# برآورد هزینه‌ی درمان و طول دوره‌ی بستری شدن با استفاده از رویکرد شبکه‌ی عصبی*

سعید صمدی[1]، مینو نظیفی نائینی[2]، سحر عباسپور[3]

## چکیده

**مقدمه:** استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ژنتیک در بررسی مسایل و متغیرهای پر کاربرد در زمینه‌ی سلامت، این روزها بیش از پیش رواج یافته است. مجهز شدن علم پزشکی به ابزارهای هوشمند در تشخیص و درمان بیماری‌ها می‌تواند اشتباهات پزشکان و خسارت جانی و مالی را کاهش دهد. در این مقاله کاربردهای نوعی شبکه‌ی عصبی در پزشکی مورد شناسایی قرار گرفته است، تا هم برای محققان هوش مصنوعی و هم برای پزشکی قابل استفاده باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه از نمونه‌ی داده‌های موجود در نرم‌افزار SPSS به نام Patient_los.sav که شامل ثبت درمان یک نمونه از بیمارانی است که برای بیماری قلبی درمان دریافت نموده‌اند، استفاده خواهیم کرد و با به کارگیری فرایند Perceptron چند لایه برای ساختن یک شبکه‌ی عصبی، به پیش‌بینی هزینه و طول درمان بیماران پرداخته شده است. متغیرهای طول مدت بستری شدن و هزینه‌ی درمان به عنوان متغیرهای وابسته و سایر متغیرها را نیز به عنوان عامل یا فاکتور وارد مدل شده‌اند.

**یافته‌ها:** شبکه‌ی عصبی می‌تواند نتایج بیمارانی که عمل شده باشد یا عمل نشده باشند، را بررسی کند و سپس شبکه‌های جداگانه می‌تواند هزینه‌ی درمان و مدت بستری شدن را پیش‌بینی کند، به شرط این که بدانیم روی چه بیماری جراحی انجام شده است.

**نتیجه‌گیری:** شبکه‌ی عصبی طراحی شده در این قسمت به خوبی مقادیر معمول بیماران را پیش‌بینی می‌کند و با به وجود آوردن شبکه‌ی عصبی چند لایه می‌توان بیمارانی که قبل از عمل جراحی می‌میرند، را به خوبی به تصویر کشید. شبکه‌ی عصبی به خاطر خاصیت مدل‌سازی غیر خطی می‌تواند کمک مؤثری در مدل‌سازی و پیش‌بینی باشد.

**واژه‌های کلیدی:** شبکه‌های عصبی (کامپیوتر)؛ تشخیص؛ یادگیری.

**نوع مقاله:** تحقیقی

*دریافت مقاله: ۹۰/۹/۲۹* *اصلاح نهایی: ۹۰/۱۱/۱۸* *پذیرش مقاله: ۹۰/۱۱/۲۵*

**ارجاع:** صمدی سعید، نظیفی نائینی مینو، عباسپور سحر. **برآورد هزینه‌ی درمان و طول دوره‌ی بستری شدن با استفاده از رویکرد شبکه‌ی عصبی.** مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۰؛ ۸ (۷): ۹۵۷-۹۴۸.

## مقدمه

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آن‌ها بسیار دشوار است، استفاده شوند. هدف این مطالعه طراحی یک شبکه‌ی عصبی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی طول درمان و هزینه‌ی بستری شدن به عنوان دو متغیر وابسته، می‌باشد. در این راستا شبکه‌ی عصبی به عنوان راه حلی برای غلبه بر روش‌های مرسوم آماری شناخته می‌شود و قدرت خود را در پیش‌بینی مدل‌سازی به نمایش می‌گذارد. با توجه به ضرورت ارتقای بهره‌وری از ظرفیت‌ها و امکانات بخش درمان، لازم است که مدیریت‌های درمان، راه‌کار مناسبی جهت بررسی و پیش‌بینی هزینه‌ی درمان و همچنین طول بستری شدن اتخاذ کند. در این مبحث کاربردهای شبکه‌های عصبی در پزشکی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مجهز شدن علم پزشکی به ابزارهای هوشمند در تشخیص و درمان بیماری‌ها می‌تواند اشتباهات پزشکان و خسارت جانی و مالی را کاهش دهد. در این مقاله نوعی شبکه‌ی عصبی در پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است تا

*این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد.

۱. استادیار، اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. کارشناس ارشد، اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤول).

