Journal of Operational Research in its Applications
Vol.23, NO.1, Spring 2026
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jamlu-2026-1-2318

Identifying Symptoms of Spinal Disorders under Conditions of Uncertainty (Case Study: Neurofibromatosis Type 1 And Osteomyelitis)

F. Sofiabadi[1], A. Shahraki[2*], M.A. Rahdar[3]
[1]*M.Sc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Shahid Nikbakht, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran,*
[2]*Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Shahid Nikbakht, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran,*
[3]*Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Shahid Nikbakht, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.*

Research Paper

Received: 3 July 2025
Accepted: 5 December 2025

Abstract: Nowadays, accurate and timely diagnosis of diseases plays a critical role in healthcare systems. Therefore, correctly identifying disease symptoms is essential to ensure that the treatment process proceeds more efficiently and effectively. Previous studies have not thoroughly and comprehensively examined the symptoms related to spinal disorders, which has led to delayed diagnoses, increased severity of conditions, and greater difficulty in treatment. Considering the significant global prevalence of spinal disorders, this study focuses on identifying the clinical features associated with two major spinal conditions: Neurofibromatosis Type 1 and bone infection. To achieve this, the initial symptoms were extracted through a review of previous research, and then, using expert opinions and the three-round fuzzy Delphi method, the final symptoms of these two diseases were identified. The statistical sample included ten randomly selected specialists in spine and orthopedic medicine. From a research objective perspective, this study is developmental and applied, and methodologically, the data collection was conducted in a survey-based and developmental manner. The results indicated that twelve symptoms were identified for Neurofibromatosis Type 1 and seven for bone infection. This study helps physicians make more accurate diagnoses and provide faster and more effective treatment for these two conditions based on the identified indicators.

Introduction: Nowadays, accurate and timely diagnosis of diseases plays a critical role in healthcare systems. Therefore, correctly identifying disease symptoms is essential to ensure that the treatment process proceeds more efficiently and effectively. Previous studies have not thoroughly and comprehensively examined the symptoms related to spinal disorders, which has led to delayed diagnoses, increased severity of conditions, and greater difficulty in treatment. Considering the significant global prevalence of spinal disorders, this study focuses on identifying the clinical features associated with two major spinal conditions: Neurofibromatosis Type 1 and bone infection.

Materials and Methods: To achieve this, the initial symptoms were extracted through a

* *Corresponding Author: Shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir*

review of previous research, and then, using expert opinions and the three-round fuzzy Delphi method, the final symptoms of these two diseases were identified. The statistical sample included ten randomly selected specialists in spine and orthopedic medicine. From a research objective perspective, this study is developmental and applied, and methodologically, the data collection was conducted in a survey-based and developmental manner.

Results and Discussion: The results indicated that twelve symptoms were identified for Neurofibromatosis Type 1 and seven for bone infection.

Conclusions: This study helps physicians make more accurate diagnoses and provide faster and more effective treatment for these two conditions based on the identified indicators.

Keywords: Disease Symptoms, Spinal Disorders, Neurofibromatosis Type 1, Bone Infection, Fuzzy Delphi Method.

مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و سوم، شماره اول (پیاپی ۸۸)،بهار ۰۵، ص ص ۷۰-۴۹
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱
DOI: 10.71773/jamlu-2026-1-2318

بررسی و شناسایی علائم اختلالات ستون فقرات تحت شرایط عدم قطعیت (مطالعه موردی: بیماری‌های نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان)

فاطمه صوفی آبادی[۱]، علیرضا شهرکی[۲*]، محبعلی رهدار[۳]
۱-کارشناسی ارشد، گروه 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.

رسید مقاله: ۱۲ تیر ۱۴۰۴
پذیرش مقاله: ۱۴ آذر ۱۴۰۴

چکیده

امروزه، تشخیص دقیق و به‌موقع بیماری‌ها از اهمیت بسیار بالایی در سیستم‌های بهداشتی برخوردار است. بنابراین، شناسایی صحیح نشانه‌های بیماری‌ها ضرورت دارد تا روند درمان با سهولت و کارآمدی بیشتری انجام شود. مطالعات پیشین به صورت کامل و جامع، علائم مربوط به مشکلات ستون فقرات را مورد بررسی قرار نداده‌اند؛ که این موضوع منجر به تشخیص دیرهنگام بیماری‌ها، افزایش شدت مشکلات و دشواری درمان آن‌ها می‌شود. با توجه به آمار قابل توجه جهانی در زمینه ابتلا به اختلالات ستون فقرات، در این پژوهش به شناسایی ویژگی‌های بالینی مرتبط با دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع یک و عفونت استخوان که از جمله اختلالات مهم ستون فقرات به شمار می‌روند، پرداخته شده است. برای این منظور، ابتدا علائم اولیه از طریق مرور تحقیقات گذشته استخراج شد و سپس با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و اجرای روش دلفی فازی در سه مرحله، نشانه‌های این دو بیماری به طور نهایی مشخص گردید. نمونه آماری این تحقیق شامل ده پزشک متخصص ستون فقرات و ارتوپدی است که به طور تصادفی انتخاب شدند. از منظر هدف، این مطالعه توسعه‌ای و کاربردی محسوب می‌شود و از نظر روش‌شناسی، جمع‌آوری داده‌ها به صورت پیمایشی و توسعه‌ای صورت گرفته است. نتایج حاصل نشان داد که تعداد علائم شناسایی‌شده برای نوروفیبروماتوز نوع یک دوازده مورد و برای عفونت استخوان هفت مورد است. پژوهش حاضر به پزشکان کمک می‌کند تا با تکیه بر این شاخص‌ها، بتوانند تشخیص دقیق‌تری داشته و درمان سریع‌تر و موثرتری را برای این دو بیماری ارایه دهند.

کلمات کلیدی: علائم بیماری، اختلالات ستون فقرات، نوروفیبروماتوز نوع۱، عفونت استخوان، دلفی فازی.

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

۱ مقدمه

یکی از چالش‌های مهم در نظام سلامت جامعه، گسترش و شیوع انواع بیماری‌ها است. در این میان، مدیریت بهداشت و سلامت نقش بسیار حیاتی دارد، چراکه کوچک‌ترین خطا در این حوزه می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری به دنبال داشته باشد. بنابراین، تشخیص دقیق علائم بیماری‌ها و توجه هم‌زمان به آن‌ها برای پزشکان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱]. از سوی دیگر، به‌دلیل پیچیدگی‌های موجود در تعیین دقیق علائم بیماری‌ها در شرایط واقعی، به‌کارگیری مجموعه‌های فازی در حوزه‌ی سلامت به‌عنوان ابزاری کارآمد مطرح می‌شود [۲، ۳].

در مطالعه‌ی حاضر، علائم بیماری‌ها در شرایطی با عدم قطعیت تعریف شده‌اند؛ به‌گونه‌ای که اطلاعات ارایه‌شده توسط پزشکان تقریبی بوده و درجه‌ی اطمینان آن‌ها مشخص نیست. مجموعه‌های فازی می‌توانند به‌خوبی با شرایط نامطمئن و مبهم سازگاری پیدا کنند. استفاده از این مجموعه‌ها موجب تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری در موقعیت‌های غیرقطعی شده و نتایج دقیق‌تر و قابل‌اعتمادتری را به دنبال دارد. لطفی‌زاده اصول استدلال تقریبی را به‌عنوان راهکاری برای مواجهه با عدم قطعیت دانش معرفی می‌کند؛ در واقع، با در اختیار داشتن اطلاعات مربوط به علائم، می‌توان احتمال وقوع بیماری خاصی در بیمار را تعیین کرد [۴، ۵].

