پیش‌بینی خسارت رشته بدنه اتومبیل با به‌کارگیری روش‌های سری زمانی (مورد مطالعه: شرکت بیمه پارسیان)

دکتر امیرتیمور پاینده نجف‌آبادی [۱]

زهرا سلطانی رنانی [۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۰۹

چکیده

بیمه اتومبیل در بازار بیمه ایران بالاترین حجم صدور و خسارت را دارد. بنابراین نیاز به تصمیم‌گیری‌های مالی و پیش‌بینی رفتار این بازار برای بیمه‌گران امری ضروری است. سری زمانی از روش‌های توانمند آماری است که با استفاده از روش‌های مبتنی‌بر فرآیندهای تصادفی به مدل‌سازی و پیش‌بینی رفتار متغیرهایی می‌پردازد که به‌گونه‌ای به زمان وابسته‌اند. مقاله حاضر میزان خسارت وارد شده در رشته بیمه بدنه اتومبیل (شرکت بیمه پارسیان از فروردین ماه سال ۱۳۸۵ الی تیرماه ۱۳۸۹) را به‌صورت یک متغیر زمانی درنظرگرفته‌است، سپس با استفاده از دو مدل سری زمانی باکس–جنکینز و وینترز به مدل‌بندی رفتار این متغیر زمانی می‌پردازد. باتوجه به اینکه مشاهدات، روند فصلی دارند از مدل‌های آریمای فصلی ضربی باکس و جنکینز و وینترز فصلی ضربی استفاده شد. ابزار شاخص خطای MAPE نشان می‌دهد مدل وینترز فصلی ضربی برازش دقیق‌تر به داده‌ها ارائه می‌کند. درنهایت با استفاده از مدل منتخب، میزان خسارت برای یک دوره شش‌ماهه پیش‌بینی می‌شود.

واژگان کلیدی: *بیمه بدنه اتومبیل، پیش‌بینی سری زمانی، مدل باکس- جنکینز، مدل وینترز، شاخص خطای MAPE*

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ریاضی (Email: Amirtpayandeh@Sbu.ac.ir)

۲. کارشناس‌ارشد آماربیمه دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ریاضی (نویسنده مسئول)
(Email: Z.soltani.renani@Gmail.com)

۱. مقدمه

اتخاذ تصمیم مناسب در بازارهای مالی از مهم‌ترین شاخص‌ها در حوزه‌های رقابتی شرکت‌ها به‌منظور تأمین بهینه منابع مالی برای بقا در محیط متلاطم تجاری است. پیش‌بینی رفتار دراین‌گونه بازارها نقشی حیاتی در اتخاذ تصمیم‌های مناسب دارد.

بیمه خودرو را می‌توان از جمله رایج‌ترین بیمه‌هایی دانست که در عصر حاضر افراد زیادی با آن سروکار دارند. تعداد زیاد وسایل نقلیه سبک و سنگین با کاربردهای متفاوت باعث وقوع حوادث و اتفاقاتی گوناگون در ابعادی وسیع و گسترده می‌شود که نتیجه آن زیان‌های جانی و مالی فراوان است و جبران اغلب این خسارت‌ها خارج از توانایی مالی دارندگان و یا رانندگان وسایل نقلیه موتوری است. به‌هرحال حادثه اتومبیل، گاهی موجب بروز زیان مالی می‌شود و زمانی فوت و صدمات جانی به‌بارمی‌آورد و این خسارت‌ها نیز گاهی به مالک یا راننده وسیله نقلیه مشخصی که تحت پوشش بیمه قرار گرفته وارد شده و زمانی فرد یا افرادی دیگر دچار زیان می‌شوند که اصطلاحاً به این افراد شخص ثالث می‌گویند.

۱-۱. انواع پوشش‌های بیمه‌ای برای وسایل نقلیه موتوری زمینی

– در بیمه اتومبیل گاهی تعهد بیمه‌گر، جبران خسارت وارده به خود وسیله نقلیه بیمه‌شده است؛ به‌عبارت‌دیگر بیمه‌گر با بیمه‌کردن وسیله نقلیه تعهد می‌کند چنانچه به‌علت هریک از حوادث مشمول بیمه، خسارتی به وسیله نقلیه وارد شده و یا کلاً از بین برود، خسارت را جبران کند. این پوشش بیمه‌ای به بیمه بدنه اتومبیل معروف شده است.

– زمانی‌که بیمه‌گر تعهد کند که اگر اتومبیل بیمه‌شده موجب بروز خسارت جانی یا مالی به اشخاص دیگری غیر از بیمه‌گذار گردد و بیمه‌گذار یا راننده، مسئول جبران خسارت باشد، دراین‌صورت خسارت وارده را پرداخت نماید، این نوع بیمه را بیمه مسئولیت می‌نامند که اصطلاحاً به بیمه شخص ثالث اتومبیل معروف شده است.

وضعیت صنعت بیمه در ایران به‌گونه‌ای است که بیش از نیمی از حجم بازار صدور و خسارت به رشته اتومبیل اختصاص دارد و این رشته، گردش نقدینگی بالایی دارد. براین‌اساس بررسی نوسانات خسارت این رشته، در دوره‌های زمانی مختلف در راستای مدیریت بهینه منابع مالی شرکت‌های بیمه‌گر مفید به‌نظرمی‌رسد و پیش‌بینی خسارت در دوره‌های آتی می‌تواند در کنترل و مدیریت بدهی‌های بیمه‌گران استفاده شود.

