



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Comparison of the old and new system of Bonus-Malus system for third party insurance of Iran

A.T. Payandeh Najafabadi\*, M. Sakizadeh

Department of Mathematical Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 26 November 2019

Revised: 31 December 2019

Accepted: 02 May 2020

Keywords

*Third Party Insurance;  
Relative Premium; Bonus-  
Malus System; Relative  
Stability Level Average;  
Loimaranta Efficiency.*

ABSTRACT

Recently, the regulations related to compulsory third party damage insurance due to accidents caused by vehicles, or third party insurance in short, have been changed by the Central Insurance.

Purpose: This article presents the main differences between the new and old regulations and then calculates the relative insurance premiums of both regulations and compares their reward and penalty systems based on actuarial criteria.

Findings of the article: To achieve this goal, first its mathematical form is rewritten in the form of a reward-penalty system, then the stable distribution of the system is calculated and based on that, the relative premium of the new reward-penalty system is calculated using the linear method.

Methodology: In order to compare the proposed insurance premium, the stable distribution of the new and old reward-penalty system, and the insurance premium declared by the Central Insurance Agency, are given below. Finally, two old and new reward-penalty systems are compared with each other using the duration of desire to steady state, Louis-Marenta efficiency criteria and the average level of relative stability.

Conclusion: Based on these comparisons, it can be concluded that in general, in the new third party insurance system, unlike the old system, it has the advantage of reaching a stable state sooner, but the insurance premiums provided by the estimated values of the current research are more efficient and fair than the insurance premiums provided are provided by the Central Insurance.

\*Corresponding Author:

Email: [amirtpayandeh@sbu.ac.ir](mailto:amirtpayandeh@sbu.ac.ir)

DOI: [10.22056/ijir.2020.01.01](https://doi.org/10.22056/ijir.2020.01.01)



## مقایسه سیستم جدید و قدیم پاداش - جریمه بیمه شخص ثالث ایران

امیر تیمور پاینده نجف آبادی\*، منصوره ساکی زاده

گروه علوم ریاضی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### چکیده:

اخیراً آیین‌نامه مربوط به بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه یا به اختصار بیمه شخص ثالث توسط بیمه مرکزی تغییر پیدا کرده است. هدف: این مقاله تفاوت‌های اصلی دو آیین‌نامه جدید و قدیم را مطرح و سپس حق بیمه نسبی هر دو آیین‌نامه را محاسبه و سیستم‌های پاداش و جریمه آنها را براساس معیارهای آکچوئری مقایسه می‌کند. یافته مقاله: برای دستیابی به این هدف ابتدا فرم ریاضی آن در قالب یک سیستم پاداش-جریمه بازنویسی شده، سپس توزیع پایدار سیستم محاسبه شده و براساس آن حق بیمه نسبی سیستم پاداش-جریمه جدید از روش خطی محاسبه می‌شود. روش شناسی: در ادامه به منظور مقایسه حق بیمه پیشنهادی، توزیع پایدار سیستم پاداش-جریمه جدید و قدیم تعیین و حق بیمه اعلامی از سوی بیمه مرکزی آورده شده است. نهایتاً دو سیستم پاداش-جریمه قدیم و جدید با استفاده مدت زمان میل به حالت پایدار، معیارهای کارایی لویی-مارنتا و سطح میانگین پایداری نسبی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. نتیجه‌گیری: براساس این مقایسه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در حالت کلی در سیستم جدید بیمه شخص ثالث، برخلاف اینکه سیستم قدیم مزیت زودتر رسیدن به حالت پایدار را دارد ولی حق بیمه-های ارائه شده توسط مقادیر برآوردی پژوهش حاضر کاراتر و منصفانه‌تر از حق بیمه‌های ارائه شده توسط بیمه مرکزی هستند.

### اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: 05 آذر 1398  
تاریخ داوری: 10 دی 1398  
تاریخ پذیرش: 13 اردیبهشت 1399

### کلمات کلیدی

بیمه شخص ثالث  
حق بیمه نسبی  
سیستم پاداش-جریمه  
معیار سطح میانگین پایداری نسبی  
معیار کارایی لویی-مارنتا

\*نویسنده مسئول:

ایمیل: [amirtpayandeh@sbu.ac.ir](mailto:amirtpayandeh@sbu.ac.ir)

DOI: 10.22056/ijir.2020.01.01

## مقدمه

بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه<sup>۱</sup> یا به اختصار بیمه شخص ثالث یک ابزار بیمه است که براساس آن (تمام یا بخشی از) خسارت مالی و جانی وارد شده به اشخاص ثالث در حوادث رانندگی به شرکت بیمه منتقل می‌شود.<sup>۲</sup> براساس قانون، خرید بیمه شخص ثالث برای تمام خودروها اجباری است و نداشتن این بیمه تخلف محسوب می‌شود<sup>۳</sup>، به همین دلیل سهم قابل توجهی از تمرکز شرکت‌های بیمه‌ای مربوط به این رشته است. این مساله باعث ایجاد حساسیت جامعه نسبت به این نوع بیمه‌نامه شده است که منجر به اصلاح و به‌روزرسانی این بیمه‌نامه می‌شود، لذا همین امر موجب تغییر قانون بیمه شخص ثالث<sup>۴</sup> (تاریخ تصویب 20 اردیبهشت 1395) شده است. پژوهش‌های متعددی در خصوص مقایسه سیستم‌های پاداش-جریمه صورت پذیرفته است، از جمله پاینده (1393) که با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و براساس پنج معیار سادگی، جذابیت، طبقه‌بندی صحیح بیمه‌گذاران، سرعت همگرایی و احتمال ورشکستگی، سیستم پاداش-جریمه ایران با سیستم‌های پاداش-جریمه<sup>۵</sup> چهار کشور بلژیک، برزیل، ژاپن و آلمان مقایسه و نشان داد که سیستم موجود، مناسب‌ترین سیستم پاداش-جریمه برای ایران است. در بررسی دیگری، صباغ (1386) سیستم‌های پاداش پاداش-جریمه را معرفی و ابزارهای اصلی بیمه را برای مطالعه، طراحی و ارزیابی سیستم‌های پاداش-جریمه بررسی نمود. علاوه بر این، لمیر و زی<sup>۶</sup> 30 سیستم پاداش-جریمه را با توجه به چهار معیار مختلف از جمله متوسط سطح حق بیمه ثابت، کارایی واریانس حق بیمه، کارایی سیستم‌های پاداش-جریمه و حفظ میانگین در سیستم پاداش-جریمه به منظور بررسی بهینه بودن سیستم مقایسه کردند. در نگاه اول آیین‌نامه جدید بسیار پیچیده به نظر می‌رسد، لذا در این پژوهش برآن شدیم که در ابتدا تفاوت‌های عمده دو آیین‌نامه جدید و قدیم را مطرح کنیم و سپس با یک رویکرد آکچوئری، بیمه شخص ثالث جدید را تحلیل و آن را با بیمه‌نامه قبلی مقایسه کنیم.