از جمله روش‌هایی که در طراحی و توسعه‌ی سیستم‌های تشخیص پزشکی کاربرد دارند، می‌توان به سیستم‌های مبتنی بر قواعد، سیستم‌های احتمالی، منطق فازی، الگوریتم‌های ژنتیک، شبکه‌های عصبی و سایر فناوری‌های هوش مصنوعی اشاره کرد [۶-۱۱]. با این حال، بررسی جامع و نظام‌مند علائم بیماری‌ها با استفاده از روش دلفی فازی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با تمرکز بر ادغام دانش تخصصی پزشکان و منطق فازی در چارچوب روش دلفی، رویکردی نوآورانه برای شناسایی و اعتبارسنجی علائم بیماری‌ها ارایه می‌دهد.

نوآوری اصلی پژوهش حاضر در کاربرد روش دلفی فازی برای استخراج و ایجاد اجماع میان متخصصان در زمینه‌ی دو بیماری خاص، یعنی عفونت استخوان و نوروفیبروماتوز نوع ۱ نهفته است. این دو بیماری به‌دلیل ماهیت پیچیده، شباهت برخی نشانه‌ها با سایر اختلالات و دشواری در تشخیص زودهنگام، همواره از چالش‌های جدی نظام سلامت محسوب می‌شوند. در حالی‌که اغلب پژوهش‌های پیشین صرفاً از روش‌های هوش مصنوعی یا مدل‌های فازی برای تشخیص بیماری‌ها بهره گرفته‌اند، این مطالعه با ترکیب دیدگاه‌های تخصصی پزشکان، تحلیل فازی و فرآیند تصمیم‌گیری گروهی، رویکردی نوین و چندلایه ارائه می‌کند که نه‌تنها بر دقت شناسایی علائم می‌افزاید، بلکه میزان اطمینان متخصصان نسبت به نتایج را نیز افزایش می‌دهد.

اهمیت نتایج پژوهش حاضر در آن است که می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای طراحی سیستم‌های تشخیص و غربالگری هوشمند در مراکز درمانی مورد استفاده قرار گیرد و با بهبود فرآیند تصمیم‌گیری بالینی، از تأخیر در شناسایی یا اشتباه در تشخیص جلوگیری کند. همچنین، به‌کارگیری چارچوب دلفی فازی در تحلیل دیدگاه‌های متخصصان، زمینه را برای انجام مطالعات مشابه در سایر بیماری‌های پیچیده فراهم می‌سازد.

هدف اصلی این پژوهش، ابتدا شناسایی علائم مرتبط با این دو بیماری از طریق نظر متخصصان است و سپس با استفاده از روش دلفی فازی، علائم نهایی و معتبر استخراج خواهند شد. پژوهش حاضر امکان بررسی جامع‌تر علائم مربوط به این بیماری‌ها را فراهم می‌سازد تا با بهره‌گیری از نتایج آن، متخصصان بتوانند راهکارهای پیشگیری، تشخیص و مراقبت از بیماران را بهبود بخشند.

۲ پیشینه پژوهش

در این قسمت علائم اختلالات ستون فقرات دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان (استئومیلیت) که از اختلالات آن محسوب می‌شوند، با بررسی پژوهش‌ها و مطالعات پیشین شناسایی شده و در جدول ۱ و جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱. معیارها (علائم) شناسایی شده بر اساس پژوهش‌های پیشین برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

ردیف	علائم	اولادنبی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۲]	شهرکی و اولادنبی (۱۴۰۲) [۱۳]	شافی و همکاران (۱۴۰۰) [۱۴]	رضاپور اصفهانی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۵]	کهرام فر و آلوش (۱۳۹۸) [۱۶]	هیبره و گوتمن (۲۰۱۴) [۱۷]	نوری دلوئی و بوستانی پور (۱۳۹۸) [۱۸]	لینی دنگ و همکاران (۲۰۲۴) [۱۹]
۱	لکه‌های صاف قهوه‌ای روشن بر روی پوست	✔	✔		✔	✔	✔		✔
۲	کک و مک در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	✔			✔		✔		✔
۳	برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	✔		✔	✔	✔	✔		✔
۴	برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست				✔	✔			
۵	تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)	✔		✔	✔		✔	✔	✔
۶	تومور در عصب بینایی- گلیومای چشمی	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
۷	ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)			✔	✔			✔	✔
۸	قد کوتاه							✔	
۹	فشار خون بالا			✔		✔		✔	

ردیف	علائم	اولادنبی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۲]	شهرکی و اولادنبی (۱۴۰۲) [۱۳]	شافی و همکاران (۱۴۰۰) [۱۴]	رضاپور اصفهانی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۵]	کهرام فر و آلوش (۱۳۹۸) [۱۶]	هیبره و گوتمن (۲۰۱۴) [۱۷]	نوری دلوئی و بوستانی پور (۱۳۹۸) [۱۸]	لینی دنگ و همکاران (۲۰۲۴) [۱۹]
۱۰	تغییرات هورمونی			✔		✔			
۱۱	مشکلات تنفسی					✔			

طبق جدول ۱، برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱، ۱۱ علائم بر اساس پژوهش‌های پیشین شناسایی‌شده است.

درجدول ۲، علائم شناسایی شده برای بیماری عفونت استخوان بر اساس پژوهش‌های پیشین آورده شده است.

جدول ۲. معیارها (علائم) شناسایی شده بر اساس پژوهش‌های پیشین برای بیماری عفونت استخوان

ردیف	علائم	حق شناس و حق شناس (۱۳۹۵) [۲۰]	حق شناس (۱۳۹۵) [۲۱]	شیبانی و همکاران (۱۳۹۳) [۲۲]	آذرکار و همکاران (۱۴۰۰) [۲۳]	بهومیک و همکاران (۲۰۱۸) [۲۴]	سان و همکاران (۲۰۲۴) [۲۵]	جاگرنائوث و همکاران (۲۰۲۴) [۲۶]	مردان پور و رهبر (۱۴۰۰) [۲۷]	باری و همکاران (۲۰۲۱) [۲۸]	هتزن بواهلر و همکاران (۲۰۱۱) [۲۹]
۱	ترشح مزمن چرک از پوست	✔				✔		✔			
۲	تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت		✔	✔		✔	✔		✔	✔	✔
۳	قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت		✔						✔		
۴	بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش		✔			✔	✔	✔		✔	✔

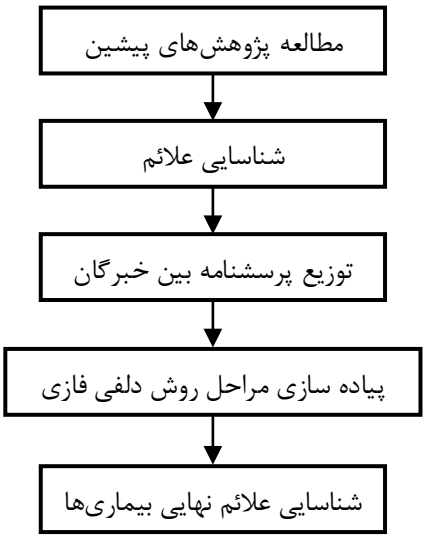
ردیف	علائم	حق شناس و حق شناس (۱۳۹۵) [۲۰]	حق شناس (۱۳۹۵) [۲۱]	شیبانی و همکاران (۱۳۹۳) [۲۲]	آذرکار و همکاران (۱۴۰۰) [۲۳]	بهومیک و همکاران (۲۰۱۸) [۲۴]	سان و همکاران (۲۰۲۴) [۲۵]	جاگرنائوث و همکاران (۲۰۲۴) [۲۶]	مردان پور و رهبر (۱۴۰۰) [۲۷]	باری و همکاران (۲۰۲۱) [۲۸]	هتزن بواهلر و همکاران (۲۰۱۱) [۲۹]
	از حد میکروب‌ها										
۵	درد شدید در استخوان عفونی شده		✔	✔	✔	✔				✔	✔
۶	احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده		✔	✔						✔	✔

طبق جدول ۳، برای بیماری عفونت استخوان، ۶ علائم بر اساس پژوهش‌های پیشین شناسایی شده است.