علاوه‌براین بیمه مرکزی به‌عنوان یک نهاد ناظر در صنعت بیمه می‌تواند با به‌کارگیری روش‌های پیش‌بینی در صدور و خسارت رشته ثالث در کل صنعت بیمه کشور بر میزان کفایت منابع درآمدی در صندوق تأمین خسارت‌های بدنی بر جبران خسارت‌های مشمول موضوع ماده ۱۰ قانون بیمه اجباری شخص ثالث نظارت و مدیریت کند. پرداخت خسارت در رشته اتومبیل به چهار دسته بدنه، ثالث مالی، ثالث جانی و ثالث سرنشین تقسیم می‌شود. جدول ۱ اطلاعات پرداخت خسارت را در رشته اتومبیل به تفکیک سال پرداخت و بخش دولتی و خصوصی نشان می‌دهد.

جدول۱. درصد مبلغ خسارت پرداختی کل بازار بیمه در رشته اتومبیل به تفکیک سال پرداخت

رشته	بازار بیمه	درصد مبلغ خسارت پرداختی			
		۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
اتومبیل	بخش دولتی	٪۷۱	٪۶۹	٪۷۴	٪۷۸
	بخش غیردولتی	٪۵۰	٪۸۰	٪۷۴	٪۷۲
	کل بازار بیمه کشور	٪۷۰	٪۷۰	٪۷۴	٪۷۷

براساس جدول ۱ رشته اتومبیل به‌طورتقریبی بیش از ۷۰٪ پرتفوی خسارت را در اختیار دارد و حجم پرداخت‌های مالی در این رشته بسیار هنگفت است. بااین‌وجود بررسی نوسانات خسارت در این رشته به‌عنوان یکی از راهکارهای مدیریت ریسک در حوزه منابع مالی شرکت‌های بیمه‌گر ضروری به‌نظرمی‌رسد.

در این مقاله بررسی سری زمانی تعدادی پرونده خسارت در رشته بدنه مطالعه شده و از دو روش معروف سری زمانی باکس- جنکینز و هموارسازی نمایی استفاده شده است. سپس با استفاده از بهترین مدل برازش‌شده، این‌گونه خسارات پیش‌بینی شده‌اند. مقاله حاضر به این‌صورت نگارش شده است: بخش دوم به مرور ادبیات موضوع پرداخته و کارهای ارائه‌شده در مورد مدل‌سازی و پیش‌بینی خسارات وارد شده به یک پرتفوی را بررسی می‌کند. مدل‌های سری زمانی مورد استفاده در این مقاله در بخش سوم معرفی و چگونگی استفاده از آنها در عمل مورد توجه قرار می‌گیرند. در بخش چهارم و پنجم مدل‌های سری زمانی معرفی‌شده استفاده شده‌اند و مناسب‌ترین مدل براساس معیار شاخص خطای MAPE انتخاب شده است. سرانجام براساس مدل ارائه‌شده، پیش‌بینی و نتیجه‌گیری صورت گرفته است.

۲. پیشینه تحقیق

باسونی و حبشی[1] با استفاده از مدل سری زمانی باکس- جنکینز خسارات بیمه اتومبیل را در کشور کویت مدل‌سازی و براساس آن خسارات آینده در رشته را پیش‌بینی کرده‌اند. کامینس و گریپنتراک[2] در پژوهشی به بررسی پیش‌بینی خسارت رشته اتومبیل مربوط‌به کمپانی‌های بیمه در آمریکا توسط مدل‌های هموارسازی نمایی و مدل‌های اتورگرسیو پرداخته‌اند و نتایج این پژوهش نشان می‌دهد به‌منظور پیش‌بینی خسارت‌های مالی، مدل هموارسازی نمایی، برازش دقیق‌تری ارائه می‌کند ولی در مورد خسارت‌های جانی، دو روش چندان تفاوتی نداشته‌اند. بریج[3] با استفاده از مدل‌های هموارسازی نمایی و رگرسیون خطی سری زمانی، خسارت‌های رشته بیمه

1. Bassiouni & Habashi, 2002
2. Cummins & Griepentrog, 1985
3. Berridge, 1998

اتومبیل را در یک کمپانی بیمه در نیوزیلند مدل‌سازی کرد. داری و لوی[۱] نشان دادند که می‌توان تعداد خسارت‌های واقع‌شده اما گزارش‌نشده[۲] را با استفاده از روش سری زمانی باکس- جنکینز مدل‌بندی و پیش‌بینی کرد. رنتالا و هیتکر[۳] در پژوهشی به بررسی کاربرد روش باکس- جنکینز در برآورد برخی شاخص‌های بیمه‌ای از جمله تعداد و مبلغ خسارت پرداخته‌اند و همچنین هاروی و فرناندس[۴] در پژوهشی، کاربرد روش‌های سری زمانی به‌ویژه روش باکس- جنکینز را در برآورد مجموع مبلغ و تعداد خسارت بیمه‌گر بررسی کردند.

