

## استفاده از مدل رده‌بندی درختی برای تعیین عوامل مؤثر بر مرگ‌ومیر پس از عمل جراحی کرونری بای- پاس در بیماران غیر وابسته به دیالیز

نویسندگان: فرید زایری<sup>۱</sup>، ریحانه صادقی‌نژاد<sup>۲</sup>، هدی نورکجوری<sup>۳</sup>، جمشید باقری<sup>۳\*</sup>، الهه غضنفری<sup>۲</sup>

۱. استادیار- گروه آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. کارشناسی ارشد آمار زیستی- دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. استادیار- جراحی قلب و عروق، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

E-mail: jbagheri@sina.tums.ac.ir

\*نویسنده مسوول: جمشید باقری

### چکیده

مقدمه و هدف: بیماری‌های عروق کرونری قلب از علل شایع مرگ‌ومیر است و یکی از درمان‌های رایج در بیماران جراحی بای پاس عروق کرونری به‌شمار می‌رود. از جمله عواملی که به افزایش مرگ‌ومیر و عوارض پس از عمل منجر می‌شود، اختلال عملکرد کلیه است. هدف این پژوهش، شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در مرگ‌ومیر بیماران مبتلا به نارسایی کلیه و ارائه مدل درختی برای پیش‌بینی درصد فوت در اثر جراحی قلب است.

مواد و روش‌ها: داده‌ها از یک مطالعه مقطعی از ۱۳۹۰ بیمار در مدت سه سال از بیمارستان قلب شریعتی تهران جمع‌آوری و با توجه به هدف پژوهش، بیماران وابسته به دیالیز و بقای کمتر از یک سال از مطالعه خارج شده‌اند. در مطالعه حاضر، برای پیش‌بینی پیامد فوت، مدل‌های رگرسیون لجستیک و رده‌بندی درختی با نرم‌افزارهای SPSS ویراست 18.0 و CART ویراست 6.0 برازش و نتایج با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج: در مدل رده‌بندی با دقت ۹۰ درصد متغیرهای نارسایی کلیوی شدید، کارگذاری بالن پمپ داخل آنورتی حین و پس از عمل، تنفس طولانی‌مدت از راه دستگاه، مدت زمان خون‌رسانی قلب حین عمل بیش از ۱۶۰ به‌عنوان زیرگروه‌های دارای خطر بالای مرگ و افراد با عوارض قلبی- بطنی پس از عمل جراحی به‌عنوان زیرگروه با خطر متوسط مرگ معرفی شدند. شاخص‌های حساسیت و ویژگی برای این مدل به- ترتیب ۸۲ درصد و ۸۹ درصد و برای مدل لجستیک ۸۰/۴ درصد و ۸۸ درصد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: مدل‌های رده‌بندی درختی و رگرسیون لجستیک متغیرهای مهم تقریباً یکسانی نتیجه دادند، اما مدل درختی، دقت بیشتری داشت. متغیر کارگذاری بالن پمپ داخل آنورتی تأثیرگذارترین عامل در مرگ‌ومیر معرفی شد که درصد مرگ ناشی از آن برای کل بیماران حین عمل ۱۹ درصد و پس از عمل ۵۴/۱ درصد به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: جراحی کرونری بای پاس، مدل رده‌بندی درختی، مدل رگرسیونی لجستیک، بیماران غیر وابسته به دیالیز، مرگ‌ومیر

دریافت: ۹۱/۲/۶

آخرین اصلاح‌ها: ۹۱/۳/۱۸

پذیرش: ۹۱/۳/۲۱

## مقدمه

استفاده از روش‌های معمول آماری به سه دلیل عمده «حجم زیاد متغیرها، وجود فرضیاتی نظیر نرمال بودن توزیع و برابری واریانس‌ها و پیچیدگی تفسیر نتایج»، تحلیل داده‌های پزشکی را با مشکل روبرومی‌سازد. درخت تصمیم با استفاده از شیوه‌های ناپارامتری به داشتن توزیع خاص برای مشاهدات نیازی ندارد (۱۸-۱۵)؛ همچنین برای اطلاعات با حجم زیاد بسیار مناسب است و یکی از شیوه‌های مناسب رده‌بندی به‌شمار می‌رود که با وجود مشکلات ذکر شده می‌تواند به‌خوبی عمل کند (۲۱-۱۶)؛ بنابراین در مطالعه حاضر به دلیل این محدودیت‌ها و تفسیر پیچیده این مدل‌ها برای محققان بالینی، به‌جای مدل‌های خطی و غیرخطی پارامتری مانند رگرسیون خطی و لجستیک در تعیین عوامل خطر، روش رده‌بندی درختی معرفی شده است (۲۲)؛ این مدل، روش تحلیلی قدرتمندی برای کشف ساختار داده‌هاست و کاربرد آن در علوم پزشکی بسیار وسیع است (۲۴-۲۳). سادگی تفسیر نتایج برحسب ویژگی‌های بالینی و دیگر ویژگی‌های مربوط به بیماران، به‌تازگی، مدل‌های درختی را به روشی جالب در مطالعات بالینی و اپیدمیولوژی تبدیل کرده است (۲۵). در واقع ایده اساسی این مدل‌ها تشکیل زیرگروه‌هایی از بیماران است که دارای سطح خطر مشابه‌اند هستند (۱۴ و ۲۶).

مورگان و سوئی کویست در سال ۱۹۶۳ برای بررسی آثار متقابل متغیرها در داده‌های علوم اجتماعی مدل‌های درختی را که در رده‌بندی و رگرسیون درختی استفاده می‌شوند، پیشنهاد داده‌اند (۲۷) و بریمن و همکاران وی در سال ۱۹۸۴ در رساله‌ای که در این مورد منتشر شد، جنبه‌های نظری و کاربردی آنها را بسط و توسعه دادند.

