

طراحی سیستم تصمیم‌یار در تشخیص بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ با استفاده از نقشه شناختی فازی

فاطمه صوفی‌آبادی^۱، علیرضا شهرکی^{۲*}، محبعلی رهدار^۳

چکیده

زمینه و هدف: باتوجه به حساسیت بالای حوزه پزشکی، یک اشتباه می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به جامعه انسانی وارد نماید. بدین‌منظور، یافتن علائم بیماری و روابط بین آن‌ها جهت تسهیل در امر بهبود بیماری‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. از این‌رو هدف پژوهش حاضر ابتدا شناسایی علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ توسط متخصصان، سپس تعیین ارتباط بین علائم و میزان تأثیر آن‌ها بر یکدیگر بوده تا مهم‌ترین معیار در بهبود بیماری مشخص شود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نقطه نظر هدف، از نوع توسعه‌ای-کاربردی و از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها از نوع توصیفی-پیمایشی است. مطالعه موردی پژوهش حاضر اختلالات ستون فقرات است که بر اساس نظر خبرگان، بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ یکی از آن‌ها تشخیص داده شده است. بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱، یک اختلال ژنتیکی است که سبب ایجاد تومور در بافت عصبی می‌شود. در همین راستا، در پژوهش حاضر، ابتدا معیارها که علائم بیماری هستند، با استفاده از نظر گروهی از متخصصان و پیاده‌سازی روش دلفی فازی تعیین شده است. در مرحله بعد مدلی برای روابط علی و معلولی بین علائم بیماری ارائه شده است. برای این منظور با استفاده از نرم‌افزارهای MATLAB، FCMapper و Pajek، نقشه شناختی فازی رسم شده، سپس برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ سناریوهای رو به عقب و رو به جلو ارائه شده و سناریوی بهبود بیماری تعیین شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان داده است که به‌ترتیب تغییرات هورمونی، لکه‌های صاف قهوه‌ای روی پوست، کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل و کشاله ران، برآمدگی‌های نرم رو یا زیرپوست، فشار خون بالا، مشکلات تنفسی، برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)، تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی، قد کوتاه، تغییر شکل استخوان، ناتوانی‌های یادگیری-اختلال بیش‌فعالی یا کمبود توجه (ADHD) و اندازه سر بزرگ‌تر از حد متوسط رتبه اول تا دوازدهم را به خود اختصاص داده‌اند. روابط علت و معلولی بین علائم نشان داد که معیار تغییرات هورمونی بیشترین تأثیر را بر معیار کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران دارد؛ بنابراین در صورت بهبود معیار تغییرات هورمونی بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ نیز بهبود داده می‌شود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این تحقیق به جامعه پزشکی کمک کرده تا درک بهتری از علائم بیماری داشته باشند تا پزشکان بتوانند بر اساس میزان اهمیت علائم بیماری‌ها، توصیه‌های پیشگیری و مراقبت خود را بهبود دهند.

واژه‌های کلیدی: روش‌های تصمیم‌یار، نقشه‌های شناختی فازی، MATLAB، FCMapper، Pajek، نوروفیبروماتوز نوع ۱

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۳/۴

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۶/۱۰

* نویسنده مسئول:

علیرضا شهرکی؛

دانشکده مهندسی شهید نیکبخت دانشگاه سیستان و بلوچستان

Email:
shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲ دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۳ استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

مقدمه

بشر همواره برای تصمیم‌گیری، با چالش‌ها و محدودیت‌هایی روبه‌رو بوده است. این چالش‌ها با پیشرفت جوامع بشری و پیچیده‌تر شدن سیستم‌ها، فزونی یافت و انسان‌ها بیش از پیش به دنبال پیدا کردن راه‌حل‌هایی برای تصمیم‌گیری بهتر بوده‌اند. از مهم‌ترین تصمیم‌گیری‌ها، تصمیم‌گیری در حوزه‌ی پزشکی است. امروزه افراد به بیماری‌هایی دچار می‌شوند که هر یک از معیارهای زیادی تأثیر می‌پذیرند. شناسایی معیارهای مؤثر در دچار شدن افراد به بیماری‌ها توسط متخصصان صورت می‌گیرد که این امر کار دشواری است. به این دلیل که یک اشتباه در حوزه‌ی پزشکی خسارت جبران‌ناپذیری را به همراه دارد؛ بنابراین شناسایی درست علایم بیماری و روابط بین آن‌ها و میزان تأثیر هر یک، امری مهم و ضروری جهت تشخیص و بهبود بیماری است.

بر اساس اطلاعات آماری سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization)، کمردرد به‌عنوان شایع‌ترین علت ناتوانی در میان جوانان بوده و در میان مشکلات احتمالی جسمی در رده دوم قرار داشته است؛ به‌طوری‌که تقریباً ۸۰٪ از مردم در زندگی خود آن را تجربه می‌کنند. درد گردن یک اختلال نخاعی دیگر است که در آن بیش از ۳۰ درصد افراد درگیر شده‌اند. تشخیص اختلالات نخاع، براساس ترکیبی از سابقه پزشکی، معاینه بالینی و آزمایش‌هایی مانند MRI (Magnetic resonance imaging) و CT (Computed tomography) انجام شده است. اما بیش از ۹۰٪ بیماران مبتلا به کمر درد برای تشخیص مشکل، نیازی به استفاده از MRI نداشته‌اند. در اکثر موارد کمر درد به خوبی درمان نمی‌شود و این عامل ممکن است در آینده به مشکلات جدی‌تری منجر شود. از طرف دیگر اگر تشخیص نادرست باشد، هزینه‌های زیادی برای بیماران و دولت در بر خواهد داشت. اهمیت تشخیص صحیح نشان‌دهنده‌ی ضرورت مراجعه به پزشک متخصص است که برای همه یا در برخی مکان‌ها ممکن نیست (۱).

ذهن انسان قادر به تحلیل روابط علی و معلولی پیچیده نیست و برخی روابط علی نیز حالت برگشتی دارند؛ از طرف دیگر نرم‌افزارهای کلاسیک هم قادر به تجزیه و تحلیل این نوع روابط پیچیده نیستند. روش‌های نوین تصمیم‌گیری در سیستم‌های پیچیده با استفاده از اطلاعات و تجربه‌ی بشر و تشخیص خطا رایج شده‌اند. پژوهش حاضر، بر آن است تا روشی جهت تشخیص بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ رایج نماید. با توجه به این‌که شناخت

و درمان بیماری‌ها به خصوص بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ بسیار مهم است، روش‌هایی که دارای صحت بالا و خطای کم هست، بسیار حایز اهمیت است. نقشه‌های شناختی (Cognitive map) یکی از روش‌های مدل‌سازی و کنترل رفتار سیستم‌های پیچیده‌ی تصمیم‌گیری است که برای اولین بار در سال ۱۹۴۸ به نام Tolman ثبت و معرفی شده‌اند (۲).

نقشه‌های شناختی Tolman، اشکال هندسی همسانی بوده‌اند که با خطوطی شبیه پیکان یا لبه به هم مرتبط شده‌اند. نقشه‌های شناختی اولیه از دو بخش تشکیل شده بود: بخش اول گره‌ها و یا نقاط بوده‌اند که عوامل تأثیرگذار (علایم بیماری)، مؤلفه‌ها و یا ابعاد یک پدیده را به نمایش گذاشته‌اند و بخش دوم نیز پیکان‌ها و خطوط بوده‌اند که به نقاط یادشده متصل شده و روابط حاکم بر ابعاد، عوامل تأثیرگذار (علایم بیماری) یا اجزای پدیده را نشان داده‌اند. هدف نقشه‌های شناختی، به تصویر کشیدن پدیده‌ای است که درباره‌ی آن اطلاعات اندکی وجود داشته و این نقشه‌ها، ضمن فراهم آوردن چارچوبی برای تدوین و گردآوری نظرات مختلف درباره‌ی آن پدیده، فهم ساده‌ی آن را ممکن می‌سازند (۳).

Axelrod در سال ۱۹۷۶ دوباره نقشه‌های شناختی را بررسی کرد؛ سپس حدود ده سال بعد کوسکو برای افزایش کارایی این روش، شاخه جدیدی را با نام نقشه‌های شناختی فازی (Fuzzy cognitive map (FCM)) توسعه داد. نقشه‌های شناختی فازی، ابزار محاسباتی هستند که با منطق فازی و شبکه‌های عصبی ترکیب شده‌اند (۴). یکی از فواید نقشه‌های شناختی فازی ترکیب و انطباق‌پذیری آن با دانش بشری است (۵). یک نقشه‌ی شناختی فازی به صورت یک تصویر علی برای نمایش مدل و رفتار سیستم کشیده می‌شود. نقشه‌ی شناختی فازی جهت بهبود روش‌های کنترل هوشمندتر و توسعه‌ی سیستم‌های خودکار کاربرد دارند. در یک مدل نقشه‌ی شناختی فازی، هر مفهوم می‌تواند نشان‌دهنده‌ی حالت، متغیر، واقعه، عمل، آرمان، هدف، ارزش و سایر اجزای سیستم باشد (۳). برای ترسیم یک نقشه‌ی شناختی فازی کافی است مفاهیم و روابط بین این مفاهیم در رابطه با موضوع اصلی شناسایی شوند. در ادامه نمونه‌هایی از پژوهش‌هایی که در زمینه نقشه‌های شناختی فازی رایج شده‌اند، آورده می‌شوند.