Email: minoonazifi@yahoo.com

۳.کارشناس ارشد، اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان،



www.mui.ac.ir

هم برای محققان هوش مصنوعی و هم برای پزشکی قابل استفاده باشد. بررسی نمونه‌های عملی انجام شده، ایده‌های مناسبی برای تحقیقات بعدی ایجاد می‌کند. در این مقاله پس از معرفی شبکه‌های عصبی، کاربرد آن‌ها در حوزه‌ی پزشکی با استفاده از نمونه‌ی داده‌های مربوط به بیماران قلبی در بیمارستانی ارتباط میان هزینه و طول درمان بیماران را بررسی می‌کند. شبکه‌ی عصبی به خاطر خاصیت مدل‌سازی غیر خطی که دارد، توانایی زیادی در به تصویر کشیدن پرش‌ها و تغییرات ناگهانی در سری می‌باشد و می‌تواند کمک مؤثری در مدل‌سازی و پیش‌بینی باشد (۱). هدف عمده‌ی مدل‌سازی‌ها، تعیین روابط بین متغیرها، تعیین متغیرهای اثرگذار و پیش‌بینی است. انتخاب روش مناسب برای مدل‌سازی و تحلیل داده‌های سلامت و بهداشت، مبتنی بر نوع داده‌های موجود، بسیار مهم و در مواردی بسیار حساس است. از آن جا که در تحقیقات علوم پزشکی و اپیدمیولوژی اغلب مسأله‌ی سلامت انسان مطرح است، پیش‌بینی درست نتایج اهمیت بیشتری می‌یابد. بنابراین لازم است تا جایی که امکان دارد، از روش‌هایی استفاده شود که پیش‌بینی بر اساس آن‌ها دارای کمترین خطا و بیشترین اطمینان باشد. با توجه به این که مسایل مرتبط با پاسخ‌های دو متغیره به وفور در مطالعات پزشکی مشاهده می‌شود و با در نظر گرفتن این که روش‌های موجود در آمار کلاسیک برای مدل‌بندی و پیش‌بینی، به دلیل محدودیت در عمل کارایی چندانی ندارند، ارایه‌ی روش‌هایی که بتواند راه‌گشای این گونه مسایل باشد، بسیار مفید و ارزنده به نظر می‌رسد (۲). یکی از مناسب‌ترین روش‌ها، استفاده از مدل‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی است که دارای محدودیت‌های مذکور در بالا نیست. ابتدا مقدمه‌ای برای دلیل انتخاب شبکه‌ی عصبی بیان می‌شود، سپس به بررسی روش‌های استفاده از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی هزینه و طول درمان و کاربرد شبکه‌های عصبی پرداخته می‌شود.

## روش‌های آماری موجود و ضعف آن‌ها

یکی از مسایلی که در مطالعات پزشکی و بهداشتی به وفور با آن مواجه می‌شویم، زمانی است که هدف، پیش‌بینی همزمان دو متغیر وابسته از روی تعدادی متغیرهای مستقل باشد. در ادبیات آماری این گونه مدل‌ها را مدل‌های دو متغیره یا Bivariate models می‌نامند. در این مطالعه دو متغیر وابسته وجود دارد، هزینه‌ی درمان و همچنین طول درمان می‌باشد. برآورد همزمان دو متغیر پاسخ، به نحوی که هر دو کمترین خطا را داشته باشند، تاکنون از طریق روش‌های کلاسیک مرسوم انجام می‌شد، اما اکنون در این مطالعه با معرفی روش نوین شبکه‌ی عصبی قدرت برازش و پیش‌بینی را ارتقاء خواهیم داد (۳). زمانی که متغیرهای وابسته، هر دو کمی یا هر دو کیفی باشند، از روش‌های استاندارد آماری مانند رگرسیون دو متغیره یا رگرسیون لجستیک دو متغیره یا Bivariate logistic regression برای مدل‌بندی روابط بین متغیرهای پاسخ و پیش‌بین استفاده می‌شود. مبنای استنباط در این روش‌ها، در نظر گرفتن توزیع مناسب برای بردار پاسخ است، اما زمانی که یکی از متغیرهای وابسته کمی و دیگری کیفی باشد، روش‌های دو متغیره‌ی معمول در آمار کلاسیک، کارایی ندارند. در این حالت ساده‌ترین شیوه‌ی تحلیل، استفاده از روش‌های تک متغیره برای هر یک از پاسخ‌های کمی و کیفی به صورت جداگانه است. از آن جا که این روش، در مدل‌سازی و پیش‌بینی، همبستگی بین پاسخ‌ها را نادیده می‌گیرد، از کارایی لازم برخوردار نیست (۴).

## شبکه‌ی عصبی به عنوان یک راه حل

شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مسایل تشخیص و طبقه‌بندی و پیش‌بینی که در آن‌ها روابط به طور معمول به صورت غیر خطی هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند و به خاطر دقتی که دارد، در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی این روش در مطالعه حاضر که دارای دو متغیر پاسخ می‌باشد، راه‌گشا است. در واقع، می‌توان انتظار داشت که عملکرد مدل‌های غیر خطی مانند شبکه‌های عصبی در مدل‌سازی فرایندهای ناشناخته و پیش‌بینی رفتار آینده بسیار بالاتر از روش‌های معمول باشد. مبحث شبکه‌ی عصبی مصنوعی مربوط به شبیه‌سازی قوه‌ی یادگیری در مغز انسان و پیاده‌سازی آن به صورت الگوریتم‌های کامپیوتری است.



www.mui.ac.ir

شبکه‌های عصبی از عناصر عملیاتی ساده‌ای به صورت موازی ساخته می‌شوند. این عناصر از سیستم‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده‌اند. در حقیقت، پارامترهای شبکه طوری تنظیم می‌شوند که پاسخ واقعی شبکه، هر چه بیشتر به سمت پاسخ مطلوب نزدیک‌تر شود (۵).

## کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم پزشکی

شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم پزشکی و دارویی نیز کاربرد بسیار گسترده‌ای دارد. برخی کاربردهای آن عبارتند از: ۱. سیستم‌های تشخیص بیماری: شبکه‌های عصبی مصنوعی به صورت وسیعی در تشخیص بیماری‌ها به کار گرفته شده است و این سیستم‌ها قادر است که برای تشخیص سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری سل و عفونت‌های سینوسی مورد استفاده قرار گیرند. از مزایای استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی این است که فاکتورهایی چون خستگی، فرسودگی، وضعیت‌های عاطفی یا تحت شرایط خاصی کار کردن روی آن‌ها تأثیری ندارد. ۲. تجزیه و تحلیل‌های بیوشیمیایی: شبکه‌های عصبی مصنوعی به صورت وسیع و متنوعی در تجزیه و تحلیل نمونه‌های خون، ادرار، ردیابی سطح گلوکز در مبتلایان به دیابت، تعیین سطح یون در مایعات بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ۳. تجزیه و تحلیل تصویربرداری پزشکی: شبکه‌های عصبی مصنوعی در تجزیه و تحلیل تصاویر تومورها و MRI مورد استفاده قرار می‌گیرد. ۴. توسعه‌ی دارویی: شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان ابزاری برای توسعه‌ی داروهای مرتبط با سرطان و ایدز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر چه در حال حاضر کاربرد شبکه‌های عصبی در دنیا مربوط به شبکه‌های تحت یادگیری است، اما نوع دیگر شبکه‌ها که یادگیری Unsupervised دارند، از هم اکنون مرزهای جدیدی را به سوی محققان گشوده‌اند و آرزوی یادگیری واقعی ماشینی‌ها، بدون دخالت انسان‌ها را برای محققان آرزویی دست یافتنی ساخته‌اند (۶).

