

اصول محاسبات فنی بیمه

دکتر رضا راعی

دکتر سعید باجلان

(عضو هیأت علمی دانشگاه تهران) (عضو هیأت علمی دانشگاه تهران)



شماره مسلسل ۹۱۸۷

شماره انتشار ۳۸۵۷

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: باجلان، سعید، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	: اصول محاسبات فنی بیمه/ سعید باجلان، رضا راعی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۰۶ ص: جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۸۵۷.
شابک	: 978-964-03-7129-9
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۲۸۹]-۲۹۰.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: بیمه-- ریاضیات
موضوع	: کارشناسی محاسبات بیمه
موضوع	: خطر کردن (بیمه)-- ریاضیات
موضوع	: ورشکستگی-- الگوهای ریاضی
شناسه افزوده	: راعی، رضا، ۱۳۴۵-
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ الف۲ب/ HG۸۷۸۱
رده‌بندی دیویی	: ۳۶۸/۰۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۷۷۳۲۵۹

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN:978-964-03-7129-9



9 789640 371299

عنوان: اصول محاسبات فنی بیمه
 تألیف: دکتر سعید باجلان - دکتر رضا راعی
 ویرایش ادبی: نسترن حسین‌پور
 نوبت چاپ: اول
 تاریخ انتشار: ۱۳۹۶
 شمارگان: ۵۰۰ نسخه
 ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۲۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



فهرست مطالب

فصل اول - کلیات	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- تعریف محاسبات فنی بیمه و وظایف محاسبه‌گران فنی بیمه.....	۲
۳-۱- ساختار کتاب.....	۴
فصل دوم- مفاهیم اساسی	۷
۱-۲- متغیر تصادفی.....	۷
۱-۱-۲- تعریف متغیر تصادفی.....	۷
۲-۱-۲- تمایز میان X و \mathcal{X}	۹
۲-۲- توابع اساسی.....	۹
۳-۲- گشتاورها و توابع مولد گشتاور.....	۱۵
۴-۲- تابع مولد احتمال.....	۱۹
۵-۲- تابع چندکی.....	۲۰
۶-۲- انواع متغیرهای خسارتی.....	۲۱
۷-۲- مجموع متغیرهای تصادفی.....	۲۴
۸-۲- تمرین‌ها.....	۲۷
فصل سوم- متداول‌ترین توزیع‌های احتمال گسسته در بیمه و کاربردهای آنها	۲۹
۱-۳- مقدمه.....	۲۹
۲-۳- توزیع دو جمله‌ای.....	۳۰
۱-۲-۳- تعریف و تفسیر.....	۳۰
۲-۲-۳- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....	۳۱
۳-۲-۳- اثر عملیات حساب.....	۳۲
۳-۳- توزیع پواسن.....	۳۳
۱-۳-۳- تعریف و تفسیر.....	۳۳

