MEJDS. 2016; 6:216-223
Published online 2017 March 7. **Research Article**

The application of Mixture Cure models in the data analysis of the elderly injured due to collapse

Ali Gholami[1], Enayatollah Bakhshi[2], *Mehdi Rahgozar[3]

Author Address
1. MSc in Biostatistics, Biostatistics Department, University of social welfare and rehabilitation sciences, Tehran, Iran;
2. PhD in Biostatistics, Biostatistics Department, University of social welfare and rehabilitation sciences, Tehran, Iran;
3. PhD in Biostatistics, Biostatistics Department, University of social welfare and rehabilitation sciences, Tehran, Iran.
***Corresponding Author's Address:** University of social welfare and rehabilitation sciences, Tehran, Iran;
***Tel:** 09128168781; ***Email:** m_rahgozar2003@yahoo.com.au

Received: 2016 January 24**; Accepted:** 2016 February 29.

Abstract

Objective: Mixture Cure Models have been developed to analyze failure time data with a cured fraction. For such data, standard survival models are usually not appropriate because they do not account for the possibility of treatment. Mixture cure models assume that the studied population is a mixture of susceptible individuals who may experience the event of interest, and non-susceptible individuals that will never experience it. This study aimed to apply mixture cure models to analyze the elderly injured due to fall (collapsing) and to discover factors (such as age, blood pressure and …) on their cure rate or death rate.

Methods: This study compromises all the elderly injured due to fall in Qom County which their historical health files were available in Health Management Information System from 2010 to 2012. Follow up study was conducted through Civil Registration Organization data bases 3 years later and totally 124 cases were selected for analysis. Then, we fitted semi–parametric PH mixture cure model and semi–parametric AFT mixture cure model to the elderly injured due to fall by means of R package and we compared the results.

Results: The sample consists of 44 percent men and 56 percent women.43 percent of this population had one operation, 16 percent had diabetes, 31percent had blood pressure and about 52 percent had injured head and neck. Fitting semi parametric AFT mixture cure model revealed that age (p=0.016) statistically influenced on cure probability and injured neck and head (p=0.031) and diabetes variable (p=0.080) influenced on failure time probability.

Conclusion: This study revealed that neck and head injury of the elderly has significant influence on their death probability. Therefore, injuries due to fall (collapse) can be decreased by improving living conditions of the elderly. Furthermore, nutrition control can be used to minimize impacts of diabetes disease. Results indicate that we can use both PH and AFT semi-parametric mixture cure model for estimating the injured elderly due to fall data.

Keywords: Proportional Hazard Model, Accelerated Failure Time Model, Semi-Parametric Mixture Cure Model.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

Copyright © 2016, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۳۹۵؛ (۶): ۲۲۳-۲۱۶

انتشار برخط اسفندماه ۱۳۹۵ مقاله پژوهشی اصیل

کاربرد مدل شفایافتهٔ آمیخته در تحلیل داده‌های سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط

علی غلامی چکوسری[۱]، عنایت‌اله بخشی[۲]، *مهدی رهگذر[۳]

توضیحات نویسندگان

۱. فوق‌لیسانس آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران؛

۲. دانشیار و متخصص آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران؛

۳. دانشیار و متخصص آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران.

* **آدرس نویسندهٔ مسئول:** دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، گروه آمار زیستی؛

***تلفن:** ۹۱۲۸۱۶۸۷۸۱ ؛ ***رایانامه:** m_rahgozar2003@yahoo.com.au

تاریخ دریافت: ۴ بهمن ۱۳۹۴؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۰ اسفند ۱۳۹۴

چکیده

هدف: مدل شفایافتهٔ آمیخته نوع خاصی از مدل‌های بقا است و در آن فرض می‌شود که جامعه مورد بررسی آمیخته‌ای از افراد مستعد برای تجربهٔ رویداد مورد نظر و شفایافتگان (افراد نامستعد) که هرگز رویداد مورد نظر را تجربه نمی‌کنند، می‌باشد. برای چنین داده‌هایی مدل‌های استاندارد بقا معمولاً مناسب نیستند زیرا در آن‌ها امکان شفایافتگی در نظر گرفته نمی‌شود. هدف این مطالعه، بررسی تأثیر عواملی مانند سن، دیابت، صدمه به سر و گردن و ... بر شفایافتگی یا فوت و سپس برآورد نرخ این دو شاخص در سالمندان دارای صدمات ناشی از سقوط است. بدین‌منظور پس از سقوط سالمند و مراجعهٔ وی به بیمارستان، عوامل فوق اندازه‌گیری شده و پس از پیگیری وضعیت (شفایافتگی یا مرگ)، میزان شفایافتگی و فوت محاسبه شده است؛ به‌عنوان مثال نرخ فوت در سالمندانی که دارای بیماری دیابت هستند با افرادی که دارای این بیماری نیستند، مقایسه شده است.

روش‌بررسی: در این مطالعه از داده‌های تمامی سالمندانی که به‌علت سقوط صدمه دیده بودند و پروندهٔ پزشکی آن‌ها طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ در بیمارستان شهرستان قم موجود بود، استفاده شد. در ادامه، با پیگیری از ادارهٔ ثبت‌احوال، وضعیت مرگ یا زندگی آن‌ها ثبت شد. تا اردیبهشت‌ماه ۹۴ (به فاصلهٔ زمانی حداقل سه‌سال و حداکثر شش‌سال پس از سقوط)، در کل؛ ۱۲۴ مورد برای تحلیل، استفاده شد. برای تحلیل از مدل‌های شفایافتگی آمیختهٔ نیمه‌پارامتری خطر متناسب و مدل‌های شفایافتگی آمیختهٔ شتابی زمان شکست برای داده‌های سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط استفاده شد و نتایج مقایسه گردید. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم افزار R نسخهٔ ۳ـ۲ـ۳ استفاده شد.