## روش بررسی

در این قسمت از نمونه‌ی داده‌های موجود در نرم‌افزار SPSS به نام Patient_los.sav که شامل ثبت درمان یک نمونه از بیمارانی است که برای بیماری قلبی درمان دریافت نموده‌اند، انتخاب می‌کنیم و از فرایند پرسپترون چند لایه برای ساختن یک شبکه‌ی عصبی برای پیش‌بینی هزینه و طول درمان استفاده می‌کنیم. یک سیستم بیمارستانی در پی این است که هزینه و طول مدت بستری شدن بیماران برای درمان بیماری‌ها و حمله‌های قلبی را پیگیری کند. به دست آوردن برآوردهای دقیق این اندازه، باعث می‌شود تا مدیر به درستی فضای تخت موجود را در هنگامی که بیماران درمان می‌شوند، را مدیریت کند. در این جا از یک عدد تصادفی برای ساختن یک نمونه‌ی تصادفی استفاده شده است تا تکرار تحلیل‌ها دقیق باشد. طول مدت بستری شدن Length of stay (los) یک مقیاس سطح ترتیبی دارد، اما شبکه می‌تواند مانند یک مقیاس یا Scale اندازه‌ای با آن رفتار کند. متغیرهای طول مدت بستری شدن و هزینه‌ی درمان Treatment costs را به عنوان متغیرهای وابسته انتخاب می‌شود، سپس سایر متغیرها را نیز به عنوان عامل یا فاکتور وارد می‌گردد. در آخر بهتر است که هر مجموعه از پیش‌بینی کننده‌ها یا متغیرهای مستقل به لیست فاکتورها منتقل شود.

جامعه‌ی پژوهش در این مطالعه داده‌های بیمارستانی از یکی از بیمارستان‌های آمریکا بود و شامل ثبت درمان یک نمونه از بیمارانی است که برای بیماری قلبی درمان دریافت کرده‌اند، می‌باشد. تعداد نمونه ۱۰۰۰۰ نفر بود. روش بررسی شبکه‌ی عصبی است. این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شده است. روش ساخت یک شبکه تعریف متغیرهای مستقل به عنوان لایه‌ی ورودی و متغیرهای وابسته به عنوان لایه‌ی خروجی می‌باشد. متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شوند که به دو دسته لایه‌ی خروجی یا متغیرهای وابسته و متغیرهای مستقل یا لایه‌های ورودی می‌باشد. در این مطالعه لایه‌های ورودی و خروجی به صورت زیر تعریف می‌شوند: طول مدت بستری شدن Length of stay (los)، هزینه‌ی درمان Treatment costs (Cost)، رده‌ی سنی Age category (Agecat)، داروهای آنتی کلاتن



www.mui.ac.ir

Taking anti-clotting drugs (Anticlot)، دارای عمل جراحی بودن Surgical complications (Comp).

در این مطالعه از روش شبکه‌ی عصبی با رویکرد پرسپترون چند لایه برای بررسی طول و هزینه‌ی درمان استفاده شده است. فرایند یک شبکه‌ی عصبی برای دو متغیر وابسته طول بستری شدن و هزینه‌ی درمان برازش داده می‌شود که به کارگیری متغیرهای دیگر به عنوان فاکتور محاسبه شده‌اند. با توجه به اطلاعات در دسترس مدل‌های شبکه‌ی عصبی، انواع معماری‌ها و ساختارهای متفاوت و با تعداد لایه‌های میانی متفاوت و تعداد متفاوت گره‌های هر لایه برای داده‌های خصوصی‌سازی، اجرا شد و مدلی که کم‌ترین خطا را داشت، به عنوان مدل شبکه‌ی عصبی برازش شده به داده‌ها تعیین با توجه هدف در این مطالعه تخمین و پیش‌بینی روند خصوصی‌سازی در ایران با استفاده از تکنیک شبکه‌ی عصبی می‌باشد،ابتدا باید متغیرهای ورودی و خروجی به طور کامل معرفی گردد. متغیرهای ورودی در شبکه‌ی عصبی یا همان متغیرهای مستقل و تأثیرگذار شامل موارد زیر می‌باشند: رده‌ی سنی، داروهای آنتی کلاتن، دارای عمل جراحی بودن، یک سری متغیرهایی که بیان‌گر اوضاع بیمار است از قبیل فشار خون و شربن قلبو میزان گلوبول‌ها و ...، سایر متغیرهای عمومی که به عنوان متغیرهای مستقل یا لایه‌ی ورودی وارد شبکه می‌شوند و لایه‌ی خروجی همان طول مدت بستری شدن و هزینه‌ی درمان می‌باشد.

