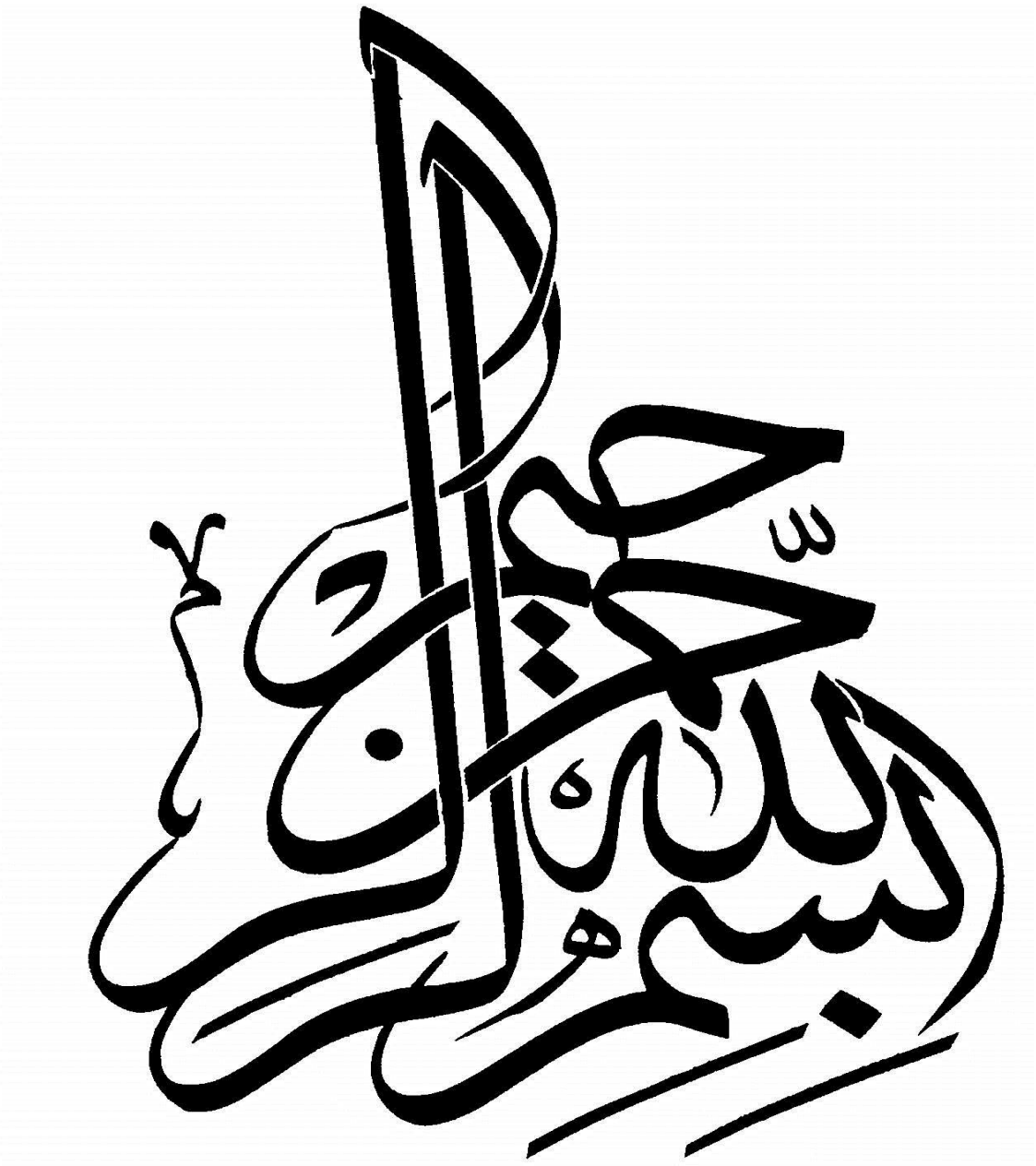
بسم الله الرحمن الرحيم

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته آمار زیستی

عنوان:

