



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of liberalizing the tariff system on the efficiency of insurance companies

A.A. Najafi<sup>1,\*</sup>, E. Farokhnejad<sup>1</sup>, H. Nouralizadeh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Financial Engineering, Khwaja Nasiruddin Toosi University of Technology, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Industrial Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 31 October 2012

Revised: 15 December 2012

Accepted: 01 September 2014

Keywords

*Performance Analysis; Data Envelopment Analysis; Gram-Schmidt Algorithm; Efficiency of Insurance Companies.*

ABSTRACT

Reforming institutions with the aim of improving society's welfare is one of the goals of economic policymakers. In this research, the efficiency of insurance companies and the effect of reforming the rate and tariff system (institutional change) in 2018 have been analyzed. For this purpose, in the first stage, the efficiency of insurance companies during the years 1382-1390 has been calculated with the combined approach of Gram-Schmidt and data coverage analysis. At this stage, first, the correlation between the variables of the model is reduced by the Gram-Schmidt algorithm, and then the efficiency of the companies is calculated by the MSBM model, which has the ability to deal with negative numbers. In the second stage, the effect of liberalizing the tariff system and other explanatory environmental variables on the efficiency of insurance companies during 9 years has been investigated by the GEE model. The results of the research showed that the reform of the tariff system had a negative effect on the efficiency of insurance companies and caused a decrease in the efficiency of insurance companies. At the end, suitable solutions are proposed to get out of the current situation.

\*Corresponding Author:

Email: [aanajafi@kntu.ac.ir](mailto:aanajafi@kntu.ac.ir)

DOI: 10.22056/ijir.2014.03.01



## اثر آزادسازی نظام تعرفه بر کارایی شرکت‌های بیمه

امیرعباس نجفی<sup>۱\*</sup>، الهام فرخ‌نژاد<sup>۱</sup>، حمیدرضا نورعلی‌زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه مهندسی مالی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

<sup>۲</sup>گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

### چکیده:

اصلاح نهادها با هدف بهبود رفاه جامعه از اهداف سیاست‌گذاران اقتصادی محسوب می‌شود. در این تحقیق کارایی شرکت‌های بیمه و اثر اصلاح نظام نرخ‌دهی و تعرفه (تغییر نهادی) در سال ۱۳۸۸ تجزیه و تحلیل شده است. برای این منظور در مرحله اول کارایی شرکت‌های بیمه طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۲ با رویکرد ترکیبی گرام-اشمیت و تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شده است. در این مرحله ابتدا همبستگی بین متغیرهای مدل توسط الگوریتم گرام - اشمیت کاهش پیدا کرده و سپس اندازه کارایی شرکت‌ها توسط مدل MSBM - که توانایی مواجهه با اعداد منفی را دارد - محاسبه شده است. در مرحله دوم توسط مدل GEE اثر آزادسازی نظام تعرفه و دیگر متغیرهای محیطی توضیح‌دهنده بر کارایی شرکت‌های بیمه طی ۹ سال بررسی گردیده است. نتایج تحقیقات نشان داد که اصلاح نظام تعرفه بر کارایی شرکت‌های بیمه اثر منفی داشته و باعث افت کارایی شرکت‌های بیمه شده است. در انتها راه‌کارهای مناسب برای برون‌رفت از وضع موجود پیشنهاد شده است.

### اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۱

تاریخ داوری: ۲۵ آذر ۱۳۹۱

تاریخ پذیرش: ۱۰ شهریور ۱۳۹۳

### کلمات کلیدی

تجزیه و تحلیل عملکرد

تحلیل پوششی داده‌ها

ارزیابی بر پایه متغیرهای کمکی اصلاح‌شده

رویکرد گرام-اشمیت

\*نویسنده مسئول:

ایمیل: [aanajafi@kntu.ac.ir](mailto:aanajafi@kntu.ac.ir)

DOI: 10.22056/ijir.2014.03.01

صنعت بیمه، از بخش‌های مهم اقتصادی است. سیاست‌گذاران صنعت بیمه با هدف بهبود رفاه جامعه و افزایش سهم بیمه در تولید ناخالص داخلی (ضریب نفوذ<sup>۱</sup>)، برنامه تغییرات نهادی را در صنعت دنبال می‌کنند. یکی از تغییرات نهادی، اصلاح نظام تعرفه است. این امر، موضوع چالش برانگیزی برای محققین در زمینه بازارهای مالی است؛ زیرا علاوه بر داشتن اثرات مثبتی همچون رقابتی‌شدن بیمه، منصفانه‌شدن نرخ‌ها و افزایش ضریب نفوذ بیمه در جامعه دارای اثرات منفی همچون رقابت نامعقول و نرخ‌شکنی برای حفظ سهم بازار از سوی بیمه‌های قدرتمند دولتی است. تحقیقات زیادی تاکنون در کشورهای مختلف جهان در باب مقررات‌زدایی صورت گرفته است. توجه به نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که آزادسازی ممکن است اثرات متفاوتی روی کارایی داشته باشد. ایران تقریباً در زمره متأخرینی است که نظام تعرفه‌ای را کنار گذاشته و اجازه داده تا قیمت بیمه‌نامه بر اساس رقابت و کمیت و کیفیت ارائه‌شده به بیمه‌گذار تعیین شود. با عنایت به پیچیدگی و چندوجهی بودن پدیده‌های اقتصادی، اصلاح نظام تعرفه‌ها با وجود تمام مزیت‌هایش، آسیب‌هایی را نیز دربردارد.

تحقیقات نشان می‌دهد که آزادسازی تعرفه‌ها هم بر چگونگی فعالیت نهاد نظارتی (بیمه مرکزی ج.ا.ا) و هم بر عملکرد شرکت‌های بیمه تأثیر جدی می‌گذارد، لذا بدیهی است که کارایی شرکت‌های بیمه خصوصی و دولتی بعد از این رویداد مهم در کشور بررسی شده و با یکدیگر مقایسه گردند و راهکارهایی در زمینه بهبود وضع موجود ارائه گردد. لذا پرسش‌های تحقیق عبارت‌اند از:

- آیا اصلاح نظام تعرفه، کارایی شرکت‌های بیمه را تغییر داده است؟
- آیا این تغییرات دارای روند مشخص صعودی بوده است یا نزولی؟
- آیا در کنار آزادسازی، متغیرهای محیطی<sup>۲</sup> دیگری نیز وجود داشته‌اند که بر کارایی شرکت‌های بیمه تأثیرگذار باشند؟
- با توجه به ریشه تغییرات، چه راهکارهایی برای بهبود کارایی متصور است؟

برای پاسخ به این سؤالات ابتدا جهت بررسی عملکرد شرکت‌های بیمه با توجه به نوع نهاده‌ها و ستاده‌های انتخابی، از بین روش‌های بی‌شمار تحلیل پوششی داده‌ها رویکرد ترکیبی گرام-اشمیت<sup>۳</sup> و سنجش کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی اصلاح‌شده<sup>۴</sup> انتخاب شدند. مرحله اول جهت حذف همبستگی بین متغیرهای انتخابی به‌کارگرفته می‌شود و مرحله دوم که یکی از رویکردهای تحلیل پوششی داده‌هاست بر پایه متغیرهای کمکی اصلاح‌شده، جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه استفاده می‌شود. برای کشف دلایل محیطی تغییرات از طریق معادلات برآوردگر تعمیم‌یافته<sup>۵</sup> مهم‌ترین عواملی که کارایی محاسبه‌شده در مرحله قبل را توضیح می‌دهند، شناسایی شده و در انتها با توجه به نتایج تحقیقات، راهکارهای پیشنهادی برای بهبود کارایی ارائه گردیده است.