این پژوهش در نظر دارد علل مرگ‌ومیر بیماران عروق کرونری قلب را که در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ تحت درمان عمل جراحی بای‌پاس عروق کرونری قرار گرفته‌اند، مورد مطالعه قرار دهد. با توجه به شیوع بالای بیماران قلبی-عروقی در این بررسی سعی شد تا با در نظر گرفتن عوامل مؤثر، یک الگوی رده‌بندی درختی نیز برای بیماران معرفی گردد.

بیماری‌های قلبی، شایع‌ترین علل مرگ‌ومیر در کشورهای توسعه‌یافته به‌شمار می‌روند و طبق پیش‌بینی سازمان بهداشت جهانی، عامل اصلی مرگ‌ومیر در سراسر دنیا در سال ۲۰۲۰ خواهند بود. شایع‌ترین عمل جراحی قلب در مبتلایان به تنگی عروق کرونر، جراحی بای‌پاس عروق کرونر (Coronary Artery Bypass Graft = CABG) است (۱)؛ این بیماری، یکی از شایع‌ترین علل مرگ‌ومیر در کشور ماست که شیوع آن در ایران ۶۷/۸ درصد گزارش شده (۲).

بیماری عروق کرونر عبارت است از: سختی دیواره (آترواسکلروز) شریان‌های کرونری که به سبب تجمع غیرطبیعی چربی‌ها در دیواره عروق کرونری، باعث کاهش جریان خون عضله قلب (ایسکمی) و در نهایت، مرگ عضله قلب یا آنفارکتوس می‌شود. بای‌پاس عروق کرونر یک رویه جراحی است و جهت درمان بیماری شدید عروق کرونر به‌کار می‌رود که در آن از ورید ساق پا یا شریان سینه‌ای به‌عنوان پیوند جهت بای‌پاس در یک یا بیشتر شریان‌های مسدود شده استفاده می‌شود، به‌طوری‌که جریان خون به راحتی در اطراف ناحیه دچار انسداد، برقرار شده و سبب برطرف شدن درد قلبی یا آنژین می‌شود (۳). در تعدادی از مطالعات، شاخص اختلال عملکرد کلیه قبل از عمل جراحی به‌عنوان عامل خطر برای مرگ‌ومیر در CABG (۸-۴) و عوارض پس از عمل شناخته شده است (۱۱-۷) و تعدادی از مطالعات، نارسایی کلیه را به‌عنوان عامل پیش‌بینی‌کننده مرگ‌ومیر در بیماران تحت عمل جراحی عروق کرونر شناخته‌اند (۸، ۱۲ و ۱۳).

یکی از جنبه‌های مهم در تحقیق‌های بالینی، علاوه بر بررسی اتیولوژی، اپیدمیولوژی و ارزیابی درمان‌های مختلف، شناسایی و تشخیص فاکتورهای پیش‌آگهی بیماری است؛ در این نوع مطالعات سعی می‌شود که خط سیر بیماری برای گروهی از بیماران به‌وسیله این فاکتورها پیش‌بینی شده و فاکتورهای به‌نسبت مهم رتبه‌بندی شوند (۱۴).

## مواد و روش‌ها

### داده‌های مورد مطالعه

مطالعه‌ی حاضر مطالعه‌ای مقطعی در مورد بیماران جراحی شده در طول سه سال (۱۳۸۶-۱۳۸۹) است که اطلاعات آن‌ها از بانک داده‌های بخش جراحی قلب بیمارستان شریعتی تهران جمع‌آوری شده است. نمونه مورد پژوهش شامل ۱۳۹۰ نفر است که از یک روش جراحی قلب CABG استفاده کرده‌اند و افراد مبتلا به دیابت وابسته به دیالیز و کسانی که عمل جراحی دیگری غیر از کرونری بای پاس داشته‌اند وارد مطالعه نشده‌اند. متغیر پاسخ مورد نظر در این مطالعه، مرگ‌ومیر (به صورت دوحالتی یعنی فوت و زنده) است.

### مدل‌های رده‌بندی درختی

یک درخت تصمیم از ریشه، گره داخلی و برگ تشکیل شده، که ابتدا یک متغیر کمکی به‌عنوان ریشه انتخاب و با توجه به اهداف مطالعه به چندین گره داخلی تقسیم می‌شود تا در نهایت به هر گره یک رده از متغیر پاسخ منتسب گردد؛ این گره‌ها برگ نامیده می‌شوند (۲۰، ۲۸، ۲۹).

در این مطالعه مدل درختی افراد را به دو رده فوت شده و زنده تقسیم کرده و رده‌بندی با استفاده از ضابطه جینی<sup>۱</sup> که یک ضابطه نیکویی افراز (Goodness of split) است، افراد را به زیرگروه‌هایی با ویژگی‌های مشابه بالینی تقسیم‌بندی می‌کند.

متغیرهای معنی‌داری که در سه مدل رده‌بندی درختی وارد شده‌اند عبارتند از: جنس، سن، سیگار کشیدن، دیابت، سابقه فشارخون، سابقه سکته مغزی، عملکرد کلیه، انجام کاردیوپولمونی بای پاس حین عمل، کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل IABP<sup>۲</sup>، استفاده از داروهای تقویت‌کننده قلب حین عمل، انجام فیلتر خون حین عمل جراحی، مدت زمان خون‌رسانی قلب حین عمل، تنفس طولانی مدت از راه دستگاه، عوارض عصبی پس از عمل جراحی، عوارض قلبی-بطنی پس از عمل جراحی، عوارض قلبی-فوق

بطنی پس از عمل جراحی، عوارض کلیوی پس از عمل جراحی، عوارض ریوی پس از عمل جراحی، عوارض عفونی پس از عمل جراحی، کاهش ضربان قلب پس از عمل.

