

# طراحی سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر شبکه‌ی عصبی مصنوعی به منظور کشف اولیه‌ی سرطان از بزرگی خوش‌خیم پروستات\*

مصطفی قادرزاده<sup>۱</sup>، فرحناز صدوقی<sup>۲</sup>، آروین کتابت<sup>۱</sup>

## چکیده

**مقدمه:** در سال‌های اخیر مفاهیم شبکه‌های عصبی مصنوعی در کشف اولیه و طبقه‌بندی بیماری‌ها متحمل پیشرفت‌های فراوانی شده است. استفاده از شبکه‌های عصبی به دلیل توانایی‌های بالقوه‌ی آن در کاربردهای پزشکی و در پیدا کردن کنش بین متغیرها، تشخیص و مدل‌سازی بیماری‌ها به طور وسیعی مقبول واقع شده است. هدف از این پژوهش، طراحی و پیاده‌سازی سیستم تصمیم‌یار مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور کشف اولیه‌ی سرطان پروستات بود.

**روش بررسی:** پژوهش حاضر از نوع کاربردی و جامعه‌ی هدف آن متشکل از ۳۶۰ بیمار مبتلا به ناهنجاری‌های پروستات بودند که در فواصل سال‌های ۹۰-۱۳۸۸ به بخش اورولوژی بیمارستان امام خمینی (ره) شهر تهران مراجعه نمودند. در این پژوهش به منظور ارزیابی عملکرد سیستم طراحی شده، از شاخص‌های حساسیت، ویژگی و صحت در طبقه‌بندی استفاده گردید. در طراحی هسته‌ی محاسباتی سیستم تصمیم‌یار بالینی در کشف اولیه‌ی سرطان پروستات از بزرگی خوش‌خیم آن، از الگوریتم شبکه‌ی عصبی گرادیان توأم مدرج (Scaled conjugate gradient) استفاده شد.

**یافته‌ها:** شاخص‌های عملکردی این سیستم، ویژگی و حساسیت بودند و عملکرد سیستم تصمیم‌یار بالینی پیشنهاد شده بر اساس این شاخص‌ها به ترتیب عبارت از ۹۷/۰۶ و ۹۲/۱۱ درصد بود. نتایج سیستم تصمیم‌یار در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های نئوپلازی پروستات، حاکی از پتانسیل بالای سیستم‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی به عنوان ابزاری قوی در طبقه‌بندی ناهنجاری‌های پروستات بود. **نتیجه‌گیری:** در این پژوهش یک سیستم تصمیم‌یار پزشکی با هدف یاری رساندن به متخصصین در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های نئوپلازی پروستات طراحی گردید. سیستم‌های هوشمند پزشکی بر مبنای هوش مصنوعی و به خصوص شبکه‌های عصبی، می‌توانند به پزشکان در تشخیص دقیق سرطان پروستات و بزرگی خوش‌خیم آن کمک نمایند. با استفاده از این سیستم‌ها، بیوپسی‌های غیر ضروری و هزینه‌های تشخیصی کاهش می‌یابد. به علاوه، این سیستم‌ها می‌توانند در به حداقل رساندن زمان فرایندهای تشخیصی بیماری‌ها مؤثر واقع شوند.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم تصمیم‌یار؛ سرطان پروستات؛ شبکه‌ی عصبی مصنوعی؛ حساسیت؛ ویژگی

نوع مقاله: پژوهشی

\* این پژوهش حاصل (بخشی از) پایان‌نامه‌ی تحت عنوان "کاربرد شبکه‌ی عصبی در طبقه‌بندی نئوپلازی پروستات" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۰ و با کد ۶۲۲ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران انجام شده است.

۱- کارشناس ارشد، مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده‌ی مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار، مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده‌ی مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران (نویسنده‌ی مسؤل)

Email: f-sadoughi@tums.ac.ir

دریافت مقاله: ۹۱/۵/۲۲ اصلاح نهایی: ---

پذیرش مقاله: ۹۱/۵/۲۶

**ارجاع:** قادرزاده مصطفی، صدوقی فرحناز، کتابت آروین. طراحی سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر شبکه‌ی عصبی مصنوعی به منظور کشف اولیه‌ی سرطان از بزرگی خوش‌خیم پروستات. مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۱؛ ۹ (۴): ۴۵۷-۴۶۴

## مقدمه

در دو دهه‌ی گذشته استفاده از دانش نرم‌افزاری و تکنولوژی‌های نوین در حوزه‌ی پزشکی رشد فراوانی یافته است. با رشد این فن‌آوری‌ها، نسلی از سیستم‌های کامپیوتری معرفی شدند که در حوزه‌ی بهداشت و درمان کاربردهای فراوانی پیدا کرده‌اند. امروزه استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (Decision support system) یا تصمیم‌یار به عنوان نتیجه‌ی این پیشرفت‌ها در کاهش زمان تشخیص و بهبود دقت تشخیص، به صورت یک امر ضروری و انکارناپذیر درآمده است (۵-۱).

