

تعیین ویژگی‌های مؤثر برای بیماری نوروپاتی‌ک در بیماران دارای درد مزمن با استفاده از شبکه عصبی عمیق*

مبین شاطریان^۱

محمد تشنه لب^۲

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین ویژگی‌های مؤثر بالینی در بیماران نوروپاتی‌ک دارای درد مزمن می‌باشد. این نوع بیماری بر اثر عواملی مختلف چون جنگ، تصادفات، حوادث ورزشی صورت می‌پذیرد. در این پژوهش، پرسشنامه درد مرکز تحقیقات علوم اعصاب شفا واقع در بیمارستان تخصصی و فوق تخصصی خاتم الانبیاء (ص) تهران مورد بررسی قرار گرفته است. با استفاده از شبکه عصبی عمیق و نزدیک‌ترین همسایگی و الگوریتم ژنتیک لیست ویژگی‌ها با دقت اندازه‌گیری ۷۵ درصد به دست آمده است. پرسشنامه مک‌گیل به عنوان بهترین ویژگی‌های مؤثر در بیماری نوروپاتی‌ک برای بیماران با درد مزمن تعیین شده است.

کلمات کلیدی: پرسشنامه مک‌گیل درد مزمن، شبکه عصبی عمیق، کلینیک درد، نوروپاتی‌ک.

* تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۶.

^۱ کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

mobin.shaterian@srbiau.ac.ir

teshnehlab@kntu.ac.ir

^۲ استاد گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

مقدمه

به طور کلی درد را می‌توان به دو دسته درد مزمن و درد حاد تقسیم‌بندی کرد. دردهای مزمن به دردهایی گفته می‌شود که بیشتر از سه ماه بیمار با آن‌ها درگیر هستند (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۳). تعیین دقیق افراد مبتلا به درد دشوار است ولی با این حال تخمین زده می‌شود که حدود ۳۰ میلیون نفر در آمریکا از درد مزمن و بازگشت‌پذیر رنج می‌برند (تروک و ورکین، ۲۰۰۴). درد مزمن علائمی چون درد سوزشی، درد مبهم، درد ضربان‌دار و درد تهوع‌آور دارد. این نوع درد امکان دارد به صورت دوره‌ای، مداوم یا ترکیبی از هر دو باشد. درد مزمن کیفیت زندگی را کاهش می‌دهد و باعث تضعیف توانایی‌های کارکردی می‌گردد. همچنین، سلامت روح و روابط اجتماعی و وضعیت مالی فرد را تضعیف می‌سازند (اشتون و استات، ۱۹۹۹). طبق تحقیقات محمدزاده و همکارانش در سال ۲۰۱۳، برآورد شیوع درد مزمن در شهر تهران ۲۵/۵ درصد است. این درد در افراد متأهل، خانه‌دار، بازنشسته و مستمری‌بگیر بیشتر بوده و با سن و وضعیت تحصیلی و افسردگی و اضطراب آن‌ها ارتباط مستقیم دارد (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۳). تخمین زده می‌شود برای درمان دردهای مزمن در نوجوانان کشور انگلستان سالانه حدود ۸۰۰۰ یورو برای هر فرد هزینه شود (اسلید و همکاران، ۲۰۰۵). طبق آزمایشی که در شهر تهران روی ۲۳۴۵۷ نفر صورت پذیرفت، درد مزمن در بزرگسالان شیوع قابل توجهی دارد. شیوع درد مزمن در بزرگسالان در تهران در حدود ۲۴ درصد گزارش شده است که درد مزمن کمر و درد مزمن زانو شایع‌تر از بقیه بوده است (۱۲/۴ درصد و ۱۱/۲ درصد). در این تحقیق عوامل اصلی درد مزمن اضطراب و افزایش سن معرفی شده‌اند (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۵). یکی از عوامل مؤثر در ایجاد درد مزمن، تصادفات رانندگی است. در ایران تصادفات رانندگی به صورت بسیار گسترده‌ای صورت می‌پذیرد به طوری که در ده ماهه اول سال ۱۳۹۴ تعداد ۲۶۷۳۴۰ نفر دچار مصدومیت رانندگی در ایران شده‌اند (سازمان پزشکی قانونی، ۱۳۹۵). در نوروز سال ۱۳۹۵ تصادفات رانندگی ۲۰۰۰ میلیارد خسارت به کشور وارد کرد (خبرگزاری ایلنا، ۱۳۹۵).