Apostolopoulos و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی مروری به بررسی کاربردها و حیطه‌های مورد بررسی نقشه‌های شناختی فازی در دو دهه اخیر

Nasiriy-Rad و همکاران (۲۰۱۸) جهت تشخیص هپاتیت (Hepatitis)

خود ایمنی از نقشه‌های شناختی فازی استفاده کرده‌اند (۱۲).

Buyukavci و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «یک روش مبتنی بر اطلاعات فازی برای ارزیابی عوامل خطر سرطان پستان» را بررسی کرده‌اند. هدف از این تحقیق تعیین عوامل خطرناک در وقوع سرطان پستان و ارائه یک مدل که رابطه علی و معلولی بین عوامل را برای ترویج بهداشت عمومی ایجاد کرده‌اند. در این پژوهش با استفاده از نقشه‌های شناختی فازی، یک سیستم تصمیم‌گیری برای بررسی عوامل خطر سرطان پستان بر اساس اطلاعات و نظرات یک غده شناس ساخته شده است (۱۳).

Salmeron و Papageorgiou (۲۰۱۲) به بررسی یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر نقشه‌های شناختی خاکستری فازی برای برنامه‌ریزی درمان رادیوتراپی (Radiotherapy) پرداخته‌اند (۱۴). Mago و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از نقشه‌های شناختی فازی به تشخیص بیماری مننژیت (Meningitis) در میان نوزادان و کودکان پرداخته‌اند (۱۵). Papageorgiou (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی استفاده از نقشه‌های شناختی فازی برای مدیریت درمان عفونت مجاری ادرار پرداخته‌اند. ۳۸ بیمار، بررسی گردید و نشان داده شد که استفاده از روش‌های نقشه‌های شناختی فازی به‌عنوان مدل‌های پویا قابل اطمینان و خوب است (۱۶).

Papageorgiou و همکاران (۲۰۱۱) یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای پیش‌بینی عملکرد در تولید محصول پنبه با ساختار نقشه‌های شناختی فازی ارائه داده‌اند (۱۷). Papageorgiou و همکاران (۲۰۰۹) مقاله‌ای با عنوان «نقشه شناختی فازی برای پیش‌بینی بیماری‌های عفونی» ارائه داده‌اند. در این مقاله به بیماری عفونت‌های ریوی در بخش مراقبت‌های ویژه پرداخته‌اند و یک سیستم مشاوره پزشکی کامپیوتری برای این امر ارائه کرده‌اند (۱۸).

Jasinevicius و Petrauskas (۲۰۰۸) برای ارزیابی امنیت نظامی بنادر از شاخه‌های نقشه‌های شناختی فازی با نام نقشه‌های خبره فازی استفاده کرده‌اند (۱۹). در پژوهشی دیگر Papageorgiou و همکاران (۲۰۰۶) برای تصمیم‌گیری در مسایل پزشکی از نقشه‌های شناختی فازی ترکیبی و مدل درخت تصمیم استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داده است که عملکرد نقشه‌های شناختی فازی، وابسته به تنظیم اولیه وزن‌ها و معماری آن است. در این تحقیق برای مواقعی که داده‌های ورودی مختلفی در دسترس است، با ترکیب درخت تصمیم

پرداخته‌اند. طبق بررسی Apostolopoulos و همکاران از جمله کاربردهای شناخته شده نقشه‌های شناختی فازی توانایی نقشه‌های شناختی فازی در مدل‌سازی روابط پیچیده بین علائم، نشانگرهای زیستی، عوامل خطر و درمان‌ها، ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی جهت تصمیم‌گیری آگاهانه برای بهبود بیماری، بهینه‌سازی درمان، ارزیابی خطر و مراقبت دارویی بوده است (۶). تشخیص بیماری عروق کرونر به‌عنوان علت اصلی مرگ و ناتوانی مزمن در میان بیماری‌های قلبی - عروقی در سراسر جهان بسیار چالش‌برانگیز است. برای این منظور Feleki و همکاران (۲۰۲۳) از نقشه‌های شناختی فازی با بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای طبقه‌بندی افراد سالم و بیمار استفاده کرده و یک چارچوب نقشه‌های شناختی فازی عمیق جدید، که تصویر و داده‌های بالینی بیماران را ادغام می‌کند، پیشنهاد کرده‌اند. روش پیشنهادی با استفاده از ۵۷۱ شرکت‌کننده ارزیابی شده و براساس دقت و حساسیت داده‌ها، نتایج به‌دست آمده نشان داده که ده برابر، نسبت به الگوریتم‌های یادگیری ماشین سنتی، بهتر عمل می‌کند. از مزایای روش پیشنهادی توضیح‌پذیری آن است؛ زیرا روابط علی معنی‌دار را بین عوامل بالینی برای پزشکان هسته‌ای جهت تشخیص بیماری ارائه داده است (۷).

Groumpos (۲۰۲۰) برای اولین بار جهت بررسی کل طیف کووید-۱۹ رویکرد نقشه‌های شناختی فازی معرفی کرد که عوامل علیت را در نظر گرفته است. در این پژوهش، نتایج شبیه‌سازی نظری رویکرد نقشه‌های شناختی فازی کووید-۱۹ که عوامل علیت را در نظر گرفته است، نسبت به نتایج به‌دست آمده از نقشه‌های شناختی فازی کلاسیک بهتر بوده است (۸).

Chithra و Nedunchezian (۲۰۲۲) مقاله‌ای با عنوان «نقشه‌های شناختی نوتروسفیک پویا» با الگوریتم جستجوی فاخته بهبود یافته و طبقه‌بندی گروهی برای بیماری آرتریت روماتوئید بررسی کرده‌اند (۹). Akinnuwesi و همکاران (۲۰۲۰) یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای تشخیص بیماری روماتیسم (Rheumatism) اسکلتی-عضلانی با استفاده از روش نقشه‌های شناختی فازی ایجاد کرده‌اند. نتایج مطالعه Akinnuwesi و همکاران نشان داده است که ترکیب تکنیک‌های منطق فازی و نقشه‌های شناختی به تضمین دقت، ویژگی، حساسیت و همچنین تشخیص سریع کمک می‌کند (۱۰).

Uzoka و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه‌ی یک سیستم خبره مبتنی بر نقشه‌های شناختی فازی برای تشخیص بیماری مالاریا (Malarial) پرداخته‌اند (۱۱).



و نقشه‌های شناختی فازی به بررسی رفتار مدل ارایه شده پرداخته‌اند (۲۰). Giles و همکاران (۲۰۰۷) پژوهشی جهت یکپارچه‌سازی علم متعارف و دیدگاه بومی مردم کانادا در درمان دیابت از نقشه‌های شناختی فازی استفاده کرده‌اند. افراد بومی بر این باور بوده‌اند که روش‌های درمانی مرسوم اثری در درمان دیابت ندارد. برای این منظور جهت مقایسه‌ی علم و دیدگاه بومی از روش نقشه‌های شناختی فازی استفاده کرده‌اند (۲۱). Papageorgiou و همکاران (۲۰۰۳) که از پیشگامان پیشرفت در زمینه‌ی نقشه‌های شناختی هستند، در مقاله‌ای با عنوان «بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای تشخیص ماتریس وزن مناسب برای رسیدن نقشه شناختی فازی به حالت پایدار» پرداخته‌اند (۵). با بررسی پژوهش‌های گذشته، پژوهشی که به شناسایی، رتبه‌بندی و تأثیر علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ با استفاده از ترکیب روش‌های نقشه‌ی شناختی فازی و نرم‌افزارهای FCMapper و MATLAB و Pajek پرداخته باشد، یافت نشد. از این رو در این پژوهش با ترکیب نقشه‌ی شناختی فازی و فرایند استنتاج فازی، یک نقشه‌ی شناختی برای علایم بیماری ترسیم شده و پس از وزن‌دهی به روابط موجود به تجزیه و تحلیل نتایج پرداخته می‌شود. هدف از این روش تجزیه و تحلیل پارامترهای یک سیستم و تأثیر آن‌ها بر یکدیگر و پیش‌بینی رفتار یک سیستم می‌باشد. اهداف اصلی این پژوهش عبارتند از:

- ۱- ارایه مدل گرافیکی علایم مؤثر بر تجزیه و تحلیل بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ به صورت نقشه‌ی شناختی فازی

- ۲- تعیین روابط علی و معلولی بین علایم مؤثر بر بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱
- ۳- تجزیه و تحلیل نتایج با ارایه سناریو جهت کمک به بهبود بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