در دهه‌های اخیر، هوش مصنوعی به عنوان شاخه‌ای از مفاهیم پیشرفته‌ی رایانه‌ای در پزشکی رشد فراوانی داشته است. هوش مصنوعی، به خلق و کاربرد دانش پزشکی کمک می‌کند و به صورت گسترده‌ای در تولید هشدارها و یادآوری‌های پزشکی (Alerts and reminders) استفاده می‌شود. از مزایای متداول هوش مصنوعی، ظهور سیستم‌های تصمیم‌یاری است که در علوم پزشکی دارای کاربرد فراوانی هستند (۷، ۶، ۲). از کاربردی‌ترین گرایش‌های هوش مصنوعی می‌توان به شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial neural network) اشاره نمود. شبکه‌های عصبی، الگوهای محاسباتی بر مبنای محاسبات ریاضی هستند که بر خلاف روش‌های محاسباتی معمول مانند رگرسیون، قادر به حل مسایل پیچیده می‌باشد. این شبکه‌ها دارای ساختار و عملکردی شبیه به ذهن انسان‌ها هستند که در محاسبات و مکانیزم حل مسایل به نحوی مطلوب عمل می‌کنند (۱۰-۸). استفاده از تکنیک‌های ویژه مانند طبقه‌بندی الگوها (Pattern classification) از مکانیزم‌های اصلی شبکه‌ی عصبی مصنوعی به شمار می‌آید. بنابراین، به عنوان روشی در پیش‌بینی و طبقه‌بندی بیماری‌ها استفاده می‌شود (۱۲، ۱۱). استفاده از شبکه‌های عصبی به عنوان روش‌های کارآمدتر از روش‌های سنتی در تشخیص بیماری‌ها، می‌تواند ابزارهای نیرومندی برای تحلیل، مدل‌سازی و تعیین روابط بین داده‌های پزشکی فراهم آورد (۱۴، ۱۳).

در بطن و هسته‌ی بسیاری از سیستم‌های تصمیم‌یار

پزشکی، از شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود. سیستم‌های تصمیم‌یار پزشکی مانع خطاهای احتمالی ناشی از خستگی یا بی‌تجربگی متخصصین بالینی می‌شود. همچنین با استفاده از این سیستم‌ها، می‌توان پایگاه داده‌های پزشکی را در زمان بسیار کمتر و با جزییات بیشتر تحلیل کرد (۱۶-۱۳).

تشخیص به موقع سرطان‌ها در قرن ۲۱ به یکی از مهم‌ترین چالش‌ها تبدیل شده است. در سال ۲۰۰۴ انجمن سرطان آمریکا (American Cancer Society) اعلام کرد که سرطان به طور رسمی جایگزین بیماری‌های قلبی به عنوان بیماری اصلی مرتبط با مرگ و میر شده است. در درمان بیماری سرطان، تشخیص زود هنگام و دقیق از اهمیت حیاتی برخوردار است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند، فرایندهای تشخیص و دسته‌بندی سرطان‌ها با استفاده از فن‌آوری‌های نوین کامپیوتری مانند سیستم‌های تصمیم‌یار در زمینه‌ی تشخیص اولیه‌ی سرطان‌ها موفق عمل کرده‌اند (۲۱-۱۷).

در این پژوهش، سیستم تصمیم‌یاری بر مبنای شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای تشخیص سرطان پروستات از بزرگی خوش‌خیم آن طراحی شد و سپس حساسیت، ویژگی و صحت این سیستم ارزیابی گردید.

## روش بررسی

در پژوهش حاضر، پرونده‌ی بیماران بستری شده مبتلا به ناهنجاری‌های پروستات شامل بزرگی خوش‌خیم پروستات و سرطانات پروستات در بخش اورولوژی بیمارستان امام خمینی (ره) در بین سال‌های ۹۰-۱۳۸۸ و به صورت گذشته‌نگر بررسی شد. با استفاده از نظرات متخصصین اورولوژی و بررسی متون مربوط (۳۰-۲۲) از بین نشانگرهای بالینی تشخیص بیماری نئوپلازی پروستات، نشانگرهای سن، آنتی‌ژن اختصاصی پروستات (Prostate specific antigen)، آنتی‌ژن اختصاصی آزاد پروستات (Free prostate specific antigen) و نسبت این دو نشانگر (Ratio)، انتخاب و مقادیر متناسب با آن‌ها برای هر بیمار استخراج و سپس ثبت گردید. مجموعه داده‌ی نئوپلازی پروستات در این پژوهش شامل ۱۸۴ بیمار مبتلا به سرطان پروستات و ۱۷۶ مبتلا به بزرگی خوش‌خیم پروستات