۳-۳-۲- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر..... ۳۴

۳-۳-۳- تأثیر عملیات حساب..... ۳۵

۳-۴-۳- توزیع دوجمله‌ای منفی..... ۳۶

۳-۴-۱- تعریف و تفسیر..... ۳۶

۳-۴-۲- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر..... ۳۸

۳-۴-۳- اثر عملیات حساب..... ۳۹

۳-۴-۴- رابطه توزیع دوجمله‌ای منفی با سایر توزیع‌ها..... ۳۹

۳-۵-۵- توزیع هندسی..... ۴۱

۳-۵-۱- تعریف و تفسیر..... ۴۱

۳-۵-۲- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر..... ۴۲

۳-۵-۳- اثر عملیات حساب..... ۴۲

۳-۵-۴- رابطه توزیع هندسی با سایر توزیع‌ها..... ۴۳

۳-۶- تمرین‌ها..... ۴۳

ضمیمه فصل سوم ۴۸

ض ۱- ترکیب کردن توزیع‌ها..... ۴۸

فصل چهارم- متداول‌ترین توزیع‌های احتمال پیوسته در بیمه و کاربردهای آنها..... ۴۹

۴-۱- مقدمه..... ۴۹

۴-۲- توزیع یکنواخت..... ۵۰

۴-۲-۳- اثر عملیات حساب..... ۵۲

۴-۳-۳- توزیع نمایی..... ۵۳

۴-۳-۱- تعریف و تفسیر..... ۵۳

۴-۳-۲- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر..... ۵۵

۴-۳-۳- نگاه دوباره به مفهوم نرخ خطر (نرخ از کارافتادگی)..... ۵۵

۴-۳-۴- اثر عملیات حساب..... ۵۶

۴-۳-۵- رابطه با سایر توزیع‌ها..... ۵۷

۴-۴- توزیع گاما..... ۵۸

۴-۴-۱- تعریف و تفسیر..... ۵۸

فهرست □ ج

۶۲	۲-۴-۴- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....
۶۲	۳-۴-۴- اثر عملیات حساب.....
۶۲	۴-۴-۴- تکنیک محاسبه تابع توزیع.....
۶۳	۵-۴-۴- رابطه با سایر توزیع‌ها.....
۶۵	۵-۴-۵- توزیع پارتو.....
۶۵	۱-۵-۴- تعریف و تفسیر.....
۶۶	۲-۵-۴- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....
۶۸	۳-۵-۴- اثر عملیات حساب.....
۶۸	۴-۵-۴- رابطه با سایر توزیع‌ها.....
۶۸	۶-۴- توزیع ویبول.....
۶۸	۱-۶-۴- تعریف و تفسیر.....
۷۰	۲-۶-۴- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....
۷۰	۳-۶-۴- اثر عملیات حساب.....
۷۰	۴-۶-۴- رابطه با سایر توزیع‌ها.....
۷۱	۷-۴- توزیع نرمال.....
۷۱	۱-۷-۴- تعریف و تفسیر.....
۷۲	۲-۷-۴- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....
۷۲	۳-۷-۴- تکنیک‌های محاسبه تابع توزیع.....
۷۳	۴-۷-۴- اثر عملیات حساب.....
۷۳	۵-۷-۴- رابطه با سایر توزیع‌ها.....
۷۸	۸-۴- توزیع لوگ‌نرمال.....
۷۸	۱-۸-۴- تعریف و تفسیر.....
۷۹	۲-۸-۴- استخراج تابع چگالی توزیع لوگ‌نرمال.....
۷۹	۳-۸-۴- میانگین، واریانس و گشتاورهای مرتبه بالاتر.....
۸۰	۴-۸-۴- تکنیک محاسبه تابع توزیع لوگ نرمال.....
۸۰	۵-۸-۴- اثر عملیات حساب.....
۸۱	۶-۸-۴- رابطه با سایر توزیع‌ها.....
۸۳	۹-۴- دم‌پهنی.....
۸۴	۱-۹-۴- تشخیص دم‌پهنی.....

۸۷	۴-۱۰- توزیع‌های آمیخته.....
۸۹	۴-۱۱- محاسبهٔ تابع توزیع و تابع چگالی احتمال در نرم‌افزار متلب.....
۹۰	۴-۱۱-۱- توابع عمومی.....
۹۰	۴-۱۱-۲- توابع اختصاصی.....
۹۱	۴-۱۲- تمرین‌ها.....
۹۸	ضمیمهٔ فصل چهارم.....
۹۸	ض۴-۱- مقدمات ریاضی.....
۹۹	فصل پنجم- برآزش مدل‌های خسارتی.....
۹۹	۵-۱- مقدمه.....
۹۹	۵-۲- تکنیک‌های برآزش مدل.....
۱۰۰	۵-۲-۱- متد گشتاورها.....
۱۰۱	۵-۲-۲- متد حداکثر درست‌نمایی.....
۱۰۴	۵-۲-۳- متد صدک‌ها.....
۱۰۵	۵-۲-۴- متد حداقل فاصله.....
۱۰۶	۵-۳- برآزش مدل در متلب.....
۱۰۶	۵-۳-۱- توابع برآزش عمومی.....
۱۰۸	۵-۳-۲- توابع برآزش مخصوص هر توزیع.....
۱۱۰	۵-۴- ارزیابی مدل برآزش شده.....
۱۱۰	۵-۴-۱- مثال اول: ارزیابی مدل‌سازی تواتر خسارت.....
۱۱۳	۵-۴-۲- مثال دوم: ارزیابی مدل‌سازی شدت خسارت.....
۱۲۱	۵-۵- تمرین‌ها.....
۱۲۳	ضمیمهٔ فصل پنجم.....
۱۲۳	ض۵-۱- کد متلب مدل‌سازی تواتر خسارت و ارزیابی عملکرد آن (مثال ۱).....
۱۲۳	ض۵-۲- کد متلب مدل‌سازی شدت خسارت و ارزیابی عملکرد آن (مثال ۲).....
۱۲۷	فصل ششم- تعدیلات بیمه‌نامه‌ای.....
۱۲۷	۶-۱- مقدمه.....

فهرست □ خ

۱۲۸	۲-۶- کاستنی‌ها.....
۱۳۶	۳-۶- نسبت حذف خسارت.....
۱۴۰	۴-۶- حدود تعهدات بیمه‌نامه‌ای.....
۱۴۲	۵-۶- بیمه مشترک.....
۱۴۴	۶-۶- اثر کاستنی‌ها بر تواتر خسارت‌ها.....
۱۴۷	۷-۶- تمرین‌ها.....