روش بررسی

پژوهش حاضر از نقطه نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی بوده و مبتنی بر به‌کارگیری روش‌ها و مفاهیم بهینه‌سازی است. پس از جمع‌آوری اطلاعات و تهیه فهرستی از علایم مؤثر بر بیماری موردنظر یک پرسش‌نامه برای دریافت نظرات خبرگان طراحی و به آن‌ها ارایه شده است. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه علایم مؤثر بر بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ مشخص می‌شود. در مرحله بعد برای ایجاد ماتریس مجاورت روابط

علی و معلولی فاکتورها با استفاده از نظر متخصصان تعیین و وزن‌دهی شده و مبنای نقشه شناختی فازی خواهد بود. در نهایت با استفاده از روش نقشه شناختی فازی به تحلیل علایم مربوط به بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ خواهیم پرداخت. پس از به دست آوردن ماتریس مجاورت، نقشه مفهومی فازی رسم می‌شود. پس از وارد کردن ماتریس نهایی در نرم‌افزار FCMapper، از خروجی حاصل به‌عنوان ورودی نرم‌افزار Pajek استفاده می‌شود. گراف موردنظر نشان‌دهنده‌ی روابط علی و معلولی بین مفاهیم است. در شکل دایره‌ها هرچه بزرگ‌تر باشند، نشان‌دهنده‌ی مرکزیت بیشتر و یا به عبارتی بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری است. در مرحله‌ی بعد از رسم می‌بایست بر روی نقشه مفهومی فازی تحلیل انجام داد.

جامعه آماری شامل افراد خبره که دانش عمیقی در رابطه با موضوع مورد بررسی داشته و قادر به همکاری با طرح بودند، هستند. افراد خبره شامل پزشکان ارتوپد که به بررسی بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ پرداخته‌اند، بوده‌اند. با توجه به محدودیت تعداد پزشکانی که در حوزه بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ فعالیت داشته‌اند، فقط ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند. جمع‌آوری اطلاعات به صورت پرسش‌نامه و مصاحبه با خبرگان انجام شده است. همچنین بخشی از اطلاعات و پارامترها به صورت مستقیم از منابع موجود و کتابخانه‌ها دریافت شده است.

نقشه‌های شناختی فازی یک گراف جهت‌دار است که گره‌ها در آن مفاهیمی همچون سیاست‌ها، رخدادها و غیره بوده و یال‌ها روابط علت و معلولی آن در نظر گرفته شده است. نقشه شناختی فازی نشان‌دهنده رابطه علیت بین دو مفهوم است (۲۲). یک نقشه مفهومی فازی ساده دارای یال‌هایی است که مقداری در بازه $[-1, +1]$ را به خود اختصاص می‌دهد. سه حالت $e_{ij}=0$ نشان‌دهنده‌ی عدم وجود هیچ رابطه علی $e_{ij}>0$ بوده، نشان‌دهنده‌ی رابطه مستقیم تغییر C_i و C_j بوده به این صورت که افزایش C_i باعث افزایش C_j بوده و یا کاهش C_i منطبق با کاهش C_j بوده است، به علاوه $e_{ij}<0$ نشان‌دهنده‌ی این است که افزایش در مقدار فازی C_i باعث کاهش در مقدار C_j می‌شود و بالعکس. پس تغییرات در سطح نقشه مفهومی به صورت حداکثری است. این نوع نقشه‌ها برای بیان مفهوم و در اختیار گذاشتن اطلاعات بسیار پرکاربرد هستند (۲۳).

در جدول ۱، نداشتن مقادیر عددی به مقادیر مفهومی آورده شده است.

جدول ۱: نگاشت مقدار عددی به مقادیر مفهومی (۲۵)

مقدار مفهومی	مقدار عددی
تأثیر بسیار زیاد	+۱
تأثیر گذار	+۰/۵
بدون تأثیر	۰
تأثیر منفی	-۰/۵
تأثیر بسیار زیاد منفی	-۱

$$id(v_j) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{kj} \quad \text{رابطه ی (۲):}$$

دامنه ی یک متغیر (C_i) جمع درجه خروجی و درجه ورودی آن است که به آن مرکزیت گفته می شود و با استفاده از رابطه ی (۳) محاسبه می گردد. سهم هر متغیر در نقشه شناختی فازی را بدون توجه به نوع آن می توان به وسیله مقدار مرکزیت آن سنجید (۲۶).

$$C_i = od(v_i) + id(v_i) \quad \text{رابطه ی (۳):}$$

در هنگام تدوین سناریوها باید به این نکته توجه کرد که چه سناریویی می توان ارایه داد تا علایم بیماری اختلالات ستون فقرات بهبود داده شود. برای این منظور متغیرهایی که اثرگذاری بیشتری بر عامل می گذارند شناسایی شده اند. در کل ۲ نوع سناریو وجود دارد، سناریوی رو به عقب و سناریوی رو به جلو.

در سناریوی رو به عقب، هدف، پاسخ به این سوال است که چگونه می توان یک عامل را بهبود بخشید؟ در این گام مهم ترین متغیر شناسایی می شود. در سناریوی رو به عقب، متغیر هدف عاملی است که بیشترین مقدار اختلاف بین اثرپذیری (indegree) و اثرگذاری (outdegree) را دارد. ۱۲ عامل اثرگذار بر روی عامل خروجی را در مرحله پیش در نظر گرفته و از طریق ثابت نگه داشتن هر یک از ۱۲ عامل به صورت مجزا در بخش fcm-scenarios نرم افزار fcmapper، عاملی که بیشترین اثرگذاری بر عامل هدف دارد، شناسایی می شود. این مسیر تا به وجود آمدن یکی از شروط توقف ادامه خواهد داشت. شرایط توقف عبارتند از:

۱- عامل اثرگذار بر عامل هدف وجود نداشته باشد.

۲- تشکیل حلقه؛ یعنی در مسیر تشکیل شده پس از انجام گام ها در یک مرحله، مجدداً به عامل هدف مرحله قبل بازگردانده می شود.

در سناریوی رو به جلو، هدف، پاسخ به این سوال است که اگر یک متغیر

طبق جدول ۱، در نقشه های مفهومی فازی غیر ساده مقادیر عددی از -۱ معادل تأثیر بسیار زیاد منفی که به معنای اثر منفی شدید است، تا +۱ معادل تأثیر بسیار زیاد و به معنای اثر مثبت شدید است، قرار دارند (۲۴).

ساختار یک نقشه ی شناختی فازی موجود بدون تعداد متغیرها و اتصالات به وسیله ی مقادیری همچون متغیرهای فرستنده و گیرنده و معمولی قابل تحلیل است. متغیرهای فرستنده (transmitter)، متغیرهایی هستند که مجموع درجه خروجی آن ها مثبت و مجموع درجه ورودی شان صفر باشد. در مقابل متغیرهای گیرنده (Receiver)، متغیرهایی هستند که مجموع درجه ورودی شان مثبت و مجموع درجه خروجی آن ها صفر باشد. بقیه متغیرها، متغیرهای معمولی (Ordinary) هستند. تعداد متغیرهای گیرنده یک نقشه مفهومی فازی، معیاری برای اندازه گیری پیچیدگی آن نقشه است. تعداد بالای متغیرهای فرستنده نشان دهنده تفکر از بالا به پایین یا سیستم سلسله مراتبی است. بسیاری از واحدهای فرستنده از زاویه مستقیم به نقشه مفهومی نگاه می کنند، به طوری که استدلال های علی به خوبی مشخص نیستند. در نتیجه، می توان پیچیدگی نقشه های شناختی را با تعداد گیرنده ها نسبت به فرستنده ها سنجید؛ هر چه این مقدار بیشتر باشد، نشان دهنده پیچیده تر بودن نقشه ها است.

متغیرها به وسیله درجه خروجی ($od(v_j)$) و ورودی ($id(v_j)$) خود مشخص می شوند. درجه خروجی جمع سطری یک متغیر در ماتریس مجاورت است که نشان دهنده نیروی انباشته اتصالات خروجی آن بوده و با استفاده از رابطه ی (۱) محاسبه می شود.

$$od(v_j) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{jk} \quad \text{رابطه ی (۱):}$$

درجه ورودی جمع ستونی یک متغیر در ماتریس مجاورت است که نشان دهنده نیروی انباشته اتصالات ورودی به متغیر بوده و با استفاده از رابطه ی (۲) محاسبه می شود (۲۵).



بهبود یابد چگونه می‌تواند بر سیستم اثر گذارد؟

در سناریوی رو به جلو مهم‌ترین متغیر شناسایی می‌شود. در این سناریو متغیر هدف عاملی است که بیشترین مقدار اختلاف بین اثرگذاری (outdegree) و اثرپذیری (indegree) دارد. علائم اثرپذیر از عامل خروجی مرحله پیش در نظر گرفته و از طریق ثابت نگه داشتن عامل هدف در بخش fcm-scenarios نرم‌افزار fcmapper، عاملی که بیشترین اثرپذیری از عامل هدف دارد، شناسایی می‌شود. این مسیر تا به وجود آمدن یکی از شروط توقف ادامه خواهد داشت.