در این مطالعه صحت مدل با استفاده از مساحت زیر منحنی ROC<sup>۳</sup> اندازه‌گیری شده که براساس حساسیت و ویژگی مدل مورد بحث اجرا می‌شود. مقادیر بیش از ۸۰ درصد مساحت زیر منحنی ROC نشان‌دهنده‌ی توان بالای مدل در رده‌بندی و مقادیر بین ۷۰ درصد تا ۸۰ درصد بیانگر قابل قبول بودن مدل تشخیصی است (۳۰).

معیارهای انتخاب درخت مناسب عبارتند از:

۱. تعداد برگ<sup>۴</sup> و هزینه نسبی (میزان عدم تشخیص درست)<sup>۵</sup> کمتری داشته باشد.

۲. دارای کارایی بیشتری نسبت به مدل‌های درختی دیگر باشد، بدین صورت که مقدار مساحت زیر منحنی ROC بیشتری داشته باشد.

۳. دارای بهترین مقادیر ویژگی و حساسیت آزمون باشد.

۴. داده‌ها به دو مجموعه آزمودنی (Test) و آموزشی (Training) تقسیم می‌شوند. ابتدا به درخت اجازه داده می‌شود تا به اندازه کافی رشد کند. سپس گره‌هایی را که با افزایش دقت دسته‌بندی نمی‌شوند هرس می‌گردند، چنانچه شاخص‌های حساسیت و ویژگی دو درخت تفاوت چندانی نداشته باشند، درخت مناسبی داریم (۳۱).

در این مطالعه سه مدل درختی مجزا مورد بررسی قرار گرفتند. مدل ۱ به طور مشترک برای تمام بیماران، مدل ۲ برای افراد دارای نارسایی کلیوی شدید و مدل ۳ برای افرادی که نارسایی کلیه ندارند، ساخته شد؛ این سه مدل با معرفی زیرگروه‌هایی با سطح خطر مشابه و تعیین عوامل خطر مطرح در مرگ‌ومیر بیماران مورد مطالعه، در تشخیص عوامل خطر مفید خواهند بود. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار CART ویراست 6.0 تحلیل شده‌اند.

3. Receiver Operator Curve

4. Nodes

5. Relative cost

1. Gini

2. Intra-Aortic Balloon Pump

مدل درختی وارد کردیم که برای مقایسه این روش با مدل لجستیک از شاخص‌های حساسیت، ویژگی و سطح زیر منحنی ROC استفاده شد و در انتها، مدل کلی با شاخص‌های به‌دست‌آمده با مدل رگرسیونی لجستیک مقایسه شدند.

به‌منظور رفع مشکل تأثیر متغیرهای مستقل روی یکدیگر و تعدیل اثر متغیرهای مخدوش‌کننده، ابتدا معنی‌داری اثر متغیر مرگ‌ومیر را با تک‌تک متغیرهای مستقل از طریق رگرسیون لجستیک بررسی کردیم سپس متغیرهایی را که در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار شدند، به

جدول ۱. برآوردهای مدل رگرسیونی لجستیک برای بررسی اثر متغیرهای تشریحی مختلف روی مرگ‌ومیر بیماران

متغیرها	طبقه	برآورد	انحراف معیار	P	OR
جنسیت					
	زن				
	مرد	۱/۱۷۳	۰/۴۷۳	۰/۰۱۳	۳/۲۳
کلیرانس کراتینین					
	$\geq 30$				
	$< 30$	۲/۱۸۱	۰/۷۹	۰/۰۰۶	۸/۸۵۴
عوارض کلیوی					
	ندارد				
	دارد	۳/۲۰۸	۰/۸۴	$< 0.001$	۲۴/۷۲
عوارض عصبی					
	ندارد				
	دارد	۲/۶۴۹	۰/۷۲۳	$< 0.001$	۱۴/۱۳۹
کارگذاری بالن پمپ					
	نداشته‌اند				
	حین عمل	۱/۴۴۱	۰/۵۶۲	۰/۰۱	۴/۲۲۴
	پس از عمل	۳/۳۷۰	۰/۶۰۷	$< 0.001$	۲۹/۰۸۵
تنفس طولانی مدت از راه دستگاه					
	ندارد				
	دارد	۲/۰۷۸	۰/۵۸۲	$< 0.001$	۷/۹۹۱
کاهش ضربان قلب					
	ندارد				
	دارد	۱/۵۸۰	۰/۵۰۸	۰/۰۰۲	۴/۸۵۶
عوارض قلبی - بطنی					
	ندارد				
	دارد	۱/۳۸۱	۰/۴۹۴	۰/۰۰۵	۳/۹۷۷

۴۵ نفر دارای سابقه سکته مغزی و ۴۲ نفر به عوارض عصبی پس از عمل جراحی دچار شدند؛ ۹۴ نفر دچار کاهش ضربان قلب، ۲۶۳ نفر دچار آریتمی بطنی، ۱۶۴ نفر دچار آریتمی فوق بطنی، ۲۰ نفر عوارض کلیوی، ۲۷ نفر عوارض ریوی و ۱۴ نفر به عوارض عفونی پس از عمل جراحی دچار شدند؛ در ۴۵۰ بیمار از کاردیو پالمونری بای‌پاس استفاده نشد (off-pump) و در ۹۳۳ نفر

## نتایج

با توجه به هدف پژوهش، بیماران وابسته به دیالیز و کسانی که عمل جراحی دیگری غیر از کرونری بای‌پاس داشته‌اند از مطالعه خارج شده‌اند. از ۱۳۹۰ بیمار، ۹۹۷ نفر مرد بودند؛ ۲۵۶ نفر سیگاری کشیدند؛ ۴۷۴ نفر بیماری دیابت داشتند؛ ۴۱ نفر سابقه فشارخون داشتند،