۳. شرح روش‌ها

اساس روش‌های سری زمانی، برازش یک مدل آماری بر مبنای داده‌هایی است که در راستای زمان جمع‌آوری شده‌اند. یعنی با یافتن قانون حاکم بر داده‌های زمانی می‌توان مدلی را طراحی کرد که قابل تعمیم به آینده باشد. این‌گونه مدل‌های آماری را مدل‌های سری زمانی می‌نامیم. در ادامه به معرفی مختصر برخی از مدل‌های معروف سری زمانی می‌پردازیم.

۳-۱. مدل سری زمانی باکس – جنکینز یا ARIMA:[۵]

مدل سری زمانی باکس–جنکینز یکی از مدل‌های سری زمانی پرطرفدار است. الگوی عمومی باکس و جنکینز از مرتبه p, q, d, D, P ,Q به‌این‌صورت نوشته می‌شود:

$$\varphi_p(B)\varphi_P(B^L)\nabla_L^D\nabla^d y_t^* = \delta + \theta_q(B)\theta_Q(B^L)a_t \qquad (۱)$$

که به مدل «آریمای فصلی ضربی باکس و جنکینز» مشهور است که در آن:

---

1. Doray & Louis, 1996
2. Incurred But Not Reported (IBNR)
3. Rantala & Hietikko, 1988
4. Harvey & Fernandes, 1989
5. Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)

_ $\phi_p(B)=\left(۱-\phi_۱B-\phi_۲B^۲-...-\phi_pB^p\right)$ عملگر اتورگرسیو غیرفصلی از مرتبه P؛

- $\phi_P\left(B^L\right)=\left(۱-\phi_{۱,L}B^L-\phi_{۲,L}B^{۲L}-...-\phi_{P,L}B^{PL}\right)$ عملگر اتورگرسیو فصلی از مرتبه P؛

- $\theta_q(B)=\left(۱-\theta_۱B-\theta_۲B^۲-...-\theta_qB^q\right)$ عملگر میانگین متحرک غیرفصلی از مرتبه q؛

- $\theta_Q\left(B^L\right)=\left(۱-\theta_{۱,L}B^L-\theta_{۲,L}B^{۲L}-...-\theta_{Q,L}B^{QL}\right)$ عملگر میانگین متحرک فصلی از مرتبه Q؛

- $\delta=\mu\phi_p(B)\phi_p\left(B^L\right)$ مقدار ثابت مدل نامیده می‌شود که در آن μ میانگین واقعی سری زمانی ایستایی است که مدل شده است؛

- $\alpha_t,\alpha_{t-۱},...$ جملات اغتشاش و تصادفی هستند که از توزیع نرمال پیروی می‌کنند؛

- $\phi_۱,\phi_۲,...,\phi_p,\phi_{۱,L},...,\phi_{۲,L},\theta_۱,\theta_۲,...,\theta_q,\theta_{۱,L},\theta_{۲,L},...,\theta_{Q,L}$ و δ پارامترهای نامعلوم و مجهول‌اند که باید از داده‌های نمونه برآورد گردند؛

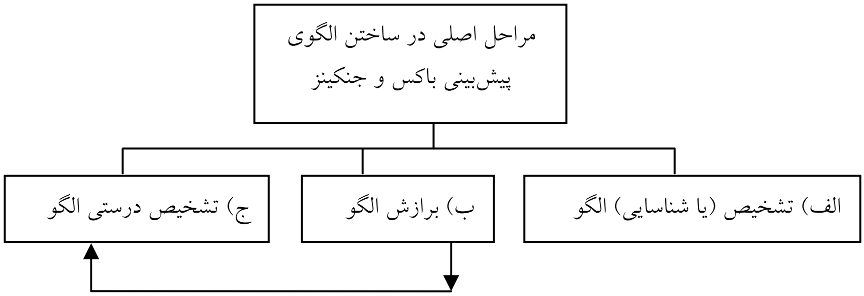
- B عملگر پس‌رو که به شکل $B^ky_t=y_{t-k}$ تعریف می‌شود؛

- ∇ عملگر غیرفصلی نامیده می‌شود و به شکل $\nabla=۱-B$ تعریف می‌شود؛

- ∇_L عملگر فصلی نامیده می‌شود و به شکل $\nabla_L=۱-B^L$ تعریف می‌شود.

به‌طورخلاصه در این مدل p و p به‌ترتیب مرتبه غیرفصلی و فصلی جز اتورگرسیو، q و Q به‌ترتیب مرتبه غیرفصلی و فصلی جزء میانگین متحرک‌اند. مراحل اصلی در ساختن الگوی پیش‌بینی باکس و جنکینز در نمودار ۱ خلاصه شده است.