در ادامه این پژوهش، در بخش دوم مقایسه قوانین آیین‌نامه قدیم و جدید صورت می‌پذیرد. سپس در بخش سوم، توضیحات مختصری در باب سیستم‌های پاداش-جریمه و مفاهیم اولیه آن داده می‌شود و در ادامه فرم ریاضی آیین‌نامه جدید بیمه شخص ثالث در قالب یک سیستم پاداش-جریمه بازنویسی شده، سپس توزیع پایدار سیستم محاسبه شده و براساس آن حق بیمه نسبی سیستم پاداش-جریمه جدید از روش خطی محاسبه می‌شود. نهایتاً دو سیستم پاداش-جریمه قدیم و جدید با استفاده مدت زمان میل به حالت پایدار، معیارهای کارایی لویی‌مارنتا و سطح میانگین پایداری نسبی در بخش چهارم با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

## مقایسه قوانین قدیم و جدید

با گذشت حدود ۵۰ سال از تصویب بیمه‌نامه شخص ثالث قدیمی در سال ۱۳۴۷، بهبودها و تفاوت‌های ملموسی به نفع مردم و زیان‌دیدگان در آیین‌نامه بیمه شخص ثالث ایجاد شده است که به اختصار به آن‌ها اشاره می‌کنیم.

## تغییر نظام اعمال تخفیف‌های بیمه شخص ثالث

در قانون جدید بیمه شخص ثالث، میزان تخفیف‌های عدم خسارت به ازای هر سال ۵درصد تعیین شده و حداکثر تا ۷۰ درصد (برای سال چهاردهم) افزایش خواهد یافت و بعد از سال چهاردهم، میزان تخفیف عدم خسارت معادل ۷۰ درصد ثابت خواهد ماند. برای مثال اگر شخصی یک سال از بیمه شخص ثالث خود استفاده نکرده باشد، برای تمدید بیمه‌نامه شخص ثالث خود در سال آینده مشمول ۵٪ تخفیف حق بیمه می‌شود. به همین ترتیب با افزایش تعداد سال‌های عدم خسارت، درصد تخفیف بیمه نیز افزایش می‌یابد.

۱. لایحه بیمه اجباری مسؤولیت مدنی دارندگان وسایل موتوری نقلیه زمینی در مقابل شخص ثالث مطروحه در جلسه علنی مجلس شورای اسلامی با تأیید شورای نگهبان، تحت عنوان بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه مورخ 1395/2/20 به شماره نامه 542/13929 به تمام ارگان‌های مربوطه از جمله روزنامه رسمی جمهوری اسلامی به منظور اطلاع‌رسانی به کلیه مردم ابلاغ گردید.

۲. ماده 9 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

۳. ماده 42 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

۴. تاریخ تصویب 20 اردیبهشت ۱۳۹۵

۵. Bonus-Malus

۶. Lemair & Zi, 1994.

در قانون جدید بیمه شخص ثالث، تخفیف به جای ۸ سال، در ۱۴ سال اعمال می‌شود. نحوه اعمال تخفیف عدم خسارت در قانون جدید و قدیم در جدول (1) قابل مشاهده است.

جدول 1: تخفیف‌های بیمه شخص ثالث در دو سیستم قدیم و جدید به ازای تعداد سال‌های بدون خسارت

تعداد سال‌های بدون خسارت													سیستم پاداش-جریمه بیمه شخص ثالث	
14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2		1
70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	قانون جدید
70	70	70	70	70	70	70	60	50	40	30	20	15	10	قانون قدیم

مأخذ: آئین‌نامه اجرایی ماده ۱۸ قانون بیمه شخص ثالث که توسط بیمه مرکزی اعلام شده است.

#### کاهش پلکانی تخفیف در صورت بروز خسارت

در قانون قبلی بیمه شخص ثالث با اولین خسارت و کنده شدن کوپن بیمه‌نامه، تمام تخفیف سال‌های قبلی از بین می‌رفت، اما در قانون جدید بیمه شخص ثالث شرایط تخفیف تغییر کرده و کاهش تخفیف‌ها به صورت پلکانی صورت می‌پذیرد. طبق آیین‌نامه جدید، تخفیف عدم خسارت بیمه‌گذار در صورت بروز خسارت به یک‌باره از بین نمی‌رود. به عنوان مثال، اگر شخصی ۸ سال تخفیف عدم خسارت داشته باشد، ۴۰ درصد تخفیف به بیمه‌نامه شخص ثالث وی تعلق می‌گیرد. حالا در نظر بگیرید که برای بار اول با ماشین خود تصادف کرده و از شرکت بیمه خسارت دریافت می‌کند، در این صورت ۲۰ درصد از میزان تخفیف وی کاهش پیدا کرده و می‌تواند از ۲۰ درصد تخفیف باقی‌مانده خود استفاده کند. در جدول (2) می‌توانید تاثیر خسارت مالی و جانی را بر کاهش تخفیف‌ها مشاهده کنید.

جدول 2: کاهش پلکانی تخفیف بیمه‌گذار براساس تعداد خسارت‌ها(درصد)

تعداد خسارت ادعایی				سیستم پاداش-جریمه بیمه شخص ثالث
4	3	2	1	
---	40	30	20	مالی
---	100	70	30	جانی
80	40	20	10	مالی
100	65	40	20	جانی

مأخذ: آئین‌نامه اجرایی ماده ۱۸ قانون بیمه شخص ثالث که توسط بیمه مرکزی اعلام شده است.

#### عدم نیاز به خرید الحاقیه بیمه‌نامه

چنانچه مبلغ دیه در پایان سال توسط قوه قضائیه افزایش یابد، بیمه‌گذار نیازی به تهیه یا خرید الحاقیه افزایش سقف دیه در بیمه‌نامه خود ندارد. به عبارت دیگر، بیمه‌نامه امسال با هر میزان دیه، برای جبران دیه سال آینده کافی است.