در شبکه‌ی عصبی داده‌های با نسبتی مشخص به نمونه‌ی یادگیری و نمونه‌ی آزمون و نمونه‌ی اعتبار تقسیم می‌شوند که برازش مدل را آزمون کند. در این مطالعه، ۷۰ درصد از داده‌ها را به نمونه‌ی یادگیری و ۱۹ درصد از داده‌ها را به نمونه‌ی آزمون و حدود ۱۰ درصد از کل داده‌ها به نمونه‌ی اعتبار اختصاص داده شده است. بیمارانی که که در قسمت بعد از عمل یا در اتاق عمل مرده‌اند، نیز داده‌ی گم شده (Missing) در متغیر طول بستری شدن حساب می‌شوند. از آن جا که ما روی متغیرهای طول بستری به عنوان مقیاس نسبتی عمل می‌کنیم و حالت‌هایی با مقادیر گم شده روی مقیاس‌های اندازه‌ای و نسبتی از تحلیل خارج می‌شوند، فقط بیمارانی که از عمل جراحی بیرون آمده و زنده مانده‌اند، در تحلیل محاسبه می‌شوند.

**جدول ۱. خلاصه‌ی فرایند شبکه**

| | تعداد هر نمونه | درصد هر نمونه |
|---|---|---|
| نمونه‌ی یادگیری | ۱۶۵۶۴۷ | ۷۰/۶ |
| نمونه‌ی آزمون | ۳۱۵۷۰ | ۱۹/۱ |
| نمونه‌ی اعتبار | ۷۸۱ | ۹/۷ |
| داده‌های معتبر | ۷۹۹۸ | |
| داده‌خارج شده | ۲۰۰۲ | |
| کل داده‌ها | ۱۰۰۰۰ | |

جدول ۱ نشان می‌دهد که ۵۶۴۷ مورد برای نمونه‌ی یادگیری ثبت شده‌اند و ۱۵۷۰ نفر هم برای نمونه‌ی آزمون و ۷۸۱ مورد برای نمونه‌ی اعتبار همچنین ۲۰۰۲ مورد از تحلیل خارج شده‌اند. این‌ها بیمارنی بوده‌اند که در انتقال به بخش یا اتاق عمل مرده‌اند.

## یافته‌ها

**برآورد شبکه:** در این قسمت اطلاعاتی را نشان می‌دهد که درباره‌ی نتایج یادگیری و کاربرد آن شبکه‌ی نهایی در نمونه‌ی اعتبار است. خطای مجموع مربعات MSE (Sum-of-squares error) برای داده‌ها نشان داده می‌شود که لایه‌ی خروجی متغیرهای وابسته به مقیاس است. این تابع خطایی است که شبکه سعی در مینیمم کردن آن دارد. خطای نسبی برای متغیر وابسته به مقیاس برابر نسبت مجموع مربعات خطا برای متغیر وابسته به مجموع مربعات خطا برای مدل خنثی و صفر که در آن مقدار میانگین متغیر وابسته به عنوان مقادیر پیش‌بینی شده برای هر مورد محاسبه می‌شود و این به نظر می‌آید که خطایی بیشتری در پیش‌بینی مدت بستری شدن نسبت به هزینه‌ی درمان وجود دارد. میانگین خطای کل برابر نسبت مجموع مربعات خطا برای همه‌ی متغیرهای وابسته تقسیم بر مجموع مربعات خطا برای مدل است که در آن مقادیر میانگین متغییرهای وابسته به عنوان مقادیر پیش‌بینی شده برای



www.mui.ac.ir

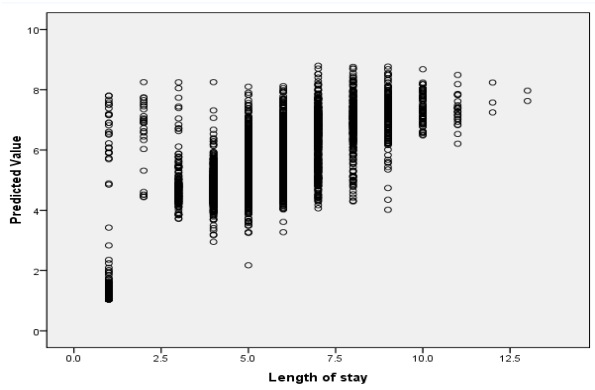
هر مدل استفاده می‌شود. در این مثال خطای میانگین کل نزدیک به میانگین خطای نسبی رخ داده است، اما همیشه این گونه نمی‌شود. میانگین خطای نسبی کل و خطای نسبی به طور منصفانه در بین نمونه‌های یادگیری و آزمون و اعتبار ثابت است که به ما این اطمینان را می‌دهد که مدل ما پس از یادگیری مازاد نداشته است و این که خطا در موردهای آینده که به وسیله‌ی شبکه امتیازبندی می‌شود، نزدیک به خطای ارایه شده در جدول ۲ خواهد بود.

**جدول ۲. نتایج شبکه در نمونه‌ها**

| | | |
|---|---|---|
| ۹۱/۸۱۲ | مجموع مربعات خطا | |
| ۰/۱۳۱ | خطای نسبی طول درمان | نمونه‌ی یادگیری |
| ۰/۰۳۳ | خطای نسبی هزینه‌ی درمان | |
| ۲۶/۷۹۸ | مجموع مربعات خطا | |
| ۰/۱۴۱ | خطای نسبی طول درمان | نمونه‌ی آزمون |
| ۰/۰۳۳ | خطای نسبی هزینه‌ی درمان | |
| ۰/۰۹۹ | مجموع مربعات خطا | |
| ۰/۱۵۴ | خطای نسبی طول درمان | نمونه‌ی اعتبار |
| ۰/۰۴۱ | خطای نسبی هزینه‌ی درمان | |

برای متغیرهای وابسته به مقیاس، نمودار پیش‌بینی بر اساس مشاهدات یک نمودار پراکنش برای مقادیر پیش‌بینی شده روی محور y ارایه می‌دهد، به که وسیله‌ی مقادیر مشاهده شده روی محور x برای ترکیب نمونه‌های یادگیری و آزمون به طور ایده‌آل مقادیر باید به طور تقریبی در طول خط ۴۵ درجه از مبدأ پخش شود. نقاط خطوط عمودی در هر تعداد روز مشاهده شده برای مدت بستری می‌باشد.