نمودار۲: مراحل اصلی در ساختن الگوی پیش‌بینی باکس- جنکینز



ایستایی سری زمانی، نرمال‌بودن و عدم‌برازش مدل سری زمانی به مانده‌ها فرضیات اساسی هستند که در مدل‌سازی سری زمانی همواره باید مورد توجه قرار گیرند. به زبان ساده، البته نه خیلی دقیق، ایستایی یک متغیر زمانی را می‌توان ثابت‌بودن آن متغیر در طول زمان تفسیر کرد. متغیرها یا سری زمانی به خودی خود ایستا نیستند. البته در هنگام مدل‌سازی باید آنها را ایستا نمود. با استفاده از دو روش «فرآیند تفاضلی‌کردن» و استفاده از «تبدیل‌های پایداری واریانس» می‌توان سری‌های ناایستا را ایستا کرد.[۱]

۲-۳. مدل سری زمانی SARIMA:[۲]

مدل سری زمانی SARIMA حالت خاصی از رده کلی مدل‌های سری زمانی است که اگر چه لزوماً ایستا نیستند، اما همگن بوده و تفاضل مرتبه dام آن یک فرآیند SARIMA فصلی ایستاست. ساخت مدل SARIMA یک فرآیند تکراری شامل شناسایی، برآورد پارامترها و بررسی درستی تشخیص است تا مناسب‌ترین مدل به‌دست‌آید. اولین قدم در این روش رسم نمودار سری زمانی متغیر زمانی است. باتوجه به نمودار معمولاً ایده خوبی در مورد اینکه آیا سری زمانی دارای روند،

---

۱. برای اطلاع بیشتر ر.ک: کرایر، ۱۳۸۴

2. Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)

ویژگی فصلی و واریانس غیرثابت است، به‌دست‌می‌آید. این درک معمولاً مبنایی را برای ایجاد یک تبدیل مناسب داده‌ها فراهم می‌سازد. جهت تأیید درجه تفاضلی‌کردن، نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی سری اولیه رسم و پس از شناسایی مدل سری زمانی، پارامترهای مدل برآورد گردید.

بعد از شناسایی و برآورد پارامترهای مدل، لازم است تا کفایت الگو را با بررسی اینکه آیا فرض‌های الگو برقرار هستند، ارزیابی کرد. فرض اساسی این است که سری باقی‌مانده‌ها، توزیع نرمال با واریانس ثابت دارند. جهت بررسی نرمال‌بودن باقیمانده‌ها می‌توان از آزمون آماری کلموگروف- اسمیرنوف و یا نمودار چندک‌های مانده‌ها در مقابل چندک‌های توزیع نرمال استفاده کرد.

۳-۳. مدل سری زمانی وینترز

در روش هموارسازی نمایی، تغییرات سری زمانی به‌صورت گام‌به‌گام و با استفاده از مشاهدات قبلی برآورد می‌شود. برآورد هر مشاهده به مشاهدات قبلی بستگی دارد و با ورود هر مشاهده جدید بهنگام می‌شود. ضریب تأثیر مشاهده جدید و مشاهدات قبل از آن، پارامترهای مدل را تشکیل‌می‌دهند. برای استفاده از روش هموارسازی نمایی، نیازی به حصول ایستایی مشاهدات نداریم، کافی است نوع فصل(جمعی، ضربی) و تعداد مشاهدات تشکیل‌دهنده یک فصل را تعیین کنیم که باتوجه به نمودار مشاهدات برحسب زمان قابل تشخیص است. روش‌های هموارسازی مانند مدل‌های دیگر سری زمانی به دو دسته عمده برای سری‌های فصلی و غیرفصلی تقسیم‌بندی می‌شوند. روش‌های هموارسازی مرتبه یک و حالت ویژه سری‌های زمانی غیرفصلی، روش وینترز و هموارسازی مرتبه دوم ویژه سری‌های زمانی فصلی به‌کارمی‌رود. در این پژوهش به‌دلیل وجود اثر فصلی در مشاهدات از مدل وینترز استفاده شده است.

برای استفاده از روش وینترز احتیاجی به حصول ایستایی مشاهدات نداریم، کافی است نوع فصل(جمعی، ضربی) و اینکه چه تعداد مشاهده تشکیل‌دهنده یک فصل

است را تعیین کنیم. تفاوت مدل‌های فصلی جمعی و فصلی ضربی در این است که در نوع ضربی، الگوی فصلی‌بودن با افزایش تعداد مشاهدات تغییر خواهد کرد، ولی در مدل جمعی الگوی فصلی به تعداد مشاهدات بستگی ندارد، که باتوجه به نمودار سری زمانی، نوع فصلی ضربی‌بودن مناسب تشخیص داده می‌شود. مسئله مهم دیگری که باقی می‌ماند انتخاب مقادیر مناسب برای سطح، روند و فصلی‌بودن سری زمانی است که مقادیری بین ۰ تا ۱ را می‌توانند، اختیار کنند. با یک جستجوی شبکه‌ای، مقادیر مختلفی را برای این مقادیر درنظرمی‌گیریم و باتوجه به مقادیر شاخص‌های اندازگیری دقت مدل می‌توان بهینه‌ترین ضرایب را انتخاب کرد.

در مدل فصلی با روند خطی، اگر $\hat{S}_n$ و $\hat{\beta}_1(n)$ و $\widehat{\beta}_0(n)$ مقادیر هموارشده اثرهای فصلی و شیب و عرض از مبدأ در زمان n باشند، پیش‌بینی در مبدأ در زمان n باشند، پیش‌بینی $\widehat{Y}_{n+1}$ در مبدأ n به کمک این رابطه محاسبه می‌شود:

$$\left[\bar{\bar{\bar{TR}}}_n + \hat{\beta}_1(n)\right]\ (1) = \widehat{X}_n \times \hat{S}_{n+1} \qquad (2)$$