#### میزان تعهد راننده مقصر برای جبران خسارت مالی وارده به خودرو طرف مقابل<sup>1</sup>

در قانون جدید بیمه شخص ثالث، سقف پرداخت خسارت مالی به خودروهای لوکس مشخص شده است، در این تبصره آمده است که خسارت مالی ناشی از حوادث رانندگی صرفاً تا میزان خسارت متناظر وارد به گران‌ترین خودرو متعارف از طریق بیمه شخص ثالث و یا مقصر حادثه قابل جبران خواهد بود.

<sup>1</sup> تبصره 3 ماده 8 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

چنانچه به عنوان مثال یک پراید در تصادف با یک بنز باعث آتش‌سوزی و از بین رفتن کامل بنز که یک میلیارد تومان ارزش دارد، شود، با فرض مقصر شناخته شدن پراید حداکثر خسارتی که مالک بنز از مقصر حادثه یعنی راننده پراید می‌تواند به‌صورت قانونی مطالبه نماید 180 میلیون تومان خواهد بود و راننده پراید نسبت به الباقی خسارت (820 میلیون تومان) هیچ تعهدی نخواهد داشت. این ماده صرفاً برای حمایت از اقشار کم درآمد و الزام اقشار پر درآمد به خرید بیمه بدنه در قانون جدید آمده است.

#### شرکت رانندگان متخلف در پرداخت خسارت<sup>1</sup>

مقصر حادثه در صورتی که به دلیل تخلف از قوانین راهنمایی و رانندگی، مسبب بروز حادثه یا خسارتی شود، باید بخشی از خسارت وارد شده به زیان‌دیده را شخصاً بپردازد و شرکت بیمه همه خسارت را پرداخت نمی‌کند. در چنین حالتی، شرکت بیمه تمام خسارت زیان‌دیده را پرداخت می‌کند اما متناسب با میزان تخلف رانندگی، از خسارت وارد شده، ۲/۵، ۵ یا ۱۰ درصد مبلغ خسارت را از مقصر حادثه دریافت می‌کند.

#### مطالبه خسارت شرکت‌های بیمه از سازمان‌های مقصر<sup>2</sup>

در صورتی که خسارت وارد شده به بیمه‌گذار به دلیل مشکلات راه و جاده، عدم وجود علائم راهنمایی و رانندگی یا نقص خودرو باشد، شرکت بیمه می‌تواند پس از پرداخت هزینه خسارت به بیمه‌گذار، به سازمان‌های مسئول بروز خسارت (سازمان راهداری، شرکت سازنده خودرو، راهنمایی و رانندگی، شهرداری و...) مراجعه کند و به نسبت میزان تقصیر هر یک، از آن‌ها بخشی از خسارت را دریافت کنند. میزان تقصیر سازمان‌های مختلف در خسارت رخ داده توسط دادگاه مشخص می‌شود.

#### پرداخت جریمه در صورت تأخیر شرکت‌های بیمه<sup>3</sup>

مطابق قانون جدید بیمه شخص ثالث، شرکت بیمه باید خسارت ناشی از جرح و فوت را حداکثر ظرف مدت دو هفته پرداخت نماید. شرکت بیمه در صورت تأخیر در پرداخت خسارت، باید روزی معادل نیم هزارم مبلغ خسارت، جریمه پرداخت کند.

#### سیستم پاداش-جریمه

سیستم پاداش-جریمه، سیستمی است که حق بیمه پرداخت شده توسط یک بیمه‌گذار را طبق پیشینه خسارت‌های ادعایی شخصی وی تنظیم می‌کند. پاداش معمولاً تخفیف در حق بیمه است، زمانی که هیچ ادعای خسارتی در سال گذشته وجود نداشته باشد و جریمه به عنوان افزایش حق بیمه در نظر گرفته می‌شود زمانی که حداقل یک ادعای خسارت در سال گذشته اعلام شده باشد. سیستم پاداش-جریمه در بیمه وسایل نقلیه بسیار رایج است و انتخاب روش محاسبه حق بیمه نسبی سیستم پاداش-جریمه بسیار مهم است. یک سیستم پاداش-جریمه بهینه می‌تواند از طرق مختلف طراحی شود:

1- محاسبه هر دو حق بیمه پایه و نسبی برای سیستم پاداش-جریمه خاص.

2- تعیین یک مدل آماری مناسب برای متغیرهای تصادفی در سیستم پاداش-جریمه داده شده.

3- تعیین یک قانون انتقال بهینه برای یک سیستم پاداش-جریمه جدید و

4- ترکیبی از وظایف فوق.

امروزه، طراحی یک سیستم پاداش-جریمه بهینه توسط پژوهشگران مختلف تأکید شده است. به عنوان مثال، لانگه<sup>4</sup> (1969) برخی از ابزارهای بیمه‌ای و ریاضی را برای تعیین حق بیمه یک سیستم نرخ‌گذاری<sup>5</sup> ارائه داد. دیون و واناسه<sup>6</sup> (1992) مدل رگرسیون پواسن و دوجمله‌ای منفی را برای در نظر گرفتن اطلاعات نامتقارن موجود یک شرکت بیمه که علاقه‌مند به برآورد توزیع خسارت در یک سیستم نرخ‌گذاری است را استفاده

<sup>1</sup> ماده 14 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

<sup>2</sup> ماده 16 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

<sup>3</sup> ماده 33 از قانون بیمه اجباری خسارت وارد شده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه

4. Lange

5. Rate-making

6. Dionne & Vanasse

می‌کند. دنوئیت<sup>۱</sup> (1997) یک توزیع پواسون-گونچاروف<sup>۲</sup> را که قبلاً توسط لفر و پیکارد<sup>۳</sup> (1996) معرفی شده بود، برای محاسبه تعداد خسارت-های ادعایی سالانه تحت سیستم پاداش-جریمه در نظر گرفت. در یک مطالعه دیگر، پینکوئست<sup>۴</sup> (1997) پیشنهاد استفاده از شدت خسارت ادعایی در طراحی سیستم پاداش-جریمه را داد. پینکوئست روش‌های متفاوتی از خسارت‌های ادعایی را ارائه داد. والهین و پاریس<sup>۵</sup> (1999) توزیع پواسون آمیخته را برای تعداد خسارت‌های ادعایی تصادفی یک سیستم پاداش-جریمه در نظر گرفتند و حق بیمه بیزی را به دست آوردند. دنوئیت و دائن<sup>۶</sup> (2001) از تابع زیان نمایی برای محاسبه حق بیمه نسبی سیستم پاداش-جریمه استفاده کردند. علاوه بر این، فرانگوس و رونتوس<sup>۷</sup> (2001) هر دو شدت و تعداد خسارت‌های ادعایی را برای طراحی سیستم پاداش-جریمه بهینه در نظر گرفتند. در یک مطالعه دیگر، موریلو و برموز<sup>۸</sup> (2003) یک مدل گاوسی معکوس پواسون را طراحی کردند تا حق بیمه نسبی بیزی را با استفاده از تابع زیان نمایی بدست آورند.