فصل هفتم - مدل‌های خسارت کلی..... ۱۵۱

۱۵۱	۱-۷- مقدمات.....
۱۵۴	۲-۷- گشتاورهای متغیر تصادفی.....
۱۵۸	۳-۷- انتخاب توزیع‌های اساسی.....
۱۵۹	۱-۳-۷- توزیع N
۱۶۳	۲-۳-۷- توزیع X
۱۶۴	۴-۷- محاسبه توزیع متغیر تصادفی خسارت کل به روش پیچش.....
۱۶۸	۵-۷- محاسبه توزیع خسارت کل به روش بازگشتی.....
۱۶۸	۱-۵-۷- توزیع‌های رده $(a, b, 0)$
۱۷۰	۲-۵-۷- فرمول بازگشتی پانجر.....
۱۷۳	۳-۵-۷- توسعه فرمول بازگشتی پانجر به توزیع‌های رده $(a, b, 1)$
۱۷۶	۴-۵-۷- به‌کارگیری فرمول بازگشتی هنگام پیوسته بودن توزیع خسارت‌های تکی.....
۱۸۰	۵-۵-۷- هشدارهایی درباره به‌کارگیری روش بازگشتی.....
۱۸۱	۶-۷- محاسبه توزیع خسارت کل با الگوریتم بردار یدکی.....
۱۸۴	۷-۷- محاسبه توزیع خسارت کل به روش آنالیتیک.....
۱۸۵	۸-۷- محاسبه تقریبی توزیع خسارت کل.....
۱۸۵	۱-۸-۷- تقریب نرمال.....
۱۸۹	۲-۸-۷- تقریب گامای انتقال‌یافته.....
۱۹۲	۹-۷- اثرات وجود قراردادهای اتکایی بر توزیع خسارت کل.....
۱۹۲	۱-۹-۷- قراردادهای اتکایی مشارکتی.....
۱۹۳	۲-۹-۷- اثرات وجود قرارداد اتکایی مازاد خسارت.....
۱۹۶	۳-۹-۷- اثرات قراردادهای اتکایی توقف زیان.....

۲۰۰	۱۰-۷- تمرین‌ها.....
۲۰۳	ضمیمهٔ فصل هفتم.....
۲۰۳	۷-۱- پیچش.....
۲۰۵	۷-۲- کد متلب مثال ۱۱,۷.....
۲۰۷	فصل هشتم- مدل ریسک انفرادی.....
۲۰۷	۸-۱- معرفی مدل ریسک انفرادی و تقریب پارامتریک آن.....
۲۱۱	۸-۲- محاسبهٔ دقیق توزیع خسارت کل.....
۲۱۱	۸-۲-۱- محاسبهٔ مستقیم.....
۲۱۶	۸-۲-۲- محاسبهٔ بازگشتی.....
۲۲۱	۸-۳- تقریب پواسن مرکب.....
۲۲۴	۸-۳-۱- توسعهٔ مدل پواسن مرکب به حالتی با بیش از یک مقدار خسارت ممکن.....
۲۲۴	۸-۴- اثر تعدیلات بر توزیع خسارت کل.....
۲۲۶	۸-۵- تمرین‌ها.....
۲۳۰	ضمیمهٔ فصل هشتم.....
۲۳۰	۸-۱- کد متلب مثال ۵,۸.....
۲۳۰	۸-۲- کد متلب مثال ۶,۸.....
۲۳۱	۸-۳- کد متلب مثال ۷,۸.....
۲۳۳	فصل نهم- مدل‌های ورشکستگی زمان گسسته.....
۲۳۳	۹-۱- مقدمه.....
۲۳۴	۹-۲- مدل‌های فرایند برای بیمه.....
۲۳۴	۹-۲-۱- فرایندها.....
۲۳۷	۹-۲-۲- مدل بیمه‌ای.....
۲۳۸	۹-۳- ورشکستگی.....
۲۴۰	۹-۴- احتمالات زمان گسسته، افق زمان نامتناهی.....
۲۴۵	۹-۵- نامعادلهٔ لاندبرگ.....