یافته‌ها: از نمونه‌های بررسی شده، ۵۴نفر از سالمندان، مرد (۴۴درصد) و ۷۰ نفر از آن‌ها زن (۵۶درصد) بودند. تعداد ۲۰نفر (۱۶درصد) دارای سابقهٔ بیماری قند و ۳۹نفر (۳۱درصد) دارای پُرفشاری خون و تعداد ۶۴نفر (۵۲درصد) دارای صدمه به سروگردن و تعداد ۴۸نفر (۴۳درصد) دارای یک موضع جراحی‌شده بودند. برازش مدل چندمتغیره برای شفایافتگی آمیختهٔ زمان شکست شتابی نیمه‌پارامتری نشان داد متغیر سن بر احتمال شفایافتگی تأثیرگذار است (p=۰/۰۱۶، b age=-۰/۰۳۹) و سایر متغیرها بر شفایافتگی تأثیری ندارند. برای فوت‌شدگان، متغیر صدمه به سروگردن (p=۰/۰۳۱، b head neck=۰/۱۶۵) و متغیر دیابتی‌بودن (p=۰/۰۸۰، b diabetic=۰/۱۵۵) بر احتمال فوت تأثیرگذار بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه صدمه به سروگردن یکی از عوامل مؤثر بر فوت سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط بوده است، به نظر می‌رسد با بهبود شرایط مکان زندگی سالمند، می‌توان آسیب‌های ناشی از سقوط را کاهش داد. علاوه‌بر این، با کنترل تغذیهٔ سالمندان می‌توان آسیب‌های ناشی از بیماری‌هایی مانند قند را به حداقل رساند. هم‌چنین هر دو روش شفایافتگی آمیختهٔ خطر متناسب و روش زمان شکست شتابیده قادر به برآورد پارامترهای مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارمترای داده‌های سالخوردگان ناشی از سقوط است.

کلیدواژه‌ها: مدل خطر متناسب، مدل زمان شکست شتابی، مدل شفایافتگی آمیختهٔ نیمه‌پارامتری.

حق انتشار محفوظ است © ۱۳۹۵، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

۱ مقدمه

دوران سالمندی، معمولاً از ۶۵سالگی شروع می‌شود و با دگرگونی‌های تدریجی در ترکیب و ساخت ارگانیسم و با نزول عملکرد تمام سیستم‌های بدن، همراه است. وجود علائمی مانند گیجی، ضعف و اشکال در راه رفتن و بیماری‌های سیستم عصبی مانند پارکینسون و عوامل محیطی مانند راه رفتن روی سطوح لغزنده و قالیچه‌ها، نور کم و موانع می‌توانند فرد را مستعد زمین‌خوردن کنند. استفاده از داروهای خواب‌آور، ضعف عضلات اندام تحتانی و دفورمیتی پاها نیز از عوامل دیگر هستند. سقوط یکی از ۵علل عمدهٔ مرگ‌ومیر ناشی از حوادث در سالمندان به شمار می‌رود (۱) . براساس گزارش سازمان ملل در سال ۲۰۰۶م. تعداد کل سالمندان دنیا حدود ۷۰میلیون نفر برآورد شده است و پیش‌بینی می‌شود که این رقم در ۴۰سال آینده دو برابر شود. هم‌چنین انتظار می‌رود روند سالمندشدن جوامع تا ۵۰سال آینده ادامه یابد و بیماری‌ها و هزینهٔ ناشی از آن نیز افزایش یابد (۲-۵). براساس نتایج سرشماری نفوس‌ومسکن ایران در سال ۱۳۹۰ افراد ۶۰سال و بالاتر ۸/۲۶ درصد و افراد ۶۵ سال و بالاتر ۵/۷۸ درصد از جمعیت ایران را شامل می‌شدند. درحالی‌که ضریب رشد جمعیت در ایران ۱/۲۹ درصد است، ضریب رشد جمعیت سالمند ایران حدود ۲/۵ درصد بوده و درنتیجه سرعت سالمندشدن جمعیت ایران بسیار سریع است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰م. بیش از ۲۰درصد جمعیت ایران سالمند باشند (۶). از طرف دیگر، سالمندان جزو گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه محسوب می‌شوند (۷) و حوادث مختلفی آن‌ها را تهدید می‌کند (۸). حادثهٔ سقوط یک مشکل عمدهٔ بهداشتی در سالمندان است (۹،۱۰) و از علل مهم صدمات منجر به مرگ در افراد ۶۵سال و بالاتر می‌باشد (۱۱،۱۲). حدود ۴۰درصد سقوط افراد بالاتر از ۸۵سال منجر به مرگ می‌شود (۱۳). هزینهٔ مراقبت‌های پزشکی در بیماران سالمند تروماتیک، به دلیل طولانی‌تر بودن مدت زمان بستری و نیاز به مراقبت‌های ویژه، سه‌برابر بیماران جوان است (۱۴). بیش‌تر سقوط سالمندان در منازل اتفاق می‌افتد (۱۵،۱۶). در مطالعات مشخص شد سالمندانی که در منازل تاریک، شلوغ یا نامرتب زندگی می‌کنند، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای در معرض سقوط قرار دارند (۱۷). شکستگی‌ها، تخریب بافت نرم، کبودی و پارگی از عوارض سقوط سالمندان است (۱۰). فراوانی سقوط به‌طور معنی‌داری با افزایش سن مرتبط است. آمار نشان داده که سالانه از هر سه سالمند، یک نفر دچار سقوط می‌شود (۱۸،۱۹،۲۰). هم‌چنین نیمی از سالمندان، سقوط مکرر دارند که به‌خاطر آسیب ناشی از آن، ترس از سقوط، افزایش وابستگی، افسردگی و اضطراب به وجود می‌آید (۲۱-۲۵). در کشور آمریکا ۱۵/۹ درصد افراد سالمند، در سه‌ماه، حداقل یک‌بار سقوط را گزارش کرده‌اند (۲۶). هم‌چنین در مطالعات انجام‌شده، زنان سالمند بیش‌تر از مردان دچار سقوط شده‌اند (۱۹-۲۷)؛ به همین نسبت، ترس از افتادن در زنان سالمند، بیش‌تر از مردان وجود داشته است (۲۸،۲۹). علاوه بر عوامل دموگرافیک، عوامل خطر سقوط به دو دستهٔ داخلی و خارجی (محیطی) تقسیم می‌شوند: مهم‌ترین عوامل داخلی سقوط شامل کم‌تحرکی، اختلال شناختی، مصرف دارو، افسردگی، سرگیجه، ترس از سقوط، و مهم‌ترین عوامل خارجی، خطر سُرخوردن در منزل، عدم وجود دست‌گیره یا نرده و روشنایی کم است. بسیاری از این عوامل قابل‌پیشگیری هستند (۳۰)