کاربرد تحلیل بیزی برای شناسایی مخاطره های رقابتی طول عمر سالمندان مقیم سرای سالمند کاشان

نگارنده:

محمد جواد آزادچهر

استاد راهنما:

دکتر مهدی رهگذر

استاد مشاور:

دکتر مسعود کریملو

تابستان ۱۳۹۳

شماره ثبت: ۱۰۹-۶۰۰۰

به نام یکتا معلم هستی

بدین وسیله بر خود واجب می دانم که از اساتید، صاحب نظران و دوستان محترم نهایت قدردانی و سپاس را داشته باشم:

استاد ارجمند و فرزانه ام جناب آقاي دكتر مهدي رهگذر که زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند.

استاد مشاور گرانقدر جناب آقاي دكتر مسعود كريملو که در این پژوهش مرا ياري كرده و پيوسته مشوق بنده بوده‌اند.

اساتید فرزانه جناب آقایان دکتر اکبرزاده و دکتر بخشی که زحمت داوري این پایان نامه را عهده دار شدند.

سرکار خانم مریم رحمتی که همكاري صميمانه اي با بنده داشتند.

جناب آقای دکتر آخوند که برنامه مدل آماری را در اختیار بنده قرار دادند.

تقديم به:

استاد ارجمند و بزرگوارم دکتر مهدي رهگذر؛

که افتخار شاگردي ايشان موهبت بزرگی براي من بوده است و همواره از حمايت‌هاي فکري و علمی ايشان بهره‌مند بوده‌ام.

تقديم به:

همسر عزيزم؛

که به من اميد و برکت را آموخت.

تقديم به:

پدر و مادر زحمتکش و عاشقم؛

که با حمايت‌هاي همه جانبه مرا در به اتمام رساندن اين مرحله از تحصيل ياري نمودند.

چکیده

زمینه و هدف:

تنوع علت‌های مرگ در جوامع سالمندی بالاست بنابراین برای بررسی و تحلیل زمان تا مرگ افراد در چنین جوامعی می‌توان از مدل‌های مخاطرات رقابتی استفاده کرد. هدف از این مطالعه، شناسایی برخی عوامل موثر بر زمان تا مرگ سالمندان با استفاده از مدل مفصلِ مخاطرات رقابتیِ تحلیل بقا با رویکرد بیزی می‌باشد.

روش بررسی:

در یک مطالعه طولی گذشته‌نگر، اطلاعات مندرج در پرونده ۵۱۰ سالمند پذیرش شده در مجتمع سالمندان گلابچی کاشان استخراج شد. برای شناسایی عوامل موثر بر زمان تا مرگ سالمندان، تشخیص‌های پزشکی مندرج در پرونده سالمندان مدنظر قرار گرفت، سپس مدل مخاطرات رقابتی با استفاده از تابع مفصل کلایتون تحت رویکرد بیزی بر داده‌ها برازش داده شد و فواصل باورمند برآورد گردید. از نرم افزار WinBugs برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها:

در بررسی مدل تک متغیره، بر زمان تا مرگ سالمندان به علت بیماری‌های قلبی‌عروقی، عوامل سن در آغاز پذیرش، فشار خون بالا، وجود سابقه بیماری قلبی در فامیل، سابقه سکته قلبی و سابقه سکته مغزی دارای اثری معنادار بودند. درمدل چندگانه، بر زمان تا مرگ سالمندان به علت بیماری‌های قلبی‌عروقی، متغیرهای قرار داشتن در گروه سنی بین ۷۵-۹۰ سال در آغاز پذیرش ((۱/۲۶,۳/۶۷)=۹۵٪CI ; ۲/۱=HR) و سابقه سکته مغزی ((۱/۲۸,۳/۳۲)=۹۵٪CI ; ۲=HR) دارای اثری معنادار بودند.