یافته‌ها

در این مقاله، ابتدا تعداد ۱۰ خبره‌ی پزشک به منظور به دست آوردن یک مدل

پیشنهادی انتخاب شده‌اند. خبرگان گروهی از متخصصان ستون فقرات و ارتوپد بوده که بر اساس ویژگی‌های دانش، تجربه، تمایل و زمان کافی برای شرکت در نظرسنجی انتخاب شده‌اند. سپس ابتدا علائم مؤثر در اختلالات نخاع توسط خبرگان شناسایی شده است. در مرحله بعد جهت پیاده‌سازی روش دلفی علائم مؤثر در اختیار خبرگان گذاشته شده است. پس از جمع‌بندی علائم و ارایه آن به خبرگان، از آن‌ها خواسته شد تا ارتباط بین علائم را مشخص نمایند تا نظرات کلیه خبرگان جمع‌بندی شود. در ارتباط با تعداد خبرگان مورد نیاز برای دلفی سنتی و دلفی فازی، اجماع نظر وجود ندارد (۲۶). در نتیجه فرایند دلفی فازی پس از سه مرحله متوقف شده و ۱۲ علائم نهایی شده‌اند. علائم مؤثر بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در جدول ۲، آورده شده است.

جدول ۲: علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

ردیف	نام علامت	نماد
۱	لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست	C _۱
۲	کک و مک در ناحیه زیربغل یا کشاله ران	C _۲
۳	برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	C _۳
۴	برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	C _۴
۵	تغییر شکل (بدشکلی) استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلوز) و یا پای پرانتزی	C _۵
۶	تومور در عصب بینایی - گلیوما چشمی	C _۶
۷	ناتوانی‌های یادگیری - اختلال بیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)	C _۷
۸	قد کوتاه	C _۸
۹	فشار خون بالا	C _۹
۱۰	تغییرات هورمونی	C _{۱۰}
۱۱	مشکلات تنفسی	C _{۱۱}
۱۲	اندازه سر بزرگ‌تر از حد متوسط	C _{۱۲}

با توجه به جدول ۲، علائم مؤثر در بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱، ۱۲ مورد هستند که به ترتیب با نماد C_۱ تا C_{۱۲} نشان داده شده‌اند. در ادامه منظور از عوامل، همان علائم مؤثر در بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ است.

خبرگان تأثیر بین ۱۲ علائم مؤثر در بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ را توضیح داده و روابط بین مفاهیم را با استفاده از قواعد IF_THEN برای نشان دادن وزن‌های زبانی روابط علی و معلولی بین هر جفت از مفاهیم معین کرده‌اند. رابطه‌ها با استفاده از اصلاحات زبانی بیان شده و سپس با تبدیل به مقادیر عددی بر اساس نظرات دو متخصص ماتریس نهایی به دست آمده است. هنگامی که

دو متخصص، روابط علی را مشخص کرده‌اند، خروجی هر یک از قوانین به یک مجموعه‌ی فازی با استفاده از روش SUM ترکیب می‌شود. در مرحله بعد وزن‌های به دست آمده به مقدار عددی بین [۰ و ۱] تبدیل شده و با استفاده از روش centroid فازی‌زدایی شده‌اند. تبدیل متغیرهای زبانی به وزن‌های عددی برای هر کدام از روابط با استفاده از نرم‌افزار MATLAB نشان داده شده است. متغیرهای زبانی، جمع‌بندی شده و وزن کلی زبانی با استفاده از روش فازی‌زدایی مرکز جرم به مقدار عددی تبدیل شده است؛ سپس ماتریس وزن مربوط به علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ ایجاد می‌شود. برای ایجاد ماتریس

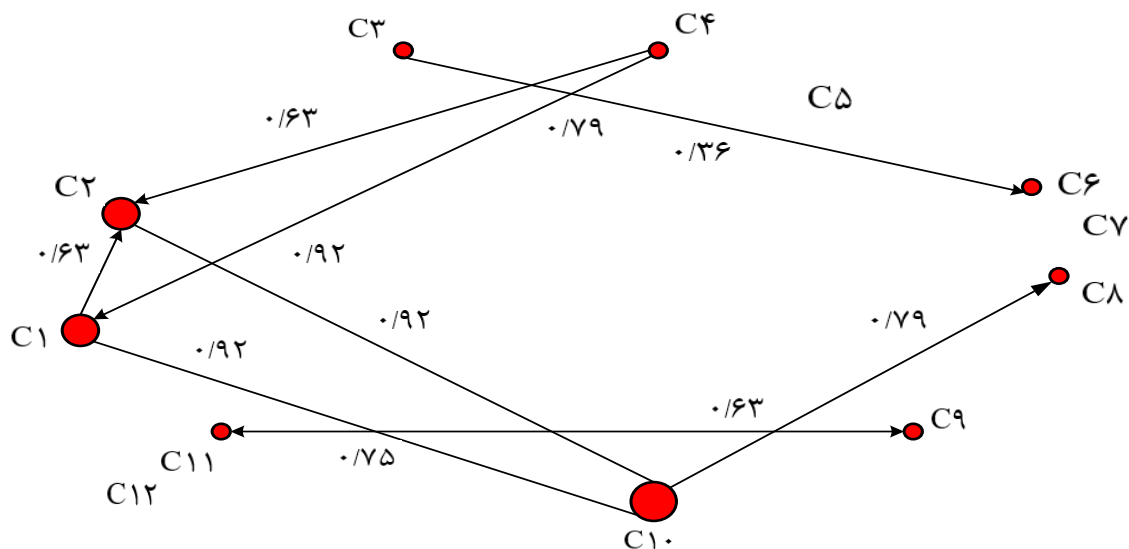
نهایی، ماتریس ارتباطات توسط دو خبره بازنگاری گردیده و ارتباطات بی معنا میان علایم حذف شده و نتیجه نهایی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: ماتریس مجاورت نقشه شناختی فازی

Final Matrix	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁	۰	۰/۶۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₂	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₃	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۶۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₄	۰/۹۱۶۷	۰/۶۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₅	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₆	۰	۰	۰/۷۹۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₇	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₈	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₉	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰
C ₁₀	۰/۹۱۶۷	۰/۹۱۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۹۱۷	۰	۰	۰	۰
C ₁₁	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶۲۵	۰	۰	۰
C ₁₂	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

پس از وارد کردن ماتریس نهایی در نرم افزار FCMapper، خروجی حاصل به عنوان ورودی نرم افزار Pajek استفاده شده و گراف مورد نظر که نشان دهنده روابط علی و معلولی بین مفاهیم است در شکل ۱ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۳، هر وزن نشان دهنده یک رابطه‌ی علی است که میان مفاهیم وجود دارد. عنصر C_{ij} نشان دهنده میزان تأثیر عامل i بر عامل j است. به عنوان مثال، میزان تأثیر عامل ۱ بر عامل ۲ برابر مقدار ۰/۶۲۵ بوده که در جدول ۳ نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه شناختی فازی علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

بوده، دو عامل از نوع transmitter بوده و بین سه عامل هیچ ارتباطی مشاهده نشده است که اطلاعات کلی گراف رسم شده در شکل ۱، در جدول ۴ آورده شده است.

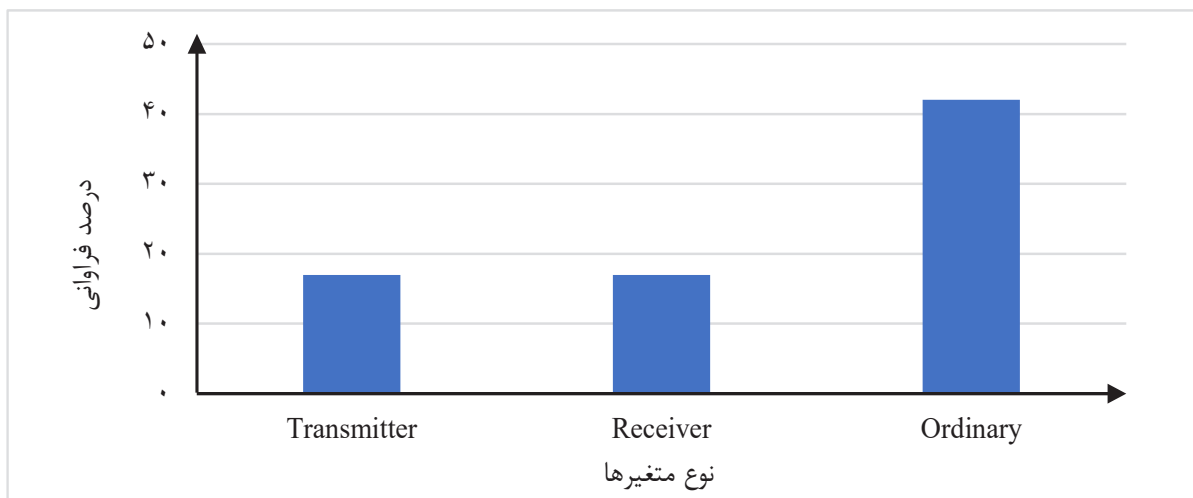
طبق شکل ۱ نقشه شناختی فازی حاصل از ۱۲ علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ رسم شده است که ۱۰ رابطه بین آن‌ها مشاهده می‌شود. ۱۲ علایم هم درجه مثبت و هم درجه id مثبت داشته، ۵ مورد از ۱۲ عامل نوع ordinary