با نگاه به نمودار ۱ این گونه به نظر می‌رسد که شبکه به خوبی کار پیش‌بینی طول دوره‌ی ماندن را انجام داده است. روند کلی نمودار خارج از خط ۴۵ درجه ایده‌آل است که بیان می‌کند پیش‌بینی‌ها برای طول مدت بستری مشاهده شده زیر ۵ روز تمایل دارد که طول مدت بستری را بیشتر برآورد کند؛ در حالی که پیش‌بینی روزهای بستری شده‌ی مشاهده شده بالای ۶ روز تمایل به کم برآورد کردن طول بستری کردن دارد.




**نمودار ۱. نمودار پیش‌بینی بر اساس مشاهدات برای طول درمان**

**خوشه‌بندی:** خوشه‌ی بیماران در قسمت سمت چپ پایین نمودار به احتمال بیمارانی هستند که زیر عمل جراحی تحمل نیاورده‌اند و مرده‌اند و خوشه‌ای از بیماران هم در قسمت سمت چپ بالا وجود دارند که طول مدت درمان مشاهده شده ۱ تا ۳ روز است و مقدار مشاهده شده بسیار بیشتر است. این‌ها به احتمال بیمارانی هستند که در بیمارستان قبل از جراحی مرده‌اند.

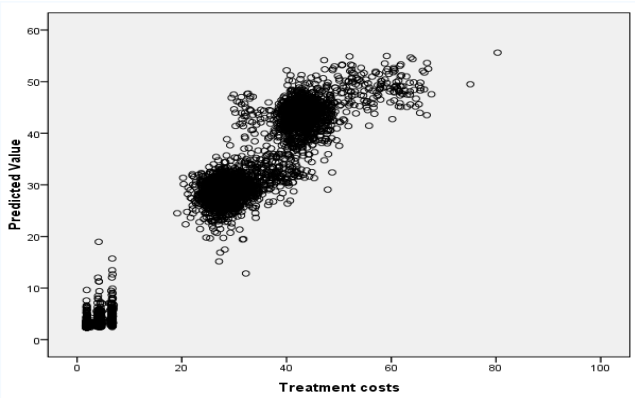
این گونه به نظر می‌رسد که شبکه به طور منطقی در پیش‌بینی هزینه‌های درمان خوب عمل کرده است. در ابتدا سه دسته از بیماران مشاهده می‌شود: در قسمت پایین چپ نمودار بیمارانی هستند که عمل جراحی نداشته‌اند. هزینه‌ی آن‌ها به نسبت کم و با داروهای رقیق کننده Dissolving drugs (Clotsolv) Clot- تفاوت قایل شده‌اند که در اتاق عمل اجرا شده است.

خوشه‌ی بعدی از بیماران هزینه‌ی درمان حدود ۳۰.۰۰۰ دلار دارند. این بیمارانی هستند که جراحی پوستی رگ داشته‌اند ( Percutaneous transluminal coronary angioplasty یا PTCA). خوشه‌ی نهایی هزینه‌ی درمانی حدود ۴۰.۰۰۰ دلار داشته‌اند که عمل بای پس قلب داشته‌اند ( Coronary artery bypass surgery یا CABG). این عمل کمی گران‌تر از عمل (PTCA) است و بیماران زمان بهبود بیشتری در بیمارستان نیاز دارند که باعث افزایش هزینه‌هایشان می‌شود. همچنین تعدادی بیمار وجود دارد که هزینه‌ای بالای ۵۰.۰۰۰ دلار داشته‌اند که شبکه آن‌ها را خوب پیش‌بینی نکرده است. این‌ها بیمارانی هستند که در طول



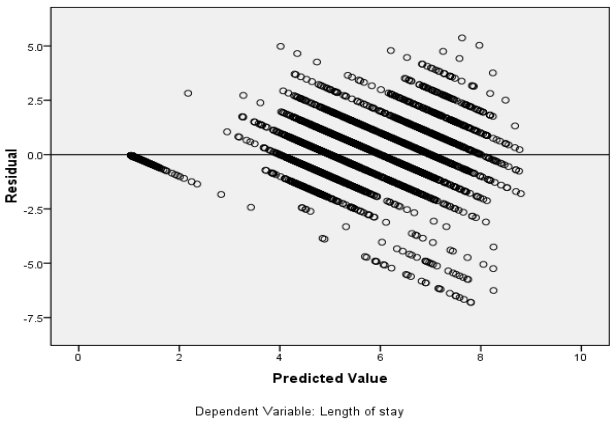
www.mui.ac.ir

جراحی عوارضی را داشته‌اند که باعث افزایش هزینه‌ی عمل و طول مدت بستری شدن شود (نمودار ۲).