نتیجه‌گیری:

برخی عوامل موثر نظیر سن در آغاز پذیرش، فشار خون بالا، وجود سابقه بیماری قلبی در فامیل، سابقه سکته قلبی، سابقه سکته مغزی، میزان تحرک و مشکل کلیوی بر زمان تا وقوع مرگ در سالمندان شناسایی شدند، لذا توصیه می‌شود در اقدامات درمانی وپیشگیرانه به منظور افزایش زمان بقا برای سالمندان عوامل مذکور نیز مدنظر قرار گیرند.

کلید واژه‌ها: سالمندی، بیماری قلبی‌عروقی، مخاطرات رقابتی، تابع مفصل، رویکرد بیزی

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ بیان مسئله ۳

۱-۳ ضرورت و اهمیت ٤

۱-۴ اهداف پژوهش ٥

۱-۴-۱ هدف کلی ٥

۱-۴-۲ اهداف اختصاصی ٥

۱-۴-۳ اهداف کاربردی ٥

فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ مفاهیم مخاطرات رقابتی ۷

۲-۲-۱ تعریف مخاطره رقابتی ۷

۲-۲-۲ رویکردهای مختلف مخاطرات رقابتی ۸

۲-۲-۲-۱ مخاطرات رقابتی به عنوان متغیر تصادفی دو متغیره(زمان های خام یا قابل مشاهده) ۸

۲-۲-۲-۲ مخاطرات رقابتی به عنوان زمان های شکست پنهانی(زمان های خالص یا بالقوه) ۹

۲-۳ تابع مفصل ۱۰

۲-۳-۱ تعریف تابع مفصل ۱۰

۲-۳-۲ قضیه اسکلار ۱۲

۲-۳-۲-۱ قضیه اسکلار در حالت m بعدی ۱۳

۲-۳-۲-۲ کاربردهای قضیه اسکلار ۱٤
۲-۳-۳ مفصل بقا ۱٥
۲-۳-۴ توابع مفصل و اندازههای هماهنگی ۱٦
۲-۳-۵ برخی خانواده های مفصل دو متغیره ۱۷
۲-۳-۵-۱ مفصل حاصلضرب ۱۷
۲-۳-۵-۲ خانواده توابع مفصل بیضوی ۱۸
۲-۳-۵-۳ خانواده توابع مفصل ارشمیدسی ۱۹
۲-۳-۶ توزیع های زمان بقای چند متغیره ۲۱
۲-۳-۶-۱ مدل با اثرات تصادفی ۲۲
۲-۳-۶-۲ مدل حاشیه ای ۲۴
۲-۳-۷ تشکیل تابع درستنمایی با استفاده از تابع مفصل ۲۴
۲-۳-۷-۱ برآورد پارامترها ۲۷
۲-۳-۸ تحلیل بیزی داده های بقای چند متغیره با کمک تابع مفصل ۲۷
۲-۴ بررسی متون ۳۰
۲-۴-۱ متون مربوط به توابع مفصل و کاربردهای آن ۳۰
۲-۴-۲ متون مربوط به کاربرد تابع مفصل در مدلسازی داده های بقای چند متغیره ۳۱
۲-۴-۳ متون مربوط به کاربرد توابع مفصل درمدلسازی بیزی توزیع های چندمتغیره ۳۲

فصل سوم: روش شناسی تحقیق

۳-۱ مقدمه ۳۵
۳-۲ نوع مطالعه ۳۵
۳-۳ جامعه آماری، نمونه آماری و روش نمونه گیری ۳۵
۳-۴ روش جمع آوری داده ها ۳۵