درد نوروپاتیک: به صورت کلی می‌توان درد را به دسته‌های بزرگ درد نوروپاتیک، درد عضلانی-اسکلتی و درد احشایی و درد روانی دسته‌بندی نمود. درد نوروپاتیک به دلیل آسیب طناب نخاعی و مغزی ایجاد می‌شود. در این نوع درد، مغز تصور نادرستی از سیگنال‌های دریافتی پیرامون ناحیه آسیب دیده کسب می‌کند و باعث می‌شود که بیمار درد را زیر نواحی آسیب دیده احساس کند. در این نوع بیماری، بیمار از کلماتی چون سوزش، سیخ‌زنی، سوزنی برای درد نوروپاتیک استفاده می‌کند (MSKTC، ۲۰۱۶). به طور کلی دردها را می‌توان در جدول (۱) دسته‌بندی نمود. در جدول (۱) «سایر دردها» به دردهای ناشی از «درد های روانی» نیز تأکید دارد.

جدول ۱. طبقه‌بندی نوع درد در آسیب طناب نخاعی

نوع درد	زیر نوع درد
درد نوروسپتیک	درد اسکلتی-عضلانی
درد نوروسپتیک	درد احشایی
درد نوروسپتیک	سایر دردهای نوروسپتیک
درد نوروپاتیک	در سطح آسیب نخاعی
درد نوروپاتیک	اسامی بخش‌های سطح ۳
درد نوروپاتیک	زیر سطح آسیب نخاعی
درد نوروپاتیک	زیر سطح آسیب نخاعی
سایر دردها	
دردهای ناشناخته	

روند درمان در کلینک های درد: در کلینک‌های درد، به منظور شناسایی نوع درد، هنگام ورود بیمار پرسشنامه‌ای از هر بیمار به کمک پرسنل بیمارستان تهیه می‌گردد. این پرسشنامه ابعاد مختلف پزشکی را برای کلیه امور درد در برمی‌گیرد و از ویژگی‌های متعددی برخوردار است و همچنین ویژگی‌های بسیاری در مورد درد بیمار را جمع‌آوری

می‌کند. هدف از این پرسشنامه توصیف جامع درد بیمار، درمان‌های صورت پذیرفته و داروهای مصرف شده و نیز ابعاد روانپزشکی می‌باشد.

پس از تهیه چنین فرم‌هایی، بیمار توسط پزشک متخصص درد معاینه می‌گردد و موارد شهودی و رفتاری بیمار بررسی می‌شود، سپس پزشک به دسته‌بندی بیماری می‌پردازد و بنا به نوع درد، درمان‌های مشخصی را پیگیری می‌کند.

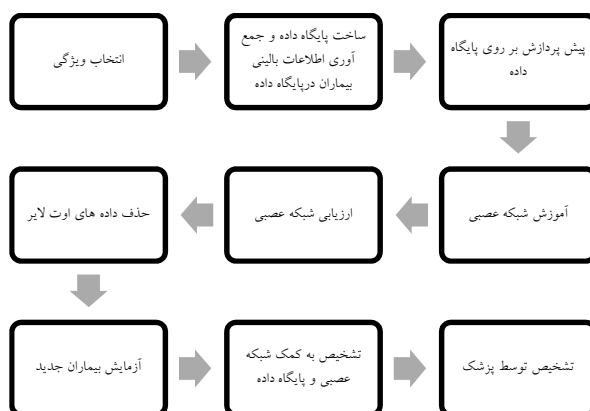
هدف از این مقاله تعیین ویژگی‌های مؤثر بیماری نوروپاتی‌ک برای تشخیص بهتر این بیماری می‌باشد. پرسشنامه درد مورد استفاده در بیمارستان خاتم‌النبیاء پرسشنامه وسیعی است و سیزده صفحه دارد. با جمع‌آوری داده‌ها و استفاده از روش‌های هوش مصنوعی به شناخت این ویژگی‌های مؤثر پرداختیم.