فهرست □ ذ

۲۴۷	۹-۵-۱- روشی برای تقریب ضریب تعدیل در حالت زمان گسسته.....
۲۴۸	۹-۶-۱- احتمالات زمان گسسته، افق زمانی متناهی.....
۲۴۸	۹-۶-۱- فرایند زمان گسسته حالت ساده و ارزیابی احتمال ورشکستگی آن.....
۲۵۰	۹-۶-۲- فرایند زمان گسسته حالت تعمیم یافته و ارزیابی احتمال ورشکستگی آن.....
۲۵۸	۹-۷-۱- تمرین‌ها.....
۲۶۱	ضمیمه فصل نهم.....
۲۶۱	۹ ض-۱- تابع مشخصه.....
۲۶۱	۹ ض-۲- تبدیل سریع فوریه.....
۲۶۳	۹ ض-۳- کد متلب مثال ۳,۹.....
۲۶۴	۹ ض-۴- کد متلب مثال ۱۱,۹.....
۲۶۵	فصل دهم- مدل‌های ورشکستگی زمان پیوسته.....
۲۶۵	۱۰-۱-۱- مقدمه.....
۲۶۵	۱۰-۱-۱-۱- فرایند پواسن.....
۲۶۷	۱۰-۱-۲- مسئله زمان پیوسته.....
۲۶۸	۱۰-۲-۱- ضریب تعدیل در حالت زمان پیوسته.....
۲۶۸	۱۰-۲-۱-۱- تعریف ضریب تعدیل در حالت زمان پیوسته.....
۲۷۲	۱۰-۲-۲- تخمین ضریب تعدیل.....
۲۷۳	۱۰-۳-۱- نامعادله لاندبرگ.....
۲۷۵	۱۰-۴-۱- یک معادله انتگرال- دیفرانسیل.....
۲۷۷	۱۰-۵-۱- فرمول ورشکستگی جانبی کرامر و تقریب تی جمز.....
۲۸۰	۱۰-۶-۱- محاسبه احتمال ورشکستگی به کمک متغیر حداکثر خسارت کل.....
۲۸۳	۱۰-۷-۱- تمرین‌ها.....
۲۸۶	فهرست توزیع‌های آماری متداول در محاسبات فنی بیمه و توابع اساسی آنها.....
۲۸۹	فهرست منابع.....
۲۹۱	نمایه.....

پیش‌گفتار

علی‌رغم رشد و توسعه دانش محاسبات فنی بیمه در دنیا، متأسفانه این رشته علمی در کشور ما چندان توسعه نیافته است. یکی از دلایل عمده این توسعه‌نیافتگی، نبود کتاب‌هایی است که به زبان ساده نوشته شده باشند و در عین حال مسائل اصلی و بنیادی را پوشش دهند تا زمینه آشنایی دانشجویان را با این حوزه فراهم آورند.

کتاب حاضر برای دانشجویان ترم‌های آخر دوره کارشناسی ارشد مدیریت مالی و دانشجویان ترم‌های اول مقطع دکترای مدیریت مالی که به مباحث ریسک و محاسبات فنی بیمه علاقه‌مندند نوشته شده است. هدف اصلی از نوشتن کتاب فراهم آوردن مقدمه‌ای برای آشنایی با مباحث اصلی محاسبات فنی بیمه و به‌ویژه مباحث مدل‌سازی خسارت و محاسبه احتمال ورشکستگی است.

فرض شده که مطالعه‌کنندگان این کتاب با مباحث بیمه‌ای آشنایی اولیه دارند. البته هر جا که لازم بوده است اصطلاحات و مفاهیم تشریح شده‌اند. از سوی دیگر لازم است که خوانندگان دانش احتمال را در حد کتاب‌های معتبر آمار ریاضی نظیر کتاب شلدون راس و یا کتاب جان فروند بدانند. به‌طور خاص لازم است که دانشجویان با مباحث تئوری توزیع‌ها آشنا باشند و نحوه کار با توابع مولد را بدانند. دانش اندکی از فرایندهای تصادفی می‌تواند به فهم بهتر کمک کند؛ هرچند ضروری نیست. همچنین آشنایی با مباحث اعداد مختلط، سری‌های تیلور و مک لورن و تبدیل‌های فوریه در بعضی موارد چاره‌ساز خواهد بود. به دلیل اینکه در بعضی جاها رویه‌های بازگشتی تشریح و به کار گرفته شده‌اند و درک واقعی این رویه‌ها فقط با به‌کارگیری آنها به دست می‌آید، لازم است که دانشجویان آماده باشند تا برخی برنامه‌های کامپیوتری کوچک را نوشته و اجرا کرده و به کمک آنها مثال‌ها و تمرین‌ها را حل کنند.