۳-۵ متغیرهای تحقیق ۳۶
۳-۶ علل وابسته مرگ ۳۷
۳-۷ روش تجزیه و تحلیل داده ها ۳۹
۳-۷-۱ تحلیل بیزی ۳۹
۳-۷-۱-۱ مزیت تحلیل بیزی نسبت به فراوانی گرا در تحلیل بقا ۴۱
۳-۷-۱-۲ روشهای محاسبه برآورد بیزی ۴۲
۳-۷-۱-۳ روشهای تشخیص همگرایی ۴۵
۳-۷-۲ مدلسازی مخاطرات رقابتی با استفاده از توابع مفصل ۴۸
۳-۷-۳ مدلسازی داده های مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون ۵۱
۳-۷-۴ تحلیل بیزی داده های مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون ۵۴
۳-۷-۴-۱ روش اجرای شبیه سازی MCMC ۵۵

فصل چهارم: توصیف و تحلیل داده ها

۴-۱ مقدمه ۵۷
۴-۲ توصیف داده ها ۵۷
۴-۳ تجزیه و تحلیل داده ها ۵۹
۴-۳-۱ برازش مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور دو مخاطره رقیب ۵۹
۴-۳-۲ برازش مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب ۶۸
۴-۳-۳ برازش مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور چهار مخاطره رقیب ۸۶

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱ مقدمه ۹۷
۵-۲ بحث ۹۷

۵-۳ نتیجه گیری ۹۹
۵-۴ محدودیت ها ۱۰۰
۵-۵ پیشنهادات ۱۰۰
فهرست منابع ۱۰۲
ضمیمه ۱۰۶

فهرست جداول

جدول ۳-۱: فهرست متغیرهای مورد بررسی برای سالمندان سرای سالمند کاشان ۳۶

جدول ۴-۱: توزیع فراوانی علل مختلف مرگ در بین سالمندان سرای سالمند کاشان..... ۵۷

جدول۴-۲: توزیع فراوانی متغیرهای کمکی مورد بررسی در بین سالمندان سرای سالمند کاشان ۵۸

جدول ۴-۳: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور دو مخاطره رقیب در حالت تک متغیره ۶۰

جدول ۴-۴: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور دو مخاطره رقیب در حالت چندگانه ۶۱

جدول ۴-۵: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، تنفسی و سایر) در حالت تک متغیره ۶۹

جدول ۴-۶: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، تنفسی و سایر) در حالت چندگانه ۷۰

جدول ۴-۷: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، عفونت خون و سایر) در حالت تکمتغیره ۷۷

جدول ۴-۸: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، عفونت خون و سایر) در حالت چندگانه ۷۸

جدول ۴-۹: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور چهار مخاطره رقیب در حالت تک متغیره ۸۶

جدول ۴-۱۰: برآورد پارامترها با استفاده از تحلیل بیزی مدل مفصل مخاطرات رقابتی در حضور چهار مخاطره رقیب در حالت چندگانه ۸۷

فهرست نمودارها

شکل ۴-۱: نمودارهای اثر مقادیر شبیه سازی شده پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور دو مخاطره رقیب.....۶۵

شکل ۴-۲: نمودارهای تابع چگالی حاشیه ای پسین پارامترها بر اساس یک رنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور دو مخاطره رقیب.....۶۶

شکل ۴-۳: نمودارهای خودهمبستگی پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی با استفاده از تابع مفصل کلایتون در حضور دو مخاطره رقیب.....۶۷

شکل ۴-۴: نمودارهای اثر مقادیر شبیه سازی شده پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، تنفسی و سایر).....۷۴

شکل ۴-۵: نمودارهای تابع چگالی حاشیه ای پسین پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، تنفسی و سایر) ۷۵

شکل ۴-۶: نمودارهای خودهمبستگی پارامترها براساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی با استفاده از تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، تنفسی و سایر) ۷۶

شکل ۴-۷: نمودارهای اثر مقادیر شبیه سازی شده پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، عفونت خون و سایر) ۸۳

شکل ۴-۸: نمودارهای تابع چگالی حاشیه ای پسین پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، عفونت خون و سایر) ۸۴

شکل ۴-۹: نمودارهای خودهمبستگی پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی با استفاده از تابع مفصل کلایتون در حضور سه مخاطره رقیب (قلبی عروقی، عفونت خون و سایر) ۸۵