در کاری مشابه، ابزاری برای تشخیص صحیح نوع درد در بیماران آسیب طناب نخاعی، از تئوری تصمیم‌بیزین برای تشخیص استفاده شده است (ورنا و همکاران، ۲۰۱۴). تعداد داده این مجموعه از ۴۸ بیمار به دست آمده است. مجموعه داده‌ها شامل فرم‌های کاغذی از کلینیک Long Beach VA است که توسط متخصصین این زمینه برای درد طبقه‌بندی شده است. با استفاده از نرم‌افزار وکا به عنوان ابزار یادگیری ماشین بر روی ۴۸ بیمار فرضیه مورد نظرشان را ارزیابی کرده‌اند. محل دردی که توسط بیمار علامت‌گذاری شده است، تأثیر مهمی در طبقه‌بندی نوع درد دارد. این سیستم با سیستم تصویربرداری انفورماتیک به منظور پشتیبانی مطالعات کلینیکی برای درمان آسیب طناب نخاعی مرتبط با درد نوروپاتی‌ک به عنوان روش جایگزین زخم جراحی تهاجمی استفاده شده است. از ویژگی‌هایی همچون مکان درد و درماتوم تحت پوشش در نواحی درد و منطقه درد متصل است یا خیر و شرح درد (زمان، شدت و غیره) استفاده شده است. نتایج با استفاده از الگوریتم شبکه بیزین و نایو بیز و استفاده از ابزار وکا به دست آمده و در جدول ۲ نشان داده شده است (ورنا و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲. دقت تصمیم‌گیری روی داده‌ها پس از اعمال دو الگوریتم بیزین و نایو

مجموعه‌ها	Bayes Network	Naïve Bayes
مجموعه اول	٪۷۸	٪۶۳
مجموعه دوم	٪۹۰	٪۶۰

گام‌های اساسی برای طراحی سیستم تشخیص پزشکی با شبکه‌های عصبی
 روند کلی کار برای طراحی شبکه عصبی برای کلینیک‌های بالینی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. روند کلی طراحی شبکه عصبی برای سیستم‌های بالینی

به منظور ساخت شبکه عصبی اطلاعات بیماران در یک بیماری خاص جمع‌آوری می‌گردد. مرحله بعدی انتخاب ویژگی‌های مؤثر در تصمیم‌گیری یا تشخیص بیماری است. این ویژگی‌ها (مثل علائم بالینی، نتایج آزمایشگاه‌ها و...) باعث تمایز طبقه‌بندی بین بیماران می‌گردد. انتخاب ویژگی، ابزار و روش‌های گوناگونی دارد. هدف از این کار حذف وابستگی‌ها و تعیین ویژگی‌های مهم و حذف ویژگی‌های غیرمؤثر می‌باشد لذا این امر باید در مراحل اولیه صورت پذیرد. در مرحله بعد پس از این که پایگاه داده ساخته شد، داده‌ها به نحوی اعتبار سنجی و داده‌های پرت پاکسازی می‌شوند. پس از آموزش و اعتبارسنجی شبکه می‌تواند برای پیش‌بینی تشخیص و طبقه‌بندی شروع به کار گردد. در نهایت پیش‌بینی تشخیص توسط یک متخصص بالینی ارزیابی می‌گردد. مراحل اصلی به طور خلاصه مطابق با شکل ۱ عبارتند از (آماتو و همکاران (۲۰۱۵):

- انتخاب ویژگی
- ساخت پایگاه داده

○ تمیزسازی داده و پیش‌پردازش

- آموزش و اعتبارسنجی داده‌های پایگاه داده با شبکه عصبی
 - ساختار و نوع شبکه
 - الگوریتم آموزش
 - رویکردهای مقاوم بر پایه شبکه عصبی
- آزمودن در محیط بالینی

روش‌شناسی پژوهش جمع‌آوری داده‌ها

با کمک مرکز علوم و اعصاب شفا واقع در بیمارستان تخصصی و فوق تخصصی خاتم‌الانبیاء (ص) تهران، حدود ۳۰۰ پرونده اسکن شده کاغذی برای پژوهش در مورد پرسشنامه درد این مرکز به صورت کدهای عددی مورد پژوهش قرار گرفت. تعداد ۲۵۳ بیمار با ۳۷۴ ویژگی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌هایی که مقدار آن‌ها تعیین نشده بود به صورت تصادفی در بازه حداقل و حداکثری مقداردهی شده است. به منظور استفاده در روش‌های هوشمند، تمامی داده‌ها به صورت عددی و نرمال درآمدند.