### شرحی بر آزادسازی نظام تعرفه در ایران

با ابلاغ سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی و اعطای مجوز به بخش غیردولتی، خصوصی‌سازی و آزادسازی به عنوان راهکارهایی که موجب افزایش کارایی و توسعه فعالیت‌های اقتصادی می‌شوند در صنعت بیمه پیگیری شد. با تصویب قانون اجازه فعالیت به مؤسسات خصوصی در سال ۱۳۸۰ و تشکیل حدود ۲۴ شرکت خصوصی تاکنون، عرصه صنعت بیمه به تدریج رقابتی شد. از سال ۱۳۸۸ بیمه مرکزی ج.ا.ا با اصلاح نظام تعرفه، آزادسازی تدریجی نرخ‌ها و واگذاری مسئولیت تعیین نرخ رشته‌های مختلف بیمه‌ای را آغاز کرده و تاکنون تقریباً در تمامی رشته‌ها به غیر از زندگی و شخص ثالث اتومبیل، آزادسازی تعرفه‌ها انجام شده است.

### مروری بر پیشینه پژوهش

روش‌های اندازه‌گیری کارایی براساس مرز کارا در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه محققین و دانشمندان در زمینه اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌ها قرار گرفته است. مطالعات کارایی در گذشته بیشتر به اندازه‌گیری کارایی فنی - تخصیصی، مقیاس، هزینه، درآمد و سود اختصاص داشت. مطالعات معاصر از تحلیل مرز کارا برای بررسی فرضیه‌های اقتصادی استفاده می‌کند که از آن جمله می‌توان به بررسی اشکال مختلف سازمانی،

<sup>1</sup>. Penetration Rate

<sup>2</sup>. Contextual Variables

<sup>3</sup>. Gram- Schmidt Process

<sup>4</sup>. Modified Slack Based Measurement (MSBM)

<sup>5</sup>. Generalized Estimating Equation (GEE)

سیستم‌های توزیع مختلف، خصوصی‌سازی، آزادسازی، ادغام‌ها و اثر آن روی کارایی بنگاه‌ها اشاره کرد. در ادامه برخی از تأثیرگذارترین مطالعات به اجمال بررسی می‌شود.

بسیاری از تحقیقات در حوزه تجزیه و تحلیل عملکرد صنعت بیمه ادامه مدل‌های ارائه شده توسط کامینز و ویز<sup>۱</sup> است. کامینز و همکاران از اوایل دهه ۹۰ در آمریکا به بررسی انواع مختلف کارایی در شرکت‌های بیمه و همچنین بررسی فرضیه‌های مهم اقتصادی در شرکت‌های بیمه پرداختند که این تحقیقات تا امروز نیز ادامه داشته است. این دو محقق ارتباط ادغام و مالکیت را با کارایی و صرفه‌جویی‌های مقیاس در صنعت بیمه عمر آمریکا بررسی کرده‌اند. در این تحقیق کارایی هزینه و درآمد در فاصله سال‌های ۱۹۹۸ تا ۱۹۹۵ با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۲</sup> تخمین زده شده است. به منظور اندازه‌گیری تغییرات کارایی در طول زمان از روش مالک کوئیست<sup>۳</sup> استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد کارایی شرکت‌های ادغام‌شده از سایر شرکت‌ها بالاتر است. شرکت‌هایی که بازده غیرافزایشی نسبت به مقیاس دارند یا شرکت‌هایی که از لحاظ مالی آسیب‌پذیرند تمایل بیشتری به ادغام دارند.

تحقیقات براکت و همکارانش<sup>۴</sup> نوآوری‌هایی نسبت به تحقیقات صورت‌گرفته قبلی داشت. اولاً آنها رویکرد مرسوم در بررسی شرکت‌های بیمه که به رویکرد تولیدی یا رویکرد ارزش‌افزوده<sup>۵</sup> معروف است و توسط برگر و هامفری<sup>۶</sup> ابداع شده بود را برای مؤسسات مالی مناسب ندانسته و در عوض رویکرد واسطه‌گری مالی<sup>۷</sup> را پیشنهاد کردند. ثانیاً از مدل کوپر و همکاران<sup>۸</sup> - که یکی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست - استفاده کردند. این مدل امکان استفاده از شاخص‌های نامطلوب (منفی) نظیر خسارت‌های پرداختی را در کنار شاخص‌های مثبت نظیر سود ایجاد می‌کند. مدل DEA مورد استفاده در این تحقیق، می‌تواند هم متغیرهای مالی و هم متغیرهای غیرمالی را بپذیرد. نتایج تحقیقات براکت و همکارانش حاکی از آن است که شرکت‌های سهامی، کاراتر از شرکت‌های بیمه تعاونی می‌باشند. همچنین شرکت‌هایی که فروش آنها از طریق نمایندگی‌ها می‌باشد کاراتر از شرکت‌های بیمه‌ای هستند که فروش مستقیم دارند. همچنین نمرات توانگری مالی شرکت‌ها بر رتبه‌بندی تأثیری ندارد.

لورتی و گریس<sup>۹</sup> دو رویکرد متداول اندازه‌گیری خروجی یعنی ارزش افزوده و واسطه‌گری مالی را در مطالعات کارایی شرکت‌های بیمه اموال و مسئولیت بررسی کردند. مطالعات آنها نشان می‌دهد که رویکرد ارزش افزوده به معیارهای سنتی اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌های بیمه نزدیک‌تر است. درحالی‌که رویکرد واسطه‌گری مالی تناسب چندانی با این معیارها ندارد. به‌علاوه شرکت‌هایی که در رویکرد ارزش افزوده کارا شناخته می‌شوند با احتمال کمتری دچار عدم توانگری<sup>۱۰</sup> می‌شوند. آنها همچنین به‌انتخاب تئوریک خسارت‌های پرداختی به‌عنوان خروجی مناسب شرکت‌های بیمه قناعت نکرده و از طریق آزمون، مناسب بودن آن را به اثبات رساندند. آنها در نهایت روش ارزش افزوده را به‌عنوان مناسب‌ترین روش انتخاب خروجی برای اندازه‌گیری کارایی بیمه معرفی کردند.

#### انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

اگرچه شناخت ماهیت دقیق داده‌ها و ستانده‌ها در یک صنعت، اساس موقعیت تحلیل کارایی را تشکیل می‌دهد، اما در مؤسسات خدماتی، این امر چالش برانگیز است؛ زیرا برخی از کالاها و خدمات واسطه‌ای این صنایع ماهیت دوگانه دارند به‌طوری‌که هم داده و هم ستاده می‌توانند محسوب گردند. برای مؤسسات خدمات مالی نظیر بیمه و بانک نیز ماهیت داده و ستاده ناملموس است و از این رو اندازه‌گیری و کنترل آن مشکل‌ساز است، لذا اقتصاددانان همواره در ارائه یک تعریف استاندارد درباره نهاده‌ها و ستانده‌ها در فعالیت‌های خدمات مالی اتفاق نظر ندارند. این مسئله درباره صنعت بیمه نیز اجتناب‌ناپذیر است. همچنین در اکثر موارد چون آمار مربوط به داده و ستاده به‌طور کامل در دسترس نیست کوشش

1. Cummins and Weiss, 1998

2. Data Envelopment Analysis (DEA)

3. Malmquist

4. Brockett et al., 2004 and 2005

5. Value Added Approach

6. Berger and Humphrey

7. Financial Intermediary Approach

8. Cooper et al., 1999

9. Leverty and Grace, 2010

10. Insolvent

می‌شود که نماینده مناسبی برای آنان تعریف گردد (Cummins and Weiss, 1998). برای شناخت ستاده صنعت بیمه و معرفی نماینده مناسبی به‌جای آن در ابتدا باید به بررسی خدماتی پرداخت که توسط بیمه‌گر ارائه می‌شود. در بخش خدمات مالی، ۳ دیدگاه اساسی در ارائه اندازه‌گیری ستاده وجود دارد:

نگرش واسطه‌ای، نگرش ارزش‌افزوده و نگرش هزینه‌ای<sup>۱</sup>.