شکل ۴-۱۰: نمودارهای اثر مقادیر شبیه سازی شده پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور چهار مخاطره رقیب.....۹۳

شکل ۴-۱۱: نمودارهای تابع چگالی حاشیه ای پسین پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی به کمک تابع مفصل کلایتون در حضور چهار مخاطره رقیب.....۹۴

شکل ۴-۱۲: نمودارهای خودهمبستگی پارامترها بر اساس یک زنجیر با ۱۰۰۰۰۰ تکرار در مدل مخاطرات رقابتی با استفاده از تابع مفصل کلایتون در حضور چهار مخاطره رقیب.....۹۵

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

تحلیل بقا[۱]، مجموعه‌ای از روش‌های آماری برای استنباط و تجزیه و تحلیل داده‌های زمان تا وقوع حادثه[۲] می‌باشد (۱). داده‌های بقا با توجه به نوع تحلیلی که نیاز دارند به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند که عبارتند از: داده‌های بقای یک متغیره[۳] و داده‌های بقای چند متغیره[۴]. در داده‌های بقای یک متغیره، هر آزمودنیِ تحت مطالعه یا حادثه موردنظر[۵] را تجربه می‌کند و یا سانسور[۶] می‌شود. اما در داده‌های بقای چندمتغیره گاهی هر یک از آزمودنی‌ها توانایی تجربه بیش از یک نوع(علت) حادثه را دارند (۲). در این وضعیت، که به مخاطرات رقابتی[۷] معروف است، وقوع حادثه به واسطه یک علت مانع از رخداد حادثه از طریق علت‌های دیگر می‌شود. به عبارتی مخاطره رقابتی به عنوان حادثه‌ای تعریف می‌شود که وقوعش یا مانع از وقوع حادثه دیگر تحت مطالعه می‌شود یا به طور اساسی احتمال وقوع آن‌را تغییر می‌دهد(۳). بنابراین در چهارچوب مخاطرات رقابتی امکان مشاهده سه پدیده‌ی متقابلا ناسازگار[۸] وجود دارد: شکست از علت موردنظر، شکست از علت(های) رقیب و سانسور شدن (بدون تجربه شکست در طول مدت پیگیری) (۴).

برای درک بهتر مفهوم مخاطرات رقابتی، افراد سالمندی را در نظر بگیرید که به منظور مطالعه حوادث مرگ به علت بیماری قلبی‌عروقی تحت پیگیری قرار گرفته‌اند. در این وضعیت طبق تعریف بالا برای هر یک از افراد سالمند یکی از سه پدیده زیر رخ می‌دهد: ۱. حادثه‌ی مرگ بر اثر بیماری قلبی‌عروقی ۲. حادثه‌ی مرگ بر اثر علت(های) دیگر ۳. زنده ماندن.

---

۱. Survival analysis
۲. Time-to-event data
۳. Univariate survival data
۴. Multivariate survival data
۵. Interest event
۶. Censor
۷. Competing Risks
۸. Mutually exclusive

برای تحلیل این نوع داده‌ها که یکی از کاربردهای تحلیل بقا می‌باشند، از مدل‌های متنوعی استفاده می‌شود که در این مطالعه، با استفاده از تابع مفصل که همبستگی بین انواع حوادث رقیب را در نظر می‌گیرد به مدل-سازی بیزی داده‌های مخاطرات رقابتی با به کارگیری نرم‌افزار winbugs پرداخته شده است.

۱-۲ بیان مسئله

تاکنون مدل‌های مختلفی برای تحلیل داده‌های مخاطرات رقابتی به کار رفته است. اکثر این مدل‌ها اعم از ناپارامتری، نیمه پارامتری و پارامتری، تحت فرض استقلال بین مخاطرات رقابتی ساخته می‌شوند (۵-۷). اما فرض استقلال همیشه درست نیست. برای مثال اگر حادثه موردنظر، مرگ به علت بیماری خاصی باشد و حادثه رقیب، مرگ به علت بیماری‌های دیگر باشد فرض استقلال بین حادثه موردنظر و حادثه رقیب اساس بیولوژیکی(زیستی) ندارد. بنابراین در این موارد برای در نظر گرفتن وابستگی بین مخاطرات رقابتی می‌توان از یک تابع ناپارامتری به نام تابع مفصل[۹] استفاده کرد (۸).