علاوه‌بر مدل‌های استاندارد بقا، یکی از مدل‌هایی که می‌تواند در تحلیل داده‌های سالمندان صدمه‌دیده ناشی از سقوط مورداستفاده قرار گیرد، مدل شفایافتگی آمیخته است. مدل‌های شفایافتگی، برای تحلیل داده‌های زمان شکست با کسری از بیماران شفایافته ایجادشده‌اند. برای چنین داده‌هایی، مدل‌های استاندارد بقا مناسب نیستند زیرا در این مدل‌ها امکان شفایافتگی یا بهبود در نظر گرفته نمی‌شود (۳۱).

سقوط سالمندان می‌تواند یکی از علل مرگ‌ومیر آنان باشد اما نسبت شفایافتگی در بین سالمندان صدمه‌دیده ناشی از سقوط، قابل‌توجه است. از این دیدگاه می‌توان صدمات ناشی از سقوط سالمندان را در قالب مدل‌های شفایافتگی تحلیل کرد.

در مدل‌های شفایافتگی آمیخته، فرض بر این است که جامعهٔ موردمطالعه ترکیبی از اشخاص مستعد که پیش‌آمد موردنظر را تجربه می‌کنند و افراد نامستعد که هیچ‌گاه پیش‌آمد موردنظر را تجربه نخواهند کرد، می‌باشد. مسئلهٔ مهم در مدل‌های شفایافتگی آمیخته، برآورد تابع بقا پایه برای افرد مستعد و برآورد واریانس پارامترهای رگرسیونی است. در داده‌های بقا انواع مختلف سانسور مانند سانسور از راست، سانسور از چپ، سانسور فاصله‌ای، خارج از کنترل پژوهشگران می‌باشد؛ همین مسئله منجر به تمایز این نوع تحلیل از سایر تحلیل‌های آماری می‌شود و درعین‌حال تأثیر زیادی در تعیین مدل مناسب برای تحلیل بقا دارد. به شرط وجود درصد قابل‌قبولی از داده‌های سانسورشده، همواره می‌توان از مدل‌های استاندارد، اعم از مدل‌های ناپارامتری، نیمه‌پارامتری و پارامتری در تحلیل این نوع داده‌ها استفاده کرد. مدل‌های شفایافتگیِ آمیخته در داده‌هایی که نرخ سانسورشدگی در آن‌ها بالاست، مورداستفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های شفایافتگی منجر به برآورد بهتر این داده‌ها می‌شود. توزیع‌های آمیخته، به‌طور سازگاری، شکل‌های انعطاف‌پذیری از تابع‌های چگالی ــ هنگامی‌که توزیع‌ها چندحالتی و غیرنُرمال هستندــ فراهم می‌کند (۳۲).

در مدل‌های بقا، فرض بر این است که هر فرد در جامعهٔ موردبررسی مستعد رخداد موردنظر است و درصورتی‌که دورهٔ پیگیری به‌اندازهٔ کافی طولانی باشد، درنهایت این رخداد را تجربه خواهد کرد. با وجود این، در برخی بیماری‌ها مدارک زیستی محکمی وجود دارد که رخداد هنگام درنظر گرفتن نقطهٔ پایانی، به جز مرگ طبیعی، هیچ‌گاه برای برخی آزمودنی‌ها اتفاق نمی‌افتد. فرض آن‌که برخی افراد هیچ‌گاه رخداد موردنظر را تجربه نمی‌کنند، تنها مبتنی بر ملاحظات تجربی مانند وجود تعداد زیادی از بازماندگان در بلندمدت است. وجود افراد نامستعد (یا ایمن یا شفایافته با توجه به رخداد موردنظر) در نمودار تابع توزیع بقا کناری توسط کاپلان مایر[1] پیشنهاد شد که تراز پایدار و طولانی یا ممتد با سانسورسازی بالا در کران راست نشان داده شد. در سال‌های اخیر،

[1]. Kaplan-Meier

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

توجه زیادی به مدل‌سازی داده‌های بقا با بازماندگان طی بلندمدت وجود دارد. در نظر نگرفتن چنین آزمودنی‌های شفایافته‌ای به بیش برآوردی بقای آزمودنی‌های مستعد منجر می‌شود. در مدل‌های شفایافتهٔ آمیخته، جامعهٔ موردبررسی، آمیخته‌ای است از افراد مستعد (شفانیافته) که ممکن است رخداد موردنظر را تجربه کنند و افراد نامستعد (شفایافته) که هیچ‌گاه دچار رخداد موردنظر نخواهند شد. این موارد در متون تخصصی، میزان بروز یا شیوع[1] نامیده می‌شود. وقتی رخداد موردنظر رخ می‌دهد، به شرط آن که بتواند رخ بدهد، مرحلهٔ نهفتگی[2] ظاهر می‌شود (۳۱).