در این معادله برای مشخص کردن مینیمم  $E_{qw}(y)$  نقطه‌ی بحرانی آن باید مشخص گردد (۳۳)، به صورت ساده‌تر نقطه‌ی بحرانی عبارت بود از جواب معادله‌ی ۲

$$E'_{qw}(y) = E''(w)y + E'(w) = 0$$

معادله‌ی ۲

شبکه‌ی عصبی که در این پروژه انتخاب شد، یک شبکه‌ی چند لایه با الگوریتم گرادیان توأم مدرج بود. تعداد لایه‌هایی که در این شبکه استفاده شد با استفاده از روش تست، تکرار و مقایسه‌ی نتایج انتخاب گردید. نتایج حاصل حاکی از وجود دقت بیشتر سیستم با استفاده از شبکه‌ای دو لایه شامل یک لایه‌ی مخفی و یک لایه‌ی خروجی بود. لایه‌ی اول که لایه‌ی مخفی نامیده می‌شود، دارای نقش حیاتی در تعیین عملکرد شبکه‌ی عصبی می‌باشد.

در پژوهش‌های صورت گرفته، تعداد نورون‌های لایه‌ی مخفی از پارامترهای بسیار تأثیرگذار در بالا بردن عملکرد شبکه‌ی عصبی می‌باشد (۳۲، ۳۱، ۲۴). در این پژوهش به منظور بالا بردن عملکرد سیستم تصمیم‌یار، نورون‌های لایه‌ی مخفی شبکه‌ی عصبی در هر مرحله از یک تا ۱۰۰ نورون تغییر پیدا کرد. سپس عملکرد شبکه برای هر توپولوژی متناسب با تعداد نورون‌های موجود در لایه‌ی مخفی محاسبه گردید. در نهایت، ساختار و توپولوژی شبکه‌ی عصبی با کمترین خطا انتخاب شد. در طراحی و پیاده‌سازی سیستم تصمیم‌یار بالینی این پژوهش از جعبه ابزار شبکه‌ی عصبی Matlab نسخه ۲۰۱۲ استفاده شد. در شکل ۱ ساختار شبکه‌ی عصبی منتخب در طراحی هسته‌ی سیستم تصمیم‌یار نتوپلازی پروستات به نمایش درآمده است.

الگوریتم گرادیان توأم مدرج، عملکرد مناسبی در زمینه‌ی طبقه‌بندی الگوها دارد. برای بررسی عملکرد سیستم‌های هوشمند، از شاخص‌های گوناگونی استفاده می‌شود. از لحاظ عملکردی، این سیستم‌ها بیماری‌های ناهنجاری پروستات را در دسته‌ی مبتلایان به سرطان پروستات (دارای تومور بدخیم) یا سالم (دارای تومور خوش‌خیم) طبقه‌بندی می‌کنند.

به طور کلی در سیستم‌های دسته‌بندی و تشخیص بیماری‌ها، برای بررسی میزان موفقیت و کارایی این سیستم‌ها

بود. در جدول ۱ آمار توصیفی از مجموعه داده‌ی نتوپلازی پروستات نشان داده شده است.

جدول ۱: محدوده و شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مجموعه داده‌های نتوپلازی پروستات

متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس
سن (سال)	۴۵	۹۱	۶۸/۸	۹/۹۱
*PSA	۰/۱	۱۰۰	۱۲/۸۷	۱۷/۲
**freePSA	۰/۰۳	۴۹	۲/۹۷	۴/۷۶
Ratio	۰/۰۱۷۹	۲/۹۷۴	۰/۲۴۸	۰/۲۲۴۹