با توجه به اینکه در اکثر مقالات مرتبط با کاربرد توابع مفصل در مدل‌سازی داده‌های مخاطرات رقابتی اعم از بیزی و فراوانی‌گرا، تنها دو مخاطره رقابتی در نظر گرفته شده است و هم‌چنین روش‌های بیزی در تحلیل این نوع داده‌ها کمتر به کار گرفته شده‌اند، این تحقیق قصد دارد تا با در نظر گرفتن بیش از دو مخاطره رقابتی به برآورد بیزی پارامترهای مدل مفصل مخاطرات رقابتی بپردازد.

[۹] .Copula function

۱-۳ ضرورت و اهمیت

افزایش روز افزون جمعیت سالمندان در دنیا تا اندازه‌ای است که به عنوان انقلاب ساکت توصیف شده است (۹). در سال ۲۰۱۱، تعداد سالمندان نزدیک به ۸۰۰ میلیون نفر(۱۱ درصد کل جمعیت جهان) بوده است که در سال ۲۰۵۰ این تعداد به ۲ میلیارد نفر(۲۲ درصد) خواهد رسید (۱۰). براساس تعریف سازمان بهداشت جهانی[۱۰]، وقتی جمعیت بالای ۶۰ سال کشوری به بیش از ۷ درصد برسد آن کشور سالمند خواهد بود (۱۱)که ایران طبق سرشماری سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰، به ترتیب با داشتن ۷/۲ و ۸/۲ درصد افراد بالای ۶۰ سال به کشوری سالمند تبدیل شده (۱۰) که تا ۱۰ سال آینده این رقم به ۱۰/۷ درصد خواهد رسید (۱۱).واضح است که با افزایش تعداد سالمندان، تعداد مرگ و میر نیز در جامعه بالطبع روند صعودی پیدا خواهد کرد به طوری‌که در سال ۲۰۰۱ در آمریکا و ۲۰۰۹ در اروپا به ترتیب نزدیک به ۷۵ و ۸۰ درصد از کل تعداد مرگ های گزارش شده مربوط به گروه سالمندان (۱۲, ۱۳) و بیشترین علت مرگ در بین آن‌ها مربوط به بیماری‌های قلبی‌عروقی[۱۱]بوده است (۱۴). در ایران نیز اولین و شایع‌ترین علت مرگ و میر مربوط به بیماری‌های قلب و عروق است (۱۵) به طوری‌که عامل ۴۶ درصد مرگ و میرها و از مجموع ۷۰۰ تا ۸۰۰ مرگ روزانه، ۳۱۷ مورد آن به علت بیماری‌های قلبی‌عروقی بوده است (۱۶).

حال برای تعیین عوامل موثر بر مرگ سالمندان، این سوال مطرح است که چگونه می‌توان شرکت‌کنندگانی را که بدون تجربه کردن حادثه‌ی موردنظر فوت می‌کنند، در نظر گرفت. هم‌چنین در مطالعاتی که بر روی افراد سالمند انجام می‌شود به خاطر اینکه در طول یک پیگیری بلند مدت تعداد قابل توجهی از شرکت‌کنندگان به دلایل مختلف فوت می‌کنند، بنابراین برای برآورد اثر مخاطره بیماری باید از رگرسیون مخاطره رقابتی استفاده کرد. با توجه به این تفاسیر به‌کار بردن یک روش مخاطره رقابتی به منظور تعیین دقیق مخاطرهٔ

[۱۰]. World Health Organization(WHO)
[۱۱] .Cardiovascular diseases(CVD)

مرگ افراد سالمند و انجام یک تصمیم درست کلینیکی ضروری است. علی رغم اهمیت کلینیکی این پرسش، مخاطره های رقابتی در این نوع تحقیقات، کمتر در نظر گرفته شده است (۱۷).بنابراین در نظر گرفتن این مدل برای تحلیل طول عمر سالمندان ضرورت پیدا می‌کند.