● نگرش واسطه‌ای: مؤسسات خدمات مالی را صرفاً واسطه‌های مالی در نظر می‌گیرد. بدین صورت که آنها ذخایر مالی را از یک مجموعه تصمیم‌گیرنده دریافت می‌کنند، آن بدهی را به منزله دارایی تلقی کرده و سپس آن را قرض می‌دهند. نگرش واسطه‌گری مالی طرفداران زیادی در بین محققین صنعت بیمه ندارد چون آنها معتقدند که شرکت‌های بیمه در کنار فعالیت‌های واسطه‌ای، خدمات دیگری را نیز ارائه می‌دهند. براکت و همکاران<sup>۲</sup> این رویکرد را برای مقایسه شرکت‌های بیمه با هم مناسب‌تر دانسته و در مقایسه کارایی شرکت‌های بیمه آمریکا از آن بهره جستند، ولی با مطالعات لورتی و گریس<sup>۳</sup> مشخص شد که این رویکرد با نسبت‌های سنتی ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه نظیر بازدهی دارایی‌ها یا نسبت نقدینگی، همبستگی کمی داشته است و امکان بیشتری وجود دارد که شرکت‌هایی که از طریق این روش کارا شناخته شده‌اند، در آینده دچار عدم کفایت مالی شوند.

● نگرش ارزش‌افزوده: در این نگرش تمامی گروه‌های دارایی و بدهی، به‌داشتن مشخصه‌های ستاده مفروض می‌باشند. از این‌رو به جای اینکه بین داده و ستاده فرق قائل شود، فرض می‌شود که تمامی گروه‌های دارایی و بدهی مؤسسه مالی، مشخصه‌های یک ستاده را دارند. بدین صورت که هر گروهی که ارزش‌افزوده معنی‌داری ایجاد نماید، یک ستاده مالی محسوب می‌شود و بقیه گروه‌های غیرمهم به‌صورت ستاده‌های فرعی، فعالیت‌های واسطه‌ای یا نهاده شناخته می‌شوند. این نگرش که ریشه در مطالعات کامینز و ویس<sup>۴</sup> و دیگران دارد به‌طور گسترده در مطالعات مربوط به کارایی صنعت بیمه به‌کار می‌رود. در این تحقیق نیز نگرش مورد نظر برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه نگرش ارزش‌افزوده است. براساس مبانی اقتصادی بیمه، یک مؤسسه بیمه از ۳ جهت ایجاد ارزش‌افزوده می‌کند (Jalali Naini and Nouralizadeh, 2012):

● تجمع و توزیع ریسک<sup>۵</sup>؛

● پرداخت خسارت به زیان‌دیدگان؛

● واسطه‌گری مالی.

در انجام تحقیقات تجربی توصیه کامینز و ویس<sup>۶</sup> آن است که خسارت‌های پرداختی و بازده حقوق صاحبان سهام به‌عنوان خروجی یک شرکت بیمه لحاظ گردند. در خصوص انتقاد براکت و همکاران<sup>۷</sup> مبنی بر نادرست بودن انتخاب خسارت‌های پرداختی به‌عنوان ستاده، کامینز استدلال می‌کند که بیمه‌گری که خسارت بالاتری پرداخت کرده در واقع خدمت بالاتری به مشتریان ارائه داده است و در بلندمدت به‌عنوان حامی واقعی مشتریان در بازار مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد. لذا در این تحقیق نیز خسارت واقع‌شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(۳) خسارت معوق اول سال آم - خسارت معوق پایان سال آم + خسارت پرداختی در سال آم = خسارت واقع‌شده سال آ

همچنین خروجی بعدی مناسب برای خدمت واسطه‌گری مالی شرکت بیمه، نرخ بازدهی حقوق صاحبان سهام<sup>۸</sup> است که از تقسیم سود حاصل قبل از کسر مالیات بر جمع حقوق صاحبان سهام به‌دست می‌آید.

در تعریف نهاده برای صنعت بیمه آنچه مسلم است به‌کارگیری نیروی کار و سرمایه به‌عنوان دو عامل اصلی تولید است. در بسیاری از تحقیقات، هزینه‌های عمومی و اداری شرکت‌های بیمه همپای دو عامل نیروی کار و سرمایه در نظر گرفته شده‌است. در این تحقیق نیز هزینه‌های

<sup>۱</sup> این روش ماهیتی تئوریک دارد. به‌دلیل اینکه به‌راحتی نمی‌توان قیمت فعالیت‌های مالی را مشخص کرد، همچنین هزینه فرصت نیز به‌راحتی برآورد نمی‌شود.

<sup>۲</sup> Brockett et al., 2004

<sup>۳</sup> Leverty and Grace, 2010

<sup>۴</sup> Cummins and Weiss

<sup>۵</sup> Risk Bearing & Risk Pooling

<sup>۶</sup> Cummins and Weiss, 2000

<sup>۷</sup> Brockett et al., 2004

<sup>۸</sup> Return On Equity (ROE)

عمومی و اداری شرکت‌های بیمه یکی از نهاده‌هاست. نیروی کار در صنعت بیمه به سه گروه اداری، مدیریت و فروش تقسیم می‌شود. اما با وجود این، در اکثر مطالعات مجموع نیروی کار (فارغ از نوع فعالیت) ملاک برآورد واقع شده است. از طرفی شرکت‌های بیمه از دو منبع برای سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنند: حقوق صاحبان سهام و ذخایر فنی (ذخایر حق بیمه + ذخایر خسارت معوق + ذخیره ریسک‌های منتفی نشده + ذخایر حق بیمه سال‌های آتی + سایر ذخایر فنی). مجموع این دو منبع تحت عنوان کامل منابع در اختیار جهت سرمایه‌گذاری به‌عنوان یکی دیگر از نهاده‌های مورد استفاده در این تحقیق در نظر گرفته شده است. به‌طور خلاصه در این تحقیق از دو ستاده به نام‌های خسارت واقع شده و ROE و همچنین سه نهاده شامل نیروی کار، هزینه‌های عمومی و اداری و منابع در اختیار جهت سرمایه‌گذاری استفاده شده است.

#### مقایسه مدل‌های نهاده‌محور و ستاده‌محور

مدل‌های نهاده‌محور به‌دنبال شناسایی عدم کارایی فنی به‌عنوان کاهش مناسب در استفاده از نهاده‌ها هستند. در بسیاری از مطالعات، تحلیل‌گران گرایش به انتخاب مدل‌های نهاده‌محور دارند، چون بسیاری از بنگاه‌ها سازوکار خاصی را برای توسعه دارند و از این‌رو مقادیر نهاده به‌عنوان متغیرهای تصمیم مطرح شده و همچنین عوامل تولید به‌عنوان متغیرهای تصمیم‌گیری ظاهر می‌شوند. بر حسب ضرورت می‌توان براساس اینکه چه مقادیری (نهاده‌ها یا ستاده‌ها) بیشتر تحت کنترل مدیران هستند، گرایش مربوطه را انتخاب کرد. از آنجایی که متغیرهای تحت کنترل مدیران بیمه، نهاده‌هایی مثل نیروی کار یا حجم دارایی‌های شرکت‌ها هستند، در این تحقیق از روش نهاده‌محور استفاده شده است.

#### مدلسازی ریاضی

مدلسازی تحقیق حاضر دو مرحله‌ای است. بدین صورت که در مرحله نخست با استفاده از رویکرد ترکیبی الگوریتم گرام-اشمیت و تحلیل پوششی داده‌ها، ابتدا کارایی شرکت‌ها محاسبه شده و آنگاه در مرحله دوم توسط مدل GEE اثر آزادسازی نظام تعرفه و دیگر متغیرهای محیطی توضیح‌دهنده بر کارایی شرکت‌های بیمه آزمون شده است. در مرحله نخست اما، همبستگی بین متغیرهای مدل توسط الگوریتم گرام-اشمیت ابتدا کاهش یافته و سپس اندازه کارایی شرکت‌ها توسط مدل MSBM که توانایی مواجهه با اعداد منفی را دارد، محاسبه شده است. علت این امر که در ادامه توضیح داده می‌شود، افزایش قدرت محاسبه کارایی نسبی شرکت‌هاست.