با توجه به بررسی‌های انجام شده پژوهشی که به صورت جامع علائم اختلالات ستون فقرات را شناسایی کرده باشد، یافت نشد، از این رو پژوهش حاضر به صورت جامع علائم را ابتدا بر اساس پژوهش‌های گذشته شناسایی کرده، سپس در ادامه با پیاده سازی روش دلفی فازی در سه مرحله علائم نهایی شناسایی و مشخص شده‌اند.

۳ ابزار و روش

این پژوهش از نظر هدف در دسته مطالعات توسعه‌ای و کاربردی قرار دارد و از لحاظ روش جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی-پیمایشی است که بر مبنای به‌کارگیری مفاهیم بهینه‌سازی شکل گرفته است. پس از گردآوری اطلاعات مرتبط با علائم اختلالات ستون فقرات، که دو بیماری عفونت استخوان و نوروفیبروماتوز نوع ۱ به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند، دو پرسشنامه دلفی فازی برای هر بیماری طراحی و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. با تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از این پرسشنامه‌ها، علائم شاخص هر یک از این بیماری‌ها تعیین گردید. در شکل ۱، مراحل اجرای این پژوهش نمایش داده شده است.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

خبرگان در پژوهش حاضر پزشکان و متخصصان بیماری‌های اختلالات ستون فقرات و ارتوپد، و افراد دارای تجربه کاری در زمینه بیماری‌های اختلالات ستون فقرات در کلینیک‌های شهرستان بم بوده‌اند. جهت انتخاب نمونه آماری ۱۰ نفر از خبرگان مذکور به روش نمونه‌گیری در دسترس که قادر به همکاری بوده‌اند، انتخاب شده‌اند. ابزار جمع‌آوری اطلاعات از خبرگان مصاحبه به صورت شفاهی و دو پرسشنامه دلفی فازی بوده است.

بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ یک بیماری یک بیماری از نوع ژنتیکی است که سبب ایجاد تومور در بافت‌های عصبی می‌شود. علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع یک از ضعیف تا متوسط با شدت‌های متفاوت، معمولا در زمان کودکی تا سن ۱۰ سالگی نمایان می‌شوند. بیماری عفونت استخوان به عنوان یکی دیگر از اختلالات ستون فقرات در هر سنی می‌تواند رخ دهد. بیماری عفونت استخوان به دلیل شیوع یک یا انواع مختلفی از باکتری¬ها یا قارچ‌ها در هر نوع استخوانی می‌تواند رخ دهد. در ادامه این بخش مباحث مورد استفاده در پژوهش حاصل نظیر تئوری مجموعه فازی، مجموعه‌های فازی و روش دلفی و دلفی فازی آورده شده است.

۳-۱ تئوری مجموعه فازی

مجموعه‌های فازی ابزاری جهت مدلسازی عدم قطعیت به زبان طبیعی است که ۴۰ سال پیش توسط لطفی‌زاده معرفی شده است [۳۰]. منطق فازی را می‌توان منطقی خاکستری نامید، منطق خاکستری نقطه مقابل منطق دو ارزشی یا صفر و یکی است. در منطق دوارزشی فقط دو حالت کاملا درست یا کاملا نادرست، کاملا سفید یا کاملا سیاه و امثال دو حالت‌ها وجود دارد، در صورتی که منطق فازی و منطق خاکستری بین این دو حالت را نیز که مبهم و نامشخص است نیز در نظر می‌گیرد [۳۱-۳۴]. روشی که در آن از مجموعه فازی استفاده می‌کند منطق فازی نام دارد که اولین بار توسط ماکس بلک و لطفی‌زاده ارائه شده است. در صورتی که در منطق دو ارزشی از مجموعه‌های کلاسیک استفاده می¬شود و یک عضو به طور مشخص عضو آن مجموعه است یا نه، حال آن که

در واقعیت عضـویت اعضـا به صـورت دقیق و قطعی مشـخص نیسـت؛ بنابراین مجموعه¬های فازی جهت پاسـخ به این نوع محدودیت‌های مجموعه‌های کلاسیک معرفی شده است [۳۱].

در مجموعه‌های فازی میزان عضـویت با عددی بین صـفر و یک و به صـورت جزئی مشـخص می‌شـود. در مجموعه‌های فازی عدد یک به معنای عضویت کامل و عدد صفر به این معنی است که عضو مورد نظر اصلا عضو مجموعه مورد نظر نیسـت. در صـورتی که در مجموعه‌های قطعی میزان عضـویت اعضـا فقط به دو حالت صـفر و یک (عضو مجموعه هست و یا عضو مجموعه نیست) و یا به طور کامل درست است و درست نیست بوده و حالتی بین این دو حالت وجود ندارد [۳۲]. در ادامه نحوه نمایش مجموعه فازی آورده شده است.

اگر مجموعه مرجع با U نشان داده شود، مجموعه فازی U به وسیله تابع عضویت $\mu_A(x)$ که مقادیر صفر تا یک را به خود اختصاص می‌دهد، به صورت رابطه (۱) نشان داده می‌شود [۳۵].

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\} \quad (۱)$$

زمانی مجموعه مرجع U به صورت پیوسته باشد، مجموعه فازی A به‌صورت رابطه (۲) نشان داده می‌شود [۳۵].

$$S_m^{(i)} = \left(B_m^{(i)}, A_m^{(i)}\right) = \left|۱/۳\left\{\left(b_m(۱), b_m(۲), b_m(۳)\right) - \left(a_m(۱), a_m(۲), a_m(۳)\right)\right\}\right| \quad (۲)$$

زمانی مجموعه مرجع U به صورت گسسته باشد، مجموعه فازی A به‌صورت رابطه (۳) نشان داده می‌شود [۳۵].

$$\tilde{A} = \sum_U \frac{\mu_A(x)}{x} \quad (۳)$$

۳-۲ روش دلفی و دلفی فازی

روش دلفی بیشـتر به منظور شـناسـایی ایده‌های نوآورانه و قابل‌اطمینان یا فراهم‌کردن اطلاعات لازم برای تصـمیم‌گیری به کار می‌رود. این روش به صـورت یک فرآیند سـاختارمند، دانش موجود در میان گروهی از متخصـصـان را جمع‌آوری و طبقه‌بندی می‌کند. انجام این کار معمولاً از طریق ارسـال پرسـشـنامه‌ها و دریافت بازخوردهای کنترل‌شده انجام می‌شود. دلفی یک ابزار موثر برای ارتباط میان کارشناسان است که به شکل ساده و کارآمد، دیدگاه‌های اعضای گروه را تلفیق می‌کند. هدف اصلی این روش فراهم آوردن امکان بحث و تبادل نظر میان متخصـصـان اسـت، به طوری که از تأثیرات منفی تعاملات اجتماعی گروهی که معمولاً مانع شـکل‌گیری نظرات مستقل می‌شود، جلوگیری به عمل آید [۳۶].