۱-۴ اهداف پژوهش

۱-۴-۱ هدف کلی

کاربرد تحلیل بیزی برای شناسایی مخاطرات رقابتی طول عمر سالمندانِ مقیم سرای سالمند کاشان

۱-۴-۲ اهداف اختصاصی

۱. برازش مدل‌های مخاطرات رقابتی در حضور دو مخاطره رقیب با رهیافت بیزی با استفاده از تابع مفصل برای تحلیل زمان تا مرگ سالمندانِ مقیم سرای سالمند

۲. برازش مدل‌های مخاطرات رقابتی در حضور سه مخاطره رقیب با رهیافت بیزی با استفاده از تابع مفصل برای تحلیل زمان تا مرگ سالمندانِ مقیم سرای سالمند

۳. برازش مدل‌های مخاطرات رقابتی در حضور چهار مخاطره رقیب با رهیافت بیزی با استفاده از تابع مفصل برای تحلیل زمان تا مرگ سالمندانِ مقیم سرای سالمند

۱-۴-۳ اهداف کاربردی

شناسایی عوامل خطر مرتبط با طول عمر سالمندانِ مقیم سرای سالمند

فصل دوم

پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه

کاربرد تابع مفصل در مدل‌سازی داده‌های مخاطرات رقابتی، در سال‌های اخیر گسترش چشمگیری داشته است. در این فصل بعد از پرداختن به برخی از مفاهیم مخاطرات رقابتی، در مورد تابع مفصل مطالبی ارائه خواهد شد و در ادامه به بررسی متونی که در ارتباط با کاربرد تابع مفصل در مدل‌سازی داده‌های بقا چند متغیره به ویژه داده‌های مخاطرات رقابتی انجام شده است، پرداخته خواهد شد.

۲-۲ مفاهیم مخاطرات رقابتی

۲-۲-۱ تعریف مخاطره رقابتی

تحلیل داده‌های زمان تا وقوع حادثه که در بسیاری از مطالعات به ویژه در تحقیقات پزشکی کاربرد دارد در حضور مخاطرات رقابتی پیچیده‌تر می‌شود (۱). اصطلاح مخاطرات رقابتی که در واقع به مدل‌های علت مرگ[۱۲]نیز اشاره دارد به عنوان حوادثی تعریف می‌شوند که وقوعشان یا مانع از وقوع حوادث دیگر تحت مطالعه می‌شود یا به طور اساسی احتمال وقوع آن‌ها را تغییر می‌دهد (۱۸).

به عنوان مثال فرض کنید افراد سالمندی جهت مشاهده مرگ به علت بیماری‌های قلبی‌عروقی تحت پیگیری قرار گرفته‌اند. در این صورت ممکن است که در طول مدت مطالعه بعضی از افراد به علت‌های نامرتبط با بیماری قلبی عروقی (مثلا بیماری‌های تنفسی یا عفونت خون) بمیرند، که در واقع چون مشاهده مرگ به علت‌های دیگر مانع از مشاهده مرگ به علت بیماری قلبی عروقی می‌شود، بنابراین با وضعیت مخاطرات رقابتی روبرو هستیم. در این مثال مرگ بر اثر بیماری‌های قلبی‌عروقی را به عنوان حادثه موردنظر و مرگ بر اثر سایر علل را به عنوان مخاطره(های) رقیب در نظر گرفته می‌شود.