#### مرحله نخست؛ رویکرد ترکیبی الگوریتم گرام - اشمیت و تحلیل پوششی داده‌ها

در روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی براساس نسبت خروجی به ورودی برای هر واحد به‌دست می‌آید. پس در صورتی که تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها از حد مشخصی بیشتر شود یا ورودی‌ها و خروجی‌های تحقیق همبستگی آماری بالایی باهم داشته باشند، روش تحلیل پوششی داده‌ها قدرت تمایز بین واحدهای کارا و ناکارا را از دست می‌دهد. بنابراین ضروری است که در صورت وجود همبستگی بین داده‌ها این مشکل برطرف شود یا در صورت وجود تعداد بالای متغیرهای تصمیم‌گیری، بخشی از آنها حذف شوند. ونگ و همکاران<sup>۱</sup>، روشی برای انتخاب متغیر بر پایه روش گرام-اشمیت ارائه دادند که بر طبق آن، همبستگی بین هر دو متغیر انتخاب شده به‌صورت کارا حذف می‌شود. بر پایه کارهای اولیه ونگ و همکاران، بیان و لی<sup>۲</sup> رویکردی را برای تقویت قدرت تمایزدهندگی DEA در مواجهه با داده‌های همبسته ارائه دادند. در ریاضیات و به‌ویژه جبر خطی و آنالیز عددی، فرایند گرام-اشمیت روشی برای به‌دست‌آوردن بردارهای متعامد از یک مجموعه بردارهای پایه در فضای اقلیدسی است. اهمیت موضوع در آن است که با داشتن یک سری متغیر وابسته می‌توان بردارهایی از متغیرهای پایه، آنچنان تشکیل داد که به لحاظ آماری همبستگی بسیار کمتری با یکدیگر داشته باشند. در این صورت انحرافات ناشی از همبستگی بین داده‌ها در برآورد ارزیابی کارایی به‌وسیله روش DEA برطرف خواهد شد.

<sup>1</sup>. Wang et al., 2008

<sup>2</sup>. Bian and Li, 2011

- تشریح فرایند گرام-اشمیت

گروهی از متغیرهای مستقل خطی  $(x_1, x_2, \dots, x_s)$  می‌توانند به متغیرهای متعامد تحت فرایند گرام-اشمیت تبدیل شوند، روند تبدیل به این شرح است:

گام اول: ابتدا یکی از بردارها یا متغیرها را برابر  $z_1$ ، اولین متغیر اشمیت در نظر می‌گیریم:

$$z_1 = x_1 \quad (1)$$

گام دوم: برای ساختن  $z_2$  یک ترکیب خطی از  $x_1, x_2$  باید ساخته شود که بر  $z_1$  عمود باشد:

$$\begin{aligned} z_2 &= \lambda_1 z_1 + \lambda_2 x_2 \\ z_1 \cdot z_2 &= (\lambda_1 z_1 + \lambda_2 x_2) \cdot z_1 = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$z_2 = x_2 - \frac{x_2 \cdot z_1}{z_1 \cdot z_1} \cdot z_1$$

ادامه این فرایند به تولید تمامی متغیرهای اشمیت می‌انجامد، در حالت کلی برای فرایند گرام-اشمیت رابطه کلی ذیل را خواهیم داشت:

$$z_s = x_s - \sum_{k=1}^{s-1} \frac{x_s \cdot z_k}{z_k \cdot z_k} \cdot z_k \quad (3)$$

برای به‌دست‌آوردن مؤثرتر متغیرهای اشمیت با هدف کاهش داده‌های اضافی، ونگ و همکارانش<sup>۱</sup> روش ماکزیمم واریانس را بر پایه متغیرهای اشمیت ارائه نمودند. قدم‌های روش ارائه‌شده توسط آنها به این شرح است:

- قدم ۱: نرمال‌سازی مجموعه متغیرهای اصلی و کسب  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ )؛

- قدم ۲: محاسبه اولین بردار گرام-اشمیت؛ به این صورت که برداری که بیشترین مجموع ضریب همبستگی با بردارهای دیگر را داشته باشد به‌عنوان اولین بردار اشمیت انتخاب می‌شود.

انتخاب  $V$  به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که:

$$\sum_{j=1}^p r^2(x_v, x_j) = \max \sum_{j=1}^p r^2(x_i, x_j), \quad (i = 1, 2, \dots, p). \quad (4)$$

در اینجا  $r(x_v, x_j)$  ضریب همبستگی بین  $x_v$  و  $x_j$  ( $v \in (1, 2, \dots, p)$ ) است.

- قدم ۳: برای  $x_j$  ( $j = 2, 3, \dots, p$ ) متغیرهای اشمیت  $Z_{hj}$  ( $j = 2, 3, \dots, p$ ) به‌شرح زیر محاسبه می‌شوند:

$$Z_{hj} = x_j - \sum_{k=1}^{h-1} \frac{x_j^T \cdot z_k}{z_k^T \cdot z_k} \cdot z_k \quad (5)$$

- قدم ۴: محاسبه  $Z_h$ .

طبق روش ماکزیمم واریانس  $Z_h$  به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که:

$$\text{Var}(z_h) = \max_{j=2,3,\dots,p} \{ \text{Var}(Z_{hj}) \} \quad (6)$$

- قدم ۵: گام‌های ۳ و ۴ تا پیدا کردن تمامی متغیرهای اشمیت تکرار می‌شود:

$$z_h \quad (h = 1, 2, \dots, s)$$

با توجه به گام‌های روش مشخص می‌شود که:

$$\text{Var}(z_1) \geq \text{Var}(z_2) \geq \dots \geq \text{Var}(z_s) > 0 \quad (7)$$

یعنی  $z_1$  دارای بیشترین واریانس در بین متغیرهای اشمیت است و الی آخر.

<sup>1</sup>. Wang et al., 2008

- اجرای الگوریتم گرام - اشمیت

پس از اجرای الگوریتم گرام - اشمیت، همبستگی ورودی و خروجی مورد نیاز برای اجرای مدل DEA به شرح جدول ۱ استخراج می‌شوند.

جدول ۱: ماتریس همبستگی بین متغیرها در سال ۱۳۹۰ قبل و بعد از رویکرد گرام-اشمیت

-۰/۰۳۳۵	-۰/۰۷۱۱	-۰/۰۷۴۲	۰/۴۸۶۰	۰/۵۸۰۱	۱	
-۰/۰۶۲۹	-۰/۰۷۴۴	-۰/۰۹۹۵	۰/۲۹۰۴	۱	۰/۵۸۰۱	
-۰/۵۲۵۶	-۰/۵۵۴۹	-۰/۵۶۶۷	۱	۰/۲۹۰۴۱۴۸۶۱	۰/۴۸۶۰	قبل از رویکرد گرام-اشمیت
۰/۹۸۹۷	۰/۹۹۷۲	۱	-۰/۵۶۶۷	-۰/۰۹۹۵	-۰/۰۷۴۲	
۰/۹۹۵۰	۱	۰/۹۹۷۲	-۰/۵۵۴۹	-۰/۰۷۴۴	-۰/۰۷۱۱	
۱	۰/۹۹۵۰	۰/۹۸۹۷	-۰/۵۲۵۶	-۰/۰۶۲۹	-۰/۰۳۳۵	
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۳	۱/۰۰	۰/۰۰	
۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-۰/۰۳	۰/۰۰	بعد از رویکرد گرام-اشمیت
۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۰/۶۱	۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۱/۰۰	۰/۶۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	