مسئلهٔ مهم در مدل‌های شفایافته، برآورد تابع خطر پایه برای افراد شفانیافته است. در ابتدا توزیع‌های کاملاً پارامتری ازجمله نمایی، لگ نرمال، وایبل و گامپرتز (۳۵-۳۳) پیشنهاد شده است. با وجود مدل‌های شفایافتهٔ کاملاً پارامتری در تحلیل داده‌های زیستی به اندازهٔ کافی انعطاف‌پذیر نیستند، چون که با فرضیات قوی درمورد تابع بقای بیماران شفانیافته سر و کار دارند. رهیافت دیگر، برآورد ناپارامتری تابع بقا برای افراد شفانیافته است و در حوزهٔ مدل‌های شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارامتری قرار می‌گیرد (۳۶).

۲ روش‌بررسی

در این مطالعه، به‌صورت مقطعی و تمام‌شماری، از داده‌های مربوط به سالمندان بالای ۶۵سال صدمه‌دیده ناشی از سقوط که با اورژانس به بیمارستان شهید بهشتی قم انتقال یافته بودند، استفاده شد. داده‌های موردنیاز با استفاده از نرم‌افزار (HMIS[3]) استخراج گردید و متغیرهای سن، جنسیت، مدت‌زمان بستری بر حسب روز، سابقهٔ بیماری قند، فشار خون، وضعیت صدمه به سروگردن و تعداد جراحی بررسی شد. پس ازمحاسبه، دسته‌بندی و گویا کردن کدهای طبقه‌بندی بین‌المللی بیماری‌ها (ICD10) و مشخص‌نمودن متغیرهای مربوط به بیماران، اعم از متغیرهای جمعیت‌شناختی و متغیرهای مربوط به صدمه و نوع تشخیص و عمل جراحی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ نهایی شد.

متغیرهای مورداستفاده در این مطالعه عبارت بودند از: سن، جنس، مدت‌زمان بستری بر حسب روز، سابقهٔ بیماری قند، فشار خون، وضعیت صدمه به سروگردن و تعداد مواضع جراحی‌شده. پس از پیگیری وضعیت نهایی سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط در اردیبهشت ماه ۹۴ (به فاصلهٔ زمانی حداقل سه سال و حداکثر شش سال و دو ماه پس از سقوط)، در کل، ۱۲۴مشاهده در تحلیل مورداستفاده قرار گرفتند. از زمان بستری تا زمان پیگیری برحسب روز و به عنوان متغیر پاسخ در نظر گرفته شد. هم‌چنین مطالعهٔ پیگیری در تاریخ ۹۴/۰۳/۱۲ به پایان رسید.

مدل‌های شفایافتهٔ آمیخته نیمه‌پارامتری، یکی از متداول‌ترین مدل‌ها برای برآورد نرخ شفایافتگی و نرخ بقا در بیمارانی است که معالجه نمی‌شوند. در این مدل اگر T، زمان شکست موردنظر باشد، $1-$ $\pi(z)$ احتمال شفایافتن یک بیمار است که به Z بستگی دارد و $S(t|x)$ احتمال بقای بیماران شفانیافته، وابسته به X است که در آن X و Z مقادیر مشاهده‌شده از دو بُردار متغیرهای کمکی هستند که بر تابع بقا به ترتیب در هر دو بخش رویداد (فوت) و نهفتگی (شفایافتن) تأثیر می‌گذارند (۳۷). دلیل استفاده از نمادهای متفاوت برای متغیرهای کمکی آن است که مدل پیشنهادی انعطاف‌پذیر است و می‌توان در هر دو بخش، متغیرهای متفاوتی را در نظر گرفت. در این صورت، مدل شفایافتهٔ آمیخته به‌شکل زیر خواهد بود:

$$S(t|x,z) = \pi(z)S(t|x) + 1 - \pi(z)$$

اگر مدل فوق برای مدل‌سازی قسمت پنهان (شفایافتگی) به‌کار برده شود، مدل شفایافتهٔ آمیخته، مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ خطر متناسب نامیده می‌شود. درعوض اگر از مدل زمان شکست شتابی برای توزیع پنهان‌بودن استفاده شود، به آن مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ زمان شکستِ شتابیده گفته می‌شود. در این پژوهش از مدل‌های شفایافتهٔ آمیختهٔ خطرِ متناسب (PHMC) نیمه‌پارامتری و مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ زمان شکست شتابیده (AFTMC) نیمه‌پارامتری برای تحلیل داده‌های سالمندان دارای صدمات ناشی از سقوط استفاده شده است. در مدل PHMC از روش درست‌نمایی جزیی، بدون مشخص‌کردن تابع خطر پایه، استفاده می‌شود و در مدل AFTMC از روش برآورد رتبه محور برای برآورد پارامترها استفاده می‌گردد. هم‌چنین در هر دو روش ذکرشده نرخ شفایافتگی و نرخ فوت سالمندان قابل‌اندازه‌گیری است.