حال فرض کنید سیستم پاداش-جریمه دارای  $S$  سطح که  $1, 2, \dots, S$  شماره‌گذاری شده‌اند، سطح سال آینده بیمه‌گذار در سیستم توسط سطح فعلی و تعداد خسارت‌های ادعایی او در طول دوره فعلی مشخص می‌شود. اگر تعداد خسارت‌های ادعایی در دوره‌های مختلف مستقل باشد آنگاه مسیر حرکتی بیمه‌گذار یک زنجیره مارکف در نظر گرفته می‌شود. با توجه به ویژگی‌های سیستم پاداش-جریمه، در این پژوهش توزیع تعداد خسارت‌های ادعایی سال  $K$  ام،  $N_K$ ، پواسون فرض می‌شود. به طور دقیق‌تر  $N_K$  تابع احتمال شرطی به فرم (1) دارد:

$$P(N_K=n | \Theta=\theta) = \frac{e^{-\lambda\theta}(\lambda\theta)^n}{n!} \quad (1)$$

به طوری که  $\theta$  و  $\lambda$  به ترتیب میانگین تعداد خسارت‌ها و اثر تصادفی ریسک است. اثر تصادفی ریسک، نشان‌دهنده میزان خطر بیمه‌گذار است، به عبارت دیگر ویژگی‌های خطر ناشناخته، تأثیر قابل توجهی بر وقوع ادعاهای خسارت دارد. در ادامه برخی از مفاهیم سیستم پاداش-جریمه مورد استفاده در این مقاله، به اختصار بیان می‌شوند.

#### قانون انتقال

مجموع خسارت‌های ادعایی طی سال جاری مبنای قانون انتقال در یک سیستم پاداش-جریمه است. بنابر دنوئیت<sup>۹</sup> اگر تعداد خسارت‌های گزارش شده  $n$  باشد، آنگاه درایه‌های ماتریس انتقال از فرم زیر بدست می‌آیند:

$$t_{l_1, l_2}(n) = \begin{cases} 1 & \text{اگر بیمه‌گذار از سطح } l_1 \text{ به } l_2 \text{ برود} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases} \quad (2)$$

در واقع  $t_{l_1, l_2}(n)$  درایه‌های ماتریس انتقال  $T(n)$  می‌باشند.

در صورت تبدیل ضوابط اعلامی بیمه مرکزی به فرم قانون انتقال، جدول قانون انتقال در سیستم جدید بیمه شخص ثالث ایران به صورت جدول (3) استخراج می‌شود.

1. Denuit

2. Poissin-Goncharov

3. Lefevre & Picard

4. Pinquest

5. Walhin & Paris

6. Denuit & Dhaene

7. Frangos & Vrontos

8. Morillo & Bermudez

9. 20070

جدول 3: قانون انتقال در سیستم جدید ایران

تعداد خسارت مالی			تعداد خسارت جانی			عدم خسارت	درصد حق بیمه نسبی (ارائه شده در آیین نامه)	سطح سیستم پاداش-جریمه
1	2	3 و بیشتر	1	2	3 و بیشتر	0		
35	35	35	35	35	35	34	200٪	35
35	35	35	35	35	35	33	195	34
35	35	35	35	35	35	32	190	33
35	35	35	35	35	35	31	185	32
35	35	35	35	35	35	30	180	31
34	35	35	35	35	35	29	175	30
33	35	35	35	35	35	28	170	29
32	34	35	34	35	35	27	165	28
31	33	35	33	35	35	26	160	27
30	32	34	32	35	35	25	155	26
29	31	33	31	35	35	24	150	25
28	30	32	30	35	35	23	145	24
27	29	31	29	35	35	22	140	23
26	28	30	28	35	35	21	135	22
25	27	29	27	35	35	20	130	21
24	26	28	26	34	35	19	125	20
23	25	27	25	33	35	18	120	19
22	24	26	24	32	35	17	115	18
21	23	25	23	31	35	16	110	17
20	22	24	22	30	35	15	105	16
19	21	23	21	29	35	14	100	15
18	20	22	20	28	34	13	95	14
17	19	21	19	27	33	12	90	13
16	18	20	18	26	32	11	85	12
15	17	19	17	25	31	10	80	11
14	16	18	16	24	30	9	75	10
13	15	17	15	23	29	8	70	9
12	14	16	14	22	28	7	65	8
11	13	15	13	21	27	6	60	7
10	12	14	12	20	26	5	55	6
9	11	13	11	19	25	4	50	5
8	10	12	10	18	24	3	45	4
7	9	11	9	17	23	2	40	3
6	8	10	8	16	22	1	35	2
5	7	9	7	15	21	1	30	1

مأخذ: محاسبات نویسنده

مقایسه سیستم جدید و قدیم پاداش- جریمه بیمه شخص ثالث ایران

با استفاده از جدول (3) ماتریس‌های انتقال سیستم پاداش-جریمه ایران برای تعداد خسارت‌های ادعایی متفاوت ( $n=1,2,\dots$ ) استخراج می‌شود. برای مقایسه سیستم فعلی با سیستم قدیم نیاز به ماتریس انتقال سیستم قدیم می‌باشیم، از این روی، جدول (4) قانون انتقال سیستم قدیم را نشان می‌دهد.