اصل پایه در روش دلفی این است که پیش‌بینی‌ها و نظرات افراد متخصص در یک حوزه علمی، معتبرترین منبع برای آینده‌نگری به حساب می‌آید. برخلاف روش‌های پیمایشی که تعداد شرکت‌کنندگان نقش مهمی دارد، اعتبار روش دلفی بیشـتر به سـطح تخصـص و دانش علمی افراد حاضـر در تحقیق وابسـته اسـت. معمولاً تعداد شـرکت‌کنندگان در این روش بین ۵ تا ۲۰ نفر اسـت، البته حداقل تعداد شـرکت‌کنندگان به طراحی کلی تحقیق بسـتگی دارد [۳۶]. درباره تعداد دقیق متخصـصـان لازم برای دلفی سـنتی یا دلفی فازی، توافق قطعی وجود ندارد [۳۷].

تکنیک دلفی به عنوان یک فرآیند ساختارمند برای تبادل نظر در گروه‌هایی که دانش آنها ناقص یا نامطمئن است، به کار گرفته می‌شود تا به اجماع جمعی برسند [۳۸]. در مدل کلاسیک دلفی، نظرات کارشناسان به صورت اعداد قطعی بیان می‌شود، اما از آنجایی که نظر هر خبره با عدم قطعیت همراه است و ذهنی است، استفاده از مجموعه‌های فازی برای تحلیل این داده‌ها مناسب‌تر است [۳۹]. به همین دلیل، برای تحلیل داده‌های زبانی و در نظر گرفتن ماهیت فازی آن‌ها، روش دلفی با مجموعه‌های فازی ترکیب شده و به عنوان روش دلفی فازی شناخته می‌شود. در این شیوه، نظرات کارشناسان به وسیله توابع عضویت نشان داده می‌شود [۴۰]. مزیت این روش، توجه به تمام دیدگاه‌ها و تلفیق آن‌ها برای رسیدن به توافق نهایی است [۴۱].

در تحقیق حاضر از روش دلفی فازی برای جمع‌آوری داده‌ها و بررسی ارتباط میان علائم استفاده شده است؛ چرا که علائم مورد نظر فاقد قطعیت بوده و این عدم قطعیت‌ها توسط روش تحلیل نقشه‌های مفهومی فازی نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند. پس از اجرای دلفی فازی، نظرات متخصصان به اجماع رسیده و می‌توان این اجماع را به صورت ماتریس مجاورت نقشه مفهومی فازی که در مرحله بعد ایجاد می‌شود، بیان کرد. در این مطالعه از اعداد فازی مثلثی بهره گرفته شده است. مراحل اجرای روش دلفی فازی به شرح زیر است [۴۲]:

مرحله اول) طراحی و توزیع پرسشنامه: پرسشنامه‌ای مبتنی بر علائم بیماری طراحی شده و در بین متخصصان توزیع گردیده است.

مرحله دوم) تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی مثلثی: در این مرحله، متغیرهای زبانی طبق جدول ۱ به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شوند.

جدول ۳. عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی مثلثی

عبارت زبانی	اعداد فازی مثلثی
کم	(۰ ، ۰/۲۵ ، ۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)

در هر دور از فرآیند، داده‌های به‌دست‌آمده از هر یک از متخصصان با استفاده از رابطه(۴) پردازش می‌گردد.

$$A^{(i)} = \left(a_1(i), a_2(i), a_3(i), \ldots\right), i = 1, 2, \ldots n \qquad (۴)$$

مرحله سوم: در این گام، ابتدا از اعداد فازی ارائه‌شده برای شدت علائم مختلف، میانگینی محاسبه می‌شود (مطابق فرمولی که نقش میانگین‌گیری فازی را ایفا می‌کند، رابطه (۵)).

$$A_i^{(i)} = \left(a_m(1), a_m(2), a_m(3)\right) = (1/n\sum_{i=1}^{n} a_1^{(i)}, 1/n\sum_{i=1}^{n} a_2^{(i)}, 1/n\sum_{i=1}^{n} a_3^{(i)}) \qquad (۵)$$

سپس، با بهره‌گیری از همین میانگین، فاصله یا تفاوت هر دیدگاه فردی نسبت به مقدار میانگین بررسی می‌شود که برای این کار از رابطه (۶) استفاده می‌گردد.

$$A_m^{(i)} = \left(a_m(۱) - a_۱(i), a_m(۲) - a_۲(i), a_m(۳) - a_۳(i), a_m(۴) - a_۴(i)\right) = \left(۱/n\sum_{i=۱}^{n} a_۱^{(i)} - a_1^i, ۱/n\sum_{i=۱}^{n} a_۲^{(i)} - a_۲^i, ۱/n\sum_{i=۱}^{n} a_۳^{(i)} - a_۳^i\right) \quad (۶)$$

بر اساس رابطه (۶) این مقایسه به افراد این امکان را می‌دهد که اگر تمایلی داشته باشند، دیدگاه‌های قبلی خود را بازبینی و اصلاح کنند.

مرحله چهارم: بعد از ارائه بازخورد اولیه و اجرای دور دوم از فرایند دلفی فازی، پاسخ‌های به‌روزشده کارشناسان مطابق رابطه (۷)به قالب اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شود.

$$B_i^{(i)} = \left(b_۱(i), b_۲(i), b_۳(i), \ldots\right), i = ۱, ۲, \ldots n \quad (۷)$$

همچنین، مانند مرحله پیشین، میانگین جدیدی مطابق رابطه(۸) از این داده‌ها استخراج می‌شود.

$$B_m^{(i)} = \left(b_m(۱), b_m(۲), b_m(۳)\right) = \left(۱/n\sum_{i=۱}^{n} b_۱^{(i)}, ۱/n\sum_{i=۱}^{n} b_۲^{(i)}, ۱/n\sum_{i=۱}^{n} b_۳^{(i)}\right) \quad (۸)$$

مرحله پنجم: در این بخش، سطح تفاوت میان نظرات ارائه‌شده مطابق رابطه(۹) در دو مرحله ابتدایی مورد سنجش قرار می‌گیرد.

$$S_m^{(i)} = \left(B_m^{(i)}, A_m^{(i)}\right) = \left|۱/۳\left\{\left(b_m(۱), b_m(۲), b_m(۳)\right) - \left(a_m(۱), a_m(۲), a_m(۳)\right)\right\}\right| \quad (۹)$$

این چرخه ادامه می‌یابد تا زمانی که میزان اختلاف بین نظرات در دو مرحله پیاپی کمتر از مقدار تعیین‌شده (برای مثال۰/۲) شود؛ در این نقطه، فرایند گردآوری نظرات خاتمه می‌یابد.

٤ یافته‌ها

٤-۱ اجرای روش دلفی فازی و تحلیل داده‌های حاصل

ابتدا پرسشنامه‌ای بر اساس معیارهای جمع‌آوری شده از پژوهش‌های پیشین تنظیم شده است، سپس پرسشنامه طراحی شده بین ۱۰ نفر از خبرگان که پیش‌تر معرفی شده‌اند جهت نظرسنجی از آن‌ها توزیع شده است. خبرگان در مرحله اول دلفی فازی با استفاده از متغیرهای زبانی جدول ۱، میزان تاثیرگذاری علائم هر یک از بیماری‌ها بر داشتن بیماری و شدت آن را تعیین کرده و در صورتی که به نظر خبرگان علائم دیگری علاوه بر علائم ذکر شده در پرسشنامه باشد، به علائم جدید ارائه کرده‌اند. سپس در مرحله دوم مجدد پرسشنامه بین همان خبرگان توزیع شده و از آن‌ها خواسته شده است که ارتباط بین علائم را مشخص کنند. اجرای مراحل دلفی تا سه مرحله و رسیدن به اجماع نظر بین خبرگان انجام شده است.

٤-۱-۱ دور اول دلفی فازی

فراوانی نظرسنجی انجام شده از خبرگان برای هر یک از دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان به ترتیب در جدول ۴ و جدول ۵ آورده شده است.