مهم‌ترین ویژگی‌های این کتاب را می‌توان به این شرح بیان کرد:

- ادغام تئوری و کاربرد: اگرچه در این کتاب مفاهیم تئوریک هر جا که لازم بوده است به تفصیل بیان شده‌اند، اما همواره سعی شده که این مفاهیم تئوری همراه با مثال‌های ملموس بیمه‌ای بیان و اثبات شوند تا دانشجویان کاربرد مباحث تئوریکی را که می‌خوانند به‌خوبی درک کنند.
- ارائه اثبات فرمول‌ها در کنار تأکید بر درک مطالب: برای فهم بهتر دانشجویان و آشنایی آنها با نحوه استنباط ریاضی در مباحث محاسبات فنی بیمه، سعی شده تا جایی که ممکن است اثبات فرمول‌ها بیان شود. این کار از یک سو باعث می‌شود مباحث بهتر در ذهن باقی بمانند و از سوی دیگر آشنایی با این رویه‌ها می‌تواند دانشجویان را برای ارائه مقالات و پایان‌نامه‌های تئوریک در این حوزه آماده کند. همچنین آشنایی با نحوه استنباط ریاضی آنها را قادر می‌سازد تا مدل‌هایی را که برای حل مسائل واقعی که در شرکت‌های بیمه با آنها روبه‌رو خواهند شد بسط و توسعه دهند. اگرچه در کتاب

ز □ فهرست

سعی شده است که اکثر اثبات‌ها ارائه شوند اما تأکید اصلی بر درک شهودی بوده است. در واقع این گفتهٔ جرج پولیا در کتاب *خلاقیت ریاضی* همواره مدنظر نویسندگان بوده است «سعی کنید آنچه را که شهودی به‌نظر می‌رسد، به‌طور رسمی و دقیق اثبات کنید و آنچه را که به‌طور رسمی و دقیق اثبات کرده‌اید، به‌طور شهودی درک کنید.»

- انگیزه‌ای برای مطالعهٔ بیشتر: در نوشتن کتاب سعی شده است تا جایی که ممکن است مطالب به‌گونه‌ای بیان شوند که خوانندگان به‌آسانی درک کنند و در عین حال مطالب به‌گونه‌ای سازماندهی شده است که سؤالاتی را که نیازمند مطالعهٔ بیشتر و آشنایی با مدل‌های پیشرفته‌تر است، در ذهن ایجاد کند.

- تمرین‌های گسترده: در پایان هر فصل تمرین‌های نسبتاً زیادی با توجه به مطالب فصل استخراج شده است که حل آنها به فهم بهتر و به یاد سپردن مطالب فصل کمک شایانی می‌کند.

- آموزش استفاده از نرم‌افزار متلب (Matlab) برای حل مسائل محاسبات فنی بیمه: اگرچه هدف این کتاب آموزش نرم‌افزار نیست، اما سعی شده که در آن نحوهٔ مدل‌سازی بعضی مسائل اساسی در نرم‌افزار متلب به‌عنوان یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارهای موجود در حوزهٔ محاسبات فنی بیمه و مدل‌سازی مالی آموزش داده شود.

مطالب کتاب حاضر حاصل مطالعهٔ معتبرترین کتاب‌های موجود در حوزهٔ محاسبات فنی بیمه بوده است که فهرست کامل آنها در قسمت پایانی کتاب ارائه شده است. به دلیل اینکه برای بسیاری از اصطلاحات معادل‌های صحیح فارسی که فراگیر باشند وجود ندارد، از دو منبع *لغات آماری* حاصل زحمات کارشناسان پژوهشکدهٔ آمار و مجموعهٔ *واژگان بیمه‌ای* به‌کوشش پژوهشکدهٔ بیمه برای ترجمهٔ برخی اصطلاحات و لغات استفاده شده است.

در پایان لازم است اشاره شود که اگرچه سعی شده تا این کتاب از هر گونه ایرادی خالی باشد، با این حال به دلیل اینکه نقص در ذات کار آدمی است، باعث خشنودی خواهد بود که از کاستی‌های کتاب چشم‌پوشی کرده و مواردی که به اصلاح نیاز است تذکر داده شود تا ان‌شاءالله در چاپ‌های آتی کتاب اصلاح شود.

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

انسان همواره در جست‌وجوی امنیت است. امنیت در سلسله‌مراتب نیازهای مازلو، دومین نیاز اساسی بشر بعد از نیازهای فیزیولوژیک یعنی خوراک، پوشاک و سرپناه است. امنیت ابعاد گوناگونی نظیر امنیت اجتماعی، امنیت اقتصادی و... دارد. در این میان امنیت اقتصادی به دلیل ارتباط آن با سایر نیازهای بشر جایگاه ویژه‌ای دارد. کسی که امنیت اقتصادی دارد تقریباً مطمئن است که می‌تواند نیاز خود به خوراک، پوشاک و مسکن را در حال و آینده برآورده کند. ریسک اقتصادی امکان از دست دادن امنیت اقتصادی با انحراف از پیشامدهای موردانتظار است.