جدول 4: قانون انتقال در سیستم قدیم ایران

تعداد خسارت مالی				تعداد خسارت جانی				عدم خسارت	درصد حق بیمه نسبی (ارائه شده در آیین نامه)	سطح سیستم پاداش-جریمه
1	2	3	4 و بیشتر	1	2	3	4 و بیشتر	0		
10	11	12	14	11	12	13	15	8	200	15
10	11	12	14	11	12	13	15	8	180	14
10	11	12	14	11	12	13	15	8	165	13
10	11	12	14	11	12	13	15	8	140	12
10	11	12	14	11	12	13	15	8	120	11
10	11	12	14	11	12	13	15	8	110	10
10	11	12	14	11	12	13	15	8	100	9
10	11	12	14	11	12	13	15	7	90	8
10	11	12	14	11	12	13	15	6	85	7
10	11	12	14	11	12	13	15	5	80	6
10	11	12	14	11	12	13	15	4	70	5
10	11	12	14	11	12	13	15	3	60	4
10	11	12	14	11	12	13	15	2	50	3
10	11	12	14	11	12	13	15	1	40	2
10	11	12	14	11	12	13	15	1	30	1

مأخذ: پاینده نجفآبادی، 1393

#### احتمال انتقال

فرض کنید تعداد خسارت‌های ادعایی بیمه‌گذار  $N_1, N_2, \dots, N_k, \dots$  در سال‌های  $k = 1, 2, \dots$  به فرم (1) توزیع شده باشند. آنگاه مسیر حرکت بیمه‌گذار بین سطوح با تأکید بر استقلال امید ریاضی خسارت‌های سالیانه  $\theta$ ، توسط  $\{L_1(\theta), L_2(\theta), \dots, L_k(\theta), \dots\}$  مشخص می‌شود. لازم به ذکر است که وجود  $\theta$  دلیلی بر این که  $L_k(\theta)$  تابعی از  $\theta$  باشد، نیست، اگرچه توزیع  $L_k(\theta)$  ها به  $\theta$  بستگی دارد. حال فرض کنید  $p_{l_1, l_2}(\theta)$  احتمال انتقال از سطح  $l_1$  به  $l_2$  برای بیمه‌گذاری با میانگین تعداد خسارت‌های  $\theta$  است. آنگاه:

$$p_{l_1, l_2}(\theta) = P[L_{k+1}(\theta) = l_2 | L_k(\theta) = l_1] \quad k = 1, 2, \dots \quad (3)$$

همچنین ماتریس احتمال انتقال می‌تواند توسط درایه‌های  $t_{l_1, l_2}(n)$  که در بالا به آن اشاره شد، مشخص شود. لذا کافی است بنویسیم:

$$\begin{aligned} p_{l_1, l_2}(\theta) &= \sum_{n=0}^{\infty} P[L_{k+1}(\theta) = l_2 | N_{k+1} = n, L_k(\theta) = l_1] P[N_{k+1} = n | L_k(\theta) = l_1] \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} P[N_{k+1} = n] t_{l_1, l_2}(n) \end{aligned} \quad (4)$$

$$P(\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} P[N_{k+1} = n] T(n) \quad (5)$$

امیر تیمور پاینده نجف آبادی و منصوره ساکی زاده

به طوری که  $P(\theta)$  ماتریس انتقال مرحله 1 (سال اول) را مشخص می‌کند. ماتریس انتقال  $P(\theta)$  مربوط به سیستم پاداش-جریمه‌ای است که  $N_k$  ها در آن مستقل و به فرم (1) توزیع شده باشند.

رفتار کوتاه مدت سیستم پاداش-جریمه (احتمال انتقال چند مرحله‌ای)



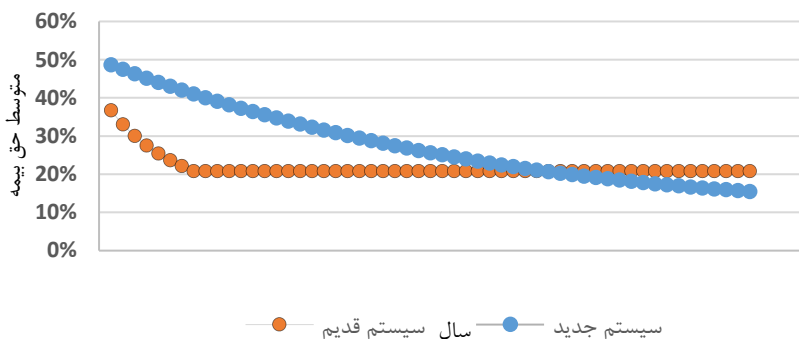
فرض کنید  $P(\theta)$  ماتریس انتقال سال اول باشد، آنگاه  $P^{(i)}(\theta)$  ماتریس انتقال سال  $i$ ام را مشخص می‌کند، به طوری که  $P^{(i)}[t, f](\theta) = P(L_i = f | L_j = t, \theta)$  احتمال انتقال بیمه‌گذار از سطح  $t$  به  $f$  در سال  $i$ ام هنگامی که در حال حاضر سال  $t$ ام است را نشان می‌دهد.

رفتار بلندمدت سیستم پاداش-جریمه

توزیع حالت پایدار  $\pi_f^{SS}(\theta)$  به عنوان رفتار بلندمدت  $P^{(i)}(\theta)$  در نظر گرفته می‌شود. بنابراین از روابط فوق داریم:

$$\pi_f^{SS}(\theta) = \lim_{i \rightarrow \infty} P^{(i)}[1, f](\theta) \quad f = 1, 2, \dots, S \quad (6)$$

به طوری که  $\pi^{SS}(\theta) = (\pi_1^{SS}(\theta), \pi_2^{SS}(\theta), \dots, \pi_S^{SS}(\theta))$  احتمال حالت پایدار برای بیمه‌گذاری با میانگین تعداد خسارت‌های  $\theta$  در سطح  $f=1, 2, \dots, S$  است. هر چه سیستم پاداش-جریمه زودتر به حالت پایدار برسد، عملکرد بهتر سیستم را نشان می‌دهد. نمودار (1) زمان رسیدن دو سیستم جدید و قدیم پاداش-جریمه ایران را به حالت پایدار نشان می‌دهد. از روی نمودار کاملاً مشخص است که سیستم قدیم پس از 8 سال به حالت پایدار خود می‌رسد در حالی که سیستم جدید حتی پس از گذشت 50 سال به حالت پایدار خود نمی‌رسد.