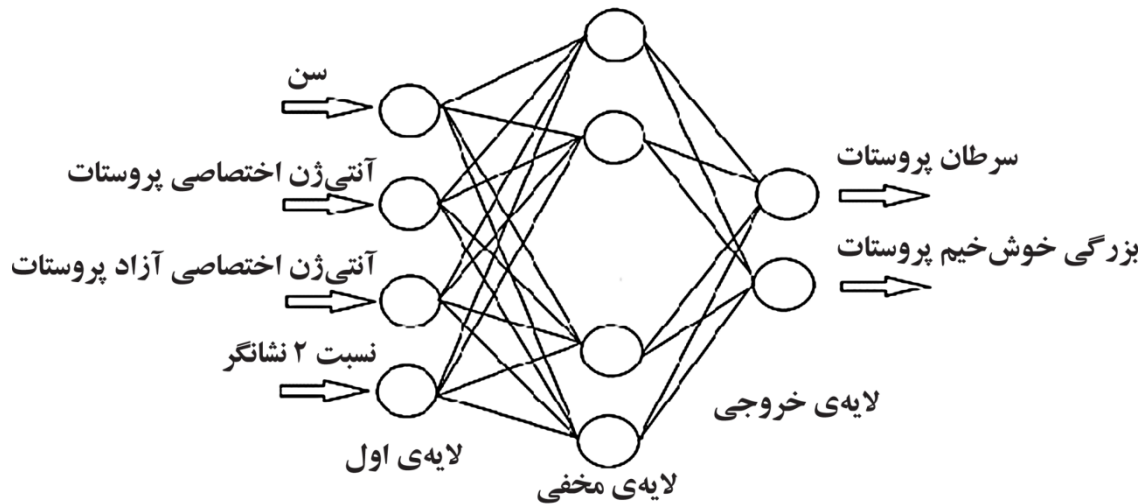
\*PSA: Prostate specific antigen

\*\*Free PSA: Free prostate specific antigen

هسته‌ی محاسباتی سیستم تصمیم‌یار این پژوهش، روش شبکه‌های عصبی بود. شبکه‌ی عصبی از مفهوم یادگیری برای حل مسایل استفاده می‌کند. الگوریتم‌های متعددی در زمینه‌ی یادگیری شبکه‌های عصبی وجود دارد. الگوریتم پس‌انتشار از محبوب‌ترین این الگوریتم‌ها است که حوزه‌ی کاربردی فراوانی دارد (۳۳-۳۱). در این مطالعه، به منظور طراحی هسته‌ی عملکردی سیستم تصمیم‌یار بالینی کشف سرطان پروستات از بزرگی خوش‌خیم آن، از الگوریتم پس‌انتشار گرادیان توأم مدرج (Scaled conjugate gradient) استفاده گردید. در الگوریتم ذکر شده این تضمین وجود دارد که تابع خطا در فرایند یادگیری روندی افزایشی را طی نمی‌کند. همچنین در مقایسه‌ی این الگوریتم با تکنیک‌های کاهش شیب و حتی الگوریتم‌های گرادیان توأم معمول، می‌توان به این نکته اشاره کرد که الگوریتم گرادیان توأم مدرج، منجر به همگرایی سریع‌تری می‌شود (۳۲، ۳۱). از مزیت‌های این الگوریتم نسبت به سایر الگوریتم‌های جستجو و کمینه‌سازی، دقت بالای آن، کاهش تعداد تکرارها در فرایند یادگیری و در نتیجه کاهش زمان یادگیری بود. این الگوریتم به طور کامل خودکار و مستقل از پارامترهای کاربر تعریف می‌باشد. معادله‌ی خطای الگوریتم گرادیان توأم مدرج با تقریبی درجه‌ی دوم در همسایگی نقطه‌ی  $w$  به صورت معادله‌ی ۱ است.

$$E_{qw}(y) = E(w) + E'(w)^T y + \frac{1}{2} y^T E''(w) y$$

معادله‌ی ۱



شکل ۱: ساختار شبکه‌ی عصبی منتخب در هسته‌ی عملکردی سیستم تصمیم‌یار بالینی

$$(۴) \text{ویژگی} = \frac{TN}{FP+TN}$$

$$(۵) \text{صحت} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

مکانیزم سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر شبکه‌ی عصبی مصنوعی، بر متدولوژی یادگیری استوار است. این سیستم‌ها در ابتدا با داده‌های اولیه اقدام به یادگیری الگوها می‌کنند. بنابراین مجموعه داده‌ی این پژوهش در سه گروه آموزش (Train)، آزمایش (Test) و اعتبارسنجی (Validation) قرار می‌گیرد. دسته‌ی اول که دسته‌ی یادگیری نامیده می‌شود، شامل ۷۵ درصد کل مجموع داده‌ها بود. فرایند یادگیری شبکه‌ی عصبی روی این دسته داده‌ها انجام شد. پس از اتمام فرایند یادگیری شبکه‌ی عصبی با مجموعه داده‌ی یادگیری، عملکرد شبکه با استفاده از دسته‌ی آزمایش که شامل ۲۰ درصد از حجم کل مجموعه داده‌ها بود، سنجیده شد. با اعمال این مجموعه داده به شبکه‌ی عصبی، کارایی آن مشخص گردید. در این پژوهش به منظور بالا رفتن عملکرد شبکه و جلوگیری از بیش‌برازش (Overfitting) شبکه‌ی عصبی، از مجموعه داده‌ی اعتبارسنجی (Validation) استفاده گردید. این مجموعه داده نیز که ۱۰ درصد دیگر از مجموعه داده‌ی جمع‌آوری شده را تشکیل می‌دهد، برای جلوگیری از افزایش ناگهانی خطاهای شبکه‌ی عصبی به کار گرفته شد (۳۱-۳۵).