جدول ٤. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در دور اول دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	۴	۲	۴
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	۴		۶
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	۲	۸	
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست		۱	۹
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)		۳	۷
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی		۴	۶
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)		۱۰	
قد کوتاه	۳	۷	
فشار خون بالا	۴	۶	
تغییرات هورمونی	۵		۵
مشکلات تنفسی		۲	۸
علائم پیشنهادی			
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط			

جدول ۵. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری عفونت استخوان در دور اول دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
ترشح مزمن چرک از پوست		۲	۸
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	۱	۳	۶
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت		۱	۹
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب‌ها		۷	۳
درد شدید در استخوان عفونی شده	۴	۲	۴
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده		۴	۶
علائم پیشنهادی			
اختلال در هنگام راه رفتن			

٤-۱-۲ میانگین دیدگاه‌های خبرگان در دور اول دلفی فازی

میانگین اعداد فازی جمع‌آوری شده برای هر یک از دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان به ترتیب در جدول ۶ و جدول ۷ آورده شده است.

جدول ٦. میانگین دیدگاه های خبرگان در دور اول دلفی فازی برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

علائم	خبرگان‌میانگین دیدگاه
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	(۰/۷۵ ، ۰/۵ ، ۰/۲۵)
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	(۰/۸ ،۰/۵۵، ۰/۳)

برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	(۰/۲ ، ۰/۴۵ ، ۰/۷)
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	(۰/۴۷۵ ، ۰/۷۲۵ ، ۰/۹۷۵)
تغییر شکل استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی	(۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵ ، ۰/۹۲۵)
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی	(۰/۴ ، ۰/۶۵ ، ۰/۹)
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه ADHD	(۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵)
قد کوتاه	(۰/۱۷۵ ، ۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵)
فشار خون بالا	(۰/۱۵ ، ۰/۴ ، ۰/۶۵)
تغییرات هورمونی	(۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵)
مشکلات تنفسی	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
علائم پیشنهادی	
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	

جدول ۷. میانگین دیدگاه های خبرگان در مرحله اول دلفی فازی برای بیماری عفونت استخوان

علائم	میانگین دیدگاه‌های خبرگان
ترشح مزمن چرک از پوست	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۳۷۵ ، ۰/۶۲۵ ، ۰/۸۷۵)
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۴۷۵ ، ۰/۷۲۵ ، ۰/۹۷۵)
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب‌ها	(۰/۳۲۵ ، ۰/۵۷۵ ، ۰/۸۲۵)
درد شدید در استخوان عفونی شده	(۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۰/۷۵)
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده	(۰/۴ ، ۰/۶۵ ، ۰/۹)
علائم پیشنهادی	
اختلال در هنگام راه رفتن	

٤-۱-۳ محاسبه اختلاف نظر هر یک از خبرگان در دور دوم دلفی فازی

نظرات خبرگان با یکدیگر مقایسه شده و اختلاف نظرات آن‌ها با استفاده از رابطه (۶) محاسبه شده و بر اساس اختلاف نظرات جمع‌آوری شده پرسشنامه‌ای تنظیم شده است. هر یک از خبرگان با استفاده از رابطه (۶) نظر خود را با میانگین همه نظرات مقایسه کرده و در صورت تمایل می‌توانند نظر خود را مجدد در پرسشنامه جدید تغییر دهند.

فراوانی نظرات خبرگان برای دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان به ترتیب در جدول ۸ و جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۸. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در دور دوم دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست		۱	۹
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران			۱۰
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	۴	۶	

برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست			۱۰
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)		۲	۸
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی		۷	۳
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)		۱۰	
قد کوتاه	۳	۷	
فشار خون بالا	۵	۵	
تغییرات هورمونی	۱		۹
مشکلات تنفسی		۳	۷
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	۵	۵	

جدول ۹. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری عفونت استخوان در دور دوم دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
ترشح مزمن چرک از پوست		۱	۹
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت		۳	۷
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت		۲	۸
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب ها		۸	۲
درد شدید در استخوان عفونی شده		۱	۹
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده		۴	۶
اختلال در هنگام راه رفتن	۴	۵	۱

٤-۱-٤ میانگین نظرات خبرگان در دور دوم دلفی فازی

طبق رابطه (۵) میانگین پاسخ‌های خبرگان در دور دوم دلفی فازی محاسبه شده و نتایج برای هر یک از دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان به ترتیب در جدول ۱۰ و جدول ۱۱ آورده شده است.

جدول ۱۰. میانگین دیدگاه های خبرگان در دور دوم دلفی فازی برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

علائم	میانگین دیدگاه های خبرگان
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	(۰/۹۷۵ ، ۰/۷۲۵ ، ۰/۴۷۵)
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	(۱ ، ۰/۷۵ ، ۰/۵)
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	(۰/۶۵ ، ۰/۴ ، ۰/۱۵)
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	(۱ ، ۰/۷۵ ، ۰/۵)
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)	(۰/۹۵ ، ۰/۷ ، ۰/۴۵)
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی	(۰/۸۲۵ ، ۰/۵۷۵ ، ۰/۳۲۵)
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه ADHD	(۰/۷۵ ، ۰/۵ ، ۰/۲۵)
قد کوتاه	(۰/۶۷۵ ، ۰/۴۲۵ ، ۰/۱۷۵)

فشار خون بالا	(۰/۱۲۵ ، ۰/۳۷۵ ، ۰/۶۲۵)
تغییرات هورمونی	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
مشکلات تنفسی	(۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵ ، ۰/۹۲۵)
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	(۰/۱۲۵ ، ۰/۳۷۵ ، ۰/۶۲۵)

جدول ۱۱. میانگین دیدگاه های خبرگان در دور دوم دلفی برای بیماری عفونت استخوان

علائم	میانگین دیدگاه‌ها
ترشح مزمن چرک از پوست	(۰/۴۷۵ ، ۰/۷۲۵ ، ۰/۹۷۵)
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵ ، ۰/۹۲۵)
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب ها	(۰/۳ ، ۰/۵۵ ، ۰/۸)
درد شدید در استخوان عفونی شده	(۰/۴۷۵ ، ۰/۷۲۵ ، ۰/۹۷۵)
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده	(۰/۴ ، ۰/۶۵ ، ۰/۹)
اختلال در هنگام راه رفتن	(۰/۱۷۵ ، ۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵)

٤-۱-۵ تفاوت میانگین نظرات خبرگان در مراحل اول و دوم

مراحل دلفی تا زمانی ادامه داده می¬شود که میزان اختلاف بین نظرات خبرگان به کمتر از ۰/۲ برسد(۴۱). میزان اختلاف نظرات بین خبرگان برای هر یک از دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان با استفاده از رابطه (۶) برای هر یک از دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان محاسبه شده و نتایج به ترتیب در جدول ۱۲ و جدول ۱۳ آورده شده است.

جدول ۱۲. اختلاف میانگین دور اول و دوم دلفی فازی برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

علائم	تفاوت میانگین دیدگاه‌های خبرگان
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	۰/۲۲۵
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	۰/۲
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	۰/۰۵
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	۰/۰۲۵
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)	۰/۰۲۵
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی	۰/۰۷۵
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه ADHD	۰
قد کوتاه	۰
فشار خون بالا	۰/۰۲۵
تغییرات هورمونی	۰/۲
مشکلات تنفسی	۰/۰۲۵
علائم پیشنهادی	
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	

جدول ۱۳. اختلاف میانگین دور اول و دوم دلفی فازی برای بیماری عفونت استخوان

علائم	تفاوت میانگین دیدگاه‌های خبرگان
ترشح مزمن چرک از پوست	۰/۰۲۵
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	۰/۰۵
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت	۰/۰۲۵
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب ها	۰/۰۲۱
درد شدید در استخوان عفونی شده	۰/۲۲۵
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده	۰
علائم پیشنهادی	
اختلال در هنگام راه رفتن	

٤-١-٦ دور سوم دلفی فازی

با توجه به اینکه اختلاف میانگین¬ها در دور اول، بیشتر از ۰.۲ شده است، می‌توان نتیجه گرفت که خبرگان اجماع نظر قابل قبولی ندارند و در نتیجه پرسشنامه جدیدی برای دور سوم دلفی فازی جهت نظرسنجی از خبرگان توزیع گردید. فراوانی نظر متخصصان برای دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان به ترتیب در جدول ۱۴ و جدول ۱۵ آورده شده است.