نمودار 1: رفتار بلند مدت دو سیستم پاداش-جریمه

در این پژوهش به منظور محاسبات لازم، توزیع پیشین تعداد خسارت‌ها  $\theta$  گاما با پارامتر مکان و مقیاس مساوی فرض شده است، برای محاسبه حق بیمه نسبی، حق بیمه متداول خطی  $r_l^{lin}$  پیشنهاد شده است. تحت تابع زیان درجه دو برآوردگر به فرم زیر بدست می‌آید:

$$r_l^{lin} = \alpha + \beta l \quad l = 1, 2, \dots, S \quad (7)$$

به طوری که

$$\text{Cov}(\theta, L) = \sum_{l=1}^S l \int \theta \pi_l^{SS}(\theta) dF_{\theta}(\theta) \quad (8)$$

$$\alpha = E(\theta) - \frac{\text{Cov}(\theta, L)}{\text{Var}(L)} E(L), \quad \beta = \frac{\text{Cov}(\theta, L)}{\text{Var}(L)} \quad (9)$$

نشریه علمی پژوهشنامه بیمه دوره 9، شماره 1، زمستان 1398، شماره پیاپی 31، ص 14-1

## نتایج و بحث

در این بخش با استناد به جداول (3) و (4) در ابتدا ماتریس انتقال هر دو سیستم جدید و قدیم پاداش-جریمه ایران محاسبه می‌شود، سپس با استفاده فرمول‌های بخش قبل و روش‌های آکچوئری توزیع پایدار هر دو سیستم پاداش-جریمه با استفاده از کدنویسی R به دست می‌آید، در ادامه محاسبات مربوط به حق بیمه نسبی سطوح مختلف سیستم پاداش-جریمه جدید از روش خطی به فرم معادله (7) صورت می‌پذیرد و در

1. Steady State

2. گیلد و سانت، 1999.

انتها مقایسه بین حق بیمه‌های نسبی سیستم پاداش-جریمه جدید، قدیم و برآورد پژوهش صورت می‌پذیرد. جدول (5) نتایج برآورد حق بیمه نسبی سطوح مختلف اعلام شده توسط بیمه مرکزی و پیشنهاد پژوهش را نشان می‌دهد. همان‌طور که از یافته‌های جدول (5) مشخص است، بین مقادیر برآوردی پژوهش با مقادیر اعلامی بیمه مرکزی تفاوت فاحشی مشاهده نمی‌شود، اما لازم به ذکر است که همین اختلاف یک درصدی در حق بیمه نسبی منجر به اختلاف حدوداً 20 هزار تومانی بیمه شخص ثالث در یک وسیله نقلیه معمولی<sup>1</sup> می‌شود، و از آنجا که خرید این نوع بیمه‌نامه امری لازم‌الاجرا برای تمام وسایل نقلیه موتوری می‌باشد لذا با وجود بیش از 21 میلیون وسیله نقلیه در سراسر کشور، در کل این اختلاف رقم قابل توجهی را منجر می‌شود.

جدول 5: حق بیمه اعلامی بیمه مرکزی و پیشنهاد پژوهش در سیستم پاداش-جریمه جدید

سطح بیمه‌گذار در سیستم جدید	حق بیمه اعلام شده توسط بیمه - مرکزی (درصد)	حق بیمه پیشنهاد پژوهش (درصد)
۱	30	29
۲	35	34
۳	40	39
۴	45	44
۵	50	49
۶	55	54
۷	60	58
۸	65	63
۹	70	68
۱۰	75	73
۱۱	80	78
۱۲	85	83
۱۳	90	88
۱۴	95	93
۱۵	100	98
۱۶	105	102
۱۷	110	107
۱۸	115	112
۱۹	120	117
۲۰	125	122
۲۱	130	127
۲۲	135	132
۲۳	140	137
۲۴	145	141
۲۵	150	146
۲۶	155	151
۲۷	160	156
۲۸	165	161
۲۹	170	166
۳۰	175	171
۳۱	180	176
۳۲	185	180
۳۳	190	185
۳۴	195	190
۳۵	200	195

مأخذ: محاسبات نویسنده

مقایسه سیستم جدید و قدیم پاداش - جریمه بیمه شخص ثالث ایران

مقایسه براساس معیار کارایی لویی مارنتا

به طور منطقی افزایش تعداد ادعای خسارت، می‌بایستی منجر به افزایش حق بیمه بیمه‌گذار گردد، لذا در یک سیستم پاداش-جریمه کارا با افزایش سطح، حق بیمه پرداخت شده بیمه‌گذاران افزایش می‌یابد. کارایی لویی مارنتا<sup>2</sup>  $E_{Loi}(\theta)$  یک مورد مناسب برای اندازه‌گیری چگونگی واکنش سیستم

<sup>1</sup>. به عنوان مثال یک پژو 206 صندوق‌دار مدل 1393

<sup>2</sup>. Loimaranta efficiency.

پاداش—جریمه به تغییر در ریسک راننده است<sup>1</sup>. هرچه راندمان این معیار بزرگتر باشد، سیستم پاداش—جریمه کارا تر است. برای یک سیستم پاداش—جریمه منطقی،  $E_{Ioi}(\theta) \geq 0$  و برای یک سیستم پاداش—جریمه مطلوب،  $E_{Ioi}(\theta) \geq 1$  است. البته لازم به ذکر است که از لحاظ نظری، کارایی می‌تواند مقادیر بالاتر از یک را داشته باشد که سیستم پاداش—جریمه اغلب با کارایی برتر نامیده می‌شود. مقادیر نزدیک به صفر دلالت بر این دارد که سیستم پاداش—جریمه در صورت کاهش (یا افزایش) در فراوانی تعداد ادعاهای خسارت مورد انتظار، تغییرپذیری کمی در پاداش (یا جریمه) از خود نشان می‌دهد. به عبارتی اگر بیمه‌گذاری تعداد خسارت بسیار کمتری (یا بسیار بیشتر) نسبت به سال قبل ادعا نماید، میزان تخفیف (یا جریمه) حق بیمه وی بسیار ناچیز است. مقادیر بزرگ‌تر از یک نشان‌دهنده این هستند که سیستم تغییرپذیری بالایی در تخفیف نسبت به بیمه‌گذاری که کاهش تعداد خسارت‌ها را داشته‌اند، از خود نشان می‌دهد.