در جوامع گذشته، ریسک‌های اقتصادی با قراردادهای غیررسمی میان اعضای یک جامعه مشخص مدیریت می‌شد. برای مثال در صورتی که انبار علوفه فردی دچار آتش‌سوزی می‌شد، سایر اعضای جامعه دست‌به‌کار می‌شدند تا آن را بازسازی کرده و زیان واردشده به فرد را جبران کنند. این مفهوم ائتلاف^۱ در صنعت بیمه شکل رسمی یافت. در یک قرارداد رسمی بیمه، هر خریدار بیمه (بیمه‌گذار) هنوز به‌طور ضمنی ریسک خود را با سایر بیمه‌گذاران یک کاسه می‌کند. با این حال برخلاف جوامع گذشته، در اینجا دیگر نیازی نیست که هر بیمه‌گذار سایر بیمه‌گذاران را بشناسد و یا ارتباط مستقیمی با آنها داشته باشد.

اگر بخواهیم یک تعریف رسمی از بیمه ارائه دهیم، می‌توان گفت که بیمه قراردادی است که در آن یک طرف (که در اصطلاح به آن بیمه‌گر گفته می‌شود) تعهد می‌کند در قبال دریافت یک مبلغ مشخص (حق‌بیمه) خسارت‌های واردشده بر طرف دیگر (بیمه‌گذار) را در آینده، مشروط به وقوع یک خطر مشخص (خطر تحت پوشش) به‌صورت کامل و یا جزئی جبران کند و یا مبلغ مشخصی به او بپردازد.

بیمه‌گر خسارت موردانتظار کل ائتلاف بیمه‌گذاران را تعیین می‌کند و انحراف بالقوه در آن را مدنظر قرار می‌دهد تا بتواند حق‌بیمه‌ای را مشخص کند که برای پوشش خسارت‌های پیش‌بینی‌شده کل ائتلاف کافی باشد. حق‌بیمه هر فرد، سهم او از کل حق‌بیمه ائتلاف است که ممکن است به تناسب

1. Pooling

شرایط خاص بیمه‌نامه آن فرد تعدیل شود. در شرایط نرمال درصد کوچکی از بیمه‌گذاران دچار خسارت می‌شوند و خسارت‌های آنها از محل حق بیمه‌های جمع‌شده از کل ائتلاف جبران می‌شود. به بیان ساده، کل ائتلاف خسارت‌های واردشده بر عده کمی بدشانس را جبران می‌کنند.

اگر از جنبه ریاضی به قضیه نگاه کنیم باید گفت که حق بیمه کل، ارزش موردانتظار کل خسارات واردشده بر ائتلاف بیمه‌گذاران است. بنابراین برای محاسبه حق بیمه، در گام اول باید ارزش موردانتظار خسارت‌ها را تخمین زد. برای تعیین ارزش موردانتظار خسارت‌ها به تابع توزیع احتمال خسارت‌ها نیاز است. خسارت به‌عنوان یک متغیر تصادفی خود به دو متغیر تصادفی دیگر بستگی دارد. اولین متغیر تصادفی تعداد خسارت‌هایی است که در یک دوره زمانی مشخص رخ می‌دهند. به این متغیر تصادفی در اصطلاح، تواتر خسارت و به تابع احتمال آن، توزیع تواتر گفته می‌شود. متغیر تصادفی دیگر، مقدار خسارت مشروط بر وقوع آن است. این متغیر تصادفی، شدت خسارت و تابع احتمال آن، توزیع شدت نام دارد. از ترکیب توزیع‌های تواتر و شدت، توزیع زیان کل به دست می‌آید.

تخمین تابع توزیع تواتر، توزیع شدت و به دست آوردن تابع توزیع زیان کل و استخراج حق بیمه و تعدیل آن براساس شرایط خاص بیمه‌نامه و شرایط اقتصادی در حیطه یکی از شاخه‌های علم بیمه به نام محاسبات فنی بیمه قرار می‌گیرد. حال سؤال اساسی این است که محاسبات فنی بیمه چیست و یک محاسبه‌گر فنی بیمه چه وظایفی بر عهده دارد و برای انجام این وظایف چه مهارت‌هایی نیاز دارد؟

۲-۱- تعریف محاسبات فنی بیمه و وظایف محاسبه‌گران فنی بیمه

براساس تعریف جامعه محاسبه‌گران فنی بیمه (SOA^۱)، محاسبات فنی بیمه^۲ حرفه‌ای است که پیامدهای مالی ریسک‌ها را تحلیل می‌کند. محاسبه‌گران فنی بیمه از دانش ریاضی، آمار و تئوری‌های مالی استفاده می‌کنند تا اتفاقات غیرقابل پیش‌بینی آینده مخصوصاً آنهایی را که با بیمه و برنامه‌های بازنشستگی در ارتباط هستند مطالعه کنند. آنها احتمال وقوع این اتفاقات را مشخص کرده و سعی می‌کنند راه‌حلی بیابند تا با استفاده از آنها احتمال این اتفاقات را کم کنند و یا در صورت وقوع، پیامدهای بد آنها را کاهش دهند.