مدلسازی ریاضی با استفاده از مدل ارزیابی بر پایه متغیرهای کمکی اصلاح‌شده

از آنجایی که خروجی‌های مدل کاهش همبستگی گرام - اشمیت می‌تواند دربرگیرنده مقادیر منفی باشد بنابراین پس از تحقیق و مطالعات در زمینه رویکردهای الحاقی، ارزیابی بر پایه متغیرهای کمکی اصلاح‌شده که توانایی مقابله با داده‌های منفی را دارد، انتخاب گردید. از جمله ویژگی‌های این مدل می‌توان به در نظر گرفتن همه انواع ناکارایی و اطمینان از منفی نشدن تابع هدف در صورت منفی بودن مقادیر ورودی و خروجی اشاره کرد. مدل MSBM در سال ۲۰۰۶ توسط شارپ و همکارانش<sup>۱</sup> براساس مدل جهتی دامنه<sup>۲</sup> توسعه یافت. این مدل توانایی مواجهه هم‌زمان با ورودی‌ها و خروجی‌های منفی را به‌طور مستقیم دارد. مدل اصلاح‌شده توسط شارپ و دیگران توانایی تولید مقیاسی برای کارایی بین ۰ و ۱ را دارد. همچنین مدل MSBM، تغییرناپذیر از واحد و تغییرناپذیر از تبدیل می‌باشد. نقص مدل RDM در نظر گرفتن تمامی منابع ناکارایی به‌علت عدم استفاده از متغیرهای کمکی در تابع هدف است. مدل MSBM به‌علت دخیل کردن متغیرهای کمکی در تابع هدف این مشکل را برطرف کرده و در نتیجه ارزیابی واحدها بر پایه معیاری خواهد بود که همه انواع ناکارایی را در نظر می‌گیرد، نمای کلی مدل MSBM عبارت است از:

$$\text{Min} : \tau = t - \sum_{i=1}^m \frac{w_i s_i^-}{R_{i0}} \quad (A)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ = t Y_{r0}; \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_i^- = t X_{i0}; \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{r=1}^s \frac{v_r s_r^+}{R_{r0}} + t = 1$$

<sup>1</sup>. Sharp et al., 2006

<sup>2</sup>. Range Directional Model (RDM)

<sup>3</sup>. Portela et al., 2004



$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad \sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad \sum_{r=1}^s v_r = 1$$

$$\lambda_j, w_i, v_r, s_r^+, s_i^- \geq 0; \quad \forall j=1, \dots, n \ \& \ r=1, \dots, s \ \& \ i=1, \dots, m$$

$\tau$ : مقدار بهینه؛

متغیر کمبود خروجی؛  $S_r^+$ :

متغیر مازاد ورودی؛  $S_r^-$ :

میزان امکان بهبود در خروجی مدل؛  $R_{ro}$ :

میزان امکان بهبود در ورودی مدل؛  $R_{io}$ :

بردار ورودی‌های مدل؛  $X$ :

بردار خروجی‌های مدل؛  $Y$ :

$W$ : وزن خروجی؛

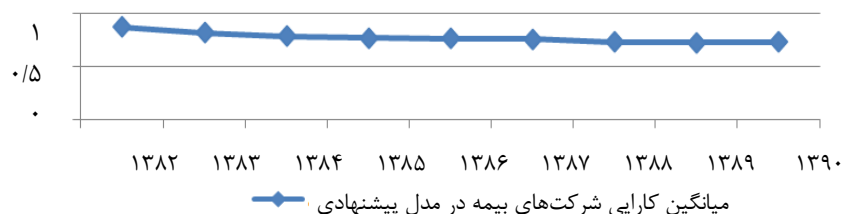
$V$ : وزن ورودی.

- سنجش کارایی شرکت‌های بیمه بر اساس مدل پیشنهادی

جدول ۲ نتایج حاصل از ارزیابی شرکت‌های بیمه را توسط روش MSBM نشان می‌دهد. در نمودار ۱ نیز روند میانگین کارایی شرکت‌های بیمه طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۰ نشان داده شده است.

جدول ۲: کارایی شرکت‌های بیمه تحت مدل پیشنهادی برای سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۰

شماره شرکت	نام شرکت	سال									
		۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	میانگین
۱	DMU1	۰/۶۹۱	۰/۷۰۱۶	۰/۷۱۶۱	۰/۷۶۸۹	۰/۷۷۱۶	۱	۱	۰/۷۰۷۱	۱	۰/۷۵۹۶
۲	DMU2	۰/۷۴۴۵	۰/۷۸۳۷	۰/۹۳۱۱	۱	۱	۱	۰/۷۸۵	۱	۱	۰/۷۳۶
۳	DMU3	۰/۸۲۴۷	۰/۹۶۴	۱	۱	۱	۰/۷۹۹۶	۱	۱	۱	۰/۷۱۱۱
۴	DMU4	۰/۶۲۰۱	۰/۶۵۸۵	۰/۶۷۷۶	۰/۶۴۵۴	۰/۶۲۶۴	۰/۶۹	۰/۷۹۷۷	۰/۶۵۹۷	۰/۹۲۳	۰/۶۹۹۷
۵	DMU5	۰/۶۲۳۷	۰/۶۶۴۵	۰/۶۷۴۷	۰/۶۴۷۷	۰/۵۹۳۴	۰/۶۷۱۹	۰/۶۳۸۸	۰/۶۵۹۴	۰/۸۹۷۵	۰/۶۹۹۷
۶	DMU6	۰/۷۵۱۷	۰/۷۶۵۳	۰/۷۴۱۵	۰/۷۲۴۵	۰/۶۲۹۶	۰/۷۱۵۶	۰/۷۶۵	۱	۰/۵۶۱۵	۰/۶۹۹۷
۷	DMU7	۰/۶۵۵۸	۰/۷۱۵۵	۰/۷۷۲۸	۰/۷۰۵۴	۰/۶۹۷۲	۰/۶۸۳۶	۰/۷۳۵	۰/۶۳۱۸	۰/۶۹۱۵	۰/۶۹۹۷
۸	DMU8	۰/۶۲۴۸	۱	۰/۶۵۲۴	۰/۶۴۳۶	۰/۶۰۹۸	۱	۰/۷۷۷۷	۱	۰/۸۷۴۶	۰/۶۹۹۷
۹	DMU9	۰/۶۰۲۴	۰/۶۳۴۸	۰/۶۴۳۳	۰/۶۲۴۹	۰/۶۰۶۷	۰/۶۷۶۳	۰/۷۱۷۵	۰/۶۶۹۴	۱	۰/۶۹۹۷
۱۰	DMU10	۱	۱	۱	۰/۹۷۱۸	۱	۰/۶۹۱۲	۱	۱	۰/۵۵۹۶	۰/۶۹۹۷
۱۱	DMU11	۰/۷۴۲۱	۰/۶۸۵	۰/۶۳۲۳	۰/۶۲۳۴	۰/۵۹۳۸	۰/۷۳۶	۰/۶۱۹۳	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۲	DMU12	۱	۰/۶۵۴	۱	۱	۱	۰/۶۶۸۳	۰/۷۰۷	۰/۶۸۳۸	۱	۰/۶۹۹۷
۱۳	DMU13	۰/۶۳۸۴	۰/۶۶۳۴	۰/۶۹۰۴	۱	۱	۰/۷۰۵۵	۰/۶۲۷۳	۰/۶۵۹۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۴	DMU14	۱	۰/۷۴۶۹	۰/۶۳۴	۰/۷۰۸	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۵	DMU15	۰/۶۰۹۶	۰/۶۴۰۶	۰/۶۵۴۵	۰/۶۴۷۷	۰/۶۲۱	۰/۶۹۹۷	۰/۷۱۱۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۶	DMU16	۰/۶۲۳۴	۰/۶۳۵۸	۰/۶۶۳۵	۰/۶۰۹۸	۰/۵۹۶	۰/۶۸۹۸	۰/۶۷۴	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۷	DMU17	۱	۰/۷۱۱۸	۰/۶۵۹۵	۰/۶۳۳۲	۰/۶۰۰۲	۰/۶۹۴۵	۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۸	DMU18	۰/۶۰۷۳	۰/۶۱۲۳	۰/۶۱۷۸	۰/۷۱۲۹	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۱۹	DMU19	۰/۶۰۴۳	۰/۵۹۲۵	۰/۵۳۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
۲۰	DMU20	۰/۶۰۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۶۹۹۷
	میانگین	۰/۷۲۸۹	۰/۷۲۷۹	۰/۷۳۱۵	۰/۷۵۸۷	۰/۷۶۱۵	۰/۷۷۱۸	۰/۷۸۴۶	۰/۸۲۰۷	۰/۸۷۵۶	۰/۷۵۹۶