برای تحلیل داده‌ها از مدل‌های شفایافتهٔ آمیخته در نرم‌افزار R نسخه ۳-۲-۲ و از بستهٔ SMCURE استفاده گردید. برآورد واریانس متغیرها نیز با استفاده از نمونهٔ خودگردان ۲۰۰تایی و تابع ربط متمم لوگ—لوگ در بستهٔ SMCURE انجام شد. لازم به ذکر است که هرچه تعداد نمونه‌های خودگران و معیار هم‌گرایی از دقت بالایی برخوردار باشد، زمان اجرای برنامه، بیش‌تر خواهد شد. مقدار پیش‌فرض معیار هم‌گرایی ۰/۰۰۰۰۰۰۱ در نظر گرفته شد. خروجی به‌دست‌آمده از اجرای برنامه، شامل دو بخش است: مدل احتمال شفایافتگی و مدل توزیع زمان شکست. برآورد نرخ شفایافتگی به‌آسانی با استفاده از فرمول $1 - \hat{\pi}(z)$ امکان‌پذیر است. هم‌چنین در بخش مدل توزیع شکست، نرخ فوت بیمار با استفاده از $\hat{\pi}(z)$ قابل برآورد می‌باشد. نرم‌افزار R برآورد پارامترها را در بخش رویداد با عنوان مدل توزیع زمان شکست (مفهوم آن در این مقاله فوت می‌باشد) و برای بخش نهفتگی با عنوان مدل احتمال شفایافتگی انجام می‌دهد. جداول ارائه‌شده نیز از این الگو پیروی می‌کند.

۳ یافته‌ها

از نمونه‌های بررسی‌شده، ۵۴نفر از سالمندان (۴۴درصد)، مرد و ۷۰نفر (۵۶درصد) از آن‌ها زن بودند. تعداد ۲۰نفر (۱۶درصد) دارای سابقهٔ بیماری قند و ۳۹نفر (۳۱درصد) دارای پُرفشاری خون و تعداد ۶۴نفر (۵۲ درصد) دارای صدمه به سروگردن و تعداد ۴۸نفر (۴۳درصد)، دارای یک موضع جراحی‌شده بودند (جدول۱).

متوسط سن سالمندان ۷/۱۷ ± ۷۸/۱۹ سال با میانهٔ سنی ۷۹ سال، متوسط مدت زمان بستری برای سالمندان ۴/۵۹±۶/۹۸ روز با میانهٔ زمان بستری ۶روز و میانگین زمان بقای سالمندان دارای سقوط ۱۱۲۳/۴۲±۷۲/۹۱ روز به دست آمد.

[1]. incidence
[2]. Latency
[3]. Health Management Information System

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

جدول ۱. توزیع متغیرهای مربوط به سالمندان دارای صدمات ناشی ازسقوط.

متغیر	سطوح متغیر	تعداد	درصد
جنس	مرد	۵۴	۴۳/۶
	زن	۷۰	۵۶/۴
دیابت	دارد	۲۰	۱۶/۱
	ندارد	۱۰۴	۸۳/۹
پُرفشاری خون	دارد	۳۹	۳۱/۴
	ندارد	۸۵	۶۸/۶
صدمه به سر و گردن	دارد	۶۴	۵۱/۶
	ندارد	۶۰	۴۸/۴
تعداد مواضع جراحی شده	ندارد	۴۸	۳۸/۷
	یک مورد	۵۳	۴۲/۷
وضعیت بقا	دو مورد و بیش‌تر	۲۳	۱۸/۶
	در قید حیات	۶۳	۵۰/۸
	فوت شده	۶۱	۴۹/۲

جدول (۲) حاصل برازش مدل چندمتغیرهٔ خطر متناسب شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارامتری برای هر دو بخش سالمندان شفایافته و فوت‌شده دارای سقوط با هفت متغیر کمکی است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود تنها متغیر سن (b age=-۰/۰۴۱ ،p=۰/۰۱۳) بر احتمال شفایافتگی تأثیرگذار است و سایر متغیرها بر شفایافتگی تاثیری ندارند. در بخش مدل توزیع زمان شکست نیز متغیر سن (p age=۰/۰۲۰ ،p=۰/۰۳۸) بر احتمال فوت سالمندان مؤثر می‌باشد.

جدول ۲. نتایج برآورد پارامترها برای مدل چندمتغیرهٔ خطر متناسب شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارامتری.

مدل احتمال شفایافتگی				
متغیر	برآورد پارامتر	انحراف‌استاندارد	آماره Z	مقدار احتمال
سن	۰/۰۴۱ـ	۰/۰۱۷	۲/۴۷۸ـ	۰/۰۱۳
جنسیت	۰/۱۳۹ـ	۰/۱۹۵	۰/۷۱۲ـ	۰/۴۷۶
پُرفشاری خون	۰/۰۳۹ـ	۰/۲۴۶	۰/۱۶۱ـ	۰/۸۷۲
دیابت	۰/۲۱۵ـ	۰/۳۵۲	۰/۶۱۱ـ	۰/۵۴۱
تعداد جراحی	۰/۰۴۱	۰/۱۹۴	۰/۲۱۳	۰/۸۳۱
صدمه به سروگردن	۰/۲۷۶ـ	۰/۲۳۷	۱/۱۶۶ـ	۰/۲۴۳
مدت زمان بستری	۰/۰۴۱ـ	۰/۰۲۹	۱/۳۸۹ـ	۰/۱۶۵
مدل توزیع زمان شکست				
متغیر	برآورد پارامتر	انحراف استاندارد	آماره Z	مقدار احتمال
سن	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۸۷۸	۰/۰۳۸
جنسیت	۰/۱۹۴	۰/۰۲۹	۰/۶۶۸	۰/۵۰۴
پُرفشاری خون	۰/۱۷۳	۰/۵۰۰	۰/۳۴۵	۰/۷۳۰
دیابت	۰/۲۹۸ـ	۰/۴۴۴	۰/۶۷۲ـ	۰/۵۰۱
تعداد جراحی	۰/۳۳۷	۰/۲۶۱	۱/۲۸۷	۰/۱۹۸
صدمه به سروگردن	۰/۵۳۴ـ	۰/۳۳۰	۱/۶۱۷ـ	۰/۱۰۵
مدت زمان بستری	۰/۰۱۲	۰/۰۴۴	۰/۲۷۵ـ	۰/۷۸۲