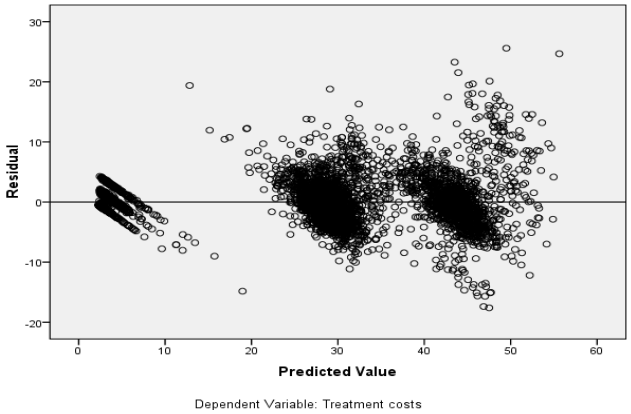

**نمودار ۲. نمودار پیش‌بینی بر اساس مشاهدات برای هزینه‌ی درمان**

نمودار پیش‌بینی به وسیله‌ی مشاهدات، یک نمودار پراکندگی از پسماندها (مقادیر مشاهده شده منهای مقادیر پیش‌بینی شده) روی محور y به وسیله‌ی مقادیر پیش‌بینی زده روی محور x را نشان می‌دهد. هر خط قرینه در نمودار متناظر با خطی عمودی در نمودار پیش‌بینی به وسیله‌ی مشاهدات است و به طور واضح نشان داده می‌شود که همچنان که طول بستری افزایش می‌یابد، پیشرفت و بهبود از پیش‌بینی بیشتر به پیش‌بینی کمتر در طول مدت بستری مشاهده می‌شود (نمودار ۳).




**نمودار ۳. نمودار پراکندگی از پسماند برای طول بستری**

به همین صورت برای هر سه شاخه از بیماران مشاهده شده در نمودار پیش‌بینی بر اساس مشاهدات برای هزینه‌ی درمان، نمودار پیش‌بینی بر اساس پسماند یک بهبود از بیش پیش‌بینی به کم پیش‌بینی را همچنان که هزینه درمان افزایش می‌یابد ارایه می‌دهد. بیمارانی با عوارض در طول عمل CABG نیز همچنان به وضوح پیدا هستند. اما هنوز آسان است که بیمارانی که در طول عمل PTCA که عوارض داشته‌اند؛ را مشاهده نمود. این‌ها به عنوان یک زیر دسته به آرامی به سمت راست و بالای گروه PTCA حدود ۳۰.۰۰۰ دلار روی محور x هستند (نمودار ۴).




**نمودار ۴. نمودار پراکندگی از پسماند برای هزینه‌ی درمان**

## بحث

در این مطالعه هزینه و مدت درمان با استفاده از شبکه‌های عصبی بررسی شده است. داده‌های به دست آمده برای متغیرهای وابسته به عنوان لایه‌ی ورودی به کار گرفته می‌شود و داده‌های مربوط به متغیرهای پاسخ به عنوان لایه‌ی خروجی به کار گرفته می‌شود. متغیر پاسخ در این مطالعه دو متغیر طول و هزینه‌ی درمان می‌باشد. در ابتدا شبکه‌ی عصبی کل نمونه که شامل ۱۰.۰۰۰ نفر می‌باشد، را به سه قسمت تقسیم می‌نماید: نمونه‌ی یادگیری، نمونه‌ی آزمون و نمونه‌ی اعتبار. در این میان افرادی که در عین عمل از بین می‌رود، به عنوان داده از دست رفته‌اند، از دور محاسبات خارج می‌کند. در قسمت برآورد مدل یا تخمین



www.mui.ac.ir

شبکه این به نظر می‌آید که خطایی بیشتری در پیش‌بینی مدت بستری شدن نسبت به هزینه‌ی درمان وجود دارد. در قسمت بعد در نمودار پیش‌بینی بر اساس مشاهدات برای طول درمان نقاط خطوط عمودی در هر تعداد روز مشاهده شده برای مدت بستری می‌باشد. آزمون به طور ایده‌آل مقادیر باید به طور تقریبی در طول خط ۴۵ درجه از مبدأ پخش شود. به نظر می‌رسد که شبکه به خوبی کار پیش‌بینی طول دوره‌ی ماندن را انجام داده است. در قسمت خوشه‌بندی شبکه‌ی عصبی این گونه به نظر می‌رسد که شبکه به طور منطقی در پیش‌بینی هزینه‌های درمان خوب عمل کرده است. ابتدا سه دسته از بیماران مشاهده می‌شود و این خوشه‌ها را شبکه به صورت واضحی دسته‌بندی نموده است. نمودار پیش‌بینی به وسیله‌ی مشاهدات نشان می‌دهد که همچنان که طول بستری افزایش می‌یابد. پیشرفت و بهبود از پیش‌بینی بیشتر به پیش‌بینی کمتر در طول مدت بستری مشاهده می‌شود.