محاسبه معیار کارایی لویی‌مارنتا براساس فرمول زیر صورت می‌پذیرد:

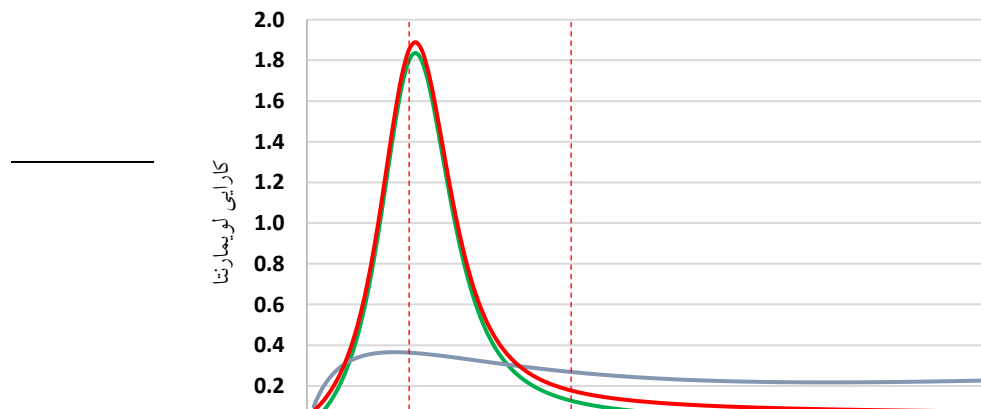
$$E_{Ioi}(\theta) = \frac{\frac{\partial}{\partial \theta} \ln \sum_{i=1}^S \pi_i^{SS}(\theta) r_i(\theta)}{\frac{\partial}{\partial \theta} \ln \theta} \quad (10)$$

به‌طوری که  $r_i(\theta)$  حق بیمه نسبی سطح  $\lambda$ م و  $\pi_i^{SS}(\theta)$  تابع احتمال پایدار سیستم پاداش—جریمه در سطح  $\lambda$ م است. با توجه به فرمول به راحتی می‌توان دید که کارایی فوق‌تابعی از میانگین تعداد خسارت‌ها  $\theta$  است، لذا براساس حق بیمه‌های ارائه‌شده توسط بیمه مرکزی در سیستم پاداش—جریمه قدیم و جدید ایران و مقادیر برآوردی پژوهش حاضر، کارایی لویی‌مارنتا محاسبه شده است، نمودار (2) کارایی لویی‌مارنتا را براساس سه حق بیمه نسبی ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم، ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم جدید و پژوهش حاضر را نسبت به میانگین تعداد خسارت‌ها نشان می‌دهد. به طور تقریبی از نمودار (2) چنین می‌توان استنباط کرد که:

در بازه (0 و 0.08) برای متوسط حق بیمه ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم، سیستم عملکرد بهتری را نشان می‌دهد. در بازه (0.08 و 0.3) برای متوسط حق بیمه ارائه شده توسط مقادیر برآوردی پژوهش حاضر (جدول 6)، سیستم عملکرد بهتری را نشان می‌دهد.

در بازه (1 و 0.3) برای متوسط حق بیمه ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم عملکرد بهتری را نشان می‌دهد. همان‌طور که از روی نمودار (2) کاملاً مشهود است سیستم پاداش—جریمه جدید برای افرادی که در سطوح میانی سیستم قرار می‌گیرند بسیار کارا تر عمل می‌کند زیرا مقادیر کارایی در این موارد بسیار بالاتر از حد معمول کارایی که یک است، می‌باشد. به عبارتی، سیستم تغییرپذیری بالایی در تخفیف نسبت به بیمه‌گذاری که کاهش تعداد خسارت‌ها را داشته‌اند، از خود نشان می‌دهد. و در بقیه سطوح، چه سطوح بالایی و چه پایینی سیستم جدید، مقادیر کارایی نزدیک به صفر است، که دلالت بر این دارد که سیستم در صورت تغییر در فراوانی تعداد ادعاهای خسارت مورد انتظار، تغییرپذیری کمی در پاداش یا جریمه از خود نشان می‌دهد. در نتیجه در حالت کلی در سیستم جدید، حق بیمه‌های ارائه شده توسط مقادیر برآوردی پژوهش حاضر (جدول 6) کارا تر از حق بیمه‌های ارائه شده توسط بیمه مرکزی در هر دو سیستم جدید و قدیم هستند.

امیر تیمور پاینده نجف آبادی و منصوره ساکی زاده



<sup>2</sup> لویی‌مارنتا 1974.

نمودار 2: مقایسه دو سیستم پاداش-جریمه جدید و قدیم براساس کارایی لویی مارنتا

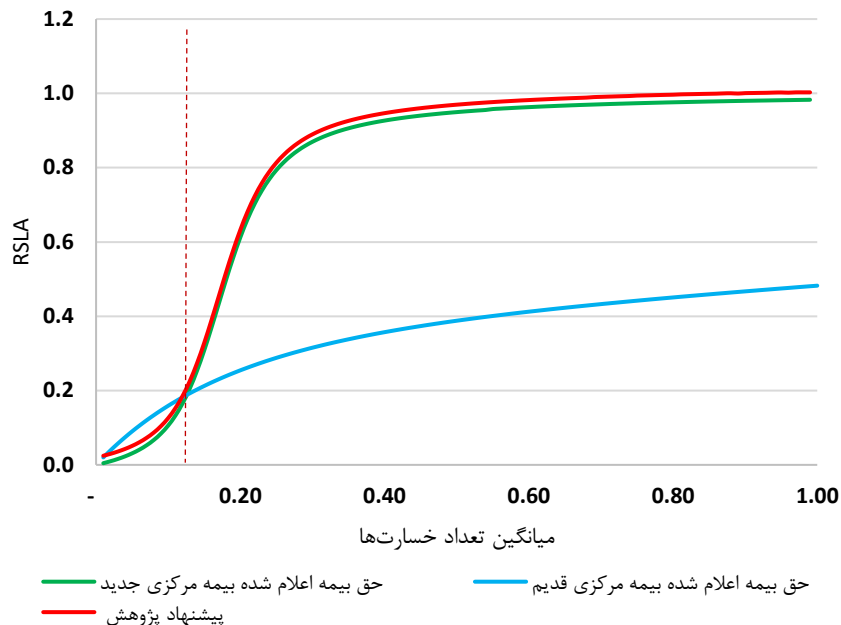
مقایسه براساس سطح میانگین پایداری نسبی<sup>1</sup>

سطح میانگین پایداری نسبی، معیاری است برای بیان جایگاه متوسط رانندگان وقتی که سیستم پاداش-جریمه به حالت پایدار می‌رسد. این معیار درجه تمرکز بیمه‌نامه‌ها را سطوح بالاتر سیستم ارزیابی می‌کند. در واقع معیار RSAL یک مورد مناسب برای اندازه‌گیری منصفانه بودن سیستم پاداش-جریمه است. مقادیر کوچک دلالت بر این دارد که بیمه‌گذاران سطوح پایین می‌بایستی حق بیمه‌ای نزدیک به متوسط حق بیمه کل سطوح را پرداخت کنند که این قابل توجهی برای سیستم نیست. مقادیر بزرگ نشان‌دهنده توزیع مناسب بیمه‌گذاران در بین سطوح است، به عبارتی هرچه مقدار این معیار بزرگتر باشد، سیستم منصفانه‌تر عمل می‌کند. محاسبه معیار فوق براساس فرمول (11) صورت می‌پذیرد.