که در آن، $\bar{\bar{\bar{TR}}}_n = \left[\hat{\beta}_0(n) + \hat{\beta}_1(n)\times n\right]$ در این روش، $\hat{S}_t$ و $\hat{\beta}_1(n)$ و $\bar{\bar{\bar{TR}}}_n$، توسط روابط زیر بهنگام می‌شوند:

$$\bar{\bar{\bar{TR}}}_t = \alpha\left(\frac{X_t}{\hat{S}_{t-3}}\right) + (1-\alpha)\left(\bar{\bar{\bar{TR}}}_{t-1} + \hat{\beta}_1(t-1)\right) \qquad (3)$$

$$\widehat{B}_1(t) = \beta\left(\bar{\bar{\bar{TR}}}_t - \bar{\bar{\bar{TR}}}_{t-1}\right) + (1-\beta)\hat{\beta}_1(t-1) \qquad (4)$$

$$\hat{S}_t = \gamma\left(\frac{x_t}{\bar{\bar{\bar{TR}}}_t}\right) + (1-\gamma)\hat{S}_{1-s} \qquad (5)$$

در این روابط $1 > \alpha > 0$ و $1 > \beta > 0$ و $1 > \gamma > 0$ ثابت‌های هموارسازی نامیده می‌شوند.

در رابطه (۳)، $\frac{x_t}{\hat{S}_{t-s}}$ برآوردی از TR_t است که به محض مشاهده x_t، محاسبه می‌شود و $\bar{\bar{\bar{TR}}}_{t-1} + \hat{\beta}_1(t-1)$ برآورد دیگری از TR_t، حاصل گسترش مدل

برازنده‌شده برای روند در زمان $t-1$ به زمان t است. پس TR_t در رابطه (۳) میانگین موزون این دو برآوردگر است. تعابیر مشابهی نیز برای $\hat{S}_t$ و $\hat{\beta}_1(t)$ می‌توان ارائه کرد.

وینترز شیوه‌ای هم برای تعیین برآوردهای اولیه $\bar{\bar{TR}}_0$ و $\hat{\beta}_1(0)$ و $\hat{S}_{j-s}$، $(j=1,2,\dots,s)$، به این شرح ارائه کرده است. اگر داده‌ها برای k دوره تناوب کامل در دسترس باشند $(n=k\times s)$ و $\bar{X}_i$ $(i=1,2,\dots,k)$ میانگین مقادیر مشاهده‌شده در دوره iام باشد، $\bar{\bar{TR}}_0$ و $\hat{\beta}_1(0)$ را به‌ترتیب، عرض از مبدأ و شیب خط واصل بین نقاط $\left(\frac{s}{2},\bar{x}_1\right)$ و $\left(n-\frac{s}{2},\bar{x}_k\right)$ اختیار می‌کنیم، یعنی:

$$\hat{\beta}_1(0)=\frac{\bar{x}_k-\bar{x}_1}{n-s}=\frac{\bar{x}_k-\bar{x}_1}{(k-1)s}\qquad \bar{\bar{TR}}_0=\bar{X}_1-\frac{s}{2}\hat{\beta}_1(0) \tag{۶}$$

برای محاسبه برآوردهای اولیه اثرهای فصلی، این کمیت‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$S_t^{\circ}=\frac{X_t}{\bar{X}_i+\left(j-\frac{s+1}{2}\right)\hat{\beta}_1(0)}\quad \text{و}\quad t=1,2,\dots,n \tag{۷}$$

در رابطه فوق، j نشان‌دهنده فصل است و i نشان‌دهنده دوره متناظر با زمان t، که باتوجه به

$$t=j+(i+1)s,\ \ i=1,2,\dots,k,\ \ j=1,2,\dots,s$$

تعیین می‌شوند. مخرج کسر سمت راست تساوی (۷) برآوردی از $\bar{\bar{TR}}_t$ است که از خط ماربر نقطه میانی دوره iام با شیب $\hat{\beta}_1(0)$ حاصل می‌شود. پس باتوجه به ساختار مدل کلاسیک ضربی، $S_j^{\circ}+(t-1)s$ها به ازای $i=1,2,\dots,k$ برآوردگرهایی از S_j هستند. وینترز میانگین S_t°ها، یعنی $\overline{S_j^{\circ}}=\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k}S_{j+(i-1)s}^{\circ}$ را درنظرگرفت و سپس تصحیح‌شده آنها را به‌گونه‌ای که مجموعشان برابر با S شود، یعنی:

$$\hat{S}_{i-s}=\frac{\overline{S_l^{\circ}}}{\sum_{l=1}^{s}S_l^{\circ}}\times S\ ,\ j=1,2,\dots,S \tag{۸}$$

به‌عنوان برآوردگرهای اولیه اثرهای فصلی پیشنهاد کرد.[۱]

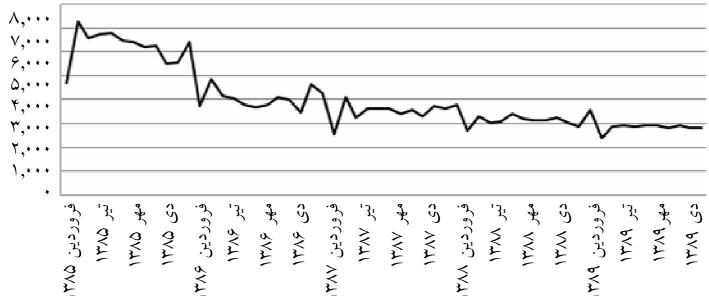
شاخص انتخاب مناسب‌ترین مدل، شاخص خطایی MAPE است که به‌صورت $\mathrm{MAPE} = \%100 \frac{\sum \left| x_t - \hat{x}_t \right|}{n x_t}$ تعریف شده و کوچک‌بودن آن مناسب‌تربودن مدل را نتیجه می‌دهد.