نمودار ۱: روند میانگین کارایی شرکت‌های تحت مدل پیشنهادی بیمه طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۰

مرحله دوم: تبیین متغیرهای توضیح‌دهنده کارایی با استفاده از مدل معادلات برآوردگر تعمیم‌یافته

معرفی مدل معادلات برآوردگر تعمیم‌یافته

معادلات برآورد تعمیم‌یافته در سال ۱۹۸۶ توسط لیانگ و زیگر<sup>۱</sup> پیشنهاد شده است. این روش برای وضعیت‌هایی که مشاهدات، وابسته بوده و داده‌های مورد نظر از نوع داده‌های طولی هستند، مناسب است. داده‌های طولی، داده‌هایی هستند که در آنها پاسخ‌ها برای هر آزمودنی در طول زمان تکرار شده‌اند. لزوم در نظر گرفتن همبستگی بین مشاهدات در یک خوشه، مشکلاتی را به وجود می‌آورد. وجود همبستگی، استفاده از روش‌های درست‌نمایی ماکزیمم استاندارد را برای برآورد پارامترهای رگرسیون دشوار می‌سازد؛ در نتیجه روش‌های شبه‌درست‌نمایی که توسط ودربرن<sup>۲</sup> بیان شده است، راه‌گشا می‌شود. در روش معادلات برآوردگر تعمیم‌یافته، تنها فروض مرتبط با امید حاشیه مرتبه اول و دوم پاسخ‌ها لحاظ می‌شود و درباره توزیع کامل آنها فرضی اختیار نمی‌شود. لذا این روش از دسته روش‌های نیمه‌پارامتریک محسوب می‌شوند. همچنین ماتریس همبستگی مشاهدات را نمی‌توان به‌درستی مشخص کرد، در نتیجه به جای آن از ماتریس کاری<sup>۳</sup>  $Y_i$  به این صورت تعیین می‌شود.

$$V_{ji} = A_j^2 R A_j^2 \cdot \sigma^2 \quad (9)$$

معادلات برآورد به شرح زیر نوشته می‌شوند:

$$\sum_{j=1}^s D_j' V_j^{-1} (y_j - \mu_j) = 0 \quad (10)$$

D یک ماتریس  $n \times p$  از مشتقات جزئی با عضو  $(i, j)$ ،  $\frac{\partial \mu_i}{\partial \beta_j}$ ،  $i=1, 2, \dots, N$ ،  $j=1, 2, \dots, P$  است. ماتریس‌های D از یک آزمودنی به

آزمودنی دیگر تغییر می‌کنند. زیرا میانگین‌ها با توجه به تغییر مقادیر پیشگو تفاوت می‌کنند. معادله (۱۰) می‌تواند به صورت تنها تابعی از  $\beta$  بیان شود. به این صورت که برآوردگرهای سازگار  $\alpha$  و  $\phi$  در معادله قرار گیرد (Liang and Zeger, 1986)؛ یعنی به این صورت خواهد بود:

$$\sum_{j=1}^s U_j [\beta, \hat{\alpha}(\beta), \hat{\phi}(\beta)] = 0 \quad (11)$$

$\hat{\beta}(i)$  که نشان‌دهنده برآورد  $\beta$  تحت مدل GEE است، جواب معادله بالا خواهد بود.

در مدل‌های GEE برای انتخاب بهترین ساختار همبستگی کاری و در نتیجه مقایسه مدل‌ها و استنباط روی پارامترها احتیاج به آماره‌ای به نام QIC است که تعمیمی از معیار آکائیک برای برآوردهای شبه‌درست‌نمایی است و هر چه مقدار آن کمتر باشد نشانگر برازش بهتر مدل است. همچنین بررسی مانده‌ها برای نیکویی برازش مدل و یافتن دورافتاده‌ها (مشاهداتی که روی نیکویی برازش مدل تأثیر می‌گذارند) در حالت مطالعات طولی همانند مطالعات مقطعی ضروری است. تفاوتی که در این حالت برای مانده‌ها نسبت به حالت مقطعی وجود دارد این است که برای هر آزمودنی چند پاسخ وجود دارد. نرمال نبودن مانده‌ها در مدل گواه بدی برازش مدل است. در این صورت مدل مورد استفاده مناسب نیست یا در صورت وجود، مؤلفه‌های دیگری باید در مدل به‌عنوان متغیرهای تبیینی در نظر گرفته شوند.

<sup>1</sup> Liang and Zeger, 1986

<sup>2</sup> Wedderburn, 1974

<sup>3</sup> Working Matrix

#### عوامل توضیح‌دهنده امتیازات کارایی

برای یافتن عوامل توضیح‌دهنده یا متغیرهای مستقل رگرسیون، ابتدا ادبیات موضوع مورد مطالعه قرار گرفت و با محور قراردادن مطالعه باروسا و همکاران<sup>۱</sup> و همچنین مطالعه جلالی نائینی و نورعلی‌زاده<sup>۲</sup> به دلیل مشابهت آنها با موضوع این تحقیق، مدل پیشنهادی برای صنعت بیمه کشور ایران طراحی و پس از مشورت با متخصصان بیمه، نهایی گردیده است؛ در ادامه به طور اختصار متغیرهای منتخب تشریح شده است:

#### - متغیر مالکیت شرکت

متغیری مجازی است که برای شرکت‌های دولتی مقدار ۱ به خود می‌گیرد. علت انتخاب آن در ادبیات تحقیق آن است که مطابق تئوری‌های اقتصادی انتظار می‌رود شرکت‌های خصوصی، کارایی بالاتری داشته باشند. این موضوع در قانون برنامه چهارم توسعه نیز مورد تأکید بوده است (در ادامه مقاله، این متغیر با نماد StateOwend کدگذاری می‌شود).

#### - متغیر حضور در بازار بورس اوراق بهادار تهران

متغیری مجازی است که مقداری برابر ۱ برای شرکت‌های عرضه‌شده در بازار بورس تهران به خود می‌گیرد. علت حضور آن این است که انتظار می‌رود شفافیت و مسئولیت بالاتر، منجر به کارایی بالاتر شود (این متغیر با نماد Stock کدگذاری می‌شود).

#### - متغیر سهم بازار

سهم بازار شرکت‌های بیمه را نشان داده و اثر بزرگی یا صرفه‌های مقیاس را می‌سنجد (این متغیر با نماد Marketshare کدگذاری می‌شود).

#### - متغیر بزرگی شرکت

لگاریتم طبیعی حجم دارایی‌های شرکت است. مطابق ادبیات موضوع انتظار می‌رود که شرکت‌های بزرگ‌تر به دلیل بهره‌مندی از صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس از بهره‌وری بالاتری برخوردار باشند این متغیر با نماد AST کدگذاری می‌شود.

#### - متغیر ساختار سرمایه

متغیر مستقل دیگری که از ادبیات تحقیق در مدل به آزمون گذاشته می‌شود، ساختار سرمایه است (با نماد CapitalStructure کدگذاری شده است). این شاخص از طریق معکوس شاخص اهرم مالی<sup>۳</sup> محاسبه شده است. شاخص اهرم مالی از طریق تقسیم بازدهی حقوق صاحبان سهام بر بازدهی دارایی شرکت به دست می‌آید. عکس این شاخص، عددی بین صفر تا یک است و نسبتی است که معرف ساختار سرمایه بوده و در این تحقیق آزمون شده است. مقدار بزرگ‌تر آن نشان‌دهنده ایجاد بدهی بالاتر با مقدار کمتر حقوق صاحبان سهام است. در مطالعه جلالی و نورعلی‌زاده نشان داده شده است که FLI برای شرکت‌های دولتی بالاتر از شرکت‌های خصوصی بوده و همچنین متوسط امتیاز کارایی نسبی شرکت‌های خصوصی در تمام سال‌های مورد مطالعه پایین‌تر از شرکت‌های دولتی قرار گرفته است. بر این اساس لحاظ FLI-1 در مدل GEE لازم به نظر می‌رسد.