جدول ۴: اطلاعات کلی نقشه شناختی فازی

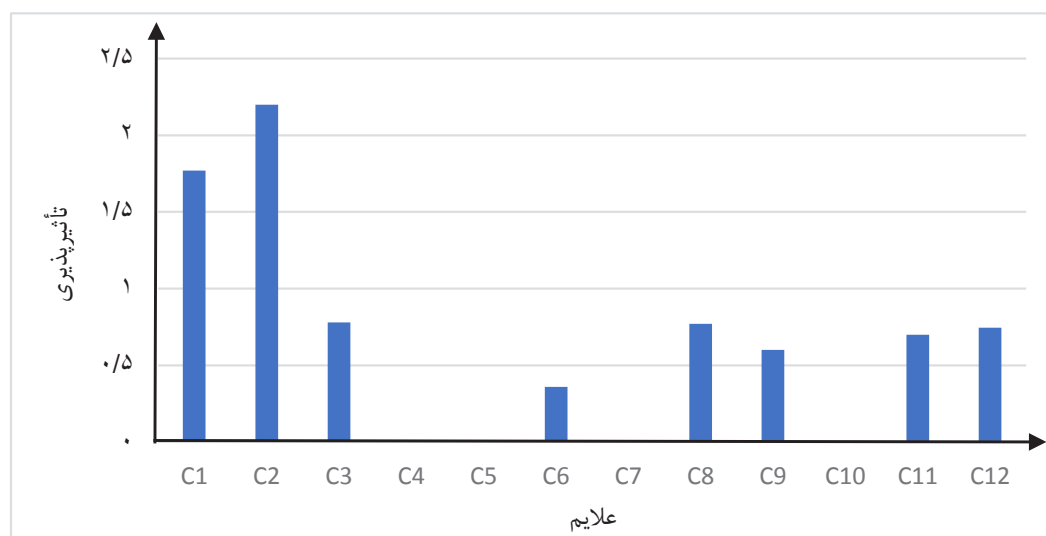
تعداد Connection	تعداد Ordinary	تعداد Receiver	تعداد transmitter	تعداد کل اتصالات	تعداد کل علائم	دانشیته
۳	۵	۲	۲	۱۰	۱۲	۰/۰۶۹

با توجه به جدول ۴، در پژوهش حاضر چگالی (دانشیته) نقشه شناختی متخصصان ۰/۰۶۹ می‌باشد که نشان‌دهنده ۶/۹ درصد از تمام مسیرهای ممکن در نقشه موجود است؛ تعداد کل علائم بیماری ۱۲ مورد، تعداد کل اتصالات ۱۰ مورد بوده، تعداد transmitter ها ۲ مورد، تعداد Receiver ها ۲ مورد، تعداد Ordinary ها ۵ مورد، و تعداد کل Connection No ها، ۳ مورد بوده است؛ که در شکل ۲ درصد فراوانی هر یک از علائم نشان داده شده است.

شکل ۲: درصد فراوانی نوع متغیرهای (علائم) بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱



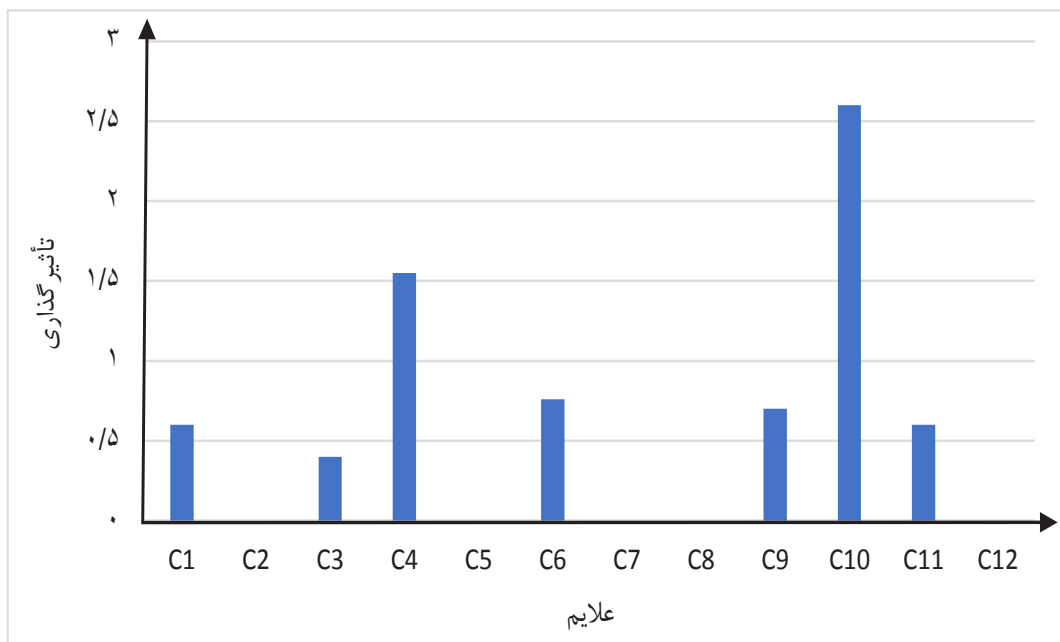
طبق شکل ۲ درصد فراوانی رابطه معمولی (Ordinary) بین علائم نسبت به روابط فرستنده (Transmitter) و گیرنده (Receiver) بیشتر است. در شکل ۳، درجه id (indegree) مربوط به علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ که میزان تأثیرپذیری علائم را نشان می‌دهد، رسم شده است.



شکل ۳: میزان تأثیرپذیری علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

با توجه به شکل ۳ ابتدا معیار کک و مک در ناحیه زیربغل یا کشاله ران، سپس معیار لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست بیشترین میزان تأثیرپذیری را

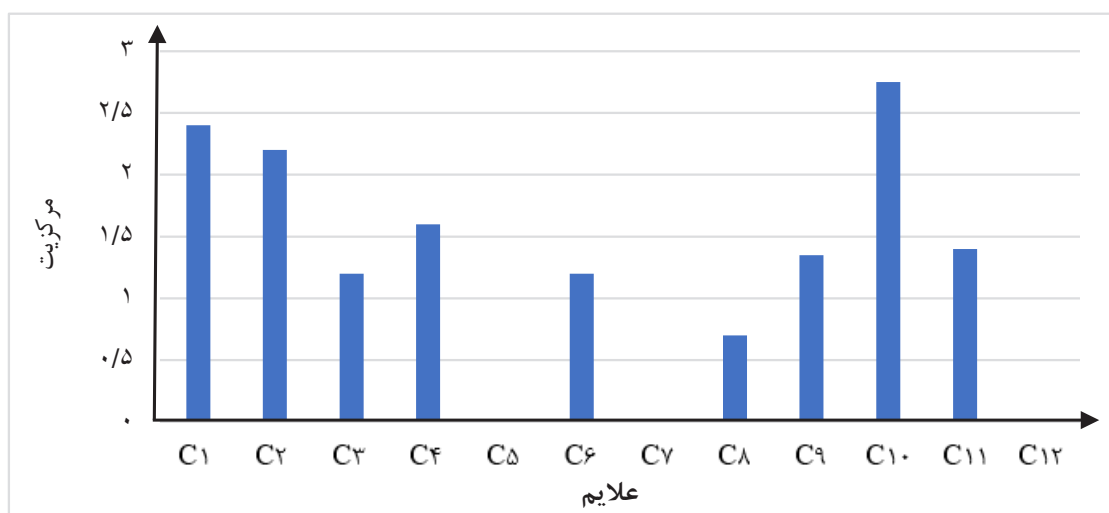
از سایر علایم دارند؛ معیار تومور در عصب بینایی- گلیومای چشمی نیز کمترین میزان تأثیرپذیری را دارد.



شکل ۴: میزان تأثیرگذاری علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

قبلی است. هر عامل با درجه مرکزیت بالاتر، در واقع یا od بالاتر (طبق شکل ۴) و یا id بالاتری (طبق شکل ۳) نسبت به دیگر عوامل داشته و در هر دو حالت این عامل در سیستم یک عامل مهم تلقی شده و باید بدان توجه شود. درجه مرکزیت مربوط به علایم در شکل ۵ نشان داده شده است.