از ماتریس کانفیوژن استفاده می‌شود. تحلیل‌های ماتریس کانفیوژن در دسته‌بندی و تشخیص بیماران مبتلا به ناهنجاری‌های پروستات، منجر به پیدایش ۴ حالت مثبت حقیقی (True positive یا TP)، منفی حقیقی (TN) یا منفی کاذب (True negative)، مثبت کاذب (False positive یا FP) و منفی کاذب (False negative یا FN) می‌شود.

با استفاده از مفاهیم ماتریس کانفیوژن برای تحلیل عملکرد این سیستم‌ها، از سه شاخص طبقه‌بندی استفاده می‌شود. این شاخص‌ها حساسیت (Sensitivity)، ویژگی (Specificity) و دقت (Accuracy) در طبقه‌بندی نامیده می‌شوند. حساسیت عبارت است از دقت سیستم تصمیم‌یار بالینی در تشخیص بیماران مبتلا به سرطان پروستات و ویژگی برابر است با دقت سیستم تصمیم‌یار در تشخیص بیماران مبتلا به بزرگی خوش خیم. در نهایت صحت، شاخص دیگری برای ارزیابی عملکرد این گونه سیستم‌ها می‌باشد. صحت دارای دید و دامنه‌ای جامع‌تر از عملکرد سیستم‌های طبقه‌بندی کننده‌ی بیماری‌ها می‌باشد و برابر است با نسبت تمام مواردی که به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند (اعم از بیمار و سالم) بر تمام موارد. حساسیت، ویژگی و صحت به صورت زیر محاسبه می‌شوند (۳۱-۳۴، ۲۳-۲۵).

$$(۳) \text{حساسیت} = \frac{TP}{TP+FN}$$

## یافته‌ها

داد. میانگین مجموع خطاها به ازای نورون‌های لایه‌ی مخفی در این الگوریتم نسبت به الگوریتم‌های دیگر محسوس بود. سیستم‌های تصمیم‌یار بر مبنای این الگوریتم از لحاظ زمانی و دقت بالا، نسبت به سیستم‌های قواعد محور و سیستم‌های پیشین برتری داشت.

پس از بررسی عملکرد سیستم تصمیم‌یار بالینی، عملکرد آن را می‌توان در ماتریس کانفیوژنی به صورت جدول ۲ ارایه داد. ماتریس کانفیوژنی زیر از اعمال مجموعه داده‌ی تست به شبکه حاصل می‌شود.

جدول ۲: ماتریس کانفیوژن با اعمال داده‌های مجموعه تست

مجموع سطرها	بزرگی خوش‌خیم	سرطان بدخیم	
۳۸	۳ (FP)	۳۵ (TP)	سرطان بدخیم
۳۴	۳۳ (TN)	۱ (FN)	بزرگی خوش‌خیم
۷۲	۳۶	۳۶	مجموع ستون‌ها

TP: True positive  
FN: False negative  
FP: False positive  
TN: True negative

## بحث

از جمله دستگاه‌های بدن که تشخیص دقیق و اولیه‌ی آن مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته است، دستگاه ادراری-تناسلی و به خصوص تشخیص سرطان پروستات است؛ چرا که اگر سرطان پروستات در مراحل اولیه تشخیص داده شود، احتمال معالجه‌ی قطعی آن زیاد خواهد بود. سرطان پروستات به عنوان یکی از شایع‌ترین سرطان‌ها در مردان به شمار می‌آید. آمارهای رسمی سالانه‌ی سرطان، حاکی از آن دارد که با بالا رفتن میانگین سنی جوامع، شیوع سرطان پروستات به صورت چشمگیری در حال رشد خواهد بود (۲۱-۱۸). روش‌های تشخیصی متفاوتی در تشخیص سرطان پروستات وجود دارد که همگی آن‌ها عوارض متفاوت کوتاه مدت و حتی بلند مدتی به دنبال دارند (۲۳، ۲۲).