لیست ویژگی‌های مورد بررسی در سایت بیمارستان خاتم‌الانبیاء قرار گرفته است (بیمارستان خاتم‌الانبیاء، ۱۳۹۵). تمامی ویژگی‌ها به صورت فیلدهای تک و ویژگی درآمده و به صورت عددی کدگذاری شده‌اند و هر مکان از درد به صورت یک ویژگی در نظر گرفته شده است. ۲۱۱ عدد از داده‌ها از بیمار دریافت شده است و ۱۶۳ داده از پزشک به دست آمده است. در مجموع ۳۷۴ ویژگی به صورت عددی کدگذاری و نرمال‌سازی شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

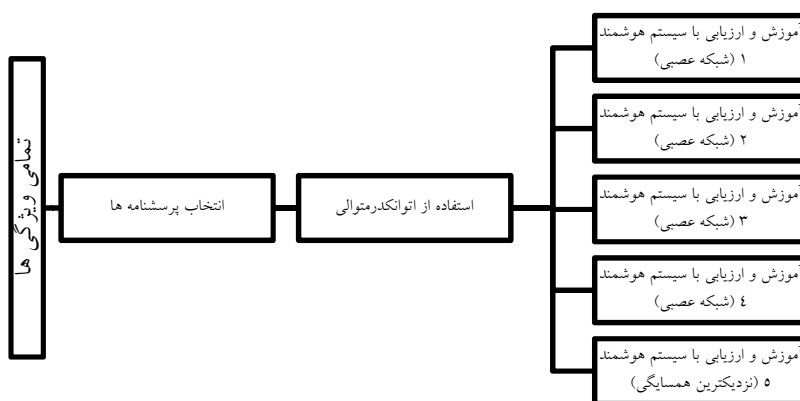
در این تحقیق تعداد ۱۳۳ بیمار مورد نظر هستند که اصلی‌ترین بیماری آن‌ها نوروپاتی‌ک بوده است (۵۲ درصد). بیماران دارای میانگین سنی ۵۵ سال می‌باشند، بیشترین سن ۸۶ سال و کمترین سن ۱۳ سال است. از آن‌جا که داده‌ها از پرسشنامه‌های کاغذی تهیه شده است دارای نویز فراوانی هستند. در مقاله حیدرآبادی و همکاران (۱۳۹۶) به تفصیل در مورد ایرادات فرم‌های کاغذی صحبت شده است.

استفاده از اتوانکدر با انتخاب دستی ویژگی‌ها به منظور یافت بهترین ویژگی‌ها

از آن‌جا که تعداد ویژگی‌ها برای تشخیص بیماری انبوه است، می‌توان با استفاده از روش کدکننده خودکار تعداد ویژگی‌ها را کاهش داد و سپس با سیستم‌های هوشمند، از داده‌های کاهش داده شده برای تشخیص استفاده نمود. در این روش، دسته ویژگی‌های زیر را به صورت دستی از مجموعه داده‌ها انتخاب کرده‌ایم:

- تمام پرسشنامه
- پرسشنامه مک گیل
- پرسشنامه پر شده توسط پزشک با پرسشنامه ۱۲SF
- پرسشنامه پر شده توسط بیمار
- مکان درد بیمار و پزشک و درماتوم
- پرسشنامه PDI و HADS

با استفاده از شکل ۲ و با کمک اتوانکدر و استفاده از روش‌های هوشمندی چون شبکه عصبی با آموزش گرادیان و آموزش لونبرگ مارکوآرت و نزدیک‌ترین همسایگی که در جدول ۵ نشان داده شده است، پرسشنامه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابعاد پرسشنامه‌ها را با استفاده از اتوانکدرهای مختلف تغییر دادیم. ۵ تا از بهترین نتایج به دست آمده در جدول ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۲. شمای کلی اتوانکدر با انتخاب دستی ویژگی‌ها

یافته‌های پژوهش

نتایج به دست آمده در جدول ۳ قرار گرفته است. ستون «لایه‌های اتوانکدر» ابعاد فعلی ویژگی را ابتدا افزایش و سپس به بعد جدید تبدیل می‌کند و پس از آن را بعدهای آن کاهش می‌دهد و به ابعاد پایین تبدیل می‌کنند.