[۱۲] .cause of death models

۲-۲-۲ رویکردهای مختلف مخاطرات رقابتی

علاوه بر تعریف اولیه‌ای که از مخاطرات رقابتی ارائه شد می‌توان برای چنین داده‌هایی دو نوع رویکرد(مدل) ریاضی متصور شد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

۲-۲-۲-۱ مخاطرات رقابتی به عنوان متغیر تصادفی دو متغیره(زمان های خام[۱۳] یا قابل مشاهده[۱۴])

در این رویکرد هر آزمودنی (مشاهده) به عنوان متغیر تصادفی دو بعدی (T, J) در نظر گرفته می‌شود که در آن $T > 0$ زمان اولین شکست(عمر واقعی[۱۵]) و $J \in \{1,2,3,...,m\}$ نشاندهنده نوع شکست هستند. به عبارت دیگر در این روش توزیع توأم زمان شکست(T) و علت شکست(J) در نظر گرفته می‌شود. بر اساس این توزیع توام (T, J)، یک کمیت اساسی در مخاطرات رقابتی با عنوان تابع (نرخ) مخاطره علی اختصاصی[۱۶] تعریف می‌شود.

۲-۲-۲-۱-۱ تابع مخاطره علی اختصاصی (CSH)

تابع مخاطره علی اختصاصی که به عنوان تابع مخاطره خام[۱۷] نیز نامیده می‌شود به صورت

$$\lambda_j(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Pr(t \le T_j < t + \Delta t | T \ge t)}{\Delta t} \qquad (۱-۲)$$

[۱۳] .crude
[۱۴] .observable
[۱۵] .actual life
[۱۶] .Cause-Specific Hazard function(rate)
[۱۷] .Crude Hazard function

تعریف می‌گردد. مشابه تعریف معمول تابع مخاطره، $\lambda_j(t)$ را می‌توان به صورت نرخ شکست لحظه‌ای جهت وقوع شکست از دلیل j در زمان t به شرط اینکه فرد به خاطر هیچ‌کدام از دلایل دیگر تا قبل از زمان t در حضور مخاطرات رقابتی دچار شکست نشده است، تفسیر کرد.

۲-۲-۲-۲ مخاطرات رقابتی به عنوان زمان‌های شکست پنهانی[۱۸](زمان های خالص[۱۹] یا بالقوه[۲۰])

روش معمول برای تحلیل داده‌های مخاطرات رقابتی تشخیص مجموعه‌ای از زمان‌های شکست پنهانی است. در این روش فرض می‌کنیم که هر یک از m نوع (مخاطره) شکست با یک زمان شکست T_j $(j=1,2,...,m)$ در ارتباط هستند. در حضور تمام مخاطرات شکست تنها حادثه اول قابل مشاهده است، بنابراین متغیر T به عنوان کوچک‌ترین زمان‌های شکست در نظر گرفته می‌شود، یعنی $T=\min\{T_1,T_2,...,T_j\}=T_C$. در نتیجه زمان‌های شکست باقی مانده قابل مشاهده نیستند. مثلا برای یک فرد با داشتن j بیماری مانند سرطان ریه، بیماری قلبی و غیره تنها یکی از این بیماری‌ها باعث مرگ وی می‌شوند. لذا در اینجا T زمان مرگ و C بیماری مرتبط با مرگ خواهد بود (۱۹).

۲-۲-۲-۲-۱ شناسایی‌ناپذیری[۲۱] و استقلال[۲۲]

به نظر می‌رسد که رویکرد زمان‌های شکست پنهانی شهودی‌تر از رویکرد دو متغیره است. اما یک نقص عمده روش زمان‌های شکست پنهانی مسئله شناسایی‌ناپذیری است. به این معنی که برای دو توزیع حاشیه‌ای یکسان تابع بقای توام متفاوتی وجود دارد (۱۹). در مواجهه با مشکل شناسایی‌ناپذیری مخاطرات رقابتی می‌توان به سه روش عمل کرد:

---

[۱۸] .Potential Failure Times
[۱۹] .net
[۲۰] .potential
[۲۱] .nonidentifiability
[۲۲] .independence