تشخیص سرطان پروستات از بزرگی خوش‌خیم پروستات فرایندی بسیار سخت و پیچیده است. طیف وسیعی از ابزارها و روش‌های تشخیصی مانند تصاویر پزشکی، تست‌های بیوشیمی و آزمایش‌های پاتولوژی برای تشخیص سریع این سرطان معرفی شده است که همه‌ی این روش‌ها دارای درجه‌ای از خطا می‌باشند. دقیق‌ترین و علمی‌ترین روش تشخیص سرطان پروستات، نمونه‌برداری (Biopsy) است، اما با وجود تشخیص دقیق سرطان پروستات با بیوپسی، بیوپسی روشی تهاجمی است و به دلیل وجود عوارض جدی نمونه‌برداری و هزینه‌ی بالای بیوپسی، پزشکان در صورت امکان از تجویز آن اجتناب می‌ورزند. این در حالی است که بیوپسی در برخی موارد، سرطان پروستات را کشف نمی‌کند و یا خطاهایی به دنبال دارد. علت‌شناسی (Etiology) تحلیل‌های دقیق سرطان پروستات اغلب نیازمند در نظر

با توجه به ماتریس کانفیوژنی، در این پژوهش حساسیت سیستم تصمیم‌یار عبارت بود از ۹۲/۱۱ و این بدان معنی است که سیستم تصمیم‌یار طراحی شده در ۹۲ درصد موارد مبتلا به سرطان پروستات را درست تشخیص می‌دهد. این مقدار در مقایسه با پژوهش‌های پیشین از درصد بالاتری برخوردار بود. در این پژوهش ویژگی عبارت بود از دقت سیستم در تشخیص موارد مبتلا به بزرگی خوش‌خیم پروستات، این سیستم در ۹۷ مورد، مبتلایان به بزرگی خوش‌خیم را درست تشخیص می‌داد. در کل برای تمامی موارد، سیستم می‌توانست با دقت ۹۰ درصد تمام موارد مبتلا به سرطان و بزرگی خوش‌خیم را درست تشخیص دهد و این مقدار برابر با صحت سیستم تصمیم‌یار در تشخیص بیماری‌های بافت پروستات بود. در مبحث شبکه‌های عصبی، عملکرد شبکه‌ها بر اساس میانگین مربعات خطا (Mean square error) سنجیده می‌شود.

در پژوهش حاضر، عملکرد شبکه‌ی عصبی منتخب برابر با ۰/۰۸۸ بود که در Epoch ۳۵ به دست آمد. کاراترین توپولوژی شبکه‌ی عصبی دارای تعداد پنج نورون در لایه‌ی مخفی بود. در این پژوهش شبکه‌ی عصبی با الگوریتم گرادینان توأم مدرج در زمان کوتاهی فرایند یادگیری را انجام

ساختار شبکه‌ی عصبی می‌باشد. در صورت انتخاب نشانگرهای دارای بیشترین تأثیر و ارزیابی ساختار بهینه‌ی شبکه‌ی عصبی، می‌توان سیستم‌های هوشمند مناسبی را در زمینه‌ی تشخیص بیماری‌ها طراحی کرد. استفاده از این سیستم‌ها می‌تواند در تمام ابعاد موجب تسهیل در فرایندهای تشخیصی و درمانی شوند و بر این اساس رضایت‌مندی کلیه‌ی ذی‌نفعان را فراهم آورند. انتظار می‌رود، سیستم طراحی شده در این پژوهش در کنار متخصصین اورولوژی، بتواند در کاهش بیوپسی‌های غیر ضروری مؤثر واقع گردد و دقت در تشخیص بیماری‌های پروستات را بهبود بخشد.

#### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد تحت عنوان "کاربرد شبکه‌ی عصبی مصنوعی در طبقه‌بندی نئوپلازی پروستات" در سال ۱۳۹۱ با کد ۶۲۲ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران انجام شد.

گرفتن شماری از متغیرها مانند سن، نژاد، نشانگرهای بیوشیمیایی و بالینی، تحلیل حجمی پروستات و تغییرات ریخت‌شناسی (Morphology) است. در نتیجه، به ابزار تشخیصی نیاز است که قادر باشد چندین پارامتر را از لحاظ، برهم‌کنش بین آن‌ها محاسبه نماید و سپس با انجام تحلیل‌های چند متغیره (Multivariable analysis) منجر به نتایج منسجم و دقیقی گردد (۲۷-۲۲).