وظایف محاسبه‌گران فنی بیمه در حوزه بیمه به‌طور خاص، شامل توسعه مدل‌هایی برای محاسبه حق بیمه خالص، حق بیمه ناخالص و محاسبه حجم لازم دارایی‌های در دسترس برای اطمینان یافتن از ایفای به‌موقع تعهدات مالی است.

محاسبه‌گران فنی بیمه ممکن است کار خود را با تلاش برای تخمین تابع توزیع تواتر و شدت خسارت برای یک ائتلاف بیمه‌ای شروع کنند. فرایند انجام این تخمین‌ها، همواره با تحلیل داده‌های

1. Society of Actuaries (www.soa.org)

2. Actuary

تاریخی جمع‌آوری شده از ائتلاف بیمه‌ای و یا گروهی که حداکثر شباهت را با آنها داشته باشد، شروع می‌شود. در این مرحله لازم است که تا جایی که ممکن است مشاهدات بیشتری گردآوری شود. زیرا طبق قضیه حد مرکزی، هر قدر داده‌های جمع‌آوری شده بیشتر باشد به معنی اطمینان بیشتر از درستی توزیع احتمالات تخمین‌زده شده است. در تحلیل داده‌های گذشته، محاسبه‌گران فنی بیمه همواره باید به بررسی این موضوع بپردازند که تا چه حد تجارب گذشته، پیش‌بینی‌کننده آینده است و در صورت لزوم براساس شرایط جدید اقدام به تعدیل داده‌ها کنند. لازم است به این نکته اشاره شود که هنگام ارزیابی داده‌های تاریخی محاسبه‌گران فنی بیمه باید مراقب تغییرات بنیادینی که می‌توانند توزیع احتمالات را تحت‌تأثیر قرار دهند، باشند. برای مثال هنگام تخمین هزینه‌های درمانی، اگر روش‌های جدید اما گران برای درمان افراد اخیراً ابداع و به کار گرفته شده است، آنگاه به یقین توزیعی که براساس داده‌های تاریخی به دست می‌آید معرف توزیع هزینه‌های درمانی در آینده نخواهد بود.

بعد از تخمین توزیع تواتر و توزیع شدت، این دو توزیع با روش‌های مناسب توسط محاسبه‌گران فنی بیمه ترکیب می‌شوند تا توزیع زیان کل به دست آید. توزیع خسارت‌های پرداختی توسط شرکت بیمه از راه تعدیل توزیع زیان کل براساس شرایط خاص بیمه‌نامه نظیر وجود انواع کاستنی و حدود تعهدات بیمه‌نامه‌ای محاسبه می‌شود.

در صورت تأثیرپذیری خسارت پرداختی از تورم لازم است که محاسبه‌گران فنی بیمه تورم آینده را براساس تجارب گذشته و همچنین اطلاعات موجود درباره وضعیت اقتصادی تخمین بزنند و اثر آنها را بر خسارت پرداختی شرکت بیمه برآورد کنند. درباره برخی پوشش‌های بیمه‌ای که در آنها لازم است حق‌بیمه‌های جمع‌آوری شده سرمایه‌گذاری شود تا بتواند پرداخت‌های خسارتی آینده را پوشش دهد، محاسبه‌گران فنی بیمه از تخمین بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری‌های مختلف نیز ناگزیرند.

بعد از انجام محاسبات اشاره شده، محاسبه‌گران فنی بیمه اطلاعات لازم برای تعیین حق‌بیمه خالص را در اختیار دارند. محاسبه‌گران فنی بیمه می‌توانند با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهای مختلفی حاشیه مناسب برای محاسبه حق‌بیمه ناخالص را محاسبه کنند. این حاشیه باید به گونه‌ای تعیین شود که اولاً هزینه‌های بیمه‌گر را پوشش دهد و ثانیاً سطح معقولی از پرداخت‌های پیش‌بینی نشده شرکت بیمه را هم کفاف بدهد.