<sup>1</sup>. Barrosa et al., 2010

<sup>2</sup>. Jalali Naini and Nouralizadeh, 2012

<sup>3</sup>. Financial Leverage Index (FLI)

- متغیر حق بیمه به حقوق صاحبان سهام<sup>۱</sup>

این متغیر تناسب بین حقوق صاحبان سهام و میزان بیمه‌نامه فروخته‌شده را اندازه‌گیری می‌کند. به بیان دیگر، معیاری برای اندازه‌گیری تعادل و تناسب در ریسک پذیرفته‌شده شرکت‌های بیمه است. بنابراین هر قدر که شرکت بیمه به‌ازای هر ریال آورده سهام‌دار، بیمه‌نامه بیشتری صادر کند، در واقع ریسک‌پذیرتر حرکت کرده است. متوسط این شاخص برای شرکت‌های معتبر جهانی بین ۱ تا ۳ است؛ درحالی‌که برای برخی شرکت‌های ایرانی این شاخص فراتر از ۱۰ شده است. امری که نشان‌دهنده ریسک‌پذیری بسیار بالای آنهاست (این متغیر با نماد PrmtoSrp کدگذاری می‌شود).

- متغیر مجازی اصلاح نظام تعرفه

برای تشخیص اثر آزادسازی نظام تعرفه بر کارایی در مدل گنجانده شده و مقدار آن برای سال‌های پس از اصلاح نظام تعرفه یعنی ۱۳۸۸ برابر ۱ است (این متغیر با نماد Deregulation کدگذاری شده است).

تعریف معادله

برای آزمون این فرض که می‌توان کارایی شرکت‌های بیمه را از طریق متغیرهای زمینه‌ای<sup>۲</sup> توضیح داد، به تبعیت از کوئلی<sup>۳</sup>، مدل رگرسیون (۱۲) با استفاده از متغیرهای مستقل پیش‌گفته تعریف شد؛ برای به‌دست‌آوردن معناداری مهم‌ترین متغیرهای مستقل تعداد ۱۵۱ مشاهده که در ۲۰ خوشه طبقه‌بندی شده‌اند (به تعداد شرکت‌های بیمه در کشور) توسط روش GEE برازش گردید.

$$\hat{\delta}_{it} = \beta_1 + \beta_2 \times \text{StateOwened}_{it} + \beta_3 \times \text{Stock}_{it} + \beta_4 \times \text{AST}_{it} + \beta_5 \times \text{Marketshare}_{it} + \beta_6 \times \text{Capitalstructure}_{it} + \beta_7 \times \text{PrmtoSrp}_{it} + \beta_8 \times \text{Deregulation}_{it} + \beta_9 \times \text{Claimratio}_{it} \quad (12)$$

در این معادله  $\hat{\delta}_{it}$  معرف امتیاز کارایی بیمه‌گر  $i$  در زمان  $t$  است.

اجرای محاسبات و تجزیه و تحلیل حساسیت ساختار همبستگی مشاهدات

نتیجه اجرای مدل در جدول ۳ آمده است. الگوریتم مورد استفاده برای کنار گذاشتن متغیرهای بی‌معنی، روش گام‌به‌گام<sup>۴</sup> است. محاسبه ماتریس همبستگی در روش GEE مطرح نبوده و خود مدل با برآورد ماتریس همبستگی کاری این امر را محقق می‌کند.

<sup>1</sup>. Premium to Equity

<sup>2</sup>. Contextual

<sup>3</sup>. Coelli, 1996

<sup>4</sup>. Stepwise

جدول ۳: مهم‌ترین متغیرهای مستقل (توضیح‌دهنده) براساس امتیازات نسبی کارایی

مدل‌ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
متغیرهای مستقل (عرض از مبدأ)	۱/۰۷۵	۱/۰۳۸	۰/۹۹۳	۰/۰۰۱	۰/۷۵۶	۰/۶۹۷	۰/۰۰۰
StateOwend	-۰/۰۶۱	-۰/۰۷۲	-۰/۰۶۸	۰/۲۴۰	۰/۰۵۰	۰/۳۳۹	---
Stock	-۰/۰۳۰	-۰/۰۳۱	---	---	---	---	---
AST	-۰/۰۲۰	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۵	۰/۳۵۰	---	---	---
Marketshare	۰/۰۰۱	۰/۵۶۵	---	---	---	---	---
Capitalstructure	-۰/۱۶۳	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۵	۰/۱۴۰	-۰/۱۱۹	۰/۲۳۶	-۰/۱۲۷
PrmtoSrp	۰/۰۰۳	۰/۴۱۲	۰/۰۰۲	۰/۴۲۲	۰/۰۰۳	۰/۲۸۸	۰/۰۰۳
Deregulation	-۰/۰۵۳	-۰/۰۸۸	-۰/۰۵۵	۰/۰۳۸	-۰/۰۶۷	۰/۰۰۱	-۰/۰۶۸
QIC <sup>a</sup>	۳۴/۲۹۷	۳۱/۱۲۴	۲۹/۱۷	۲۴/۰۰۸	۱۷/۷۷۵	۱۴/۱۴۶	۱۴/۷۹
QICC <sup>a</sup>	۲۰/۸۳۲	۱۸/۸۴۲	۱۶/۸۴	۱۴/۹۰	۱۲/۹۲۵	۱۱/۱۲۶	۱۱/۵۴
آزمون نرمال بودن باقیمانده‌ها <sup>b</sup>	Asymp. Sig. (2-tailed)	۰/۷۰					

اما در عین حال می‌توان با تجزیه و تحلیل حساسیت، میزان وابستگی نتایج را به حالت‌های مختلف همبستگی مشاهدات مورد سنجش قرار داد. براین اساس ابتدا با در نظر گرفتن ماتریس همبستگی کاری به صورت مستقل<sup>۱</sup> بهترین مدل برای برآورد ضرایب و معناداری آنها انتخاب شد. بهترین مدل، آن است که کمترین معیار نیکویی برازش<sup>۲</sup> را داشته باشد. جهت تجزیه و تحلیل حساسیت، درجه همبستگی مشاهدات یک خوشه، محاسبه گردید. به عنوان مثال زمانی که  $M=6$  است، مدل چنین فرض می‌کند که مشاهده امتیاز کارایی شرکت X در سال مورد مطالعه با امتیاز کارایی همان شرکت در ۶ همسایه خود در ارتباط است. بدیهی است که این پارامتر نمی‌تواند از تعداد کارایی شرکت X در سال‌های مورد مطالعه منهای ۱، بیشتر باشد. از آنجاکه کل مشاهدات کارایی یک بیمه‌گر، ۹ سال است پس M حداکثر ۸ است.

## نتایج و بحث

یکی از تغییرات محیطی صنعت بیمه، چالش اصلاح و آزادسازی نظام تعرفه است. هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر مثبت و منفی اصلاح نظام تعرفه بر کارایی شرکت‌های بیمه است. مسلم است که تغییرات محیطی تأثیرگذار بر شرکت‌های بیمه تنها منحصر به اصلاح نظام تعرفه نیست و بنابراین بررسی دیگر عوامل مؤثر بر کارایی شرکت‌های بیمه به منظور شناسایی و محاسبه میزان اثر آنها ضروری است. نتیجه تحقیق حاکی از آن است که تأثیر متغیر آزادسازی، بر کارایی معنی‌دار است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که متغیر حق بیمه به حقوق صاحبان سهام، تأثیر مثبت و آزادسازی و ساختار سرمایه، تأثیر منفی بر کارایی دارند.