جدول ١٤. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در دور سوم دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست			۱۰
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران			۱۰
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	۵	۵	
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست			۱۰
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)		۳	۷
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی	۱	۷	۲
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه (ADHD)	۲	۷	۱
قد کوتاه	۲	۸	
فشار خون بالا	۶	۴	
تغییرات هورمونی			۱۰
مشکلات تنفسی		۴	۶
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	۷	۳	

جدول ۱۵. فراوانی نظر متخصصان برای بیماری عفونت استخوان در دور سوم دلفی فازی

علائم	نظر خبرگان		
	کم	متوسط	زیاد
ترشح مزمن چرک از پوست		۲	۸
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت		۴	۶
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت			۱۰
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب ها		۷	۳
درد شدید در استخوان عفونی شده		۲	۸
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده		۶	۴
اختلال در هنگام راه رفتن	۳	۶	۱

میانگین نظرات خبرگان در دور سوم دلفی فازی در جدول ۱۶ و

جدول ۱۷ برای دو بیماری نوروفیروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان محاسبه می‌گردد.

جدول ۱۶. میانگین نظرات خبرگان برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ در مرحله سوم دلفی فازی

علائم	میانگین دیدگاه‌های خبرگان
لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)
کک و مک‌ها در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)
برآمدگی‌های روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش)	(۰/۱۲۵ ، ۰/۳۷۵ ، ۰/۶۲۵)
برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)
تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)	(۰/۴۲۵ ، ۰/۶۷۵ ، ۰/۹۲۵)
تومور در عصب بینایی-گلیومای چشمی	(۰/۲۷۵ ، ۰/۵۲۵ ، ۰/۷۷۵)
ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا کمبود توجه ADHD	(۰/۲۲۵ ، ۰/۴۷۵ ، ۰/۷۲۵)
قد کوتاه	(۰/۲ ، ۰/۴۵ ، ۰/۷)
فشار خون بالا	(۰/۱ ، ۰/۳۵ ، ۰/۶)
تغییرات هورمونی	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)
مشکلات تنفسی	(۰/۴ ، ۰/۶۵ ، ۰/۹)
اندازه سر بزرگتر از حد متوسط	(۰/۰۷۵ ، ۰/۳۲۵ ، ۰/۵۷۵)

جدول ۱۷. میانگین نظرات خبرگان برای بیماری عفونت استخوان در مرحله سوم دلفی فازی

علائم	میانگین دیدگاه های خبرگان
ترشح مزمن چرک از پوست	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۴ ، ۰/۶۵ ، ۰/۹)
قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت	(۰/۵ ، ۰/۷۵ ، ۱)
بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب‌ها	(۰/۳۲۵ ، ۰/۵۷۵ ، ۱)
درد شدید در استخوان عفونی شده	(۰/۴۵ ، ۰/۷ ، ۰/۹۵)
احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده	(۰/۳۵ ، ۰/۶ ، ۰/۸۵)

اختلال در هنگام راه رفتن	(۰/۸۵ ، ۰/۴۵ ، ۰/۲)

با توجه به اینکه اختلاف میانگین‌های نظرات خبرگان برای علائم هر دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان کمتر از ۰.۲ است، میتوان نتیجه گرفت که خبرگان اجماع نظر قابل قبولی دارند، و در نتیجه فرایند دلفی فازی پس از سه مرحله و اضافه شدن یکی از علائم (علائم دوازدهم و هفتم به ترتیب برای بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ و عفونت استخوان) متوقف می‌شود.

٤-۱-۷ بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

علائم مربوط به بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱ با نمادهای معرف در جدول ۱۸ آورده شده است.

جدول ۱۸. علائم بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱

ردیف	علائم	نماد
۱	لکه‌های صاف قوه‌ای روشن بر روی پوست	C۱
۲	کک و مک در ناحیه زیر بغل یا کشاله ران	C۲
۳	روی عنبیه چشم (ندول‌های لیش) برآمدگی‌های	C۳
۴	برآمدگی‌های نرم رو یا زیر پوست	C۴
۵	تغییر شکل استخوان (بدشکلی استخوان مانند ستون فقرات منحنی یا قوز (اسکلیوز) و یا پای پرانتزی)	C۵
۶	عصب بینایی-گلیومای چشمی تومور در	C۶
۷	(ADHD) کمبود توجه ناتوانی‌های یادگیری- اختلال پیش فعالی یا	C۷
۸	قد کوتاه	C۸
۹	فشار خون بالا	C۹
۱۰	هورمونی تغییرات	C۱۰
۱۱	مشکلات تنفسی	C۱۱
۱۲	سر بزرگتر از حد متوسط اندازه	C۱۲

٤-۱-۸ بیماری عفونت استخوان

علائم بیماری عفونت استخوان در جدول ۱۹ آورده شده است.

جدول ۱۹. علائم بیماری عفونت استخوان

ردیف	نام علامت	نماد
۱	ترشح مزمن چرک از پوست	C۱
۲	تورم و گرم شدن استخوان مبتلا به عفونت	C۲
۳	قرمزی پوست قرار گرفته بر روی استخوان مبتلا به عفونت	C۳
۴	بالا رفتن درجه حرارت بدن یا تب به دلیل فعالیت بیش از حد میکروب‌ها	C۴
۵	درد شدید در استخوان عفونی شده	C۵
۶	احساس درد با لمس استخوان آسیب دیده	C۶

ردیف	نام علامت	نماد
۷	اختلال و لنگیدن هنگام راه رفتن	C۷

۵ بحث و جمع‌بندی

در این پژوهش، نشانه‌های کلیدی مرتبط با دو بیماری نوروفیبروماتوز نوع یک و عفونت استخوانی مورد بررسی قرار گرفت. در گام نخست، بر پایه‌ی مرور جامع مطالعات پیشین (جداول ۲ و ۳)، برای نوروفیبروماتوز نوع ۱، یازده ویژگی بالینی و برای عفونت استخوان، شش نشانه‌ی اصلی شناسایی گردید. پس از گردآوری داده‌ها از منابع علمی معتبر، فرآیند غربالگری و تایید این مشخصه‌ها از طریق اجرای سه‌مرحله‌ای تکنیک دلفی فازی و با مشارکت گروهی از متخصصان ارتوپدی و ستون فقرات در شهرستان بم انجام شد. این رویکرد باعث شد تا دیدگاه‌های مختلف متخصصان در قالب یک چارچوب تحلیلی تلفیق و شاخص‌های نهایی با اجماع جمعی تأیید شود. در نهایت، جدول‌های ۱۸ و ۱۹ مجموعه‌ای از مهم‌ترین خصوصیات بالینی هر بیماری را ارائه می‌دهند که حاصل اجماع تخصصی و تحلیل فازی است.