در شکل ۴، درجه od (outdegree) مربوط به علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ که میزان تأثیرگذاری علایم را نشان می‌دهد، رسم شده است. با توجه به شکل ۴، معیار دهم و چهارم یعنی به ترتیب علایم تغییرات هورمونی و برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست بیشترین میزان تأثیرگذاری را دارد. Centrality یا درجه مرکزیت در واقع جمع دو عامل



شکل ۵: درجه مرکزیت علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

و برون‌گرایی استفاده شده است. شاخص‌های گراف که در نمودارهای قبلی به آن اشاره شد به تفصیل و با ذکر اعداد مربوط به آن‌ها در جدول ۵ آورده شده‌اند.

با توجه به شکل ۵ معیار شماره دهم یعنی تغییرات هورمون‌ها بیشترین مقدار درجه مرکزیت را داشته است. در پژوهش حاضر از خروجی‌های نگاشت مانند مرکزیت، درون‌گرایی

جدول ۵: نتایج حاصل از تکنیک نقشه شنامتی فازی

نوع متغیر	رتبه	مرکزیت	درجه درونی	درجه بیرونی	علائم
فرستنده	۱	۲/۶۲۵۱	۰	۲/۶۲۵۱	تغییرات هورمونی
معمولی	۲	۲/۴۵۸۴	۱/۸۳۳۴	۰/۶۲۵	لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست
گیرنده	۳	۲/۱۶۶۷	۲/۱۶۶۷	۰	کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران
فرستنده	۴	۱/۵۴۱۷	۰	۱/۵۴۱۷	برآمدگی‌های نرم رو یا زیرپوست
معمولی	۵	۱/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۷۵	فشارخون بالا
معمولی	۶	۱/۳۷۵	۰/۷۵	۰/۶۲۵	مشکلات تنفسی
معمولی	۷	۱/۱۵۲۷	۰/۷۹۱۷	۰/۳۶۱	برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)
معمولی	۸	۱/۱۵۲۷	۰/۳۶۱	۰/۷۹۱۷	تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی
گیرنده	۹	۰/۷۹۱۷	۰/۷۹۱۷	۰	قد کوتاه
بدون ارتباط	۱۰	۰	۰	۰	تغییر شکل (بدشکلی) استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی
بدون ارتباط	۱۰	۰	۰	۰	ناتوانی‌های یادگیری-اختلال بیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)
بدون ارتباط	۱۰	۰	۰	۰	اندازه سر بزرگ‌تر از حد متوسط

سناریوی رو به عقب بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱: با توجه به جدول ۵، عامل شماره ۲ (کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران) به عنوان عامل هدف انتخاب می‌شود. عوامل اثرگذار بر متغیر هدف، عوامل ۱، ۴ و ۱۰ می‌باشند که نتایج حاصل از صفر کردن این عوامل در نرم‌افزار fcmapper در جدول ۶ نشان داده است.

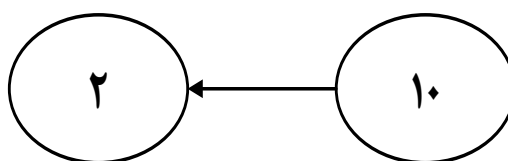
با توجه به جدول ۵، مشاهده می‌شود که علائم تغییر شکل (بدشکلی) استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی، ناتوانی‌های یادگیری-اختلال بیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD) و اندازه سر بزرگ‌تر از حد متوسط هیچ ارتباطی با دیگر علائم نداشته‌اند.

جدول ۶: میزان تغییر بر روی عامل کک و مک در نامیه زیربغل یا کشاله ران

میزان اثرگذاری بر متغیر هدف	انتخاب عوامل
-۰/۰۸۷۸۸۷۴	لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست (عامل شماره ۱)
-۰/۰۷۲۸۶۷۳۴	برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست (عامل شماره ۴)
-۰/۱۰۴۴۲۸۷۷	تغییرات هورمونی (عامل شماره ۱۰)

ارتباط مستقیم بین متغیر هدف و عامل موردنظر است. حال عامل شماره ۱۰ به عنوان متغیر هدف در نظر گرفته می‌شود. مسیر مربوط به سناریوی رو به عقب بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در شکل ۶ نشان داده شده است.

جهت مشخص کردن بیشترین اثرگذاری، قدر مطلق اعداد جدول با هم مقایسه می‌شوند. همان‌طور که از جدول ۶ مشخص است، عامل شماره ۱۰ (تغییرات هورمونی) بیشترین تأثیرگذاری را بر متغیر هدف دارد. علامت منفی نشان‌دهنده‌ی



شکل ۶: مسیر مربوط به سناریوی رو به عقب بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

طبق شکل ۶ و انجام مجدد گام‌های سناریو نشان داده است که هیچ عاملی روی عامل شماره ۱۰ تأثیر نمی‌گذارد؛ در نتیجه سناریوسازی متوقف می‌شود. سناریوی رو به جلو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱: با توجه به جدول ۶،

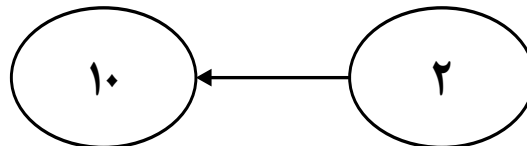
عامل شماره ۱۰ (تغییرات هورمونی) به عنوان متغیر هدف انتخاب می‌شود. نتایج حاصل از صفر کردن متغیر هدف در نرم‌افزار fcmapper در جدول ۷، نشان داده شده‌اند.

جدول ۷: میزان تغییر بر روی عامل تغییرات هورمونی

انتخاب عوامل	میزان اثرپذیری از متغیر هدف
لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست (عامل شماره ۱)	-۰/۱۰۱۷۴۶۵۵
کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران (عامل شماره ۲)	-۰/۱۰۴۴۲۸۷۷
کوتاهی قد	-۰/۰۹۷۶۹۰۱۷

همان‌طور که از جدول ۷، مشخص است، عامل شماره ۲ (کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران) بیشترین اثرپذیری را از متغیر هدف دارد؛ بنابراین عامل شماره ۲ (کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران) به عنوان متغیر هدف در نظر گرفته شده و مراحل سناریو تکرار می‌شود. علامت منفی، نشان‌دهنده‌ی

ارتباط مستقیم بین متغیر هدف و عامل موردنظر است. جهت مشخص کردن بیشترین اثرپذیری، قدر مطلق اعداد جدول ۷ با هم مقایسه می‌شوند. مسیر مربوط به سناریوی رو به جلو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱، در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷: مسیر مربوط به سناریوی رو به جلو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

طبق شکل ۷ مشاهده می‌شود که معیار شماره ۲ روی هیچ‌کدام از معیارها تأثیر نمی‌گذارد، در نتیجه سناریوسازی متوقف می‌شود.

Hirbe و Gutmann (۲۰۱۴) (۳۱) و Deng و همکاران (۲۰۲۴) (۳۲) آورده شده است. عامل تومور در عصب بینایی - گلیوما چشمی در پژوهش شافی و همکاران (۱۴۰۰) (۳۳) و نوری دلویی و بوستانی‌پور (۱۳۹۸) (۳۴) نیز آورده شده است.

علایم کک و مک در ناحیه زیربغل یا کشاله ران، برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش) و تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان) به ترتیب با علایم شناسایی شده در پژوهش‌های اولادنی و همکاران، رضاپور اصفهانی و همکاران (۱۳۹۶)، Hirbe و Gutmann، و Deng و همکاران (۳۲) و ۳۱ و ۲۹ و ۲۷) همخوانی دارد؛ که دو معیار دوم با پژوهش شافی و همکاران نیز همخوانی دارد. این دو معیار به علاوه با پژوهش‌های کهرام‌فر و آلوش و نوری دلویی و بوستانی‌پور نیز هم‌راستا است. علایم دیگر شناسایی شده در پژوهش حاضر مانند برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست در پژوهش‌های رضاپور اصفهانی و کهرام‌فر و آلوش نیز آورده شده است.

فشار خون بالا، تغییرات هورمونی و مشکلات تنفسی با پژوهش کهرام‌فر

بحث

در پژوهش حاضر علایم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ بررسی گردیده است. ابتدا با استفاده از نظر گروهی از متخصصان ستون فقرات و ارتوپد و پیاده‌سازی روش دلفی فازی در سه مرحله، علایم مربوط به هر یک از بیماری‌ها مشخص شده و خروجی روش دلفی به عنوان ورودی، جهت ارایه نقشه شناختی فازی استفاده گردید. علایم شناسایی شده برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در پژوهش حاضر با علایم برخی از پژوهش‌های پیشین انجام شده برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ تا حدودی یکسان بوده و همخوانی دارد؛ به این صورت که علایم لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست و تومور در عصب بینایی - گلیوما چشمی، در پژوهش‌های اولادنی و همکاران (۱۳۹۶) (۲۷)، شهرکی و اولادنی (۱۴۰۲) (۲۸)، رضاپور اصفهانی و همکاران (۱۳۹۶) (۲۹)، کهرام‌فر و آلوش (۱۳۹۸) (۳۰)،

و آلودگی همخوانی دارد. همچنین علائم اختلال در یادگیری و فشار خون بالا با پژوهش شافی و همکاران و نوری دلویی و بوستانی پور هم‌راستا است. اختلال در یادگیری با پژوهش رضاپور اصفهانی و همکاران و Deng و همکاران نیز همخوانی دارد. همچنین علائم قد کوتاه و تغییرات هورمونی به ترتیب با پژوهش‌های نوری دلویی و بوستانی پور و شافی و همکاران همخوانی دارد. بررسی پژوهش‌های پیشین نشان داده است که پژوهشی که به بررسی همه علائم با هم پرداخته باشد، یافت نشده است.