$$RSAL(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^S \pi_i^{SS}(\theta) r_i(\theta) - r_1(\theta)}{r_s(\theta) - r_1(\theta)} \quad (11)$$

با توجه به فرمول، به راحتی می‌توان دید که مقدار شاخص فوق تابعی از میانگین تعداد خسارت‌ها  $\theta$  است، لذا براساس حق بیمه‌های ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم و جدید ایران و مقادیر برآوردی پژوهش حاضر، معیار RSAL محاسبه شده است، نمودار (3) مقادیر معیار فوق را براساس سه حق بیمه نسبی ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم، ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم جدید و پژوهش حاضر را نسبت به میانگین تعداد خسارت‌ها نشان می‌دهد. به طور تقریبی از نمودار (3) چنین می‌توان استنباط کرد که: در بازه (0 و 0.012) برای حق بیمه‌های ارائه شده توسط بیمه مرکزی در سیستم قدیم، سیستم عملکرد منصفانه‌تری را نشان می‌دهد. در بازه (1 و 0.012) برای حق بیمه‌های ارائه شده توسط مقادیر برآوردی پژوهش حاضر، سیستم عملکرد منصفانه‌تری را نشان می‌دهد. همان‌طور که از روی نمودار (3) کاملاً مشهود است سیستم پاداش-جریمه جدید برای بیمه‌گذارانی که در سطوح پایینی سیستم قرار می‌گیرند، حق بیمه‌ای نزدیک به متوسط حق بیمه کل سطوح را در نظر می‌گیرد که این موضوع برای افراد با خسارت کم عادلانه نیست. از طرفی برای سطوح میانی و بالایی سیستم جدید، مشاهده مقادیر بزرگ سطح میانگین پایداری نسبی منجر به منصفانه‌تر بودن سیستم می‌شود. در نتیجه در حالت کلی در سیستم جدید، حق بیمه‌های ارائه شده توسط مقادیر برآوردی پژوهش حاضر منصفانه‌تر از حق بیمه‌های ارائه شده توسط بیمه مرکزی در هر دو سیستم جدید و قدیم هستند. نهایتاً می‌توان گفت بیمه‌گذاران در سیستم جدید منصفانه‌تر از سیستم قدیم توزیع شده‌اند.

1. Relative Stability Level Average, RSAL



نمودار ۳: مقایسه دو سیستم پاداش-جریمه جدید و قدیم براساس معیار RSAL

## جمع‌بندی و پیشنهادها

سیستم جدید پاداش-جریمه ایران نسبت به سیستم قدیم تغییرات مثبت قابل ملاحظه‌ای داشته‌است ولی با استفاده از نتایج به دست آمده و مطالعه دقیق سیستم پاداش-جریمه ایران، با توجه به ماهیت اجباری بودن بیمه شخص ثالث و تمایل بیمه‌گذار به ارائه عدم خسارت، پیشنهاد می‌شود از توزیع‌های آمیخته و آماسیده برای محاسبه حق بیمه استفاده شود. در همین راستا پاینده نجف آبادی و ساکی‌زاده (2019) پیشنهادی مبنی بر استفاده از توزیع آماسیده و آمیخته برای تعیین حق بیمه نسبی و پایه دادند و نشان دادند که تعیین حق بیمه از این روش‌ها مقادیر بهینه‌تری از حق بیمه‌های محاسبه شده از روش‌های معمول خطی ارائه می‌دهد.

## منابع و ماخذ

- پاینده نجف‌آبادی، امیر تیمور (1393). تحلیل سیستم پاداش و جریمه ایران، پژوهشنامه بیمه، شماره 29، دوره 4: 31-1.
- صباغ، علیرضا (1384). سیستم پاداش-جریمه در شرکت‌های بیمه. پژوهشنامه بیمه، شماره 78، دوره 2: 116-95.

- Bermudez, L.; Morata, L., (2009). A priori ratemaking using bivariate Poisson regression models. Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 44, no. 1: 135-141.
- Dionne, G.; Vanasse, C., (1992). Automobile insurance ratemaking in the presence of asymmetrical information. Journal of Applied Econometrics, Vol. 7, no. 2: 149-165.
- Denuit, M., (1997). A new distribution of Poisson-type for the number of claims. ASTIN Bulletin. Vol. 27, no. 2: 229-242.
- Denuit, M.; Dhaene, J., (2001). Bonus-malus scales using exponential loss functions. Blatter der Deutsche. Blätter der Deutschen Gesellschaft für Versicherungsmathematik, Vol. 25: 13-25.
- Frangos, N.; Vrontos, S., (2001). Design of optimal Bonus-Malus system with a frequency and a severity component on an individual basis in automobile insurance. ASTIN Bulletin, Vol. 31, no. 1: 1-22.

- Lange, J.T., (1969). Application of a Mathematical Concept of Risk to Property-Liability Insurance Ratemaking. *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 36, no. 4: 383-391.
- Lefevre, Cl.; Picard, Ph., (1996). On the first-crossing of a Poisson process in a lower boundary. In *Athens Conference on Applied Probability and Time Series Analysis*. Springer New York.159-175.
- Lemaire, J.; Zi, H., (1994). A comparative analysis of 30 Bonus-Malus systems. *ASTIN Bulletin*, Vol. 24, no. 2: 287-309.
- Loimaranta, K., (1972). Some asymptotic properties of bonus system. *ASTIN Bulletin*, Vol. 6, no. 3: 233-245.
- Morillo, I.; Bermudez, L., (2003). Bonus-malus system using an exponential loss function with an inverse Gaussian distribution. *Insurance Mathematics and Economics*, Vol. 33, no. 1: 49-57.
- Payandeh Najafabadi, A.T.; Sakizadeh, M., (2019). Designing an optimal bonus-malus system using the number of reported claims, steady-state distribution, and mixture claim size distribution. *Industrial and Systems Engineering*, Vol. 32, no. 3: 304-331.
- Pinquet, J., (1997). Allowance for cost of claims in Bonus-Malus systems. *ASTIN Bulletin*, Vol. 27, no. 1: 33-57.
- Pinquet, J., (1998). Designing optimal Bonus-Malus systems from different types of claims. *ASTIN Bulletin*, Vol. 28, no. 2: 205-220.
- Walhin, J.F.; Paris, J., (1999). Using mixed Poisson distribution in connection with bonus-malus system. *ASTIN Bulletin*, Vol. 29, no. 1: 81-99.