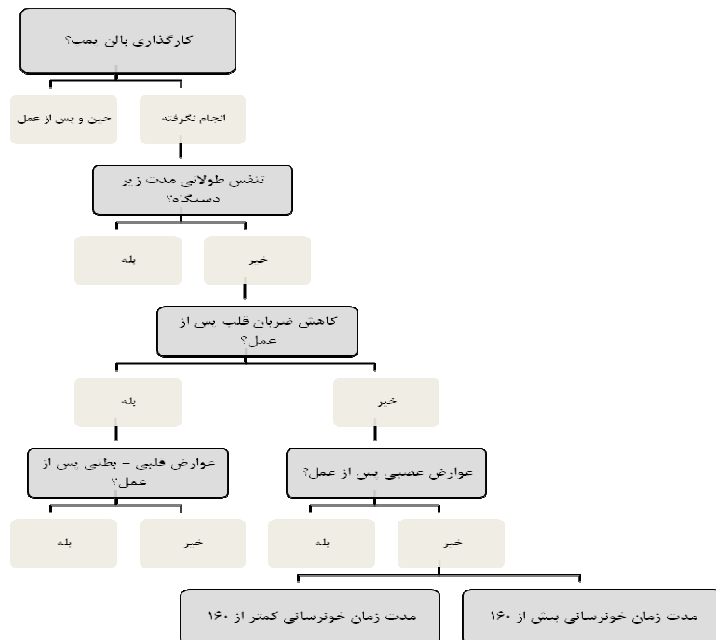
جراحی و تنفس طولانی مدت با دستگاه در سطح معنی داری ۰/۰۵ در مرگ افراد مؤثر بودند؛ همچنین متغیرهای عوارض عصبی پس از عمل جراحی، عوارض کلیوی پس از عمل جراحی، عوارض قلبی-بطنی پس از عمل جراحی در سطح معنی داری ۰/۱ در مرگ بیماران مؤثر بوده‌اند.

در مرحله بعد، مدل رده‌بندی درختی با جداسازی روی متغیر کلیرانس کراتینین به داده‌ها برازش شد که بهترین سطح زیر نمودار، حساسیت، ویژگی و تعداد برگ مناسب را دارا بود. در رده‌بندی درختی اول (نمودار ۱)، متغیرهای کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل و تنفس طولانی مدت از راه دستگاه به‌عنوان مؤثرترین عوامل مرگ‌ومیر شناسایی شدند؛ سطح زیر نمودار برای این مدل ۰/۸۶۱ و هزینه تشخیص ۰/۲۸۴ محاسبه شد.

استفاده شد (on-pump). در ۵ نفر وضعیت off-pump به on-pump تبدیل شده‌است. متوسط مدت زمان کاردیوپولمونی بای پاس  $81/03 \pm 0/571$  دقیقه بوده- است. در ۶۳ نفر حین عمل و ۳۷ نفر هم پس از عمل بالن پمپ داخل آئورتی کار گذاشتند. در ۱۱۹ نفر از فیلتر خون حین عمل جراحی و در ۲۳۶ نفر در حین عمل، از داروهای تقویت‌کننده عضله قلب استفاده- کردند؛ ۴۱ نفر نیز به‌طور طولانی مدت بیش از ۴۸ ساعت از دستگاه تنفس مصنوعی استفاده کردند. متغیر کلیرانس کراتینین مرتبط با نارسایی کلیه بوده که افرادی با کلیرانس کراتینین کمتر از ۳۰ میلی‌لیتر به‌عنوان نارسایی کلیوی شدید در نظر گرفته می‌شوند.

در مرحله اول از تحلیل، مدل رگرسیون لجستیک به داده‌ها برازش شد. جدول ۱، نتایج برازش این مدل را نشان می‌دهد.

در مدل رگرسیونی لجستیک، هر سه حالت کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل



نمودار ۱. مدل رده‌بندی درختی برای تمام بیماران

حین عمل بیش از ۱۶۰ را به‌عنوان زیرگروه‌های دارای خطر بالای مرگ و افراد با عوارض قلبی-بطنی پس از

مدل ۱، متغیرهای نارسایی کلیوی شدید، کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل، تنفس طولانی مدت از راه دستگاه، مدت زمان خون‌رسانی قلب

خون‌رسانی قلب حین عمل بیش از ۱۶۰ (۲۵ درصد) و مردان با عوارض عصبی (۳۰ درصد).

نمودار زیر، نشان‌دهنده مساحت زیر منحنی ROC، حساسیت و ویژگی بررسی شده در مدل رگرسیون لجستیک و مدل ۱ رده‌بندی درختی است؛ همچنین جدول ۲، نتایج حاصل از نمودار ۲ به انضمام میزان دقت دو مدل رگرسیون لجستیک و مدل ۱ رده‌بندی درختی را نمایش می‌دهد. با توجه به جدول ۲ و نمودار ۲، مدل ۱ رده‌بندی درختی از دقت و شاخص حساسیت بهتری نسبت به مدل رگرسیونی لجستیک بهره‌مند بوده است.

عمل جراحی را به‌عنوان زیرگروه با خطر متوسط مرگ معرفی کرده‌است.