۴. مدل‌سازی خسارات واردشده به بیمه اتومبیل شرکت بیمه پارسیان

بیمه پارسیان فعالیتش را هم‌زمان با شروع فعالیت شرکت‌های بیمه خصوصی از اردیبهشت ماه ۱۳۸۲ آغاز کرده است. مشاهدات سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ به‌دلیل تغییرات در شرایط بازار و شرایط محیطی برای تحلیل مناسب نیست؛ لذا تعداد پرونده خسارت در رشته بدنه به‌صورت ماهیانه از ابتدای سال ۱۳۸۵ تا تیر ۱۳۸۹ به‌منظور برازش مدل به‌کاررفته‌است. از مشاهدات مرداد تا دی‌ماه سال ۱۳۸۹ به‌منظور ارزیابی سازگاری مدل با واقعیت استفاده شده است.

نمودار ۲ رفتار زمانی تعداد پرونده خسارت بدنه از سال ۱۳۸۵ تا دی ۱۳۸۹ این شرکت را نشان می‌دهد.

نمودار۲. سری زمانی تعداد پرونده خسارت بدنه از سال ۱۳۸۵ تا دی‌ماه ۱۳۸۹



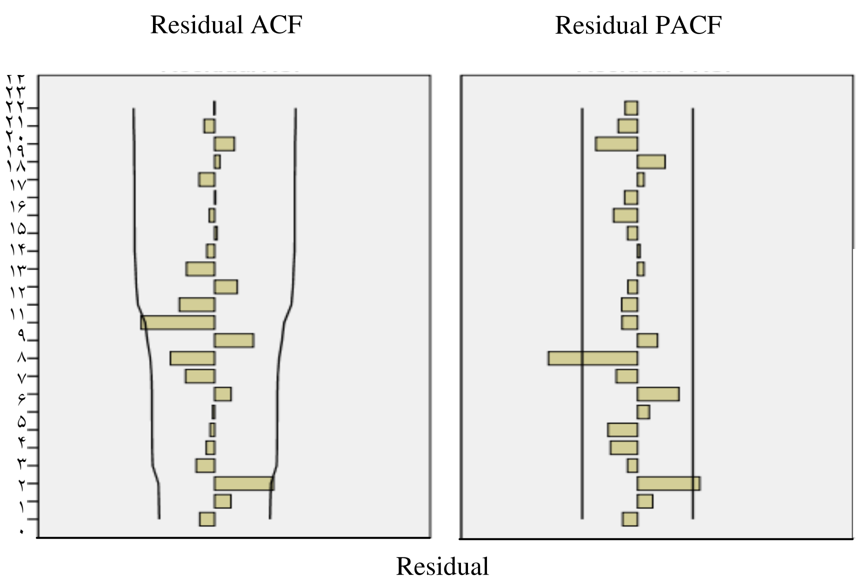
۱. برای اطلاع بیشتر ر.ک: Hyndman & Koehler, 2008

همان‌طور که نمودار ۲ نشان می‌دهد وجود یک الگوی زمانی و فصلی در این سری زمانی مشهود است. بدین‌صورت که از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ در اسفندماه هر سال با افزایش تعداد پرداخت خسارت بدنه، در فروردین با کاهش آن و سپس در اردیبهشت با افزایش دوباره روبرو بوده‌ایم. به‌طورکلی تعداد پرونده خسارت بدنه در حال کاهش است. اکنون با استفاده از نرم‌افزارهای Spss ۱۷ و Minitab ۱۵ به برازش مدل‌های SARIMA و وینترز می‌پردازیم. شاخص انتخاب مناسب‌ترین مدل شاخص خطاییMAPE است.

۱-۴. مدل SARIMA

نخست به‌منظور ایستاکردن سری زمانی از تبدیل لگاریتم طبیعی و تفاضل‌گیری استفاده می‌شود. سپس با رسم نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی سری زمانی مرتبه اتورگرسیو و میانگین متحرک مدل تشخیص داده می‌شود. نمودار ۳ خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی سری زمانی را نشان می‌دهد. با استفاده از این نمودار می‌توان مدل SARIMA (۱،۱،۰) (۰،۱،۰) را یک مدل مناسب برای داده‌ها انتخاب کرد.