می‌توان برای مطالعات پیشین مربوط به شبکه‌ی عصبی در شاخه‌ی علوم پزشکی به مطالعات بیگلریان و همکاران تحت عنوان مقایسه‌ی مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی و رگرسیون کاکس در پیش‌بینی بقای بیماران مبتلا به سرطان معده (۷)، مطالعه‌ی اشرفی و حمیدی (به نقل از جهان‌دیده) در ارتباط با پیش‌بینی بقای پنج ساله پیوند کلیه با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی (۸) و مقاله‌ی سدهی و همکاران به نام طراحی شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی توأم سندرم متابولیک و شاخص مقاومت انسولین (HOMA-Ir): مطالعه‌ی قند و لیپید تهران (۹) اشاره نمود. اعتبار شبکه‌های عصبی مصنوعی با استفاده از داده‌های آزمون یا اعتبار مقطعی یا Cross validation مورد بررسی قرار می‌گیرد. تفسیر اپیدمیولوژیک شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل‌های آماری مرسوم پیچیده‌تر است، با وجود این، این گونه مدل‌ها در زمینه‌های گوناگون علوم پزشکی از جمله اپیدمیولوژی، پیش‌بینی سرطان پروستات، پیش‌بینی حاملگی ناخواسته و پیش‌بینی مرگ پس از جراحی قلب باز به کار گرفته شده‌اند (۱۰). شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای دامنه‌ی کاربرد وسیعی می‌باشند، از جمله سامانه‌های آنالیز ریسک، آزمایش اتاق اورژانس، اکتشاف نفت و گاز، سامانه‌های تشخیص ترمز کامیون، شناسایی طیفی، تشخیص دارو، مدیریت خطا، تشخیص صدا، تشخیص هپاتیت، تشخیص اشیای سه بعدی و دست‌نوشته‌ها و چهره و ... می‌باشد. در کل می‌توان کاربردهای شبکه‌های عصبی را به صورت زیر دسته‌بندی کرد: تناظر (شبکه‌ی الگوهای مغشوش و به هم ریخته را بازشناسی می‌کند)، خوشه‌یابی، دسته‌بندی، شناسایی، بازسازی الگو، تعمیم‌دهی (به دست آوردن یک پاسخ صحیح برای محرک ورودی که به شبکه آموزش داده نشده)، بهینه‌سازی. امروزه شبکه‌های عصبی در کاربردهای مختلفی نظیر مسایل تشخیص الگو که خود شامل مسایلی مانند تشخیص خط، شناسایی گفتار، پردازش تصویر و مسایلی از این دست می‌شود و نیز مسایل دسته‌بندی مانند دسته‌بندی متون یا تصاویر، به کار می‌روند. در کنترل یا مدل‌سازی سامانه‌هایی که ساختار داخلی ناشناخته یا بسیار پیچیده‌ای دارند، نیز به صورت روزافزون از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان در کنترل ورودی یک موتور از یک شبکه‌ی عصبی استفاده نمود که در این صورت شبکه‌ی عصبی خود تابع کنترل را یاد خواهد گرفت (۱۱).

## مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به روش‌های کلاسیک

– به طور تقریبی در کلیه‌ی روش‌های آمار کلاسیک، وجود فرضیات در مورد داده‌ها ضروری است که در آن روش‌های آماری مذکور، تنها وجود و یا عدم وجود هر فرضیه را تأیید می‌کند؛ در حالی که در سیستم عصبی مصنوعی نیازی به طرح فرضیات نمی‌باشد.

– روش‌های کلاسیک به شدت به وجود خطا در داده‌ها حساس می‌باشند؛ در حالی که در سیستم عصبی مصنوعی، بررسی روابط میان متغیرها تحت تأثیر خطا قرار نمی‌گیرد.

– در روش‌های کلاسیک، در صورت وجود نقص در داده‌ها یا Missing data دیگر امکان استفاده از داده‌های ناقص برای تحلیل آماری وجود ندارد و در نتیجه حجم نمونه‌ی مورد مطالعه به شدت کاهش می‌یابد. در سیستم عصبی مصنوعی



www.mui.ac.ir

این امکان فراهم شده است تا علاوه بر استفاده از داده‌های کامل، امکان پیش‌گویی موارد نقصان نیز با دقت بسیار بالا میسر باشد (۱۲).

– سیستم‌های کلاسیک از درک و یافتن روابط ریاضی میان داده‌ها عاجز است؛ این در حالی است که در روش سیستم عصبی مصنوعی، اساس کار شبکه بر پایه‌ی یافتن این روابط است.

– در روش‌های کلاسیک، تنها امکان بررسی رابطه میان یک یا دو متغیر مستقل و وابسته وجود دارد؛ در حالی که در روش شبکه عصبی، تعداد زیادی از متغیرهای مستقل و وابسته مورد مطالعه قرار گرفته، رابطه‌ی میان آن‌ها بررسی می‌شود (۱۳).

## نتیجه‌گیری

شبکه‌های عصبی با توجه به توانایی‌های منحصر به فرد خود به کمک علم پزشکی آمده‌اند و در مواردی که این علم هنوز نتوانسته نارسایی‌های خود را به تنهایی بر طرف کند، کمک شایانی در رفع ناتوانایی‌های آن را ارایه می‌دهند. کاهش هزینه‌ها، بالا بردن اطمینان و دقت پزشکان در تصمیم‌گیری‌های خود، ساخت وسایل پزشکی کاراتر از جمله خدماتی است که این شبکه‌ها برای پزشکان انجام داده‌اند.

شبکه‌ی عصبی طراحی شده در این قسمت به خوبی مقادیر معمول بیماران را پیش‌بینی می‌کند. اما بیمارانی که قبل از عمل جراحی می‌میرند، را به خوبی به تصویر نمی‌کشد. یک راه ممکن برای بر طرف کردن این مسأله، این است که شبکه‌ی عصبی چند لایه به وجود آوریم. یک شبکه می‌تواند نتایج بیماران را شاید به سادگی چه بیمار عمل شده باشد، چه نشده باشد، را پیش‌بینی کند و سپس شبکه‌های جداگانه می‌تواند هزینه‌ی درمان و مدت بستری شدن را پیش‌بینی کند، به شرط این که بدانیم روی چه بیماری جراحی انجام شده است. سپس می‌توان نتایج شبکه را برای دست‌یابی به پیش‌بینی بهتر، برآورد کنیم. همین روش مشابه را می‌توان برای مشکل کم پیش‌بینی و زیاد پیش‌بینی نمودن هزینه و طول درمان برای بیماران که در طول جراحی عوارض داشتند، را به کار برد. شبکه‌ی عصبی به خاطر خاصیت مدل‌سازی غیر خطی که دارد، توانایی زیادی در به تصویر کشدن پرش‌ها و تغییرات ناگهانی در سری می‌باشد و می‌تواند کمک مؤثری در مدل‌سازی و پیش‌بینی باشد.

## پیشنهادها

– مجهز شدن علم پزشکی به ابزارهای هوشمند در تشخیص و درمان بیماری‌ها برای کاهش اشتباهات پزشکان و خسارت جانی و مالی.