با توجه به نتایج مدل ۱، زیرگروه‌های با احتمال خطر بالا عبارت‌اند از:

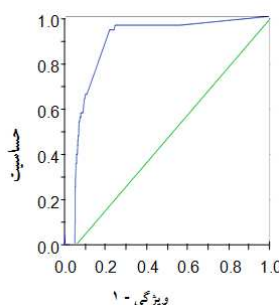
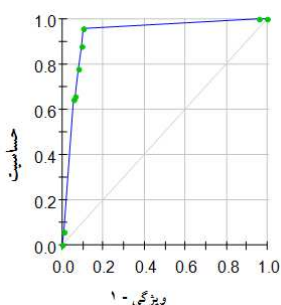
۱- افراد مبتلا به نارسایی کلیوی شدید با ۲۱/۴ درصد احتمال مرگ

۲- در افراد بدون نارسایی کلیوی با ویژگی‌های:

کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل (۲۸/۴ درصد)، تنفس طولانی‌مدت از راه دستگاه (۲۰/۸ درصد)، کاهش جریان قلب پس از عمل به همراه عوارض قلبی- بطنی پس از عمل جراحی (۱۷/۴ درصد)، عوارض عصبی به همراه مدت زمان

جدول ۲. شاخص‌های مربوط به دو مدل رگرسیونی لجستیک و مدل رده‌بندی درختی

دقت	ویژگی	حساسیت	سطح نمودار ROC	مدل
٪ ۸۰/۷۰	٪ ۸۸/۰۰	٪ ۸۰/۴۰	٪ ۹۱/۰۰	لجستیک
٪ ۹۰/۰۰	٪ ۸۲/۰۰	٪ ۸۹/۰۰	٪ ۸۳/۴۳	رده‌بندی درختی



نمودار ۲. سطح زیر منحنی ROC برای مدل رگرسیونی لجستیک (سمت راست) و مدل رده‌بندی درختی (سمت چپ)

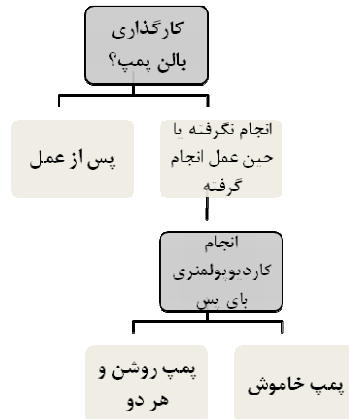
کارگذاری بالن پمپ داخل آئورتی حین و پس از عمل (۲۸/۷ درصد)، تنفس طولانی‌مدت از راه دستگاه (۲۰/۸ درصد)، نداشتن تنفس طولانی‌مدت زیر دستگاه به همراه کاهش جریان قلب پس از عمل و عوارض قلبی- بطنی پس از عمل جراحی (۱۷/۴ درصد)، نداشتن کاهش ضربان قلب پس از عمل با یکی از ویژگی‌های زیر مانند «عوارض عصبی پس از عمل (۸/۸ درصد)، مدت زمان خون‌رسانی قلب حین عمل بیش از ۱۶۰ (۲۵ درصد).

در پایین، جدول ۳ خلاصه نتایج سه مدل رده‌بندی درختی را نمایش می‌دهد.

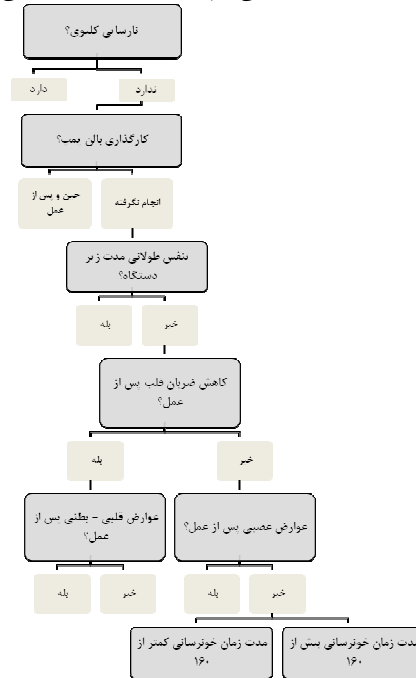
در مرحله بعد، مدلی مشابه (مدل ۲) برای بیماران دارای نارسایی کلیوی شدید درست شد که نتایج آن در نمودار ۳ آمده‌است.

متغیرهای کلیدی مؤثر برای تشخیص احتمال مرگ در این مدل، کارگذاری بالن پمپ آئورتی پس از عمل و انجام کاردیوپولمتری بای‌پاس حین عمل معرفی شده است.

مدل ۳ (نمودار ۴)، روی بیمارانی که نارسایی کلیوی ندارند صورت گرفت؛ نتایج این مدل نشان می‌دهد افرادی با خطر مرگ بالا به زیرگروه‌های زیر تقسیم‌بندی شده‌اند:



نمودار ۳. مدل ۲ رده‌بندی درختی برای بیماران با نارسایی کلیوی شدید



نمودار ۳. مدل ۳ رده‌بندی درختی برای بیمارانی که نارسایی کلیوی ندارند

جدول ۳. شاخص‌های مربوط به سه مدل رده‌بندی درختی

مدل	سطح نمودار ROC	حساسیت	ویژگی	دقت	میزان عدم تشخیص درست
۱	۸۳/۴۳٪	۸۹/۰۰٪	۸۲/۰۰٪	۹۰/۰۰٪	۰/۲۸۴
۲	۵۵/۰۰٪	۶۸/۰۰٪	۶۷/۰۰٪	۷۰/۲۰٪	۰/۸۱۰
۳	۸۶/۰۳٪	۸۹/۰۰٪	۸۸/۰۰٪	۸۹/۰۰٪	۰/۲۹۵

بیماران، مدل درختی مجزایی برای بیماران با و بدون این نارسایی برآزش و نتایج مقایسه‌شد.