نتایج حاصل از تحلیل فازی نشان داد که در بیماری نوروفیبروماتوز نوع ۱، دوازده ویژگی اصلی شامل اختلال در تنظیم هورمون‌ها، توده‌های گوشتی کوچک و نرم در سطح یا زیر پوست، رشد غیرعادی بافت عصبی بینایی (گلیومای عصب بینایی)، افزایش فشار خون، لکه‌های قهوه‌ای روشن پوستی، مشکلات تنفسی، ندول‌های لیش در عنبیه، نقاط قهوه‌ای در زیربغل یا کشاله ران، ناهنجاری‌های استخوانی، دشواری‌های شناختی یا بیش‌فعالی، قامت کوتاه‌تر از میانگین و بزرگی غیرعادی جمجمه از مهم‌ترین شاخص‌های این بیماری هستند. بررسی‌ها نشان داد که بیشتر این علائم، به‌ویژه تغییرات پوستی، توده‌های عصبی و اختلالات شناختی، در تشخیص بالینی بیماران نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. همچنین، وجود ویژگی‌هایی مانند افزایش فشار خون یا مشکلات تنفسی، که کمتر در مطالعات پیشین مورد تأکید قرار گرفته بودند، بیانگر گستره‌ی اثرات سیستمیک این بیماری است و اهمیت ارزیابی چندبعدی بیماران را تقویت می‌کند.

یافته‌های این تحقیق در بخش عمده‌ای با نتایج مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد. برای نمونه، لکه‌های پوستی روشن و گلیومای بینایی در پژوهش‌های اولادنبی، شهرکی، رضاپور، کهرام‌فر، هیبره و دِنگ نیز به‌عنوان نشانه‌های شاخص معرفی شده‌اند. همچنین، اختلالات تنفسی، تغییرات هورمونی، مشکلات یادگیری، کوتاهی قد و توده‌های زیرپوستی در مطالعات داخلی و خارجی متعدد تأیید شده‌اند. با این حال، این پژوهش توانست با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، اهمیت نسبی هر یک از این نشانه‌ها را بر اساس نظر جمعی متخصصان کمی‌سازی کند، که این خود نقطه‌ی تمایز اصلی نسبت به مطالعات پیشین است و ارزش علمی پژوهش حاضر را افزایش می‌دهد.

در خصوص بیماری عفونت استخوان، نتایج حاصل از تحلیل فازی و اجماع متخصصان، هفت ویژگی اصلی را شناسایی کرد که شامل التهاب و گرمی ناحیه درگیر، ترشح مداوم از سطح پوست، درد شدید و ممتد استخوانی، درد هنگام لمس، قرمزی پوست، تب ناشی از عفونت و دشواری در حرکت یا راه رفتن است. تحلیل

داده‌ها نشان می‌دهد که ترکیب علائم درد مزمن، ترشح پوستی و تب مکرر بیشترین نقش را در تشخیص قطعی دارد و می‌تواند به‌عنوان معیار اولیه برای ارزیابی بیماران مشکوک مورد استفاده قرار گیرد. یافته‌های مربوط به عفونت استخوان نیز با نتایج مطالعات حق‌شناس، باری، جاگرنائوث و سان مطابقت دارد. این مطالعات نیز به نشانه‌هایی مانند التهاب موضعی، ترشح پوستی، افزایش دمای بدن و درد استخوانی اشاره کرده‌اند. تفاوت قابل توجه در پژوهش حاضر این است که از طریق تکنیک دلفی فازی، اولویت و میزان اهمیت هر یک از این علائم بر اساس دیدگاه جمعی متخصصان تعیین شده است؛ بنابراین، نتایج این تحقیق علاوه بر تأیید یافته‌های گذشته، به وزن‌دهی و اولویت‌بندی علمی علائم نیز پرداخته و زمینه را برای طراحی سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری پزشکی فراهم می‌سازد.

به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد که بهره‌گیری از روش دلفی فازی در ترکیب با قضاوت تخصصی پزشکان، ابزاری کارآمد برای مدیریت عدم قطعیت در فرآیند تشخیص بیماری‌ها است. این روش با فراهم کردن بستری برای جمع‌آوری نظرات متعدد و رسیدن به اجماع، امکان شناسایی دقیق‌تر نشانه‌های بالینی و ارزیابی وزن نسبی آن‌ها را فراهم می‌کند. از این رو، نتایج تحقیق حاضر می‌تواند در توسعه‌ی مدل‌های هوشمند پشتیبان تصمیم‌گیری، آموزش بالینی پزشکان و بهبود فرآیندهای تشخیص زودهنگام بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود این دستاوردها، تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی نیز روبه‌رو بوده است. از جمله می‌توان به عدم پاسخ‌دهی برخی پزشکان به پرسشنامه‌ها، دشواری در دسترسی به متخصصان ساکن در سایر مناطق، تأخیر در تحویل داده‌ها توسط برخی خبرگان و مفقود شدن بخشی از پرسشنامه‌های توزیع‌شده اشاره کرد. هرچند این موارد می‌تواند بر گستره‌ی نمونه‌گیری و زمان تحلیل تأثیر بگذارد، اما با اجرای سه‌مرحله‌ای روش دلفی فازی و کنترل کیفی داده‌ها، اثر این محدودیت‌ها تا حد زیادی کاهش یافته و نتایج از اعتبار قابل قبولی برخوردار هستند.

در پایان، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی از نسخه‌های پیشرفته‌تر مجموعه‌های فازی مانند مجموعه‌های نوع دوم یا بازه‌ای برای افزایش دقت تحلیل‌ها استفاده شود. همچنین ترکیب روش دلفی فازی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند به بهبود کیفیت و سرعت تحلیل‌ها کمک کند. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود چارچوب ارائه‌شده به سایر بیماری‌های نادر، چندعاملی یا دارای تشخیص دشوار تعمیم یابد. به‌کارگیری این رویکرد در حوزه‌هایی خارج از پزشکی مانند مدیریت بحران، تحلیل ریسک، مهندسی ایمنی و سیاست‌گذاری سلامت نیز می‌تواند از جمله زمینه‌های ارزشمند برای توسعه‌ی آتی این مدل باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش بهینه‌سازی سیستم‌ها در دانشگاه سیستان و بلوچستان است. بدین وسیله از تمام افرادی که در تکمیل پرسشنامه‌ها همکاری کرده و از اطلاعات لازم بهره‌مند نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1] Law, I., Widdows, H. (2008). Conceptualising health: Insights from the capability approach. Health Care Analysis, 16(4), 303–314.

[2] Rodríguez-González, A., Torres-Niño, J., Hernández-Chan, G., Jiménez-Domingo, E., Alvarez-Rodríguez, J. M. (2012). Using agents to parallelize a medical reasoning system based on ontologies and description logics as an application case. Expert Systems with Applications, 39(18), 13085–13092.

[3] Amiri, N., Hasani, A. A. (2020). Assessing the quality of health care services from customers' perspective using mixed fuzzy multi-criteria decision-making tools (Case study: Shahrood health centers). Journal of Healthcare Management (Journal of Health System), 11(1), 35–46. [In Persian].

[4] Das, R., Turkoglu, I., Sengur, A. (2009). Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles. Expert Systems with Applications, 36(4), 7675–7680.

[5] Lappenschaar, M., Hommersom, A., Lucas, P. J., Lagro, J., Visscher, S. (2013). Multilevel Bayesian networks for the analysis of hierarchical health care data. Artificial Intelligence in Medicine, 57(3), 171–183.

[6] Graber, M. L., Mathew, A. (2008). Performance of a web-based clinical diagnosis support system for internists. Journal of General Internal Medicine, 23, 37–40.

[7] Chen, S. M. (1994). A weighted fuzzy reasoning algorithm for medical diagnosis. Decision Support Systems, 11(1), 37–43.

[8] Vinterbo, S., Ohno-Machado, L. (2000). A genetic algorithm approach to multi-disorder diagnosis. Artificial Intelligence in Medicine, 18(2), 117–132.