نمودار۳. نمودارهای همبستگی و همبستگی جزئی



اکنون به بررسی مناسب‌بودن این مدل می‌پردازیم. جدول ۲ نتیجه بررسی مدل برازش‌شده را براساس شاخص خطایی MAPE نشان می‌دهد. براساس مقدار معناداری این آماره می‌توان نتیجه گرفت که در سطح معناداری ۰/۰۵ مدل برازش‌شده مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

جدول۲. نتایج مدل SARIMA

نتایج برآورد مدل				
مقدار معناداری	درجه آزادی	مقدار آماره	MAPE	مدل SARIMA
۰/۰۲۶	۱۷	۳۰/۰۶۳	۹/۵۱۴	تعداد پرونده خسارت بدنه

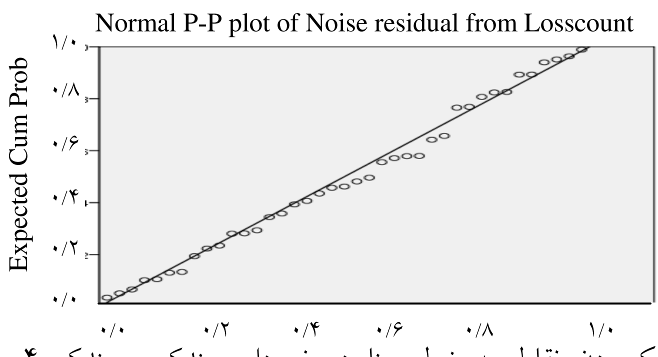
نرمال‌بودن مانده‌ها یکی دیگر از فرضیات اساسی مدل است که جدول۳ براساس آزمون کلموگروف اسمیرنوف و نمودار چندک- چندک ۴ به بررسی آن پرداخته‌اند.

جدول۳. آزمون کلموگروف اسمیرنوف مانده‌ها

میزان معناداری آزمون	مقدار آماره آزمون	مانده‌ها
۰/۹۳	۰/۵۴	ایستا و نرمال

باتوجه به میزان معناداری آزمون (۰/۹۳) می‌توان نرمال‌بودن مانده‌ها را در سطح معناداری ۰/۰۵ پذیرفت.

نمودار ۴. چندک‌های مانده‌ها در مقابل چندک‌های توزیع نرمال



باتوجه به نزدیک‌بودن نقاط به خط مبنا در نمودار چندک- چندک ۴ می‌توان درست‌بودن فرض نرمال‌بودن مانده‌ها را تأیید کرد.

۲-۴. مدل سری زمانی وینترز

برای به‌دست‌آوردن پارامترهای مدل وینترز از جستجوی شبکه استفاده می‌شود، که درنهایت بهترین مدل وینترز فصلی ضربی با کمترین درصد میانگین مطلق خطا انتخاب شد. جدول ۴ مدل وینترز برازش‌شده به داده‌ها را نشان می‌دهد. باتوجه به مقادیر معناداری پارامترها می‌توان معناداری تمامی پارامترها را در سطح معناداری ۰/۰۵ نتیجه گرفت.

جدول۴. نتایج برآورد پارامترها در مدل وینترز

متغیر	تبدیل	پارامترها	برآورد پارامترها	مقدار آماره آزمون	مقداری معناداری آزمون	MAPE
تعداد پرونده خسارت	لگاریتم طبیعی	α	۰/۴۲۵	۳/۹۷	۰	۶/۰۱
		β	۰/۰۰۱	۱/۲۷	۰/۰۶۲	
		γ	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۰۴۱	

باتوجه به جدول ۴ می‌توان مدل وینترز فصلی ضربی با پارامترهای ۰/۴۵۲، ۰/۰۰۱ و ۰/۲۴ را به داده‌ها برازش کرد. جدول ۵ مناسب‌بودن مدل برازش‌شده را براساس شاخص خطایی MAPE بررسی می‌کند.

جدول ۵. نتایج مدل وینترز

مدل وینترز فصلی ضربی	نتایج برآورد مدل			
	MAPE	مقدار آماره	درجه آزادی	مقدار معناداری آزمون
تعداد پرونده خسارت بدنه	۶/۰۱۰۴	۲۶/۶۷۳	۱۵	۰/۰۳۱۵

باتوجه به مقدار کوچک معناداری آزمون (۰/۰۳۱۵) می‌توان مناسب‌بودن مدل را در سطح معناداری ۰/۰۵ نتیجه گرفت.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این تحقیق به‌منظور مقایسه عملکرد مدل سری زمانی باکس- جنکینز و وینترز برای پیش‌بینی تعداد پرونده خسارت بدنه انجام شده است، برای این منظور مشاهدات سال‌های ۱۳۸۵ الی تیرماه ۱۳۸۹ درنظرگرفته‌شدند و از مشاهدات مرداد الی دی‌ماه ۱۳۸۹ برای ارزیابی سازگاری مدل استفاده می‌شود. باتوجه به وجود روند فصلی در مشاهدات دو مدل آریمای فصلی و وینترز فصلی ضربی برازش داده شد. بهترین مدل‌ها (۰,۱,۰)(۱,۱,۰) SARIMA و (۰/۲۴، ۰/۰۰۱، ۰/۴۵) Winter's به‌دست‌آمدند.

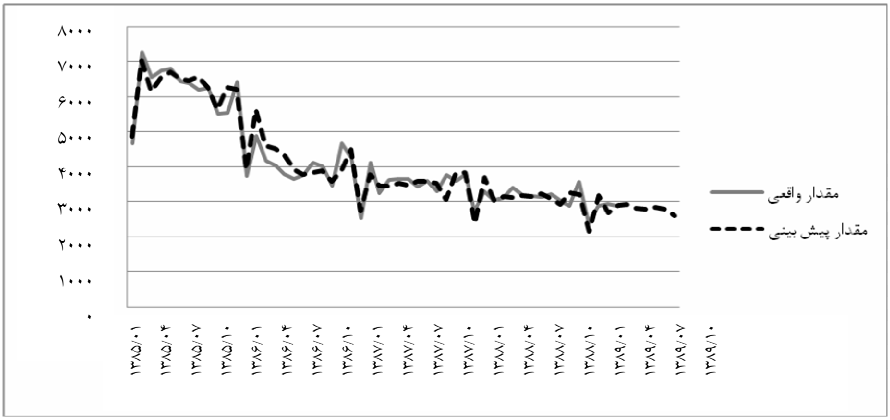
اکنون با استفاده از شاخص خطایی MAPE به مقایسه دو مدل برازش‌شده می‌پردازیم. جدول ۶ مقدار MAPE را برای دو مدل برازش‌شده نشان می‌دهد.