#### نتیجه‌گیری

فرایندهای تشخیصی نقش بسیار کلیدی در درمان و حیات بیمار ایفا می‌کنند. امروزه با تلفیق و به کارگیری سیستم‌های نوین اطلاعاتی و کامپیوتری بر مبنای هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی، می‌توان روش‌های تشخیصی نوین و باصرفه‌تری در نظام بهداشت و درمان ارائه کرد. در مواردی که داده‌های معتبر در دسترس باشد، سیستم‌های هوشمند بر مبنای شبکه‌ی عصبی، می‌توانند خطاهای تشخیصی را به طور چشمگیری کاهش دهند. کارایی سیستم‌های تصمیم‌یار بر مبنای شبکه‌های عصبی به شکل قابل توجهی وابسته به

#### References

1. Yan H, Jiang Y, Zheng J, Peng C, Li Q. A multilayer perceptron-based medical decision support system for heart disease diagnosis. *Expert Systems with Applications* 2006; 30(2): 272-81.
2. Shortliffe EH, Cimino JJ. *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. New York, NY: Springer; 2006.
3. Lisboa PJ, Taktak AF. The use of artificial neural networks in decision support in cancer: a systematic review. *Neural Netw* 2006; 19(4): 408-15.
4. Smith AE, Nugent CD, McClean SI. Evaluation of inherent performance of intelligent medical decision support systems: utilising neural networks as an example. *Artif Intell Med* 2003; 27(1): 1-27.
5. Monadjemi SA, Moallem P. Automatic Diagnosis of Particular Diseases Using a Fuzzy-Neural Approach. *International Review on Computers and Software (IRECOS)* 2008; 3(4): 406-11.
6. Ghumbre SU, Ghatol AA. An intelligent system for hepatitis b disease diagnosis. *International Journal of Computers and Applications* 2010; 32(4).
7. Pandey B, Mishra RB. Knowledge and intelligent computing system in medicine. *Computers in Biology and Medicine* 2009; 39(3): 215-30.
8. Hagan MT, Menhaj MB. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. *Neural Networks, IEEE Transactions on* 1994; 5(6): 989-93.
9. Han M, Snow PB, Brandt JM, Partin AW. Evaluation of artificial neural networks for the prediction of pathologic stage in prostate carcinoma. *Cancer* 2001; 91(8 Suppl): 1661-6.
10. Haykin S. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. New York, NY: Prentice-Hall; 1994.
11. Baxt WG. Use of an artificial neural network for data analysis in clinical decision-making: the diagnosis of acute coronary occlusion. *Neural Computation archive* 1990; 2(4): 480-9.

12. Al-Shayea Q. Artificial Neural Networks in Medical Diagnosis. *International Journal of Computer Science Issues* 2011; 8(2): 150-4.
13. Sordo M. Introduction to neural networks in healthcare. *Open Clinical: Knowledge Management for Medical Care*, Harvard University [Online]. 2002; Available from: URL: [www.openclinical.org/docs/int/neuralnetworks011.pdf](http://www.openclinical.org/docs/int/neuralnetworks011.pdf)
14. Ohlsson M. WeAidU-a decision support system for myocardial perfusion images using artificial neural networks. *Artif Intell Med* 2004; 30(1): 49-60.
15. Stafford RG, Mickewich DJ, Beutel J. Application of neural networks as an aid in medical diagnosis and general anomaly detection. *Expert Systems with Applications* 1995; 9(2): VII-VII.
16. Ottowitz WE, Dougherty DD, Savage CR. The neural network basis for abnormalities of attention and executive function in major depressive disorder: implications for application of the medical disease model to psychiatric disorders. *Harv Rev Psychiatry*. 2002; 10(2): 86-99.
17. Glotsos D, Kalatzis I, Theocharakis P, Georgiadis P, Daskalakis A, Ninos K, et al. A multi-classifier system for the characterization of normal, infectious, and cancerous prostate tissues employing transrectal ultrasound images. *Comput Methods Programs Biomed* 2010; 97(1): 53-61.
18. Anagnostou T, Remzi M, Lykourinas M, Djavan B. Artificial neural networks for decision-making in urologic oncology. *Eur Urol* 2003; 43(6): 596-603.
19. Botoca C, Bardan R, Botoca M, Alexa F. Prostate cancer prognosis evaluation assisted by neural networks. *WSEAS Transactions on Computers archive* 2010; 9(2), 164-73.
20. Cookson MS, Aus G, Burnett AL, Canby-Hagino ED, D'Amico AV, Dmochowski RR, et al. Variation in the definition of biochemical recurrence in patients treated for localized prostate cancer: the American Urological Association Prostate Guidelines for Localized Prostate Cancer Update Panel report and recommendations for a standard in the reporting of surgical outcomes. *J Urol* 2007; 177(2): 540-5.
21. Parkin DM, Muir CS. Cancer Incidence in Five Continents. Comparability and quality of data. *IARC Sci Publ* 1992; (120): 45-173.
22. Tanagho E, McAninch J. *Smith's General Urology*. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Incorporated; 2007.
23. Cinar M, Engin M, Engin EZ, Atesci YZ. Early prostate cancer diagnosis by using artificial neural networks and support vector machines. *Expert Systems with Applications* 2009; 36(3): 6357-61.
24. Saritas I, Ozkan IA, Sert IU. Prognosis of prostate cancer by artificial neural networks. *Expert Systems with Applications* 2010; 37(9): 6646-50.
25. Zhu Y, Williams S, Zwiggelaar R. Computer technology in detection and staging of prostate carcinoma: a review. *Med Image Anal* 2006; 10(2): 178-99.
26. Kuriyama M. Prostate-specific antigen as a tumor marker in prostate cancer. *International Journal of Urology* 1994; 1(2): 99-113.
27. Remzi M, Djavan B. Artificial neural networks in Urology 2004. *Eur Urol Supplements* 2004; 3: 33-8.
28. Djavan B, Remzi M, Zlotta A, Seitz C, Snow P, Marberger M. Novel artificial neural network for early detection of prostate cancer. *J Clin Oncol*. 2002; 20(4): 921-9.
29. Llobet R, Perez-Cortes JC, Toselli AH, Juan A. Computer-aided detection of prostate cancer. *Int J Med Inform*. 2007; 76(7): 547-56.
30. Snow PB, Smith DS, Catalona WJ. Artificial neural networks in the diagnosis and prognosis of prostate cancer: a pilot study. *J Urol*. 1994; 152(5 Pt 2): 1923-6.
31. Bishop CM. *Neural Networks for Pattern Recognition*. London, UK: Oxford University Press; 1995
32. Demuth HB, Beale MH. *MATLAB: Neural Network Toolbox*. Natick, MA: Math Works, Incorporated; 1994.
33. Mooller MF. A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning. *Neural Networks* 1993; 6(4): 525-33.
34. Bose NK, Liang P. *Neural network fundamentals with graphs, algorithms, and applications*. New York, NY: McGraw-Hill; 1996.
35. Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Prev Vet Med*. 2000; 45(1-2): 23-41.

