i یک سیستم مرجع تعمیم یافته مختصات است، $\dot{q}_i$ سرعت های تعمیم یافته ، t زمانی است که آنها تعیین می شوند و i هر مختصات تعمیم یافته است. اگر فضای پیکربندی را به صورت $\mathbb{C} = \{q_i\}$ تعریف کنیم، در اینصورت یک نقطه در آن فضا ، نشاندهندهٔ پیکربندی فیزیکی سیستم است. با توجه به تکامل زمانی متوجه می شویم که این نقطه یک خط مسیر را در فضای پیکربندی توصیف می کند. حال فرض کنید که تابع دینامیک سیستم حالت به صورت زیر تعریف می شود:

لاگرانژ L برای هر مسیر ممکن متفاوت است. فرض کنید که دانستن این تابع به ما اجازه می دهد مجموعه ای از معادلات دیفرانسیلی را که داستان واقعی سیستم را توصیف می کنند بدانیم، زیرا با استفاده از روش کار مجازی، می توانیم L را بسازیم.

واضح است که برای هر مسیر بین نقاط $Bq_i(t_2), Aq_i(t_1)$ در فضای پیکربندی، انتگرال به فرم زیر نوشته می شود:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L(q_i\, , \dot{q}_i\, , t)\, dt \qquad (۲۵)$$

که یک مقدار عددی متفاوت در تابع مسیر انتخاب شده ، اتخاذ می کند که در آن S عملکرد سیستم نامیده می شود. آنچه اکنون می دانیم، فقط پیکربندی A اولیه و B نهایی سیستم است. بنابراین تعداد نامحدودی از مسیرهایی وجود دارد که در A آغاز می شوند و به B برسند، اما تنها یکی از آنها وجود دارد که واقعی است. برای پیدا کردن آن، فرض می کنیم که مسیر واقعی یک عملکرد S دارد. هر مسیر دیگر مسیر مجازی خواهد بود، حتی اگر به مسیر واقعی بی نهایت نزدیک باشد. مسیرهایی مانند آن هایی یک عمل $S + \delta S$ دارند، به این ترتیب مسیر واقعی در معادلهٔ (۲۲) صدق می کند.

معادله (۲۲) در میدان عملیاتی تمام مسیرها ، مقدار بهینه را نشان می دهد و همچنین ایستا است زیرا t_1 و t_2 اعداد ثابتی هستند و عملگر δ مستقل از زمان است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که $L(q_i\, , \dot{q}_i\, , t)$ در معادلهٔ لاگرانژ-اویلر صدق می کند:

$$\frac{\partial L}{\partial q_i} - \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}\right) = 0 \qquad (۲۶)$$

۵- نتیجه گیری

جهان بر اساس قوانین بهینه ساخته شده است. فرآیندهای تصادفی آنهایی هستند که اطلاعات متوسط را به حداکثر می رسانند و به شدت به تقارن و به قوانین پایستگی وابسته هستند. فرآیندهای تصادفی باید با فرآیندهای بهینه انجام شوند تا اطلاعات را مدیریت کنند ، اما آنها هیچ ارتباطی با محتوای آن ندارند که بنا بر اصل آنتروپی است. قوانین و ثابت های فیزیکی برای ایجاد پیدایش طراحی شده اند. در واقع ، هر فرآیند فیزیکی به صورتی طراحی شده است که عملکرد آن به صورت محلی کمینه باشد. عملکرد در واقع مهمترین اندازهٔ فیزیکی بعد از اطلاعات است و هر نظریهٔ فیزیکی باید شرایط لازم (اما نه کافی) $\delta S = 0$ را برآورده کند، زیرا این یک اصل عینی است. امروزه بررسی سیستم های پیچیده موردتوجه بسیاری از علوم قرار گرفته است. این امر به طور عمیق ریشه در پیشرفت های علمی در زمینه های مختلف همچون فیزیک، ریاضیات، آمار، اقتصاد، مالی و سایر علوم دارد. پژوهشگران با وجود پیچیدگی و تنوع سیستم ها بر این باورندکه مجموعهٔ قوانین کلی و یکسانی بر تمام سیستم های پیچیده طبیعی و بشری حاکم می باشد. در این مقاله نشان داده شد که مفاهیم نظریهٔ اطلاعات و اصل کمینهٔ عملکرد $\delta S = 0$ در توسعهٔ مفاهیم این علم بین رشته‌ای می تواند کمک شایانی نماید و نظریهٔ اطلاعات را می توان به عنوان نمونهٔ خاصی از سیستم های پیچیده مشاهده کرد.

۶- مراجع

۱- دگدیل جی. اس (۱۳۸۲) ، «آنتروپی و مفهوم فیزیکی آن»؛ ترجمهٔ محمود بحرالعلوم ، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

۲- کارستن، زیگفرید (۱۳۷۰) ، «نظریهٔ کوانتوم و اقتصاد اجتماعی»؛ ترجمهٔ کمال اطهاری ، فصل نامهٔ اطلاعات سیاسی اقتصادی، ش ۵۱ و ۵۲

3- J. Mycielski, “Games with perfect information, in: Handbook of Game Theory”; (1992), vol. 1, chapter 3.

4- F. Forges, “Repeated Games of Incomplete Information: Non-Zero-Sum, Handbook of Game Theory”; (1992), vol. 1, chapter 6.

5- S. Braunstein, “Quantum Computing, Wiley-Vch, Weinheim”; (1999).

6- N. Boccara, “Modeling Complex Systems, Springer, Heidelberg” ;(2004).

7- C. Machiavello, G. Palma, A. Zeilinger, “Quantum Computation and Quantum Information Theory”; World Scientific, London, UK. (2000),

8- A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, Phys. Rev. 47, 777.

9- C.E. Shanonn, “A mathematical theory of communication”; (1948), Bell System Tech. J. 27, 379–656.

10-D. Fudenberg, J. Tirole, “Game Theory”;The Mit Press, Cambridge, MA. , (1991).

11-E. Jime´nez, “Quantum games: mixed strategy Nash’s equilibrium represents minimum entropy”; J. Entropy, (2003), 5 (4) 313–347.

12-H. Goldstein, “Classical Mechanics”; (1966).

An Approach to Econophysics from Information Theory to Rationality and Optimality

Alireza Mohammadian Pourtalari

Department of Physics, Sofian Branch, Islamic Azad University, East Azarbaijan, Iran

Abstract

The Optimality Concept is the essence of the economic and natural sciences. Economics introduces the optimality concept (maximum utility and minimum risk) as equivalent of rationality and physics explains action minimum principle, and maximum entropy (maximum information) as an important law of nature. Rationality is the universal invariant among human behavior, universe physical laws and complex economical systems. The Optimality Concept is the essence of the economic and natural sciences. Economics introduces the optimality concept (maximum utility and minimum risk) as equivalent of rationality and physics explains action minimum principle, and maximum entropy (maximum information) as an important law of nature. Rationality is the universal invariant among human behavior, universe physical laws and complex economical systems. Based on the similar patterns that exist in nature and economics and the many random variables that have a high degree of complexity, the entrance of physics to economics has been opened and these two sciences have interacted with each other. In fact, physics helps economics and shapes econophysics. In this interdisciplinary science, complex economic problems and issues are solved using physical concepts and methods. This paper tries to introduce the physics of economics, the need to look at economics from the perspective of physics and its methodology. Also, the main approaches of economics physics have been studied and an attempt has been made to explain its development path.

Keywords: Econophysics, Information Theory, Game Theory, Rationality, Optimality.