تأثیر مثبت حق بیمه به حقوق صاحبان سهام نشان‌دهنده آن است که شرکت‌هایی که در فضای رقابتی، ریسک بیشتری کرده و همچنین سرمایه کمتری نیز به کار گرفته‌اند، کارایی بیشتری داشته‌اند. شاخص ساختار سرمایه که از نسبت حقوق صاحبان سهام بر کل دارایی‌های شرکت محاسبه می‌شوند دارای تأثیر منفی بر کارایی است. این یافته به این معنی است که هر چه بیمه‌گر، سرمایه کمتری درگیر کرده باشد، کارا تر است. متغیر مجازی آزادسازی که برای بررسی اثر اصلاح نظام تعرفه در مدل گنجانده شده، تأثیر منفی بر کارایی داشته است که نشان می‌دهد کارایی شرکت‌های بیمه پس از آزادسازی کاهش یافته است. از علل اصلی پایین آمدن کارایی شرکت‌های بیمه بعد از اصلاح نظام تعرفه‌ها، می‌توان به

<sup>1</sup>. Independent

<sup>2</sup>. Quasi-likelihood Information Criterion (QIC)

کاهش سود شرکت‌ها اشاره کرد. کاهش سود شرکت‌ها از یک سو ناشی از تشدید رقابت قیمتی بیمه‌گران و در نتیجه کاهش حق بیمه دریافتی است و از سوی دیگر حاصل شرایط تورمی و مشخصاً افزایش دیات است؛ در واقع بیمه‌گران پس از سال ۱۳۸۸ مجبور به پرداخت خسارت بیشتر به‌ازای هر پرونده خسارت شده‌اند. کاهش سود شرکت‌ها متعاقباً باعث کاهش بازدهی حقوق صاحبان سهام به عنوان یکی از خروجی‌های اصلی مدل تحلیل پوششی داده‌ها شده است.

متغیرهای مجازی نوع مالکیت و معامله‌شدن در بورس فاقد معنی بوده که می‌توان نتیجه گرفت خصوصی یا دولتی بودن شرکت و همچنین معامله‌شدن سهام شرکت در بورس و شفافیت مالی، کمکی به بهبود کارایی شرکت‌ها نکرده است. در توجیه بی‌معنایی مالکیت در این تحقیق و معنی‌دار بودن آن در تحقیق جلالی نائینی و نورعلیزاده<sup>۱</sup> چنین می‌توان استدلال کرد که پس از سال ۱۳۸۹ بسیاری از تبعات پنهان اصلاح نظام تعرفه‌ها به همراه خصوصی‌شدن شرکت‌های بزرگ دولتی آشکار شده است. به نحوی که برخی شرکت‌های قدیمی که رفتار مخصوص به خود را دارند در میان شرکت‌های خصوصی دسته‌بندی شده و برخی شرکت‌های خصوصی نیز که در رقابت ناسالم کاهش قیمت‌ها آلوده شده‌اند با خطای راهبردی، در مسیر پریسک شرکت‌های بیمه دولتی قدم گذاشته‌اند.

متغیرهای سهم بازار و حجم دارایی‌های شرکت نیز فاقد تأثیر معنادار در مدل می‌باشند که نشان می‌دهد شرکت‌ها به‌جای توجه صرف به افزایش حجم دارایی، عوامل دیگری همچون شاخص حق بیمه به حقوق صاحبان سهام را که به‌طور هم‌زمان تناسب دارایی با حق بیمه صادره را می‌سنجد، مد نظر قرار دهند.

کوتاه سخن آنکه، شرکت‌هایی با حقوق صاحبان سهام اندک که رفتاری پریسک داشته‌اند، کارایی بالاتری کسب کرده‌اند. مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار، متغیر مجازی آزادسازی است و نشان می‌دهد که کارایی شرکت‌ها به دلیل این تغییر نهادی کاهش یافته است. از این یافته برمی‌آید که نهاد ناظر باید نظام نظارت مالی برای پیشگیری از نرخ‌شکنی شرکت‌های بیمه را بازنگری و از آن مهم‌تر، اجرا کند. این نهاد باید تدوین و پیاده‌سازی قواعدی را پیگیری کند که همه شرکت‌ها را ملزم به تدارک سرمایه کافی برای بیمه‌گری کند و از صدور بلامانع بیمه‌نامه منع نماید؛ تصویب و اجرای صحیح آیین‌نامه‌هایی که در آن نرخ‌شکنی باعث کاهش توانگری مالی بیمه‌گر می‌شوند باعث خواهد شد که شرکت‌ها از رقابت مخرب پرهیز کنند و شاخص حق بیمه به حقوق صاحبان سهام آنها کاهش یابد. این امر در صورت تحقق کیفیت، سود بیمه‌گران را بهبود می‌بخشد. علاوه بر آن نهاد نظارتی با اقداماتی همچون شفاف‌سازی بازار و آگاه‌ساختن مشتریان از طریق طراحی و پیاده‌سازی نظام رتبه‌بندی بیمه‌گران می‌تواند فضای رقابتی سالمی را ایجاد کند.

## منابع و ماخذ

- Barrosa, C.P.; Nektariosb, M.; Assaf, A., (2010). Efficiency in the Greek insurance industry. *European Journal of Operational Research*, 205(2), pp. 431–436.
- Berger, A.; Humphrey, D.B., (1997). Efficiency of financial institutions: An international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), pp. 175–212.
- Bian, Y.; Li, S., (2011). Ranking decision making units with large set of highly correlated performance indicators: A method based on Gram–Schmidt process. *Expert Systems with Applications*, 38 , pp. 10518–10523.
- Brockett, P.L.; Cooper, W.W.; Golden, L.L.; Rousseau, J.J.; Wang, Y., (2004). Evaluating solvency versus efficiency performance and different forms of organization and marketing in US property–liability insurance companies. *European Journal of Operational Research*, 154 (2), pp. 514–492.
- Brockett, P.L.; Cooper, W.W.; Golden, L.L.; Rousseau, J.J.; Wang, Y., (2005). Financial intermediary versus production approach to efficiency of marketing distribution systems and organizational structure of insurance companies. *Journal of Risk and Insurance*, 72 (3), pp. 393–412.
- Coelli, T.J., (1996). A guide to deap version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program. Working Paper, 8/96, Department of Econometrics, University of New England.
- Cooper, W.W.; Park, K.S.; Pastor, J.T., (1999). RAM: A range adjusted measure of inefficiency for use with additive woodless, and relations to other models and measures in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 11, pp. 5-24.

<sup>۱</sup>. Jalali Naini and Nouralizadeh, 2012

- Cummins, J.D.; Weiss, M.A., (1998). Analyzing firm performance in the insurance industry using frontier efficiency methods. Financial Institutions Center: Financial Institutions Center, 22, pp.1-45.
- Cummins, J.D.; Weiss, M.A., (2000). Analyzing firm performance in the insurance industry using frontier efficiency methods, Boston: Handbook of Insurance, Kluwer Academic Publishers.
- Jalali Naini, S.G.; Nouralizadeh, H.R., (2012). A two-stage DEA to analyze the effect of entrance deregulation on Iranian insurers: A robust approach. Mathematical Problems in Engineering, Article ID 423524.
- Leverly, J.T.; Grace, M.F., (2010). The robustness of output measures in property– liability insurance efficiency studies. Journal of Banking and Finance, 34, pp. 1510–1524.
- Liang, K.Y.; Zeger, S.L., (1986). Longitudinal data analysis using generalized linear models. Biometrika, 73, pp.13–22.
- Portela, S.; Thanassoulis, E.; Simpson, G., (2004). Negative data in DEA: A directional distance function approach applied to bank branches. Journal of the Operational Research Society, 55(10), pp.1111–1121.
- Sharp, J.A.; Liu, W.B.; Meng, W., (2006). A modified slacks–based measure model for data envelopment analysis with ‘natural’ negative outputs and inputs. Journal of Operational Research Society, 57(11), pp.1–6.
- Wang, H.; Yi, B.; Ye, M., (2008). Variable selection based on principal basis analysis. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 34, pp. 1255–1291.
- Wedderburn, R.W.M., (1974). Quasi–likelihood functions, generalized linear models, and the Gauss–Newton method. Riornetrika, 61, pp.439–447.