جدول (۳) نتایج برآورد پارامترها را برای مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ زمان شکست شتابی در هر دو بخش سالمندان شفایافته و فوت‌شده دارای سقوط با هفت متغیر کمکی، نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، متغیر سن بر احتمال شفایافتگی تأثیر گذار است (p=۰/۰۱۶) و سایر متغیرها بر شفایافتگی تاثیری ندارند. برای فوت‌شدگان، متغیر صدمه به سروگردن (p=۰/۰۳۱) و دیابتی بودن (p=۰/۰۸۰) بر احتمال فوت در سطح ۰/۱۰ تأثیرگذار بود. با توجه به اینکه برای برازش مدل فوق از تابع ربط متمم لوگ—لوگ استفاده شده است، نرخ

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

شفایافتگی برای مردان سالخورده به صورت $\pi(z)=((exp)^{-exp}(0/039))=0/3822$ یا به‌عبارت‌دیگر ۳۸/۲درصد و برای زنان سالخورده، ۳۶/۸ درصد به‌دست آمد. همچنین نرخ فوت برای سالخوردگانی که دیابتی هستند، ۶۹درصد و آن‌هایی که فاقد این بیماری هستند، ۶۳درصد است.

جدول ۳. نتایج برآورد پارمترها برای مدل چندمتغیرهٔ زمان شکست شتابی شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارامتری.

مدل احتمال شفایافتگی				
متغیر	برآورد پارامتر	انحراف‌استاندارد	آماره Z	مقدار احتمال
سن	۰/۰۳۹ـ	۰/۰۱۶	۲/۳۹۵ـ	۰/۰۱۶
جنسیت	۰/۱۴۱ـ	۰/۲۱۴	۰/۶۶۰ـ	۰/۵۰۸
پُرفشاری خون	۰/۰۵۳ـ	۰/۲۲۳	۰/۲۳۸ـ	۰/۸۱۱
دیابت	۰/۲۰۲ـ	۰/۳۰۰	۰/۶۷۴ـ	۰/۵۰۰
تعداد جراحی	۰/۰۳۶	۰/۱۸۶	۰/۱۹۴	۰/۸۴۶
صدمه به سروگردن	۰/۲۶۵ـ	۰/۲۱۵	۱/۲۳۳ـ	۰/۲۱۷
مدت زمان بستری	۰/۰۳۹ـ	۰/۰۳۰	۱/۲۹۳ـ	۰/۱۹۶
مدل توزیع زمان شکست				
متغیر	برآورد پارامتر	انحراف‌استاندارد	آماره Z	مقدار احتمال
سن	۰/۰۱۰ـ	۰/۰۰۴	۰/۲۳۷ـ	۰/۸۱۲
جنسیت	۰/۰۲۳ـ	۰/۰۶۶	۰/۳۵۱ـ	۰/۷۲۴
پُرفشاری خون	۰/۰۷۲ـ	۰/۰۹۷	۰/۷۵۲ـ	۰/۴۵۱
دیابت	۰/۱۵۵	۰/۰۸۹	۱/۷۴۹	۰/۰۸۰
تعداد جراحی	۰/۰۶۱ـ	۰/۰۵۳	۱/۱۵۳ـ	۰/۲۴۸
صدمه به سروگردن	۰/۱۶۵	۰/۰۷۶	۲/۱۵۶	۰/۰۳۱
مدت‌زمان بستری	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۹۸۴	۰/۳۲۴

۴ بحث

صدمات ناشی از سقوط سالمندان به دلیل امکان بهبودی نسبی و کامل پس از سقوط می‌تواند در قالب مدل‌های شفایافته بررسی شود. در این مقاله برای اولین‌بار از روش خطر متناسب و زمان شکست شتابیِ مدل‌های شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارامتری در داده‌های سقوط سال‌خوردگان استفاده کردیم. بخش احتمال شفایافتگی را با استفاده از مدل‌های خطی برآورد کردیم که در آن امکان استفاده از توابع ربط مختلف مانند لوجیت، پروبیت و متمم لوگ‌ـلوگ فراهم شده است. بخش نهفتگی می‌تواند از مدل خطر متناسب یا از مدل زمان شکست شتابی پیروی کند. برازش مدل خطر متناسب چندمتغیره نشان داد که از بین متغیرهای کمکی، تنها متغیر سن بر احتمال شفایافتگی (p=۰/۰۱۳) و فوت (p=۰/۰۳۸) تأثیرگذار است و سایر متغیرها بر شفایافتگی تاثیری ندارند. برازش مدل چندمتغیره به‌روش زمان شکست شتابیده، نشان داد که از بین متغیرهای کمکی، متغیر سن بر احتمال شفایافتگی تأثیرگذار است (p=۰/۰۱۶) و سایر متغیرها بر شفایافتگی تاثیری ندارند. متغیر صدمه به سروگردن (p=۰/۰۳۱) و دیاب (p=۰/۰۸۰) بر احتمال فوت تأثیرگذار بود.

با توجه به اینکه صدمه به سروگردن یکی از عوامل مؤثر بر فوت سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط بوده است، به نظر می‌رسد با بهبود شرایط مکانی زندگی سالمند می‌توان آسیب‌های ناشی از سقوط را کاهش داد. هم‌چنین با کنترل تغذیهٔ سالمندان می‌توان آسیب‌های ناشی از بیماری‌هایی مانند قند را به حداقل رساند.