## Designing a Clinical Decision Support System Based on Artificial Neural Network for Early Detection of Prostate Cancer and Differentiation from Benign Prostatic Hyperplasia \*

Mustafa Ghaderzadeh MSc<sup>1</sup>, Farahnaz Sadoughi PhD<sup>2</sup>, Arvin Ketabat MSc<sup>1</sup>

### Abstract

**Introduction:** In recent years, the concepts of artificial neural networks (ANN) have extensively undergone remarkable development in early detection and classification of diseases such as benign prostatic hyperplasia (BPH). The usage of ANN has become widely accepted in medical applications owing to its potential capabilities for detecting the complex interactions among variables, diagnosis and diseases' modeling. The present study aimed to design and implement a decision support system (DSS) based on ANN for early detection of prostate cancer.

**Methods:** This survey design was conducted through data collection among 360 males with prostate abnormalities in Urology Department of Imam Khomeini Hospital, Tehran, Iran, from January 2008 to March 2011. In order to assess the performance and accuracy of the designed system, sensitivity, specificity and receiver-operating characteristics (ROC) curve were used as the indicators of distinguishing prostate cancers from BPH. In order to implement DSS in this study, scaled conjugate gradient (SCG) algorithm was used as the main algorithm for early detection of prostate cancer from benign prostate.

**Results:** The proposed intelligent ANN-based system can be used as a strong diagnostic tool with 97.0% specificity and 92.1% sensitivity for detecting the prostate cancer and to differentiate it from BPH. The results indicated a high potential of artificial neural network as a strong tool in classification of prostatic neoplasia diseases.

**Conclusion:** A medical decision support system was used aiming to help medical experts in their classification and early detection of prostatic neoplasia disorders in the present study. Such artificial intelligent-based medical intelligent systems, particularly for neural networks, can help physicians in accurate decision-making concerning prostate cancer and BPH. Using such systems, specialists would be able to eliminate or minimize unnecessary biopsy and reduce diagnostic costs. In addition, such systems can accelerate the diagnostic detection time.

**Keywords:** Decision Support System; Prostatic Neoplasia; Artificial Neural Network; Sensitivity; Specificity

**Type of article:** Original Article

Received: 12 Aug, 2012

Accepted: 16 Aug, 2012

**Citation:** Ghaderzadeh M, Sadoughi F, Ketabat A. Designing a Clinical Decision Support System Based on Artificial Neural Network for Early Detection of Prostate Cancer and Differentiation from Benign Prostatic Hyperplasia. Health Information Management 2012; 9(4): 464.

\* This article was resulted from an MSc thesis in the Tehran University of Medical Sciences, No: 622.

1- Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: f-sadoughi@tums.ac.ir