[9] Temurtas, H., Yumusak, N., Temurtas, F. (2009). A comparative study on diabetes disease diagnosis using neural networks. Expert Systems with Applications, 36(4), 8610–8615.

[10] Marinakis, Y., Marinaki, M., Dounias, G. (2008). Particle swarm optimization for pap-smear diagnosis. Expert Systems with Applications, 35(4), 1645–1656.

[11] Huang, M. J., Chen, M. Y., Lee, S. C. (2007). Integrating data mining with case-based reasoning for chronic diseases prognosis and diagnosis. Expert Systems with Applications, 32(3), 856–867.

[12] Oladnabi, M., Haddadi, T., Kianmehr, A. S., Samaei, N. M., Mehri, M. (2017). Report of a family with several patients with neurofibromatosis type 1 in three consecutive generations. Scientific Journal of Gorgan University of Medical Sciences, 19(2), 104–108. [In Persian].

[13] Shahraki, F., Oladnabi, M. (2023). Molecular pathogenesis, diagnostic criteria, symptoms, clinical manifestations and gene-based therapeutic approaches in neurofibromatosis (Review). Scientific Journal of Gorgan University of Medical Sciences, 25(2), 1–11. [In Persian].

[14] Shafi, H., Darzi, M. M., Ghasemi-Shaktaei, S. H., Rostami, Q., Kamrani, Q., Kamalinia, H. R. (2022). Report of a case of isolated neurofibroma of the bladder in a young adult man without a history of neurofibromatosis type 1. Scientific Research Journal of Babol University of Medical Sciences, 24(1), 199–204. [In Persian].

[15] Rezapour Esfahani, M., Jouybari, L., Sanago, A., Araghian Majerd Fereshteh. (2017). Living experiences with neurofibromatosis in a young woman: A case report. Neurosciences of Healing Khatam, 5(3), 44–50. [In Persian].

[16] Kahram Farz, Alush, A. (2019). A case report of spontaneous hemothorax in a patient with neurofibromatosis type 1. Avicenna Journal of Clinical Medicine (Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences and Health Services), 26(3), 188–191. [In Persian].

[17] Hirbe, A. C., Gutmann, D. H. (2014). Neurofibromatosis type 1: A multidisciplinary approach to care. The Lancet Neurology, 13(8), 834–843.

[18] Nouri Deloui, M. R., Bustanipour, A. (2019). Molecular genetics of neurofibromatosis 1 and outlook. Medical Sciences, 29(2), 101–116. [In Persian].

[19] Deng, L., Wang, Y., Xiang, X., Chen, C. (2024). Bone absorption and deformity in mandible as initial symptom and manifestation of neurofibromatosis type 1: A case report and literature review. Oral Oncology Reports, 100132.

[20] Haghshenas, M., Haghshenas, M. R. (2016). Common bacteria in joint infections and osteomyelitis. National Congress of Musculoskeletal Diseases. [In Persian].

[21] Haghshenas, M. R. (2016). Laboratory diagnosis of arthritis and osteomyelitis in children. National Congress of Musculoskeletal Diseases. [In Persian].

[22] Sheibani, F., Qabuli, M. J., Naderi, H. R. (2014). A case report of multifocal tuberculous osteomyelitis. Journal of the Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, 57(6), 804–813. [In Persian].
[23] Azarkar, Q., Ziaei, M., Esmaeil Pour, A. (2022). Determining the frequency and risk factors of osteomyelitis in patients with diabetic foot ulcers in Birjand city. Scientific Journal of Birjand University of Medical Sciences, 29(1), 57–66. [In Persian].
[24] Bhowmik, D., Bhanot, R., Gautam, D., Rai, P., Kumar, K. P. (2018). Osteomyelitis: Symptoms, causes and treatment. Research Journal of Science and Technology, 10(2), 165–177.
[25] Sun, K., Zhang, C., Mao, Z., Wang, C., Zhu, H., Sun, H., Wang, K., Cheng, W. (2024). Clinical characteristics of neonatal and infant osteomyelitis and septic arthritis: A multicenter retrospective study. Jornal de Pediatria, 100(4), 430–437.
[26] Jaggernauth, S., Waack, A., Hoyt, A., Schroeder, J. (2024). Disseminated Mycobacterium avium complex spinal osteomyelitis in a patient with interferon gamma receptor deficiency: A case report. Radiology Case Reports, 19(8), 3070–3075.
[27] Mardanpour, K., Rahbar, M. (2021). Report of a rare case of tuberculous osteomyelitis in the thumb. Journal of Medical Sciences Studies (Medical Journal of Urmia University of Medical Sciences), 32(5), 329–334. [In Persian].
[28] Bury, D. C., Rogers, T. S., Dickman, M. M. (2021). Osteomyelitis: Diagnosis and treatment. American Family Physician, 104(4), 395–402.
[29] Hatzenbuehler, J., Pulling, T. J. (2011). Diagnosis and management of osteomyelitis. American Family Physician, 84(9), 1027–1033.
[30] Xirogiannis, G., Glykas, M. (2004). Fuzzy cognitive maps in business analysis and performance-driven change. IEEE Transactions on Engineering Management, 51(3), 334–351.
[31] Azar, A., Faraji, H. (2010). Fuzzy management science. Mehraban Book Publishing Institute. [In Persian].
[32] Pal, D., Mandana, K. M., Pal, S., Sarkar, D., Chakraborty, C. (2012). Fuzzy expert system approach for coronary artery disease screening using clinical parameters. Knowledge-Based Systems, 36, 162–174.
[33] Rouzbahan, M. V., Gholipour, R., Seyed Javadin S. R., (2022). Optimizing the Competency Model of University Administrators with Delphi-Fuzzy Technique and Grounded Theory Approach; Journal of Operational Research and its Applications, 19 (1) :57-80. [In Persian].
[34] Soofi Abadi F, Shahraki A, Rahdar M., (2025) Designing a Decision Support System for Diagnosing Osteomyelitis Using Fuzzy Cognitive Maps; Journal of Operational Research and its Applications, 22 (1): 149-167 . [In Persian].
[35] Akinnuwesi, B. A., Adegbite, B. A., Adelowo, F., Ima-Edomwonyi, U., Fashoto, G., Amumeji, O. T. (2020). Decision support system for diagnosing rheumatic-musculoskeletal disease using fuzzy cognitive map technique. Informatics in Medicine Unlocked, 18, 100279.
[36] Yan, H., Jiang, Y., Zheng, J., Peng, C., Li, Q. (2006). A multilayer perceptron-based medical decision support system for heart disease diagnosis. Expert Systems with Applications, 30(2), 281-272.
[37] Adler, M., Ziglio, E. (1996). Gazing Into The Oracle: The Delphi Method And Its Application To Social Policy And Public Health. Jessica Kingsley Publishers.
[38] Mullen, P. M. (2003). Delphi: myths and reality. Journal of health organization and management.
[39] Häder, M., Häder, S. (1995). Delphi und Kognitionspsychologie: Ein Zugang zur theoretischen Fundierung der Delphi-Methode. ZUMA Nachrichten, 19(37), 8-34.
[40] Azar, A., Faraji, H. (2010). Fuzzy management science. Institute Mehraban book publisher, Tehran.
[41] Kardaras, D. K., Karakostas, B., Mamakou, X. J. (2013). Content presentation personalisation and media adaptation in tourism web sites using Fuzzy Delphi Method and Fuzzy Cognitive Maps. Expert Systems with Applications, 40(6), 2331-2342.
[42] Kuo, Y. F., Chen, P. C. (2008). Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using Fuzzy Delphi Method. Expert systems with applications, 35(4), 1930-1939.