مدل‌های خطر متناسب و زمان شکست شتابی برای مجموعه داده‌های مختلف برازش داده شده است که در ادامه نتایج به‌کارگیری این مدل‌ها با نتایج مطالعهٔ حاضر مقایسه می‌شود. در مطالعات مشابه، بیش‌تر، مقایسهٔ روش‌های شفایافتگیی مدنظر پژوهشگران بوده است. چائوکای و همکاران (۲۰۱۲) ابتدا مدل نیمه‌پارامتری خطر متناسب شفایافتهٔ آمیخته را به داده‌های سرطان پوست حاصل از مرحلهٔ سوم آزمایش‌های بالینی ECOG[1] برازش دادند (۳۸). البته قبل از آن‌ها کوربیه و همکاران (۳۲) مدل‌های شفایافته آمیختهٔ پارامتری و نیمه‌پارامتری را به این داده‌ها برازش داده بودند. هدف از این آزمایش، ارزیابی دوز بالای اینترفیون آلفای ۲ (IFN) در برابر دارونما (به عنوان شفایافتگی کمکی) پس از عمل بود. پس از حذف مشاهدات گم‌شده، تعداد ۲۸۴مشاهده در تحلیل به‌کار رفتند. متغیرهای تیمار، جنسیت و سن در هر دو بخش رویداد و نهفتگی مورداستفاده قرار گرفتند. متغیر پاسخ، مدت‌زمان زندگی بدون بازگشت (عود) بیماری بر حسب سال بود. خطای استاندارد پارامترهای برآوردشده با ۵۰۰نمونهٔ خودگران، ربط لوجیت و روش خطر متناسب محاسبه شد. بررسی آن‌ها نشان داد که متغیرهای سن (p=۰/۰۱۵) و TRT (p=۰/۰۰۵) از نظر آماری معنی‌دار و درنتیجه بر احتمال شفایافتگی تأثیرگذار هستند. البته مطالعهٔ

[1]. Eastern Cooperative Oncology Group

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

حاضر نیز نشان داده که متغیر سن در روش خطر متناسب بر شفایافتگی سالخوردگان تأثیرگذار است که با نتیجهٔ این مطالعه هم‌خوانی دارد.
چائوکای و همکاران (۲۰۱۲) مدل نیمه‌پارامتری AFTMC را در مطالعهٔ پیوند مغز استخوان بیماران مبتلا به سرطان خون لنفوسیت حاد صعب‌العلاج برازش دادند. این مجموعه‌داده به‌طور وسیعی در مدل AFTMC مورداستفاده قرار می‌گیرد؛ زیرا فرض خطر متناسب برای مؤلفهٔ نهفتگی مناسب نیست. ۴۶ بیمار به روش دگر زاد، و ۴۴ بیمار به روش پیوند از بدن خود، موردمعالجه قرار گرفتند. متغیر روش شفایافتگی در هر دو بخش رویداد و نهفتگی گنجانده شد (یک برای گروه معالجه به روش دگر زا و صفر برای گروه معالجه به روش پیوند از بدن خود) . نتایج برازش مدل نشان داد که احتمال بقای گروه معالجه به روش دگر زا در مقایسه با گروه معالجه، به روش پیوند از بدن خود بیمار، بیش‌تر است؛ زیرا ضریب متغیر فوق در بخش شفایافتگی معنی‌دار شد (p=۰/۰۳) (۳۹).

۵ نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه صدمه به سروگردن یکی از عوامل مؤثر بر فوت سالخوردگان دارای صدمات ناشی از سقوط بوده است، به نظر می‌رسد با بهبود شرایط مکان زندگی سالمند، می‌توان آسیب‌های ناشی از سقوط را کاهش داد. علاوه‌بر این، با کنترل تغذیهٔ سالمندان می‌توان آسیب‌های ناشی از بیماری‌هایی مانند قند را به حداقل رساند. هم‌چنین هر دو روش شفایافتگی آمیختهٔ خطر متناسب و روش زمان شکست شتابیده قادر به برآورد پارامترهای مدل شفایافتهٔ آمیختهٔ نیمه‌پارمترای داده‌های سالخوردگان ناشی از سقوط است.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