در این مطالعه، مدل رگرسیون لجستیک رابطه کارگذاری بالن پمپ داخل آنورتی با مرگ‌ومیر را

بحث

هدف این مطالعه تشخیص عوامل مؤثر در مرگ‌ومیر بیماران جراحی عروق کرونری بای‌پاس بود که با توجه به تأثیر معنادار نارسایی کلیوی در مرگ‌ومیر این

۹؛ به‌علاوه در الگوی درخت تصمیم، شدت عوامل مؤثر بر ابتلا به بیماری با دقت بیشتری نسبت به مدل‌های دیگر تعیین می‌شود (۶ و ۱۹)؛ در این مطالعه نیز مدل رده‌بندی درختی، دقت بیشتری در پیش‌بینی داشته است. هاندن<sup>۳</sup> و همکاران نیز که در سال ۲۰۰۷ به مقایسه دو مدل رگرسیون لجستیک و رده‌بندی درختی، روی داده‌های افسردگی پس از زایمان پرداختند، نتایج به‌دست‌آمده از روش رده‌بندی درختی را بهتر از نتایج حاصل از رگرسیون لجستیک دانستند و بر این باور بودند که روش رده‌بندی درختی می‌تواند جزئیات بهتر و بیشتری را بیان کند (۵۳). در مطالعه‌ای دیگر، Chong و Yau Fu در سال ۲۰۰۴ به مقایسه همین دو مدل روی داده‌های نوزادان بدو تولد پرداخت و به این نتیجه رسید که هر دو مدل، نتایجی مشابه دارند، او در مطالعه خود، مدل رده‌بندی درختی را مکملی مطلوب برای مدل رگرسیون لجستیک دانست (۵۴).

### نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت متغیرهای مؤثر به‌عنوان عوامل خطر مهم در مرگ‌ومیر بیماران، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر مرگ از جمله نارسایی کلیوی، کارگذاری بالن پمپ و تنفس طولانی‌مدت با دستگاه حایز اهمیت است. همان‌طور که گفته شد در دو مدل رده‌بندی درختی و رگرسیون لجستیک متغیرهای مهم یکسانی مشاهده شدند، اما مدل رده‌بندی درختی، با کنارگذاشتن متغیرهای کم‌اهمیت‌تر از میان متغیرهای مهم، دقت بیشتری داشته است.

### سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه خانم *امل ساکی*، دانشجوی دکترای آمار زیستی دانشگاه تربیت مدرس کمال تشکر و قدردانی را به‌عمل می‌آوریم.

معنی‌دار معرفی کرده‌است و در مدل درختی، این گروه از بیماران به‌عنوان زیرگروهی با خطر بالا معرفی شدند؛ همچنین تنفس طولانی‌مدت زیر دستگاه و عوارض قلبی - بطنی پس از عمل از عوامل‌های مهم رده‌بندی شناخته شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از مدل درختی با سطح معنی‌داری پایین، افراد با عوارض عصبی به همراه مدت زمان خون‌رسانی کمتر از ۱۶۰ نسبت به گروه دیگر بیماران در معرض خطر بیشتری قرارداشتند. از آن‌جاکه تعداد کمتری از بیماران دارای نارسایی کلیوی شدید بوده‌اند، باین‌حال با سطح زیر منحنی ROC برابر ۰/۵۵ و دقت ۷۰/۲ درصد می‌توان به نتایج به‌دست‌آمده تا حدی اطمینان داشت. به‌طورکلی نارسایی کلیوی در هر دو مدل رگرسیون لجستیک و رده‌بندی درختی به‌عنوان یک عامل خطر مهم شناخته شد که البته این امر در مطالعات بسیاری نیز به‌اثبات رسیده‌است (۱۰، ۳۲ تا ۴۹).

در مطالعه حاضر، کارگذاری بالن پمپ به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر شناخته شد که در آن مرگ‌ومیر بیماران با کارگذاری بالن پمپ پس از عمل (۵۴ درصد) نسبت به گروه کارگذاری بالن پمپ حین عمل (۱۹/۱ درصد) بیشتر بوده‌است؛ ولی میسلی<sup>۱</sup> و همکارانش که در سال ۲۰۰۹ به بررسی اثر بالون پمپ داخل آئورتی در عمل جراحی عروق کرونری بای‌پاس پرداختند، هیچ مرگ‌ومیر یا عارضه‌ای را ناشی از کارگذاری بالن پمپ پیش از عمل گزارش نکردند (۵۰)؛ همچنین Gutfinger نام فارسی بیاید<sup>۲</sup> و همکارانش گزارش دادند بیماران بالای ۷۰ سال تحت عمل جراحی عروق کرونر که کارگذاری بالن پمپ پیش از عمل داشتند، مرگ‌ومیری پایین‌تر در مقایسه با گروه کنترل داشته‌اند (۵۱) و نیز در مطالعه‌ای که با هدف تعیین اثر استفاده از بالن پمپ در بقای بیماران انجام شد، افرادی که کارگذاری بالن پمپ آنها پیش از عمل صورت گرفت، از میزان مرگ‌ومیر کمتری بهره‌مند بودند (۵۲).

الگوی معرفی‌شده توسط درخت تصمیم، نموداری قابل درک و ساده را برای رده‌بندی معرفی می‌کند (۸) و