– پیشنهاد درمان در بیمارستان یا کلینیک بر اساس بودجه‌ی مورد نیاز درمان.

– پیشنهاد استفاده از شبکه‌های عصبی به جای روش‌های مرسوم آماری به عنوان راه حلی برای پیش‌بینی بهتر.

– استفاده‌ی شرکت‌های بیمه برای بررسی دقیق‌تر میزان بیمه‌ی درمان بر اساس هزینه‌ی پیش‌بینی شده درمان با استفاده از شبکه‌ی عصبی.

– استفاده از روش‌های بهینه‌سازی شبکه‌های عصبی مانند الگوریتم ژنتیک یا استفاده از مدل‌های شبکه‌ی عصبی Bayesian از مواردی است که علاقه‌مندان می‌توانند در این زمینه مطالعاتی را انجام دهند. همچنین تعمیم این روش به حالت چند متغیره یا وضعیتی که متغیر کیفی بیش از دو حالت دارد، از موارد دیگری است که علاقه‌مندان می‌توانند آن را مورد بررسی قرار دهند.

## References


1. Ahmadi M, Farhadi B, Nazifi M. Evaluation the forecasting of ANN method in estimation evalaporatation and transpiration. Proceedings of the forth conference of water management; 2011 May 13-14; Tehran, Iran; 2011. [In Persian].
2. Anderson JA. An Introduction to Neural Networks. Cambridge: MIT Press; 1995.
3. Shouhong W. An insight into the standard back-propagation neural network model for regression analysis. Omega 1998; 26(1): 133-40.




www.mui.ac.ir

4. Teixeira-Pinto A, Normand SL. Correlated bivariate continuous and binary outcomes: issues and applications. Stat Med 2009; 28(13): 1753-73.
5. Fathian M, Farbehi N. Typical applications of neural networks in medicine. Proceedings of the Seminar on Neural Network Course and Its Application in Medicine; 2009 May 22-24; Tehran, Iran; 2009. [In Persian].
6. Ghasemi M, Seyedsalehi A. Automatic extraction of nonlinear principal components of speech signals using neural networks and its performance evaluation. Proceedings of the Seminar on Neural Network Course and Its Application in Medicine; 2009 May 22-24; Tehran, Iran; 2009. [In Persian].
7. Biglarian A, Haji Zadeh E, Kazem Nejad A. Comparison of artificial neural network and Cox regression model to predict survival in patients with gastric cancer. Koomesh 2010; 11(3): 215-20. [In Persian].
8. Jahandide S. Predictive value of hospital waste generated by using artificial neural networks. Proceedings of the 11th National Conference on Environmental Health. 2008 Nov 7-8 Zahedan, Iran; 2008. [In Persian].
9. Sedehi M, Mehrabi Y, Kazem Nejad A, Johari Majd V, Hadaegh F. Design of artificial neural network to predict metabolic syndrome and the combined index of insulin resistance (HOMA-Ir): Tehran Lipid and Glucose Study. Daneshvar Medicine 2009; 17(85): 29-38. [In Persian].
10. Shadnia H. Data analysis using artificial neural networks and its application in medical science. Tehran: National Research Center of Medical Sciences; 2006. [In Persian].
11. Ashrafi M, Hamidi Beheshti MT, Shahidi SH, Ashrafi F. Five-year kidney transplant survival prediction using artificial neural network model. Tehran University Medical Journal 2012; 67(5): 353-60. [In Persian].
12. Kasabov N. Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems and Knowledge Engineering. Cambridge: MIT Press; 1998.
13. Stern S. Neural networks in applied statistics. American Statistical Association 1996; 38(3): 205-15.




www.mui.ac.ir

# Estimating the Duration of Treatment and Hospitalization Costs Using Neural Network Approach*

*Saeed Samadi, PhD*[1]*; Minoo Nazifi Naeini*[2]*; Sahar Abbaspour*[3]

## Abstract

**Introduction:** Using neural networks and genetic algorithms in evaluating health-related variables has increased recently. Employing intelligent tools for diagnosis and treatment of diseases can reduce medical errors and human and financial losses. In this paper, medical applications of neural networks have been studied in order to help both medical and artificial intelligence researchers.

**Methods:** We used an existing sample in SPSS (patient_los.sav). The sample consisted of patients who received treatment for heart disease. Multilayer perceptron (MLP) was employed to build a neural network to predict the cost and length of treatment. Duration of hospitalization and treatment cost were considered as dependent variables. Other variables were entered into the model as agents or factors.

**Results:** Neural networks can evaluate the outcomes of patients who have or have not undergone surgery. Separate networks can then be used to predict treatment and hospitalization costs and duration provided that the patients who had surgery had been identified.

**Conclusion:** Neural networks designed in this paper can well forecast the usual outcomes of patients. Multilayer neural networks can precisely identify patients who would die after surgery. Non-linear properties of neural networks can help in modeling and forecasting.

**Keywords:** Neural Networks (Computer); Diagnosis; Learning.

**Type of article:** Original article

*Received: 20 Dec, 2011* *Accepted: 14 Feb, 2012*

**Citation:** Samadi S, Nazifi Naeini M, Abbaspour S. **Estimating the Duration of Treatment and Hospitalization Costs Using Neural Network Approach.** Health Information Management 2012; 8 (7): 957.

* This article was extracted from an MSc thesis.

1. Assistant Proffessor, Economics, The University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. MSc, Development and Planning Economics, The University of Isfahan, Isfahan, Iran (Coresponding Author) Email: minoonazifi@yahoo.com
3. MSc, Development and Planning Economics, The University of Isfahan, Isfahan, Iran



www.mui.ac.ir