References

1. Shokoohi S, Babanejad M, Behzadifar M, Delpisheh A. Study of Health and Disease Status in Elderly people of Ilam Province. sjimu medilam. 2013; 21 (6): 276–286. [Persian] [Link]
2. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. The Lancet. 2002; 359 (9319): 1761–1767. [Link]
3. Wolfe RR, Jordan D, Wolfe ML. The WalkAbout: A new solution for preventing falls in the elderly and disabled. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004; 85 (12): 2067–2069. [Link]
4. Ungar A, Rafanelli M, Iacomelli I, Brunetti MA, Ceccofiglio A, Tesi F, et al. Fall prevention in the elderly. Clinical Cases in mineral and bone metabolism. 2013; 10 (2): 91. [Link]
5. Stevens JA, Phelan EA. Development of STEADI: a fall prevention resource for health care providers. Health promotion practice. 2013; 14 (5): 706–714. [Link]
6. IRANSCo. Abstract of Census 2012. Tehran, Iran: Deputy Director of Strategic Planning and Control of Information and Communications, 2012. [Link]
7. Gnanadesigan N, Saliba D, Roth CP, Solomon DH, Chang JT, Schnelle J, et al. The quality of care provided to vulnerable older community-based patients with urinary incontinence. Journal of the American Medical Directors Association. 2004; 5 (3): 141–146. [Link]
8. Acimis NM, Mas N, Yazici AC, Gocmen L, Isık T, Mas MR. Accidents of the elderly living in Kocaeli Region (Turkey). Archives of gerontology and geriatrics. 2009; 49 (2): 220–223. [Link]
9. Schwab CW, Shapiro MB, Kauder DR. Geriatric trauma: patterns, care and outcomes. Trauma. 2000; 35: 1099–1114. [Link]
10. Van Haastregt JC, van Rossum E, Diederiks JP, Voorhoeve PM, de Witte LP, Crebolder HF. Preventing falls and mobility problems in community-dwelling elders: the process of creating a new intervention. Geriatric Nursing. 2000; 21 (6): 309–314. [Link]
11. Stevens JA. Falls among older adults-risk factors and prevention strategies. Journal of safety research. 2005; 36 (4): 409–411. [Link]
12. Stevens JA, Olson S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. Home care provider. 2000; 5 (4): 134–141. [Link]
13. Kerzman H, Chetrit A, Brin L, Toren O. Characteristics of falls in hospitalized patients. Journal of advanced nursing. 2004; 47 (2): 223–229. [Link]
14. Ghodsi SM, Roudsari BS, Abdollahi M, Shadman M. Fall-related injuries in the elderly in Tehran. Injury. 2003; 34 (11): 809–814. [Persian] [Link]
15. Easton A, Deborah A, Shipkin OTR, Hummell O. Fall prevention and home safety: The role of the home healthprofessional. [Link]
16. Formiga F, Navarro M, Duaso E, Chivite D, Ruiz D, Perez-Castejon JM, et al. Factors associated with hip fracture-related falls among patients with a history of recurrent falling. Bone. 2008 Nov; 43 (5): 941–944. [Link]
17. Huang H-C. A checklist for assessing the risk of falls among the elderly. Journal of Nursing Research. 2004; 12 (2): 131–142. [Link]
18. Halil M, Ulger Z, Cankurtaran M, Shorbagi A, Yavuz BB, Dede D, et al. Falls and the elderly: Is there any difference in the developing world?: A cross-sectional study from Turkey. Archives of gerontology and geriatrics. 2006; 43 (3): 351–359. [Link]
19. Coimbra AMV, Ricci NA, Coimbra IB, Costallat LTL. Falls in the elderly of the family health program. Archives of gerontology and geriatrics. 2010; 51 (3): 317–322. [Link]
20. Akyol AD. Falls in the elderly: what can be done? International nursing review. 2007; 54 (2): 191–196. [Link]
21. Salkeld G, Ameratunga SN, Cameron ID, Cumming RG, Easter S, Seymour J, et al. Quality of life related to fear of falling and hip fracture in older women: a time trade off studyCommentary: Older people's perspectives on life after hip fractures. Bmj. 2000; 320 (7231): 341–346. [Link]
22. Suzuki T. Fall risk and fracture. Fall risk assessment. Clinical calcium. 2013; 23 (5): 661–667. [Link]
23. Newman AB, Murabito JM. The epidemiology of longevity and exceptional survival. Epidemiologic reviews. 2013; 35 (1): 181–197. [Link]
24. Clouston SA, Brewster P, Kuh D, Richards M, Cooper R, Hardy R, et al. The dynamic relationship between physical function and cognition in longitudinal aging cohorts. Epidemiologic reviews. 2013; 35 (1): 33–50. [Link]
25. Balzer K, Bremer M, Schramm S, Lühmann D, Raspe H. Falls prevention for the elderly. GMS health technology assessment [Internet]. 2012; 8. [Link]

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]

26. Stevens JA, Mack KA, Paulozzi LJ, Ballesteros MF. Self-reported falls and fall-related injuries among persons aged≥ 65 years–United States, 2006. Journal of safety research. 2008; 39 (3): 345–349. [Link]
27. Lehtola S, Koistinen P, Luukinen H. Falls and injurious falls late in home-dwelling life. Archives of gerontology and geriatrics. 2006; 42 (2): 217–224. [Link]
28. Nkodo MY, De Breucker S, Delvaux N, Pepersack T. Fear of falling in older people. Revue medicale de Bruxelles. 2006; 28 (1): 27–31. [Link]
29. Chang N-T, Chi L-Y, Yang N-P, Chou P. The impact of falls and fear of falling on health-related quality of life in Taiwanese elderly. Journal of community health nursing. 2010; 27 (2): 84–95. [Link]
30. Tromp AM, Pluijm SMF, Smit JH, Deeg DJH, Bouter LM, Lips P. Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. Journal of clinical epidemiology. 2001; 54 (8): 837–844. [Link]
31. Corbière F, Commenges D, Taylor JM, Joly P. A penalized likelihood approach for mixture cure models. Statistics in medicine. 2009; 28 (3): 510–524. [Link]
32. Taylor JM. Semi-parametric estimation in failure time mixture models. Biometrics. 1995; 899–907. [Link]
33. Shao Q, Zhou X. A new parametric model for survival data with long-term survivors. Statistics in medicine. 2004; 23 (22): 3525–3543. [Link]
34. Farewell VT. The use of mixture models for the analysis of survival data with long-term survivors. Biometrics. 1982; 38 (4): 1041–1046. [Link]
35. Gordon NH. Application of the theory of finite mixtures for the estimation of ‘cure’rates of treated cancer patients. Statistics in Medicine. 1990; 9 (4): 397–407. [Link]
36. Peng Y, Dear KB. A nonparametric mixture model for cure rate estimation. Biometrics. 2000; 56 (1): 237–243. [Link]
37. Cai C, Zou Y, Peng Y, Zhang J. smcure: An R-Package for estimating semiparametric mixture cure models. Computer methods and programs in biomedicine. 2012; 108 (3): 1255–1260. [Link]
38. Kirkwood JM, Strawderman MH, Ernstoff MS, Smith TJ, Borden EC, Blum RH. Interferon alfa-2b adjuvant therapy of high-risk resected cutaneous melanoma: the Eastern Cooperative Oncology Group Trial EST 1684. Journal of clinical oncology. 1996; 14 (1): 7–17. [Link]
39. Zhang J, Peng Y. A new estimation method for the semiparametric accelerated failure time mixture cure model. Statistics in medicine. 2007; 26 (16): 3157–3171. [Link]

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.23222840.1395.6.0.43.4]