1. Miceli  
2. Gutfinger



### منابع

1. Murray C, Lopez A. Global Burden of Disease: A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020 (Global Burden of Disease and Injury Series). 1996.
2. Torabian S, Karimi A, Sedaghat Siahkal M, Mandegar MH. One-Month Survival After Coronary Artery Bypass Graft (CABG). *PAYESH*. 2009;8(1):5-10.
3. Samie S. Recent findings about the educational needs of patients undergoing coronary artery bypass discharge. 17th Congress of Iranian Heart Association Iran International Trade Fair; 2011 10-13 May Tehran – Iran. 2011.
4. O'Connor G, Plume S, Olmstead E, Coffin L, Morton J, Maloney C, et al. Multivariate prediction of in hospital mortality associated with coronary bypass surgery. *Circulation*. 1992;85:2110 –8.
5. Higgins T, Estafanous F, Loop F, Beck G, Blum J, Paranandi L. Stratification of morbidity and mortality outcome by pre-operative risk factors in coronary artery bypass patients: a clinical severity score. *JAMA*. 1992;267(17):2344 –8.
6. Hannan E, Kilburn HJ, O'Donnell J, Lukacik G, Shields E. Adult open heart surgery in New York State: an analysis of risk factors and hospital mortality rates. *JAMA*. 1990;264(21):2768 –74.
7. Grover F, Hammermeister K, Burchfiel C. Initial report of the Veterans Administration pre-operative risk assessment study for cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 1990;50:12–26.
8. Anderson R, O'Brien M, MaWhinney S, Vilanueva C, Moritz T, Sethi G, et al. Renal failure predisposes patients to adverse outcome after coronary artery bypass surgery. *Kidney International* 1999;55:1057–62.
9. Hammermeister K, Burchfiel C, Johnson R, Grover F. Identification of patients at greatest risk for developing major complications at cardiac surgery. *Circulation*. 1990;82(suppl IV):IV-380 –IV-9.
10. Kurki T, Kataja M. Pre-operative prediction of postoperative morbidity in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 1996;61:1740–5.
11. John R, Choudhri A, Weinberg A, Ting W, Rose E, Smith C, et al. Multicenter review of preoperative risk factors for stroke after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(1):30 –6.
12. Weerasinghe A, Hornick P, Smith P, Taylor K, Ratnatunga C. Coronary artery bypass grafting in non-dialysis-dependent mild-to- moderate renal dysfunction J *Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;121:1083-9.
13. Durmaz I, Büket S, Atay Y, Yagdi T, Ozbaran M, Boga M, et al. Cardiac surgery with cardiopulmonary bypass in patients with chronic renal failure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;118:306-15.
14. Schumacher M, Holl ander N, Schwarzer G, Sauerbrei W. *Handbook of Statistics in Clinical Oncology*. Second ed. New York,Basel; 2001.
15. Podgorelec V KP, Stiglic B, Rozman I. Decision trees: an overview and their use in medicine. *J Med Syst*. 2002;26(5):445-63.
16. Timofeev R. Classification and patients attending a diabetic center Regression Trees (CART) Theory and application. Berlin: Humboldt Uni; 2004.
17. Tan PN SM, Kumar V. Introduction to data mining. Pearson Addison Wesley; Canada; 2006.
18. Yohannes Y, Webb P. Classification and regression trees, CART: a user manual for identifying indicators of vulnerability to famine and chronic food insecurity. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI) 1999.
19. Lewis R. An Introduction to Classification and Regression Tree (CART) Analysis. Annual Meeting of the Society of Academic Emergency Medicine; 2000.
20. Rema M, Premkumar S, Anitha B, Deepa R, Pradeepa R, Mohan V. Prevalence of diabetic retinopathy in urban India: the Chennai Urban Rural Epidemiology Study (CURES) eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(7):2328-33.
21. Safavian S, Landgrebe D. A survey of decision tree classifier methodology. *IEEE Trans Systems, Man, & Cybernetics*. 1991;21(3):660-7.
22. Biswas A, Datta S, Fine JP, Segal MR. Statistical advances in application. Berlin: Humboldt Uni; 2007.
23. Noon A M BM. *Computational Methods in Biomedical Research In Chow SC, Jones B, Liu PJ, Peace K, editors*. New York: Chapman & Hall; 2008.
24. Banerjee M, Noone AM. *Advance in the Biomedical Sciences*. A IB, editor. New Jersey: John Wiley & Sons; 2008.
25. Neggasa A, Ciami A, Abrahamowicz M, Shapiro S, Boivin J. Tree Structured subgroup analysis for censored survival data: Validation of computationally inexpensive model selection criteria. *statistics and computing*. 2005:231-9.
26. Ulm K, Nekarda H, Gerein Panf Berger U. *Handbook of Statistics in Clinical Oncology*. Crowley IJ, editor. New York, Basel: Marcel Dekker Inc; 2001.
27. Clifton DS. *Handbook of Statistics. (Classification and Regression Trees, Bagging, and Boosting)*. Elsevier Press; 2005.
28. Utgoff P. The MIT encyclopedia of the cognitive sciences. In: Wilson R, Keil F, editors. Bradford: MIT Press; 1998. 223-4.
29. Quinlan J. *programs for machine learning*. San Francisco: Morgan Kaufmann; 1994.
30. Saki A, Hajizadeh E, Tehranian N. Evaluating the Risk Factors of Breast Cancer Using the Analysis of Tree Models. *Ofoh-e-DaneshGMUHS Journal*. 2011;17(2).
31. Mitchell T, Hill M. *Machine Learning*. McGraw Hill; 1997.