جدول ۶. مقدار MAPE برای دو مدل برازش‌شده

مدل وینترز	مدل SARIMA	
٪ ۶	٪۱۰	شاخص خطایی MAPE

باتوجه به مقدار شاخص خطایی MAPE مدل وینترز، برازش بهتری به داده‌ها ارائه می‌کند. اکنون با استفاده از مدل وینترز برازش‌شده به داده‌ها می‌توان به پیش‌بینی رفتار متغیر زمانی تعداد خسارات وارد شده به پرتفوی بیمه اتومبیل بیمه پارسیان پرداخت. نمودار ۵ و جدول ۷ شاخص‌ها و مقادیر پیش‌بینی این سری زمانی را برای یک دوره ۶ ماه نشان می‌دهد.

نمودار ۵. نمودار تعداد واقعی مشاهدات در مقابل تعداد پیش‌بینی‌شده توسط مدل وینترز



جدول ۷. تعداد واقعی و تعداد پیش‌بینی‌شده توسط مدل وینترز

تاریخ	تعداد پرونده خسارت واقعی	تعداد پیش‌بینی‌شده	خطای پیش‌بینی
۱۳۸۹/۰۵	۲/۹۴۵	۲/۹۳۲	٪ ۰
۱۳۸۹/۰۶	۲/۹۱۹	۲/۸۲۴	٪ ۳
۱۳۸۹/۰۷	۲/۸۵۶	۲/۸۰۱	٪ ۲
۱۳۸۹/۰۸	۲/۹۱۷	۲/۸۵۹	٪ ۲
۱۳۸۹/۰۹	۲/۸۴۸	۲/۸۰۱	٪ ۲
۱۳۸۹/۱۰	۲/۸۴۰	۲/۶۰۳	٪ ۸
جمع شش ماه	۱۷/۳۲۵	۱۶/۸۲۰	٪ ۳

باتوجه به نتایج مدل‌بندی میزان خسارت توسط سری زمانی وینترز می‌توان گفت خطای پیش‌بینی در این روش تقریباً قابل اغماض است و بیمه‌گران می‌توانند در پیش‌بینی خسارت رشته اتومبیل و همچنین پیش‌بینی میزان صدور این رشته و رشته‌های مختلف به‌منظور تنظیم پرتفوی از این روش سری زمانی بهره بگیرند.

در این تحقیق از روش‌های سری زمانی یک متغیره استفاده شده است و عوامل مؤثر دیگر نظیر نوع ماشین، جنسیت بیمه‌گذاران و ... که بر میزان خسارت به‌صورت

مستقیم (یا غیرمستقیم) در مدل وارد نشده‌اند، لذا می‌توان با شناسایی این عوامل و بررسی تأثیر آنها از روش‌های سری زمانی چند متغیره استفاده کرد.

منابع

۱. آمار و اطلاعات بیمه‌ای سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، بیمه مرکزی ج. ا. ا. <http://www.centinsur.ir/frmHome_fa-IR.aspx>2010/3/25

۲. خزائی، مجتبی ۱۳۸۷، *آشنایی با تحلیل سری‌های زمانی به کمک نرم افزار*، پژوهشکده آمار، تهران، چ ۱.

۳. کرایر، جاناتان ۱۳۸۴، *تجزیه‌وتحلیل سری‌های زمانی*، ترجمه نیرومند، حسین، دانشگاه فردوسی.

4. Bassiouni, MY & Habashi, MH, 2002, 'Forecastiong compulsory motor insurance claims in Kuwait', *Insurance: Mathematics and Economics*, vol. 10, pp. 85-92.

5. Berridge, S 1998, *Forecasting claims in motor vehicle insurance*, Institute of Statistics and Operations Research, Victoria University of Wellington.

6. Cummins, D & Griepentrog, G 1985, 'Forecasting automobile insurance paid claim costs using econometric and ARIMA; models', *International Journal of Forecasting*, vol.1, pp.203-15.

7. Doray, D & Louis, H 1996, 'Constrained forecasting of the number of IBNR claims', *Journal of Actuarial Practice,* vol 4, pp.287-305.

8. Harvey, AC & Fernandes, C 1989, 'Time series models for insurance claims', *Journal of the Institute of Actuaries [JIA]*, vol. 116, pp. 513-28.

9. Hyndman, R & Koehler, A 2008, *Forecasting with exponential smoothing: the state space approach*, Springer Series in Statistics, Springer.

10. Rantala, J & Hietikko, H. 1988, 'An application of time series method to financial guarantee insurance', *European Journal of Operational Research*, vol. 87, no.3, pp.398-408.