جدول ۳. نتایج به دست آمده با یک ویژگی

نام ویژگی	لایه‌های اتوانکدر	شبکه عصبی گرادیان	شبکه عصبی گرادیان	شبکه عصبی لونیبرگ مارکوآرت	شبکه عصبی گرادیان	نزدیک‌ترین همسایگی
پرسشنامه مک‌گیل	۳۰-۴۰-۳۰-۱۵	۵۴/۸۳	۵۵/۷	۶۳/۱۶	۵۳/۰۷	۵۹/۲۱
پرسشنامه بیمار	۱۰۰-۱۵۰-۱۰-۲۵-۵۰	۵۰/۸۸	۵۰/۴۴	۴۷/۳۷	۵۰/۴۴	۶۳/۱۶
پرسشنامه پزشک	۳۰۰-۲۰۰-۱۰۰-۱۵۰-۱۰-۲۵-۵۰	۵۰	۵۰	۵۵/۲۶	۵۰	۶۳/۱۶
پرسشنامه مک‌گیل	۳۰-۴۰-۳۰-۵-۱۵	۵۵/۲۶	۵۲/۱۹	۵۷/۴۶	۵۱/۷۵	۶۱/۸۴

جدول ۴. روش‌های سیستم‌های هوشمند برای تشخیص نتایج اتوانکدر

شماره سیستم هوشمند	اطلاعات سیستم
۱	شبکه عصبی با آموزش گرادیان نزولی دو لایه ۶ و ۱۰ با نرخ آموزش ۲ صدم تابع لایه اول tansig تابع لایه دوم tansig و خروجی خطی
۲	شبکه عصبی با آموزش گرادیان نزولی و مونتوم دو لایه ۴ و ۱۰ با نرخ آموزش ۲ صدم تابع لایه اول tansig تابع لایه دوم tansig و خروجی خطی
۳	شبکه عصبی با آموزش لونیبرگ مارکوآرت دو لایه ۳ و ۵ با آموزش ۳ صدم تابع لایه اول logsig و تابع لایه دوم logsig و خروجی خطی
۴	شبکه عصبی با آموزش گرادیان نزولی دو لایه ۷ و ۱۱ با نرخ آموزش ۵ صدم تابع لایه اول tansig تابع لایه دوم logsig و خروجی خطی
۵	نزدیک‌ترین همسایگی با نرم اقلیدسی و تعداد همسایگی یکی بیشتر تعداد ویژگی‌ها می‌باشد.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم
سال چهارم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷

تعیین ویژگی‌های مؤثر برای بیماری نوروپاتی در بیماران دارای درد مزمن با // ۷۵

همانطور که ملاحظه می‌کنید بالاترین دقت مرتبط با پرسشنامه مگ گیل است که ویژگی‌ها را به ۱۵ ویژگی تقلیل می‌دهد و با ۶۳ درصد بالاترین دقت را ارائه می‌دهد.

استفاده ویژگی‌ها به صورت تصادفی و الگوریتم ژنتیک

در این بخش پرسشنامه‌ها را بر اساس شهرت پزشکی آن‌ها مورد استفاده قرار دادیم. در ادامه ویژگی‌ها را با الگوریتم‌های تصادفی و الگوریتم‌های ژنتیک انتخاب می‌کنیم و سپس ویژگی‌های انتخاب شده را به اتوانکدرهای مختلف می‌دهیم و در نهایت نتایج را برای دسته‌بندی به شبکه عصبی با آموزش گرادیان و لوبنبرگ مارکوآرت و نزدیک‌ترین همسایگی انتقال می‌دهیم. این کار را نزدیک به هزار بار با انتخاب‌های مختلف و لایه‌های مختلف اتوانکدر اجرا کردیم. بهترین نتیجه در جدول ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۵. خلاصه چهار روش جستجو برای بیماری نوروپاتی