32. Owen C, Cummings R, Sell TL, Schwab S, Jones R, Glower D. Coronary artery bypass grafting in patients with dialysis-dependent renal failure. *Ann Thorac Surg.* 1994;58:1729–33.
33. Rao V, Weisel R, Buth K, Cohen G, Borger M, Shiono N, et al. Coronary artery bypass grafting in patients with non-dialysis-dependent renal insufficiency. *Circulation.* 1997;96(suppl II):II- 38 –II- 45.
34. Zamora J, Burdine J, Karlberg H, Shenag S, Noon G. Cardiac surgery in patients with end-stage renal disease. *Ann Thorac Surg.* 1986;42:113–7.
35. Samuels L, Sharma S, Morris R, Kuretu M, Grunewald K, Strong M, et al. Coronary artery bypass grafting in patients with chronic renal failure: a reappraisal. *J Card Surg.* 1996;11:128–33.
36. Rostand S, Kirk K, Rutsky E, Pacifico A. Results of coronary artery bypass grafting in end stage renal disease. *Am J Kidney Dis.* 1988;12:266–70.
37. Peper W, Taylor P, Paganini E, Svensson L, Ghattas M, Loop F. Mortality and results after cardiac surgery in patients with end-stage renal disease. *Cleve Clin J Med.* 1988;55:63–7.
38. Opsahl J, Husebye D, Helseth H, Collins A. Coronary artery bypass surgery in patients on maintenance dialysis: long-term survival. *Am J Kidney Dis.* 1988;12:271–4.
39. Marshall W, Rossi N, Meng R, Wedige-Stecher T. Coronary artery bypass grafting in dialysis dependent renal failure patients. *Ann Thorac Surg.* 1986;42(6):S12–S5.
40. Koyanagi T, Nishida H, Endo M, Koyanagi H. 1. Coronary artery bypass grafting in chronic renal dialysis patients: intensive perioperative dialysis and extensive usage of arterial grafts. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1994;8(9):505–7.
41. Jahangiri M, Wright J, Edmondson S, Magee P. Coronary artery bypass surgery in dialysis dependent renal failure patients. *Heart.* 1997;78:343–5.
42. Horst M, Mehlhorn E, Hoerstrup S, Suedkamp M, de Vivie E. Cardiac surgery in patients with end-stage renal disease: 10 year experience. *Ann Thorac Surg.* 2000; 69(1):96–101.
43. Ashraf S, Shaukat N, Kamaly I, Durrani A, Doran B, Grotte G, et al. Determinants of early and late mortality in patients with end-stage renal disease undergoing cardiac surgery. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;29:187–93.
44. Batiuk T, Kurtz S, Oh J, Orszulak TA. Coronary artery bypass operation in dialysis dependent renal failure patients. *Mayo Clin Proc.* 1991;66:45–53.
45. Blum U, Skupin M, Wagner R, Matheis G, Oppermann F, Satter P. Early and long-term results of cardiac surgery in dialysis dependent renal failure patients. *Cardiovasc Surg.* 1994;2:97–100.
46. DeMeyer M, Wyns W, Dion R, Houry G, Pirson Y, Ypersele De Strihou C. Myocardial revascularization in patients on renal replacement therapy. *Clin Nephrol.* 1991;36(3):147–51.
47. Deutsch E, Bernstein R, Addonizio V, Kussmaul W. Coronary artery bypass surgery in patients on chronic hemodialysis. *Ann Intern Med.* 1989;110(5):369–72.
48. Frenken M, Krian A. Cardiovascular operations in patients with dialysisdependent renal failure. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:887–93.
49. Kaul T, Fields B, Reddy M, Kahn D. Cardiac operations in patients with end-stage renal disease. *Ann Thorac Surg.* 1994;57(3):691–6.
50. Miceli A, Fiorani B, Danesi TH, Melina G, Sinatra R. Prophylactic intra aortic balloon pump in high-risk patientsundergoing coronary artery bypass grafting: a propensity scoreanalysis. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery.* 2009; 9:291–5.
51. Gutfinger DE OR, Miller M, Selvan A, Codini MA, Alimadadian H,Tanner TM. Aggressive preoperative use of intraortic ballon pump in elderly patients undergoing coronary artery. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:610–3.
52. Kang N, Edwards M, Larbalestier R. Preoperative intraaortic balloon pumps in high-risk patients undergoing open heart surgery. *Ann Thorac Surg.* 2001;72(1):54-7.
53. Camdeviren H, Canan Yazici A, Akkus Z, Bugdayci R, Sungur M. Comparison of logistic regression model and classificati An application to postpartum depression data. *Expert Systems with Applications.* 2007;32:987–94.
54. Yau Fu C. Combining loglinear model with classification and regression tree (CART): an application to birth data. *Computational Statistics & Data Analysis.* 2004;45(4):865–74.

Daneshvar

Medicine

## Application of classification tree model for determining the effective factors of mortality after coronary bypass surgery in dialysis-independent patients

Farid Zayeri<sup>1</sup>, Reyhaneh Sadeghi Nejad<sup>2</sup>, Hoda Noorkojuri<sup>2</sup>, Jamshid Bagheri<sup>3\*</sup>, Elaheh Ghazanfari<sup>2</sup>

1. Assistant Professor - Department of Biostatistics, Faculty of Paramedical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Iran.

2. MSc in Biostatistics - Department of Biostatistics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

3. Assistant Professor of Cardiovascular Surgery – Cardiology Department of Shariati Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

E-mail: jbagheri@sina.tums.ac.ir

### Abstract

**Background and Objective:** Coronary artery disease is one of the most prevalent causes of death. A coronary artery bypass surgery is a common treatment for this disease. In addition, renal dysfunction can lead to increased mortality and post-operative complications. This study aimed to identify the most important factors influencing the mortality of patients who suffer from coronary artery disease and to introduce a classification approach according to Classification Tree (CART) model for predicting the mortality from this disease.

**Materials and Methods:** This research was conducted based on the information gathered from a cross-sectional study on 1390 patients (except dialysis-dependent) who undergone coronary artery bypass grafting, admitted to Cardiology ward of Shariati hospital during the years 2007-2010. The ordinary logistic regression model and a classification tree were utilized for predicting the probability of death in these patients. The SPSS version 18.0 and CART version 6.0 were used for data analysis.

**Results:** In this study, the classification tree model (CART) resulted in an accuracy of 90%. The patients with renal insufficiency, intra-aortic balloon pump placement during and after surgery, prolonged ventilation, and perfusion time over 160 were shown as the high-risk groups, while those patients with heart ventricular post-operative complications regarded as the medium-risk group. The sensitivity and specificity indices for this model were 82% and 89%, respectively, while it was 80.4% and 88%, respectively, for logistic model.

**Conclusion:** In the present study, the logistic and decision tree models led to nearly similar results, however, the decision tree model seemed to be more accurate. The IABP (Intra-Aortic Balloon Pump) was the most effective factor for mortality. The mortality rate due to this factor during and after surgery for all patients was 19% and 54.1%, respectively.

**Key words:** Coronary artery bypass graft, Classification tree model, Logistic regression model, Dialysis independent patients, Mortality

Received: 25/4/2012

Last revised: 7/6/2012

Accepted: 10/6/2012