به جز محاسبه مبلغ حق‌بیمه، محاسبه‌گران فنی بیمه از مهارت‌های خود برای بررسی این موضوع که آیا دارایی‌های در دسترس شرکت، برای پوشش تعهدات بیمه‌ای وی کافی است یا خیر استفاده می‌کنند. برای رسیدن به این هدف لازم است که محاسبه‌گران فنی بیمه میزان جریان‌ات نقد ورودی ایجادشده از حق‌بیمه و سودهای سرمایه‌گذاری و همچنین جریان‌ات نقد خروجی ایجادشده از پرداخت خسارت را در هر نقطه از زمان تخمین بزنند و مازاد یا کمبود وجه نقد را از قبل پیش‌بینی کنند. این

امر برای اطمینان یافتن از وجود وجه نقد کافی برای ایفای تعهدات و در عین حال جلوگیری از تحمیل هزینه فرصت به شرکت بیمه به دلیل نگه داشتن مقادیر زیادی از منابع به صورت نقد، ضروری است.

۳-۱- ساختار کتاب

مقدمه‌ای که ذکر شد، به‌طور کلی مفاهیمی را که شما تحت‌عنوان اصول محاسبات فنی بیمه لازم است با آنها آشنا شوید، مشخص می‌کند. در تطابق با این مفاهیم ساختار کلی کتاب به این شرح است:

۱. در فصل دوم کتاب برخی اصطلاحات اولیه و بنیادی مانند متغیر تصادفی، تابع توزیع، تابع چگالی احتمال، تابع مولد گشتاور و انواع متغیرهای تصادفی که برای درک مطالب سایر فصل‌های کتاب آشنایی با آنها لازم است به‌طور مختصر تشریح خواهند شد.

۲. برای انتخاب یک تابع توزیع مناسب برای برآورد تواتر و شدت خسارت، لازم است که محاسبه‌گر فنی بیمه با انواع توزیع‌های آماری گسسته و پیوسته و ویژگی‌های هر یک از آنها آشنایی داشته باشد. برای رسیدن به این هدف در فصل سوم و چهارم کتاب متداول‌ترین توزیع‌های گسسته و پیوسته و فرمول‌های مربوط به آنها ارائه شده است.

۳. بعد از انتخاب یک توزیع یا مجموعه‌ای از توزیع‌ها برای مدل‌سازی خسارت، لازم است که با نحوه برآزش کردن یک توزیع بر داده‌های موجود آشنا شد و بتوان از بین توزیع‌های مختلف، مناسب‌ترین آنها را انتخاب کرد. در فصل پنجم همه این موارد همراه با مثال‌های کاربردی با بهره‌گیری از نرم‌افزار متلب آموزش داده شده است.

۴. به دلیل اینکه در بیشتر مواقع بیمه‌گران انواع کاستنی‌ها^۱ و حدود تعهدات بیمه‌نامه‌ای^۲ را در متن بیمه‌نامه می‌گنجانند، لازم است که اثرات مربوط به چنین شروطی بر تابع توزیع خسارت پرداختی توسط شرکت بیمه مشخص شود. از سوی دیگر وجود تورم نیز می‌تواند بر خسارت‌های پرداختی توسط شرکت بیمه مؤثر باشد. درباره انواع این تعدیلات و اثرات آنها بر تابع توزیع خسارت و پارامترهای آن در فصل ششم بحث می‌شود.

۵. آنچه که تا این قسمت از کتاب درباره آن بحث می‌شود، تعداد خسارت‌ها و یا شدت هر خسارت است. با این حال آنچه که اهمیت دارد خسارت کلی است. مدل‌هایی که احتمال مربوط به تعداد خسارت‌ها و شدت هر یک از آنها را باهم ترکیب می‌کنند، مدل‌های خسارت کل^۳ نام دارند. محاسبات

1. Deductible

2. Policy Limit

3. Aggregate Loss Models

مربوط به چنین مدل‌هایی و نحوه به دست آوردن آنها از راه ادغام تابع تواتر و شدت خسارت در فصل هفتم و هشتم ارائه می‌شود.

۶. جریان‌های نقد ورودی شرکت بیمه که بیشتر از حق‌بیمه‌های دریافتی ایجاد می‌شوند و جریان‌های نقد خروجی آن که به‌طور طبیعی به دلیل خسارت‌های پرداختی است در طی زمان رخ می‌دهند. این امر طبیعی است که در برخی مواقع جریان نقد خروجی تا حدی بزرگ باشد که وجوه موجود در شرکت کفاف آن را ندهد و شرکت با کمبود نقدینگی روبه‌رو شود. این موقعیت در اصطلاح ورشکستگی^۱ نام دارد. در فصل نهم و دهم مدل‌هایی برای محاسبه احتمال ورشکستگی توسعه داده می‌شود.