روش	سیستم هوشمند	ساختار	دقت ارزیابی
انتخاب تصادفی ویژگی‌ها	نزدیک‌ترین همسایگی	انتخاب ۴۴ ویژگی	۷۳٪
انتخاب تصادفی ویژگی‌ها برای اتوانکدر	نزدیک‌ترین همسایگی	انتخاب ۱۵۸ ویژگی و استفاده از اتوانکدر ۱۵۸-۷۹-۵۲-۳۹-۳۱-۱۵-	۷۳٪
استفاده از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب ویژگی	شبکه عصبی	۱۸۸	۷۳٪
استفاده از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب ویژگی و اتوانکدر	نزدیک‌ترین همسایگی	۱۹۲-۹۶-۶۴	۷۵٪

به طور کلی، بهترین دقت به دست آمده مرتبط با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب ویژگی‌ها و استفاده از اتوانکدر برای کاهش ابعاد و استفاده از نزدیک‌ترین همسایگی برای دسته‌بندی بیماری نوروپاتی با دقت ۷۵ درصد می‌باشد. در جدول ۵ ردیف اول با استفاده از انتخاب الگوریتم تصادفی ۴۴ ویژگی مختلف را انتخاب کرده

است و سپس با کلاستر نزدیک‌ترین همسایگی به ۷۳ درصد دقت رسیده است. در ردیف دوم ابتدا ۱۵۸ ویژگی مختلف با الگوریتم‌های تصادفی انتخاب شدند و با کمک اتوانکدر ابعاد آن‌ها از ۱۵۸ به ۷۹ سپس با اتوانکدر دیگری به ۵۲ و با انکدر دیگری به ۳۹ و بعد به ۳۱ و در نهایت به ۱۵ بعد تقلیل یافته است و در نهایت با استفاده از نزدیک‌ترین همسایگی دقت ۷۳ درصد به دست آمده است. در ردیف سوم با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۸۸ ویژگی انتخاب شده و سپس با شبکه عصبی به دقت ۷۳ درصد دست یافته است. در ردیف چهارم با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۶۴ ویژگی انتخاب شد و با اتوانکدر ابعاد آن به ۹۶ ویژگی و سپس به ۱۹۲ ویژگی افزایش داشت. در نهایت با دسته‌بندی کننده نزدیک‌ترین همسایگی به دقت ۷۵ درصد دست یافتیم.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به آمار بالای تصادفات در ایران و مجروح شدن هم‌وطنان در تصادفات و همچنین آسیب‌هایی که به جانبازان در جنگ وارد شده است، درمان این دسته از بیماران امری حیات به نظر می‌رسد. تشخیص و طبقه‌بندی نوع درد بیماران امری پیچیده و جزء مسائلی است که پزشکان از سالیان دور با آن درگیر بوده‌اند. تعیین ویژگی‌های پراهمیت برای طبقه‌بندی نوع درد کمک شایانی برای پزشکان و درمان از راه دور و در پی آن، کاهش زمان درمان این بیماران محسوب می‌شود. لازم به ذکر است که طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای طبقه‌بندی نوع درد به هیچ عنوان جایگزین پزشک نخواهد شد و تنها باعث بررسی پرونده پزشک در مدت زمان کوتاه و اطمینان بخشی برای تصمیمات پزشکی است. متأسفانه این موضوع به دلیل پیچیدگی‌های بسیار، کمتر مورد توجه محققین هوش مصنوعی قرار گرفته است و مقالاتی که چنین سیستم‌هایی را پیاده‌سازی کرده باشند بسیار کم و اندک شمار هستند. همچنین، مراکز پزشکی از دادن مجموعه داده امتناع بسیاری می‌ورزند و کمتر حاضر به همکاری برای ساخت چنین سیستم‌هایی می‌باشند.

با توجه به نتایج به دست آمده برای بیماری نوروپاتی، به نظر می‌رسد که استفاده از پرسشنامه استاندارد و جهانی مگ گیل نتایج خیلی بهتری نسبت به جمع‌آوری اطلاعات

مختلف از بیمار ارائه می‌دهد. این پرسشنامه با این که تعداد سوالات کمتری نسبت به پرسشنامه کامل درد دارد ولی اطلاعات بهتری از بیمار در اختیار سیستم تشخیص هوشمند قرار می‌دهد. همچنین، از آنجا که این پرسشنامه جهانی است، تهیه داده‌ها از کشورهای مختلف و کلینیک‌های درد متفاوت را امکان‌پذیر می‌سازد.

عدم آزادی اطلاعات پزشکی، عدم جمع‌آوری داده‌ها به صورت عددی در مراکز درمانی و ترس از افشای اشتباهات پزشکی باعث شده است که داده‌های پزشکی به سختی در اختیار محققین علوم مختلف قرار بگیرند. همچنین، جمع‌آوری داده‌ها از نسخه‌های اسکن شده و دست نوشته‌های پزشکی با نویز و دردسرهای فراوانی روبه‌رو است. لذا توصیه می‌گردد هنگام جمع‌آوری داده‌ها نخست از ابزار دیجیتالی مانند پرتال، وبسایت، فرم‌های اینترنتی، اپلیکشن‌ها و ربات‌های شبکه‌های اجتماعی استفاده شود. همچنین، استفاده از داده‌های پزشکی حجیم لزوماً دربرگیرنده اطلاعات مفید نیستند و همان‌طور که در این پژوهش اشاره شد، استفاده از پرسشنامه مک‌گیل که پرسشنامه به نسبت کوچک ولی با اعتبار جهانی است بهتر از ۳۷۴ ویژگی می‌باشد و همچنین می‌توان تعداد داده‌های بیشتری از بیماران تهیه نمود و سیستم هوشمند قدرتمندتری را ایجاد کرد.

سپاسگزاری

با تشکر از دکتر نصراله نصر حیدرآبادی که در این تحقیق همکاری‌های فراوانی نمودند.

با تشکر از دکتر لاله حاکمی پزشک متخصص درد.

با سپاس از مرکز تحقیقات علوم اعصاب شفا.

با سپاس از بیمارستان تخصصی و فوق تخصصی خاتم‌الانبیاء (ص) تهران.

منابع

- D. C. Turk, R. H. Dworkin. (2001). What should be the core outcomes in chronic pain clinical trials? M. A. Ashburn, P. S. Staats. (1999). Management of chronic pain, *The Lancet*, 353(67), 1865-69
- F. Amato, A. López, E. M. Peña-Méndez, P. Vañhara, A. Hampl, J. Havel. (2013). Artificial neural networks in medical diagnosis, *J. Appl. Biomed.* 11(3), 47-58.
- F. Mohammadzadeh et.al, (2013). Epidemiology of Chronic Pain in Tehran Small Area Estimation of its Prevalence in Tehran Neighborhoods by Bayesian Approach (Urban HEART-2 study),” *Iran. J. Epidemiol*, 9.
- F. Mohammadzadeh et.al, (2015). A Fairly Comprehensive Survey of Chronic Pain in Iranian Population: Prevalence, Risk Factors, and Impact on Daily Life. *Health Scope* 4(3).
- <http://www.ilna.ir/fa/tiny/news-357698>
- http://www.khatamhospital.org/librarybooks.php?n_branch=&idfield=113.
- <http://www.lmo.ir/index.aspx?siteid=1&pageid=2370>
- M. Sleed, C. Eccleston, J. Beecham, M. Knapp, A. Jordan. (2005). The economic impact of chronic pain in adolescence: Methodological considerations and a preliminary costs-of-illness study. *Pain*. 11(1-3), 183-190.
- MSKTC Experts, (2010). Available at: <http://www.msktc.org/sci/factsheets/pain#Top>.
- NASR HEYDARABADI, NASROLAH, SAFDARI REZA*, GHAZI SAEEDI MARJAN, RAHMAN ARASH, HAKEMI LALEH, KOLIVAND PIRHOSSEIN, SHATERIAN MOBIN, (2016). THE IMPORTANCE OF AUTOMATED SYSTEMS FOR INFORMATION GATHERING AND DECISION MAKING SUPPORT FOR THE PAIN MANAGEMENT IN PATIENT WITH SPINAL CORD INJURY, *NEUROSCIENCE JOURNAL OF SHEFAYE KHATAM*, 4(3), 81-90
- S. K. Verma, S. Chun, B. J. Liu. (2014). A web-based neurological pain classifier tool utilizing Bayesian decision theory for pain classification in spinal cord injury patients.

استناد به این مقاله:

شاطریان، مبین، تشنه لب، محمد. (۱۳۹۷). «تعیین ویژگی‌های مؤثر برای بیماری نوروپاتی‌ک در بیماران دارای درد مزمن با استفاده از شبکه عصبی عمیق». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۴ (۲)، ۶۷-۷۸.