محدودیت‌های پژوهش حاضر عبارت بوده‌اند از: ۱) امتناع کردن تعدادی از متخصصان و خبرگان و عدم همکاری آن‌ها برای پذیرش پرسش‌نامه، ۲) عدم دسترسی به خبرگان بیشتر از سایر شهرها و ۳) عدم پاسخ‌دهی به موقع به پرسش‌نامه توسط خبرگان در زمان تعیین شده توسط آن‌ها که موجب زمانبرداری اطلاعات شد.

به‌منظور رسم نقشه‌ی شناختی فازی ابتدا روابط بین علائم با استفاده از روش استنتاج فازی ممدانی و نرم‌افزار MATLAB مشخص شده‌اند، سپس با استفاده از روش فازی زدایی مرکز جرم، ماتریس ارتباطات مربوط به علائم هریک از بیماری‌ها تشکیل شده است. در نهایت برای ایجاد ماتریس نهایی، ماتریس ارتباطات توسط نظر دو خبره بازنگری گردیده است و بعضی از روابط بی‌معنا حذف شده‌اند. با وارد کردن ماتریس نهایی در نرم‌افزار FCMapper، از خروجی حاصل به‌عنوان ورودی نرم‌افزار Pajek استفاده شده و گراف مربوط به نقشه‌ی شناختی فازی علائم بیماری‌ها رسم شده است. خروجی نقشه‌ی شناختی فازی شامل درجه‌ی بیرونی (تأثیرگذاری)، درجه‌ی درونی (اثرپذیری) و مرکزیت هریک از متغیرهاست. گراف موردنظر نشان‌دهنده‌ی روابط علی و معلولی بین مفاهیم است. در گراف، دایره‌ها هر چه بزرگ‌تر باشند، نشان‌دهنده‌ی مرکزیت بیشتر و یا به عبارتی بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری است و ارتباط بین علائم به‌وسیله خطوط نشان داده می‌شود.

برای آرایه تجزیه و تحلیل سناریوها و پیشنهاد اقدامات پیشگیرانه و محافظتی در برابر بیماری نورو فیبروماتوز نوع ۱ باید وزن علائم را تغییر داده و سعی کرد رفتار سیستم را درک کرد. در این مطالعه ابزار FCMapper برای شبیه‌سازی تغییرات سیستم در طول زمان و درمورد سوالات What-if برای مقایسه‌ی تأثیر علائم هر یک از بیماری‌ها استفاده شده است. از مزایای این رویکرد این است که نقش انسان و خطاهای انسانی در این رویکرد کم‌تر شده است. باید

توجه داشت که کنترل تمام علائم بیماری‌ها غیر ممکن است؛ اما می‌توان با کنترل برخی از علائم، شدت بیماری را تا حدی کاهش داد. در تدوین سناریو به این نکته توجه می‌شود که می‌توان چه سناریویی آرایه داد تا علائم بیماری‌ها بهبود یابد. در این پژوهش دو نوع سناریوی رو به عقب و رو به جلو برای هر بیماری انجام شد.

در سناریوی رو به عقب، هدف، پاسخ به این سوال است که چگونه می‌توان یک عامل را بهبود داد؟ جهت تدوین این نوع سناریو ابتدا اثرپذیرترین عامل به‌عنوان عامل هدف مشخص می‌گردد و سپس با بررسی رفتار عوامل اثرگذار (علائم) بر عامل هدف، مسیر سناریوی مربوط مشخص می‌گردد و بر اساس آن می‌توان رفتار سیستم را تحلیل کرد. در سناریوی رو به جلو هدف، پاسخ به این سوال است که اگر یک عامل بهبود یابد چگونه می‌تواند بر سیستم اثر گذارد؟ جهت تدوین این نوع سناریو ابتدا اثرگذارترین عامل به‌عنوان عامل هدف مشخص می‌گردد و سپس علائم اثرپذیر از عامل هدف بررسی می‌شوند و مسیر سناریو مشخص می‌گردد و بر اساس آن می‌توان رفتار سیستم را تحلیل کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از انجام سناریوی رو به عقب برای بیماری نورو فیبروماتوز نوع ۱ نشان داده است که عامل شماره ۲ (کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران) بیشترین اثرپذیری را نسبت به سایر علائم داشته و توجه بیشتر به این عامل می‌تواند به بهبود بیماری نورو فیبروماتوز نوع ۱ کمک کند. مسیر سناریوسازی رو به عقب (شکل ۶) نشان داده است که عامل ۱۰ (تغییرات هورمونی) برای بهبود بیماری نورو فیبروماتوز نوع ۱ به‌عنوان شروع کننده‌ی مسیر بهبود شناسایی شده است. در نتیجه جهت بهبود بیماری ابتدا باید تغییرات هورمونی مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

نتایج حاصل از انجام سناریوی رو به جلو برای بیماری نورو فیبروماتوز نوع ۱ (شکل ۷) نشان داد که عامل ۱۰ (تغییرات هورمونی) بیشترین تأثیرگذاری را بر سایر علائم داشته و باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. مسیر سناریوسازی رو به جلو (شکل ۷) نشان داده است که در صورت بهبود، عامل ۱۰ (تغییرات هورمونی) بیشترین تأثیر را بر عامل شماره ۲ (کک و مک‌ها در ناحیه زیربغل یا کشاله ران) داشته و منجر به بهبود بیماری می‌شود.

باتوجه به نتایج حاصل در این پژوهش، پیشنهاد‌های کاربردی به این صورت

استفاده از روش‌های دیگر جهت شناسایی و نهایی کردن علایم بیماری‌ها، استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری جهت تحلیل نقشه شناختی فازی.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع-بهینه‌سازی سیستم‌ها در دانشگاه سیستان و بلوچستان با عنوان «طراحی سیستم تصمیم‌یار در تشخیص اختلالات ستون فقرات با استفاده از نقشه‌ی شناختی فازی» است. بدین‌وسیله از تمام افرادی که در تکمیل پرسش‌نامه‌ها همکاری کرده و ما را از اطلاعات لازم بهره‌مند نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ارایه می‌شود: با توجه به این‌که تغییرات هورمونی مهم‌ترین معیار مؤثر در بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ است، توجه به آن می‌تواند در تشخیص و بهبود بیماری مؤثر باشد و با توجه به این‌که بیشترین تأثیر تغییرات هورمونی بر کک و مک در ناحیه زیربغل و کشاله ران است، توجه به این عامل نیز می‌تواند در تشخیص و بهبود بیماری تأثیر بسزایی داشته باشد.

بررسی پژوهش حاضر نشان داد که می‌توان پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آینده ارایه داد که عبارتند از: انجام پژوهش حاضر با اعداد فازی دوزنقه‌ای نوع ۱ و نوع ۲، استفاده از سایر روش‌های استنتاج فازی، انجام روش ارایه شده در پژوهش حاضر جهت بررسی سایر بیماری‌ها و سایر زمینه‌ها غیر از پزشکی،

References

1. Akinnuwesi BA, Adegbite BA, Adelowo F, Ima-Edomwonyi U, Fashoto G & Amumeji OT. Decision support system for diagnosing rheumatic-musculoskeletal disease using fuzzy cognitive map technique. *Informatics in Medicine Unlocked* 2020; 18(1): 100279.
2. Maniee R, Farasatkah M & Lucas C. Investigating the relation between “information and communication technology” and knowledge production by cognitive map the lessons for Iran. Barcelona, Spain: Iated Digital Library. EDULEARN09 Proceedings, Conference Name: 1st International Conference on Education and New Learning Technologies, 2009.
3. Marchant T. Cognitive maps and fuzzy implications. *European Journal of Operational Research* 1999; 114(3): 626-37.
4. Papageorgiou E, Stylios C & Groumpos P. A combined fuzzy cognitive map and decision trees model for medical decision making, New-York, NY, USA: IEEE. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2006.
5. Parsopoulos KE, Papageorgiou EI, Groumpos PP & Vrahatis MN. A first study of fuzzy cognitive maps learning using particle swarm optimization, Canberra, ACT, Australia: IEEE. The Congress on Evolutionary Computation, CEC '03, 2003.
6. Apostolopoulos ID, Papandrianos NI, Papathanasiou ND & Papageorgiou EI. Fuzzy cognitive map applications in Medicine over the last two decades: A review study. *Bioengineering (Basel, Switzerland)* 2024; 11(2): 139.
7. Feleki A, Apostolopoulos ID, Papageorgiou K, Papageorgiou EI, Apostolopoulos DJ & Papandrianos NI. A fuzzy cognitive map learning approach for coronary artery disease diagnosis in nuclear medicine, Palma de Mallorca, Spain: 13th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology, EUSFLAT 2023, and 12th International Summer School on Aggregation Operators, AGOP, 2023.
8. Groumpos PP. A new mathematical model for Covid-19: A fuzzy cognitive map approach for coronavirus diseases, Piraeus, Greece: IEEE. 11th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2020.
9. Chithra B & Nedunchezian R. Dynamic neutrosophic cognitive map with improved cuckoo search algorithm (DNCM-ICSA) and ensemble classifier for rheumatoid arthritis (RA) disease. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences* 2022; 34(6): 3236-46.

10. Akinnuwesi BA, Adegbite BA, Adelowo F, Ima-Edomwonyi U, Fashoto G & Amumeji OT. Decision support system for diagnosing rheumatic-musculoskeletal disease using fuzzy cognitive map technique. *Informatics in Medicine Unlocked* 2020; 18(1): 100279.
11. Uzoka FM, Akinnuwesi BA, Amoo T, Debele F, Fashoto G & Nwafor-Okoli C. An expert system for malaria diagnosis using the fuzzy cognitive map engine. Gaborone, Botswana: IEEE. IST-Africa Week Conference (IST-Africa), 2018.
12. Nasiriyani-Rad H, Amirkhani A & Naimi A. Diagnosis of autoimmune hepatitis with high-order fuzzy cognitive map, Qom, Iran: IEEE. 25th National and 3rd International Iranian Conference on Biomedical Engineering (ICBME), 2018.
13. Buyukavcu A, Albayrak YE & Goker N. A fuzzy information-based approach for breast cancer risk factors assessment. *Applied Soft Computing* 2016; 38(1): 437-52.
14. Salmeron JL & Papageorgiou EI. A fuzzy grey cognitive maps-based decision support system for radiotherapy treatment planning. *Knowledge-Based Systems* 2012; 30(1): 151-60.
15. Mago VK, Mehta R, Woolrych R & Papageorgiou EI. Supporting meningitis diagnosis amongst infants and children through the use of fuzzy cognitive mapping. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2012; 12(98): 1-12.
16. Papageorgiou EI. Fuzzy cognitive map software tool for treatment management of uncomplicated urinary tract infection. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 2012; 105(3): 233-45.
17. Papageorgiou EI, Markinos AT & Gemtos TA. Fuzzy cognitive map based approach for predicting yield in cotton crop production as a basis for decision support system in precision agriculture application. *Applied Soft Computing* 2011; 11(4): 3643-57.
18. Papageorgiou EI, Papandrianos NI, Karagianni G, Kyriazopoulos GC & Sfyras D. A fuzzy cognitive map based tool for prediction of infectious diseases. Jeju, Korea (South): IEEE. International Conference on Fuzzy Systems, 2009.
19. Jasinevicius R & Petrauskas V. Fuzzy expert maps for risk management systems. Tallinn, Estonia: IEEE. In 2008 IEEE/OES US/EU-Baltic International Symposium, 2008.
20. Papageorgiou EI, Stylios C & Groumpos PP. Unsupervised learning techniques for fine-tuning fuzzy cognitive map causal links. *International Journal of Human-Computer Studies* 2006; 64(8): 727-43.
21. Giles B G, Findlay CS, Haas G, La-France B, Laughing W & Pembleton S. Integrating conventional science and aboriginal perspectives on diabetes using fuzzy cognitive maps. *Social Science and Medicine* 2007; 64(3): 562-76.
22. Sadatpour SM. Analysis of factors affecting diseases using fuzzy cognitive maps and fuzzy inference system [Thesis in Persian]. Urmia, Urmia University of Technology; 2016.
23. Kandasamy WV & Smarandache F. Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. Available at: <https://fs.unm.edu/NCMs.pdf>. 2003.
24. Huerga AV. A balanced differential learning algorithm in fuzzy cognitive maps. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=1f3bfdbc6000a55321ce95007c70fe764eaab3c0>. 2002.
25. Aguilar J. A survey about fuzzy cognitive maps papers (Invited Paper). *International Journal of Computational Cognition* 2005; 3(2): 27-33.
26. Mullen PM. Delphi: Myths and reality. *Journal of Health Organization and Management* 2003; 17(1): 37-52.
27. Oladnabi M, Haddadi T, Kian-Mehr A, Mansoor-Samai N & Mehri M. A neurofibromatosis type 1 family report with multiple cases in 3 consecutive Generations. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2017; 19(2): 104-8[Article in Persian].

28. Shahraki F & Oladnabi M. The molecular pathogenesis, diagnostic criteria, symptoms, clinical manifestations, and gene-based therapeutic approaches in neurofibromatosis. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2023; 25(2): 1-11[Article in Persian].
29. Rezapoor-Esfahani M, Jouybari L, Sanagoo A & Araghian-Mojarad F. Experiences of living with neurofibromatosis in a young woman: A case report. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam* 2017; 5(3): 44-50[Article in Persian].
30. Kahramfar Z & Aloosh O. Spontaneous hemothorax in a patient with neurofibromatosis type 1: A case report. *Avicenna Journal of Clinical Medicine* 2019; 26(3): 188-91[Article in Persian].
31. Hirbe AC & Gutmann DH. Neurofibromatosis type 1: A multidisciplinary approach to care. *The Lancet Neurology* 2014; 13(8): 834-43.
32. Deng L, Wang Y, Xiang X & Chen C. Bone absorption and deformity in mandible as initial symptom and manifestation of neurofibromatosis type 1: A case report and literature review. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277290602300122X?via%3Dihub>. 2024.
33. Shafi H, Darzi MM, Kamalinia HR, Ghasemi-Shekteai SH, Rostami Gh & Kamrani Gh. A case of isolated neurofibroma of the bladder in a young adult man with no history of neurofibromatosis type 1: A case report. *Journal of Babol University of Medical Sciences* 2022; 24(1): 199-204[Article in Persian].
34. Nooridalooi MR & Boustanipour E. The molecular genetics of neurofibromatosis type 1 and its future prospective. *Medical Science Journal of Islamic Azad University, Tehran Medical Branch* 2019; 29(2): 101-16[Article in Persian].



Designing a Decision Support System in the Diagnosis of Neurofibromatosis Type 1 Disease Using Fuzzy Cognitive Map

Fatemeh Sofiabadi¹ (B.S.), Alireza Shahraki^{2*} (Ph.D.), Mohebbali Rahdar³ (Ph.D.)

¹ Master of Sciences Student in Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

² Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

³ Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Abstract

Received: 24 May, 2024

Accepted: 31 Aug, 2024

Background and Aim: Given the high sensitivity of the medical field, a mistake can cause irreparable damage to human society. For this reason, finding the symptoms of the disease and the relationships between them to facilitate the improvement of diseases is inevitable. Therefore, the aim of the present study was to first identify the symptoms of neurofibromatosis type 1 by specialists, then determine the relationship between the symptoms and the degree of their impact on each other in order to determine the most important criterion in improving the disease.

Materials and Methods: The present study is of a developmental-applied type in terms of its purpose and of a descriptive-survey type in terms of its data collection method. The case study of the present study is spinal disorders, of which neurofibromatosis type 1 has been diagnosed as one of them based on the opinion of experts. Neurofibromatosis type 1 is a genetic disorder that causes tumors in the nervous tissue. Accordingly, in the present study, the criteria, which are the symptoms of the disease, were first determined using the opinion of a group of experts and the implementation of the fuzzy Delphi method. In the next step, a model for the causal relationships between the symptoms of the disease is presented. For this purpose, a fuzzy cognitive map is drawn using MATLAB, FCMapper and Pajek software, then backward and forward scenarios are presented for neurofibromatosis type 1 and the disease improvement scenario is determined.

Results: The results showed that hormonal changes, flat brown spots on the skin, freckles in the armpit and groin area, soft bumps on the face or under the skin, high blood pressure, respiratory problems, bumps on the iris of the eye (Lish nodules), tumor in the optic nerve-ocular glioma, short stature, bone deformity, learning disabilities-attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and larger than average head size are ranked first to twelfth, respectively. The causal relationships between the symptoms showed that the criterion of hormonal changes has the greatest impact on the criterion of freckles in the armpit or groin area; Therefore, if the hormonal changes criterion improves, neurofibromatosis type 1 will also improve.

Conclusion: The findings of this study have helped the medical community to have a better understanding of the symptoms of the disease so that doctors can improve their prevention and care recommendations based on the severity of the symptoms of the diseases.

Keywords: Decision Support Methods, Fuzzy Cognitive Maps, MATLAB, FCMapper, Pajek, Neurofibromatosis Type 1

* Corresponding Author:
Shahraki A

Email:
shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir