مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره سوم شماره چهارم. ص ۲۸۶-۲۷۲، ۱۳۹۵

# روش موجودیت محور چند سطحی جهت سیستم‌های پشتیبان تشخیص پزشکی با استفاده از فناوری معنایی در زمینه تشخیص بیماری‌های با علامت مشترک درد قفسه سینه

مریم نوروززاده راوری[۱]، وحید ستاری نائینی[۲]*

• دریافت مقاله: ۹۵/۹/۲۵ • پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۱۶

**مقدمه:** سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، همراه با فناوری وب‌معنایی رویکردی نوین جهت کمک به پزشکان در تشخیص انواع بیماری‌ها ایجاد می‌کنند. از طرفی، هستی‌شناسی پزشکی یک مدل دانش از دامنه بالینی شامل تمام مفاهیم مرتبط به تشخیص، درمان، روش‌های بالینی و داده‌های بیمار است.

**روش:** این پژوهش که از نوع توسعه‌ای-کاربردی می‌باشد و سیستمی جهت تشخیص بیماری در حوزه‌های مختلف پزشکی با یک علامت مشترک درد قفسه سینه طراحی شده است. سیستم پیشنهادی انواع علائم، تست‌های تشخیصی، همچنین ماهیت متداخل بیماری را مبنی بر اینکه یک بیماری می‌تواند به عنوان یک عنصر تشخیصی از بیماری دیگر باشد را مورد توجه قرار داده و با استفاده از نرم افزار پروتیج و زبان برنامه‌نویسی مبتنی بر قانون جنا داده‌های واقعی بیماران بیمارستان شفا کرمان را مورد بررسی قرار داده است.

**نتایج:** برای ارزیابی روش پیشنهادی، نتایج به دست آمده با روش‌های کلاسیک و چند سطحی از لحاظ تشخیص بیماری و تعداد قوانین مورد نیاز مقایسه شده است که روش پیشنهادی بر خلاف روش کلاسیک قابلیت تشخیص بیماری در داخلی‌ترین سطح را داشته و همچنین بر خلاف روش چند سطحی تنها با هفت قانون در بدترین شرایط (افزایش سطوح بیماری متداخل) توانایی تشخیص بیماری در حوزه‌های مختلف با علامت مشترک درد قفسه سینه را دارا می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** روش تشخیص موجودیت محور چندسطحی به کمک فناوری معنایی، ابزاری کارا جهت سیستم‌های تشخیص پزشکی می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری، وب‌معنایی، هستی‌شناسی پزشکی، استنتاج قانون، تشخیص پزشکی

**•ارجاع:** نوروززاده راوری مریم، ستاری نائینی وحید. روش موجودیت محور چند سطحی جهت سیستم‌های پشتیبان تشخیص پزشکی با استفاده از فناوری معنایی در زمینه تشخیص بیماری‌های با علامت مشترک درد قفسه سینه. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۵؛ ۳(۴): ۲۸۶-۲۷۲.

۱. دانشجوی ارشد طراحی و تولید نرم افزار، گروه فن‌آوری اطلاعات، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، کرمان، ایران.

۲. استادیار، دکترای مهندسی کامپیوتر، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

*** نویسنده مسئول:** کرمان، میدان پژوهش، پردیزه افضلی‌پور، بخش مهندسی کامپیوتر

**• شماره تماس:** ۳۱۳۲۲۵۴۴-۰۳۴

• **Email:** vsnaeini@uk.ac.ir

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

## مقدمه

سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری ( Decision Support DSS(System، سیستم‌های اطلاعاتی تعاملی و انعطاف‌پذیر مبتنی بر رایانه هستند که به طور خاص به منظور پشتیبانی از حل مسائل مدیریتی غیر ساختمند و بهبود تصمیم‌گیری ایجاد شده‌اند [۱]. از آنجا که اغلب مسائل در پزشکی مدرن بسیار پیچیده می‌باشند به همین جهت تصمیم‌گیری‌های پزشکان معمولاً متغیر می‌باشد. از سوی دیگر حجم مفید اطلاعات پزشکی که با یک محدوده کوچک تشخیصی در ارتباط است، به قدری زیاد است که تصمیم‌گیری سریع و دقیق را دشوار خواهد ساخت. ضمناً فناوری‌های مدرن روز به روز بر حجم این اطلاعات می‌افزایند و مسئله را دشوارتر از پیش خواهند ساخت. از آن گذشته، اشخاص به تصمیمات اختصاصی نیازمند می‌باشند؛ زیرا ویژگی‌های آنان با حد متوسط بیان شده در مراجع پزشکی متفاوت است. با توجه به مسائل فوق الذکر به آسانی قابل درک است که ما با چالش عظیمی در پروسه تشخیص پزشکی، به طور عمومی و عملکرد پزشکان، به طور اختصاصی مواجه خواهیم شد که نیاز به پیدایش سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی را آشکار خواهد نمود سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی به نرم‌افزارهایی گفته می‌شوند که برای کمک به تشخیص‌های بالینی طراحی و ساخته شده‌اند. این سیستم‌ها با استفاده از اطلاعات و دانش پزشکی به تشخیص عارضه‌های گوناگون و تجویز توصیه‌های پزشکی برای بیماران اقدام می‌نمایند. این سیستم‌ها برای جایگزینی پزشکان طراحی نشده و تنها جهت یاری‌رسانی به متخصصان علوم پزشکی در امر تشخیص بیماری‌ها بر اساس یکسری از قواعد تجربی ارائه شده‌اند [۲].

مدل‌های پشتیبانی تصمیم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- کمی: بر اساس روش‌های آماری موجود است و از داده‌های آموزشی استفاده می‌کند؛ مثل شبکه‌های عصبی، فازی و احتمالی.

۲- کیفی: از ویژگی‌های پیشنهاد شده متخصصین استفاده می‌کند و از استدلال‌های سمبولیک بهره می‌برد. از این نوع مدل می‌توان به سیستم‌های خبره و درخت تصمیم اشاره کرد. [۲].

از آنجا که در بستر پزشکی، اطلاعات با شکل‌های گوناگون یافت می‌شود، در شرایط بحرانی بازیابی اطلاعات به صورت هوشمندانه از لایه‌های مختلف اطلاعاتی به داده‌های یکسان مورد توجه بوده و با توجه به این که نمی‌توان با یک پایگاه داده ساده اطلاعات موجود را یکپارچه نمود، مفهوم وب معنایی، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳].

با توجه به گسترش روزافزون اطلاعات در وب و نیازهای جدید به وجود آمده، محققان به این نتیجه رسیده‌اند که در وب کنونی ذخیره‌سازی و انتشار اطلاعات با سهولت انجام می‌شود. اما این نوع ذخیره‌سازی مشکلات زیادی را برای بازیابی و استفاده‌های بعدی اطلاعات به وجود آورده است. وب معنایی به عنوان یک راه‌حل برای این مشکلات به وجود آمده که هدف از آن به اشتراک گذاشتن اطلاعات در وب به صورتی هوشمندتر است به صورتی که نه تنها انسان؛ بلکه ماشین‌ها نیز توانایی فهم آن را داشته باشند. به این ترتیب می‌توان گفت که هدف اصلی در وب معنایی، ایجاد بستری جهت قابل درک کردن داده‌ها برای ماشین‌ها و ایجاد داده‌های هوشمندتر می‌باشد [۴]. از مزیت‌های اصلی این فناوری، استنتاج، سهولت در تدوین قوانین و سرعت استنتاج فرآیند مرتبط است. بازنمایی دانش مسئله مهمی در این زمینه است؛ به خصوص اگر این دانش به طور مؤثر برای استدلال به عنوان بخشی از سیستم های پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده شود [۵].

اولین قدم برای حرکت به سمت وب معنایی توصیف طبقه بندی‌ها (Taxonomy) به شکل قابل استفاده برای ماشین‌ها است. تعریف فن‌آوری اطلاعات برای طبقه‌بندی، طبقه‌بندی موجودیت‌های اطلاعاتی به شکل سلسله مراتبی، مطابق با روابط استنباط شده از موجودیت‌های جهان هستی است، که نمایش می‌دهند. طبقه‌بندی، حداقل معنای موردنیاز برای مسائل مربوط به ارتباط بین اشیاء یک فضای اطلاعاتی را فراهم می‌آورد. از طرفی دیگر طبقه‌بندی‌ها باعث کاهش افزونگی اطلاعات می‌گردند [۵].

هستی شناسی (Ontology) از دو واژه "Onto" به معنای هستی و "Logia" به معنای مطالعه، به وجود آمده و در وب معنایی، واژه‌ها و ارتباط بین آن‌ها در دامنه‌ای که استفاده می شوند را نشان می‌دهد. عناصر اصلی تشکیل دهنده هستی شناسی عبارت‌اند از: مفاهیم، ارتباط و خصوصیت‌های آن‌ها می‌باشد. توصیف ارائه شده توسط یک هستی‌شناسی توسط ماشین قابل پردازش بوده و در نتیجه عامل‌های نرم‌افزاری می توانند با پردازش هستی‌شناسی‌ها به درک مشترکی از دامنه هایی که توسط آن‌ها توصیف شده‌اند، دست یابند. هستی شناسی به عنوان بخشی از فرآیند استدلال است که هر هستی شناسی تنها یک پایگاه دانش است. هستی‌شناسی پزشکی یک مدل دانش از دامنه بالینی شامل تمام مفاهیم مرتبط به

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

تشخیص، درمان، روش‌های بالینی و داده‌های بیمار است. با توجه به آنچه که گفته شد، نیاز به طراحی یک هستی‌شناسی در زمینه مدیریت اطلاعات بیمار و بیماری‌ها که ارتباط بین کاراکترهای مختلف را مشخص می‌کند، احساس می‌شود [۶].

برای ایجاد هستی‌شناسی دو نوع کلی از زبان‌ها وجود دارد. اول زبان‌هایی که بر اساس گراف عمل می‌کنند مانند UML(Unified Medical Language)، RDF (Resource Description Framework) و دوم زبان‌هایی که براساس منطق گزاره‌ها عمل می کنند مانند: توصیفی، منطقی ،(OIL (Ontology Inference Layer، DAML (DARPA Agent Markup Language) (+OIL,OWL [۷].

زبان OWL(Ontology Web Language) و RDF می‌توانند به صورت یک نوع خاص از منطق گزاره‌ای در نظر گرفته شوند که تناظر با مفاهیم بدیهی به شکل قضایای منطقی نشان داده شده است. یک توجیه برای وجود چنین زبان‌های خاص وجود گرامر و ساختاری مناسب برای کابردهای مورد هدف است. دلیل دیگر، امکان تعریف زیرمجموعه‌های قابل قبولی از منطق است [۸].

بین قدرت بیان و پیچیدگی محاسباتی منطق‌های خاص یک مبادله وجود دارد، به این صورت که هر چه زبان قابل بیان‌تر باشد، کارآیی آن در سیستم‌های اثبات متناظر کمتر است و بالعکس [۸].

Jovic و همکاران، ساختار کار هستی‌شناسی پزشکی و فرآیند ساخت آن‌ها را ارائه نموده اند [۶]. گروه علوم کامپیوتر نیوزیلند، در سال ۲۰۰۹، یک چارچوب هستی‌شناسی محور به منظور ارتقاء و تسهیل برخی از شرایط پرس‌وجوی زمانی مهم در پزشکی عمومی، با تمرکز بر تجویز برای فشارخون بالا توسعه داده‌اند [۳]. Rodríguez-González و Alor-Hernández، مفهوم تشخیص چندسطحی را که در آن یک آسیب‌شناسی می‌تواند به عنوان یک عنصر تشخیصی آسیب‌شناسی دیگر در نظر گرفته شود را در عمق مدل‌سازی دیدگاه مذکور مورد مطالعه قرار داده‌اند و یک راه‌حل مبتنی بر تکنیک‌های مدل قانون استنتاج با فن‌آوری‌های معنایی را فراهم کردند [۹]. گروه رادیولوژی در دانشگاه پنسیلوانیا در سال ۲۰۱۶ یک هستی‌شناسی رادیولوژی جهت تشخیص بیماری با تمرکز بر روابط علّی‌ومعلول بین موجودیت‌ها طراحی نموده‌اند [۱۰].

Podgorelec و همکاران، بهینه‌سازی فرآیند تشخیص پزشکی از نقطه‌نظر دسترسی به داده‌ها را مورد مطالعه قرار داده اند و یک روش جدید برای یکپارچه‌سازی داده‌ها در درون یک فرآیند تشخیص ارائه نمودند [۱۱] Dixon و همکاران، تست آزمایشی خدمات پشتیبانی تصمیم‌گیری بالینی مبتنی بر وب را، با استفاده از یک چارچوب جدید که برای ایجاد و مدیریت دانش بالینی در یک حالت توزیع شده از ابر (Cloud) استفاده می‌نماید، پیاده‌سازی و اجرا نمودند [۱۲]. Riaño و همکاران، یک هستی‌شناسی برای مراقبت از بیماران معرفی نموده‌اند و دو پروسه شخصی و یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری را پیاده سازی نمودند [۱۳] Zhang و همکاران، برای جلوگیری از ذهنیت در تشخیص، روش پشتیبانی تصمیم‌گیری هستی شناسی محور که یک روش خودکار برای تشخیص MCI( Mild Cognitive Impairment) از طریق تصویربرداری با رزونانس مغناطیسی (MRI) است را پیشنهاد نمودند [۱۴].

در ایران نیز ابراهیمی‌نژاد و همکاران، ابتدا یک هستی‌شناسی بر اساس اطلاعات مرکز بهداشت و درمان شهرستان قوچان ایجاد کرده‌اند و سپس بر اساس این هستی‌شناسی یک سیستم تجویز دارو را پیشنهاد داده‌اند [۱۵]. ترشیزی و همکاران، با استفاده از سیستم‌های هوشمند فازی در سطح جدیت تشخیص و معرفی درمان‌های مناسب برای بیماران دارای هیپرپلازی خوش‌خیم پروستات پرداختند [۱۶]. صدوقی و شیخ طاهری، به بررسی قابلیت سیستم‌های اطلاعاتی هوشمند در پزشکی پرداخته و مهم‌ترین چالش‌های به کارگیری این سیستم‌ها را مورد بحث قرار داده‌اند [۱۷].

در این مقاله، با توجه به انواع علائم، تست‌های تشخیصی و ماهیت متداخل بیماری، نه تنها اطلاعات پزشکی بیمار و بیماری را مدل‌سازی نموده، بلکه ضمن حفظ دقت و حساسیت سیستم‌های قبلی یک راه‌حل جهت کاهش تعداد قوانین مورد نیاز به منظور تشخیص بیماری ارائه شده است تا علاوه بر تشخیص بیماری‌های متداخل، سرعت تشخیص بیماری افزایش یابد.

## روش

این پژوهش از نوع توسعه‌ای-کاربردی می‌باشد. همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، طراحی سیستم تشخیص پزشکی شامل سه فاز اصلی می‌باشد. در فاز اول اطلاعات پزشکی را مدل‌سازی نموده سپس، در فاز دوم بر اساس مفاهیم به دست آمده به مدل‌سازی اطلاعات بیماران می‌پردازیم. در فاز سوم نیز

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

از طریق کدنویسی اطلاعات مدل‌سازی شده را تحلیل و مورد استنتاج قرار داده می‌شود. در ادامه به جزئیات طراحی سیستم پرداخته می‌شود.



**شکل ۱: مراحل طراحی سیستم تشخیص پزشکی**

هیچ پروتکلی در مورد چگونگی ساخت یک هستی‌شناسی وجود ندارد. هستی‌شناسی می‌تواند به صورت دستی و یا نیمه اتوماتیک انجام شود. در این فاز، هستی‌شناسی پزشکی به صورت دستی ایجاد شده است. در ابتدا حوزه قلب و عروق را برای ایجاد هستی‌شناسی انتخاب کرده‌ایم. همچنین باید توجه داشت که یکی از علائم شایع در این زمینه درد قفسه سینه است که می‌تواند علل قلبی و غیرقلبی داشته باشد. به طور کلی به هرگونه احساس درد و ناراحتی در قفسه سینه، درد قفسه سینه اطلاق می‌شود. بیش از ۵۰٪ از بیماران مراجعه کننده به اورژانس با درد قفسه سینه به دلائل نامشخص، بیماری کرونری را رد خواهند کرد؛ بنابراین در این مرحله تعدادی بیماری مختلف که دارای علامت مشترک درد قفسه سینه بوده و باعث خطای پزشکان در تشخیص به موقع و صحیح بیماری می‌گردد را شناسایی نموده. برای ایجاد هستی‌شناسی در حوزه پزشکی ابتدا باید اطلاعات موردنیاز از قبیل نام و کد استاندارد بیماری (ICD-10) [۱۸] را مشخص نموده و پس از آن علائم و تست‌های تشخیصی را برای بیماری‌های انتخاب شده، جمع‌آوری نماییم. اطلاعات موردنیاز در مورد بیماری‌های انتخاب شده در جدول ۱ آورده شده است. در این مقاله، برای هر حوزه پزشکی، یک گروه مشخص از آزمایش‌های خون [۱۹] به عنوان تست‌های تشخیصی و حداقل پنج علامت بیماری جهت تشخیص بیماری در نظر گرفته شده است.

جهت ایجاد هستی‌شناسی بیماری، از ابزار گرافیکی پروتیج (Protege) نسخه چهار [۲۰] که یکی از بهترین انتخاب‌ها برای یک نرم افزار رایگان پلت فرم توسعه هستی‌شناسی می‌باشد، استفاده شده است. برای مدل‌سازی اطلاعات بیمار، پس از جمع‌آوری داده‌های بیمار، نگاشت داده‌های هستی‌شناسی بیمار به صورت نیمه اتوماتیک ایجاد می‌گردد.

در این بخش، به یک مجموعه داده نیاز است که در این مقاله از داده‌های واقعی بیماران در مرکز آموزشی- درمانی شفا شهرستان کرمان استفاده شده است. داده‌های بیماران موجود در پایگاه داده شفا را که دارای ۴۹۵ جدول و ۵۰۹۸ فیلد می‌باشد، با توجه به ساختار طراحی شده هستی‌شناسی پزشکی و اهداف مقاله مورد بررسی قرار می‌دهیم. به دلیل حجم بالای اطلاعات موجود در پایگاه داده و تنوع آیتم‌های تشخیص پزشکی سعی در محدود کردن حجم و پالایش داده‌ها بر اساس معیارهای ذیل می‌نماییم:

- انتخاب جداول موردنیاز

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

- انتخاب بیماران پذیرش شده در سال ۱۳۹۳
- انتخاب بیماران با جنسیت مذکر
- انتخاب بیماران بالای ۶۰ سال
- انتخاب بیماران اورژانس سرپایی
- انتخاب بیماران دارای علامت بیماری
- محدود کردن علائم بیماری
- انتخاب بیماران دارای علائم بیماری تعیین شده
- انتخاب بیماران دارای آزمایش خون (تست تشخیصی)
- محدود کردن آزمایش‌ها
- انتخاب بیماران دارای آزمایش‌های تعیین شده (با جواب)

از آنجا که در مرکز آموزشی -درمانی شفا کرمان از سیستم‌های مدیریت پایگاه داده "Microsoft SQL Server 2008" استفاده می‌شود و از طرف دیگر مجموعه داده در هستی شناسی بر پایه RDF و یا OWL است، بنابراین در این مرحله لازم است اطلاعات موجود در پایگاه داده را نگاشت نموده و امکان بهره‌برداری از اطلاعات را در هستی‌شناسی بیمار، فراهم آوریم. در این مقاله از رابط گرافیکی RDOTE جهت نگاشت داده‌ها استفاده شده است. پس از انجام نگاشت، داده‌ها بر اساس ساختار تعیین شده، در هستی‌شناسی بیمار به عنوان نمونه در کلاس‌ها ثبت می‌گردند.

**جدول ۱: مشخصات بیماری‌ها**

| حوزه پزشکی | نام بیماری | ICD-10 | علائم | تست‌های تشخیصی |
|---|---|---|---|---|
| ایسکمیک قلب | آنژین صدری | I20.1 | درد قفسه سینه، درد گردن، آنژین ناپایدار، تنگی نفس، درد در شانه | Cr, K, CPK, Troponin, C.P.K-mb, BS,C.B.C, Na |
| ایسکمیک قلب | * آنژین ناپایدار | I20.0 | درد قفسه سینه | Cr, K, CPK, Troponin, C.P.K-mb, BS,C.B.C, Na |
| ایسکمیک قلب | سکته قلبی | I21 | درد قفسه سینه، نارسایی قلبی، طپش قلب، تب | Cr, K, CPK, Troponin, C.P.K-mb, BS,C.B.C, Na |
| ایسکمیک قلب | *نارسایی قلبی | I50.9 | فشارخون، تنگی نفس | --- |
| ریوی | آمبولی ریه | I26 | درد قفسه سینه، تنگی نفس، سرفه، کبودی، تنفس سریع | P.T.T, INR, Na, PT Patient |
| عضلانی اسکلتی | التهاب غضروف دنده‌ای | M94.0 | درد قفسه سینه | CPK, LDH, C.P.K-mb |
| عضلانی اسکلتی | زونا | B02 | درد قفسه سینه، خارش، تب و لرز، سوزش، تیر کشیدن | CPK, LDH, C.P.K-mb |
| دستگاه گوارش | آشلازی | K22.0 | درد قفسه سینه، سرفه، کاهش وزن، ترش کردن، تورم | Bili.Total, bili.direct, ALT-SGPT, ALT-SGOT,ALK.ph |
| دستگاه گوارش | ریفلاکس معده‌ای مروی | K21 | درد قفسه سینه، سوزش سردل، سرفه، ترشح بزاق، تهوع، درد هنگام بلع، ترش کردن | Bili.Total, bili.direct, ALT-SGPT, ALT-SGOT,ALK.ph |

*** بیماری که می‌تواند، علامت بیماری دیگری می‌باشد.**

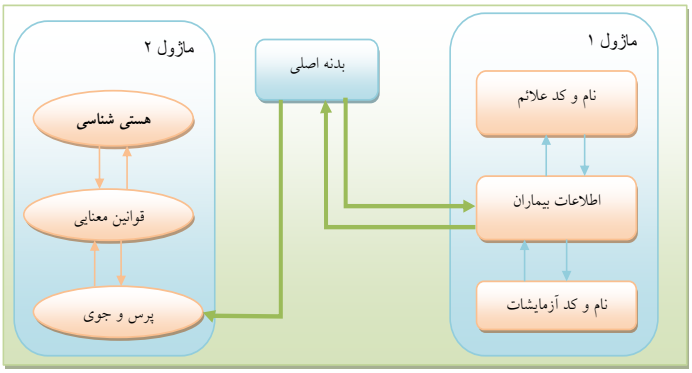
برای استنتاج و تشخیص بیماری، هستی‌شناسی اطلاعات پزشکی و داده‌های بیمار به ترتیب تحت عنوان داده‌های استاندارد و داده‌های بیمار ایجاد شده و جهت تحلیل در دسترس می‌باشند. همچنین قابل ذکر است که از این پس وارد فاز برنامه‌نویسی شده و جهت کدنویسی از محیط برنامه‌نویسی نت بینز استفاده می‌شود. زبان برنامه‌نویسی مبتنی بر قانون استفاده شده برای توسعه سیستم تشخیص، ( Application Program Interface) API جنا (قوانین جنا [۱۵])، می‌باشد، که این زبان از موتور استنتاج خود استفاده می‌کند. دلیل اصلی برای انتخاب این نوع موتور استنتاج و زبان مبتنی بر قانون، ظرفیت این زبان به منظور امکان شبیه‌سازی حرکت مفهوم است. این ویژگی در دیگر زبان‌های معنایی رایج‌تر مانند SWRL ارائه نشده است.

معماری نشان داده شده در شکل ۲ مربوط به سیستم استنتاج و تشخیص بیماری طراحی شده در این مقاله می‌باشد. این معماری شامل سه بخش: بدنه اصلی، ماژول ۱ و ماژول ۲ می‌باشد.

- در بدنه اصلی، ضمن ارسال درخواست، اطلاعات را از ماژول ۱ دریافت نموده و به ماژول ۲ ارسال می‌نماید.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

- در ماژول ۱، سیستم با دریافت کد پذیرش یک بیمار، سایر اطلاعات فرد را از هستی‌شناسی بیمار استخراج نموده و جهت تحلیل به بخش بدنه اصلی ارسال می‌کند.
- در ماژول ۲، اطلاعات دریافت نموده را با نتایج استنتاج مطابقت داده و نتایج را در قالب یک لیست نمایش می‌دهد. قوانین معنایی تعریف شده بر روی مدل هستی‌شناسی پزشکی اعمال نموده و نتیجه استنتاج در سیستم ذخیره می‌گردد. همچنین جهت تطبیق داده‌های بیمار با مدل استنتاج شده و نمایش لیست بیماری‌های مرتبط از پرس‌وجوی معنایی استفاده می‌شود.




**شکل ۲: معماری سیستم تشخیص پزشکی مدل موجودیت محور چندسطحی**

سیستم‌های کلاسیک تشخیص پزشکی قادر به پوشش بسیاری از موقعیت‌های تشخیصی در مواردی که طراحی شده‌اند، می‌باشد. با این حال این سیستم‌ها از یک روش کلاسیک برای مدل‌سازی پایگاه‌های دانش خود استفاده کرده‌اند که در آن یک بیماری تنها توسط عناصر مختلفی ازجمله: علائم، نشانه‌ها و تست‌های تشخیصی تشکیل شده است. این سیستم‌ها این حقیقت را به حساب نمی‌آورند که یک بیماری می‌تواند با سایر بیماری‌ها و دلالت‌های تشخیصی دیگر ترکیب شده باشد. مشکل مذکور در این نوع مدل‌سازی نه تنها بر میزان حساسیت تأثیر می‌گذارد، بلکه حساسیت در شرایطی که تعداد کمی از عناصر برای انجام یک تشخیص ارائه شده است نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. علاوه بر این، در مواردی که ورودی بیشتری ارائه شود، معیارهای مهم دیگری به وجود می‌آیند، که می‌توانند در نظر گرفته شوند مانند ظرافت و یا دقت که می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرند زیرا این سیستم قادر به تشخیص داخلی‌ترین و خارجی‌ترین بیماری نیست. این مدل، در حال حاضر مدل معیارهای تشخیص (Decision Criteria Model) DCM نامیده می‌شود است که عمدتاً بر اساس موجودیت‌های زیر تعریف شده است:

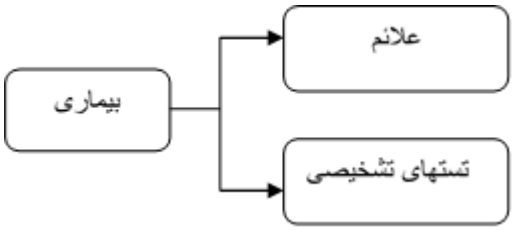
- بیماری: موجودیت اصلی برای اشاره به بیماری برای تشخیص است.
- علائم: در زمینه سیستم‌های تشخیص، باعث اشاره به بازنمایی یک نشانه یا یک علامت می‌شود که یک نشانه برخی از حقایق و یا ویژگی‌های پزشکی است که ممکن است توسط یک پزشک در طول معاینه فیزیکی بیمار تشخیص داده شود و یک علامت یک انحراف از عملکرد طبیعی یا احساس است که توسط یک بیمار مورد توجه قرار گرفته شده و نشان دهنده وجود یک بیماری یا اختلال می‌باشد. برای ساده کردن مدل، هم ارزی بین هر دو واژه به طور معمول ساخته شده است.
- تست پزشکی یا تست‌های تشخیصی: تست پزشکی یک نوع از روش‌های پزشکی انجام شده برای شناسایی، تشخیص، یا مانیتور بیماری‌ها، فرآیندهای بیماری، حساسیت و بنابراین یک درمان عملی تعیین شده است.

در شکل ۳ (الف)، رابطه اساسی که در میان این سه موجودیت وجود دارد نشان داده شده است. این رابطه در بسیاری از سیستم‌های تشخیص پزشکی ازجمله مدل کلاسیک تصویب شده است.

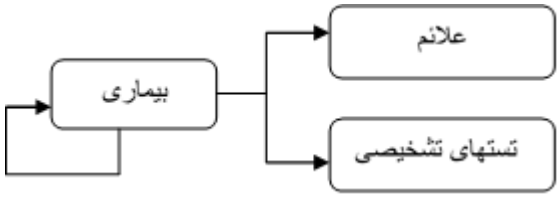
همچنین، رابطه بین موجودیت‌های نشان داده شده در شکل ۳(الف) وضعیت واقعی مدل تشخیص را، هنگامی‌که یک بیماری بخشی از یک بیماری دیگر است، منعکس نمی‌کند. شکل ۳ (ب) بازنمایی مدل‌سازی بیماری را تحت یک روش

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

چند سطحی نشان می‌دهد، که در آن یک بیماری می‌تواند یکی از یافته‌های بیماری دیگر باشد. این مهم است که به روابط مختلف بین هر موجودیت، توجه کنیم. به طور مشخص، جالب است مشاهده رابطه موجود بین بیماری با خودش که تعریف مدل چند سطحی را از نقطه‌نظر هستی‌شناسی امکان‌پذیر می‌کند.




**شکل ۳ (الف): رابطه بین موجودیت‌ها در مدل کلاسیک**




**شکل ۳ (ب): رابطه بین موجودیت‌ها در مدل چند سطحی**

قوانین استنتاج طراحی شده در مدل کلاسیک به شرح ذیل می‌باشد :

قانون اول: شکل ۴ به منظور اطمینان از این که تنها نشانه‌ها/علائم که این بیماری را تشکیل می‌دهند در فرآیند تشخیص به حساب آورده شوند طراحی شده است. این قانون بر اساس این فرض استوار است که اگر یک علامت در ویژگی"has_sign"، تنظیم شود و این علامت یکی از "SYM_A"، "SYM_B" و "SYM_C" نباشد از قانون خارج شده، یک نمونه که حاوی علامت ورودی است، شامل ارتباط مجازی جدید "hasNegSign" با نمونه مجازی "IS_DIS_X_NOT_SIGNS" تولید می‌کند.

```
[rule_DIS_X_NOT_REST_SIGNS:
(?i ddx:has_sign ?x) notEqual(?x, signs:SYM_A) notEqual(?x,
signs:SYM_B) notEqual(?x, signs:SYM_C) → (?i ddx:hasNegSign
ddx:DIS_DIS_X_NOT_SIGNS) ]
```

**شکل ۴: قانون مقایسه علامت ورودی با علائم تعریف شده در مدل ساده**

قانون دوم: قانون ارائه شده در شکل ۵ به منظور اطمینان از این که فقط تست‌های تشخیصی درگیر در این بیماری می‌تواند در نظر گرفته شوند. اگر تست تشخیصی در ویژگی "has_diagnostic_test" تنظیم شده باشد و "DT_1" یا "DT_2" نباشد قانون خارج شده، یک نمونه که حاوی تست تشخیصی است، شامل یک ارتباط مجازی جدید "hasNegDT" با نمونه مجازی "IS_DIS_X_NOT_DTS"، تولید می‌شود.

```
[rule_DIS_X_NOT_REST_DTS:
(?i ddx:has_diagnostic_test ?x) notEqual(?x, dts:DT_1) notEqual(?x,
dts:DT_2) → (?i ddx:hasNegDT ddx:DIS_DIS_X_NOT_DTS) ]
```

**شکل ۵: قانون مقایسه تست تشخیصی ورودی با تست‌های تعریف شده در مدل ساده**

قانون سوم: قانون ارائه شده در شکل ۶ امکان تشخیص بیماری با ورودی "SYM_ A" را نشان داده است. هدف از این قانون رو به عقب، ایجاد یک ویژگی مجازی جدید (تشخیص) بین نمونه حاوی یافته ورودی "SYM_ A" و بیماری تشخیص داده شده"DIS_X" است. این قانون، هنگامی‌که، این سه شرط برآورده نشوند، استخراج می‌شود: (۱) علامت ورودی "SYM_ A" مجاز است. (۲) رابطه "hasNegSign" تنظیم نشده است (این بدان معنا است که علامت‌های مجاز تنها به عنوان ورودی معرفی شده است (۳) رابطه "hasNegDT" تنظیم نشده است (بدان معنی است که تست‌های تشخیصی مجاز تنها به عنوان ورودی معرفی شده است).



[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

با این حال، این قانون برای هر یک از علائم باقی مانده "SYM_B و SYM_C" و تست تشخیصی "DT_1 و DT_2" باید ایجاد شود. ایجاد یک قانون برای هر یافته و تست تشخیصی به طور مستقیم با حساسیت بالای سیستم مرتبط است. یک قانون برای هر یافته این امکان را فراهم می‌کند که موتور استنتاج توانایی تشخیص یک بیماری که تنها یکی از این یافته‌ها و تست‌های تشخیصی معرفی شده را داشته باشد.

تعداد قوانین هر بیماری، در مدل کلاسیک از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$NR = S + DT + NE \quad (۱)$$

در رابطه ۱ منظور از NR، تعداد قوانین مورد نیاز جهت تشخیص بیماری و S، نشان دهنده تعداد نشانه‌ها / علائم مربوط به بیماری، DT، نشان دهنده تعداد تست‌های تشخیصی مربوط به بیماری و NE نشان دهنده تعداد قوانین ایجاد شده بر اساس موجودیت‌های مرتبط با این بیماری می‌باشد. اگر بیماری تنها توسط یافته‌ها و یا تست‌های تشخیصی تشکیل شده است، NE باید ۱ باشد. در صورتی که توسط هر دو موجودیت تشکیل شده باشد، NE باید ۲ باشند.

با توجه به قوانین طراحی شده در مدل کلاسیک، قابلیت تشخیص بیماری‌های متداخل وجود نداشته، همچنین بر اساس رابطه ۱، با افزایش تعداد علائم و تست‌های تشخیصی تعداد قوانین نیز افزایش پیدا می‌کنند. راه حل پیشنهادی برای حل مشکل تشخیص بیماری‌های متداخل، طراحی قواعد و قوانین استنتاج بر اساس تشخیص چند سطحی بوده و به شرح ذیل می‌باشد:

```
[rule_DIS_DIS_X_SYM_A:
(?i ddx:diagnosis dis:DIS_X) ← (?i ddx:has_sign signs:SYM_A)
noValue(?i, ddx:hasNegSign ddx:DIS_DIS_X_NOT_SIGNS)
noValue(?i, ddx:hasNegDT ddx:DIS_DIS_X_NOT_DTS)]
```

**شکل ۶: قانون تشخیص بیماری در مدل ساده**

قانون اول: قانون ارائه شده در شکل ۷ فرآیندی برای بررسی تمام علائم و نشانه‌های درگیر در فرآیند تشخیص بیماری X است.

```
[rule_DIS_X_NOT_REST_SIGNS:
(?i ddx:has_sign ?x) notEqual(?x, signs:SYM_A) notEqual(?x,
signs:SYM_B) notEqual(?x, signs:SYM_C) notEqual(?x, signs:SYM_D)
notEqual(?x, signs:SYM_E) → (?i ddx:hasNegSign ddx:DIS_X_NOT_SIGNS)
]
```

**شکل ۷: قانون مقایسه علامت ورودی با علائم تعریف شده در مدل چند سطحی**

قانون دوم: قانون ارائه شده در شکل ۸، تست‌های تشخیصی را مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به این که در مثال جاری، بیماری X، تنها دارای تست‌های تشخیصی می‌باشد.

```
[rule_DIS_X_NOT_REST_DTS:
(?i ddx:has_diagnostic_test ?x) notEqual(?x, dts:DT_1) notEqual(?x,
dts:DT_2) → (?i ddx:hasNegDT ddx:DIS_X_NOT_DT) ]
```

**شکل ۸: قانون جهت مقایسه تست تشخیصی ورودی با تست‌های تعریف شده در مدل چند سطحی**

قانون سوم: قانون ارائه شده در شکل ۹، همانند قوانین اول و دوم بیماری‌هایی که به عنوان یافته معرفی شده‌اند را مورد بررسی قرار می‌دهند. این بیماری‌ها یافته‌های بیماری جاری (بیماری X) هستند.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

```
[rule_DIS_X_NOT_REST_DISORDERS:
(?i ddx:has_disorder ?x) notEqual(?x, dis:DIS_Y) → (?i
ddx:hasNegDisorder ddx:DIS_X_NOT_DISORDERS) ]
```

**شکل ۹: قانون جهت مقایسه بیماری ورودی با بیماری تعریف شده در مدل چند سطحی**

قانون چهارم: قانون ارائه شده در شکل ۱۰ معادل با قانون ارائه شده در قانون سوم در مدل تشخیص کلاسیک است. تفاوت اصلی، در ارائه بند جدید" noValue (?i, dx:hasNegDisorder ddx:DIS_X_NOT_DISORDERS)" است، که به منظور جلوگیری از تشخیص، در زمانی می‌باشد که یک بیماری به عنوان بخشی از معیارهای تشخیص بیماری X معرفی نشده باشد. به منظور اجازه دادن تشخیص مناسب مدل چندسطحی، این بند لازم است.

```
[rule_DIS_X_DIS_Y_DISORDER_WITH_SIGN:SYM_C:
(?i ddx:has_sign ddx:DIS_Y_DISORDER) ←(?i ddx:has_sign
signs:SYM_C) noValue(?i, ddx:hasNegSign ddx:DIS_X_NOT_SIGNS)
noValue(?i, ddx:hasNegDT ddx:DIS_X_NOT_DT) noValue(?i,
ddx:hasNegDisorder ddx:DIS_X_NOT_DISORDERS) ]
```

**شکل ۱۰: قانون جهت تشخیص بیماری در مدل چند سطحی**

همچنین مانند مدل کلاسیک، برای هر یک از یافته‌های بالینی بیماری، در این مورد برای هر یک از" SYM_A، SYM_B، DT_1 و DT_2"، یک قانون باید ایجاد گردد. با این حال، با ایجاد این قوانین به تنهایی، مدل ناقص است، چرا که سیستم فقط قادر به تشخیص بیماری است، در صورتی که" SYM_A، SYM_B، DT_1 یا DT_2" به عنوان ورودی (و یا هر ترکیبی از آن‌ها، استفاده شود) می‌باشد. بنابراین لازم است قانونی ایجاد گردد که تشخیص بیماری (بیماری X) را زمانی که یافته‌های بالینی (علائم/نشانه‌ها و تست‌های تشخیصی) شامل بیماری Y معرفی می‌شوند را امکان‌پذیر نماید.

برای هر یک از یافته‌های بالینی بیماری (بیماری Y)، یک قانون جدید باید تولید شود. در این مورد، با توجه به این که این بیماری تنها یافته دارد (علائم/نشانه‌ها)، در مجموع سه قانون باید تولید شود (یکی برای "SYM_C"، یکی برای"SYM_D" و یکی برای "SYM_E".

از دیدگاه مبتنی بر قانون، مدل‌سازی تشخیص چند سطحی پیچیده‌تر بوده و تعداد قوانین درگیر در این فرآیند افزایش یافته است. رابطه ۲ اجازه می‌دهد تا تعداد قوانین لازم برای یک بیماری پیوسته با" K" بیماری به عنوان یافته محاسبه شود:

$$NR = S + DT + NE + \sum_{i=0}^{k} Size(k_i) \quad (۲)$$

در رابطه ۲، S نشان دهنده تعداد نشانه‌ها/علائم مربوط به بیماری، DT نشان دهنده تعداد تست‌های تشخیصی مرتبط به بیماری، NE نشان دهنده تعداد قوانین ایجاد شده بر اساس موجودیت‌های مرتبط با این بیماری می‌باشد. در مدل چند سطحی، یک قانون اجباراً برای بیماری است که بخشی از مدل چند سطحی است. اگر این بیماری با استفاده از یافته‌ها و تست های تشخیصی مدل شده باشد، مقدار NE، ۲ خواهد شد. در نهایت، اگر بیماری با استفاده همه موجودیت‌ها مدل شده باشد، مقدار NE، ۳ خواهد بود. با فرض این که بیماری همیشه با استفاده از حداقل یافته‌ها و تست‌های تشخیصی مدل خواهد شد، مقدار NR، ۲ یا ۳ خواهد بود و اندازه ($K_i$) نشان دهنده تعداد یافته‌های بالینی (علائم/ نشانه‌ها و تست‌های تشخیصی) در بیماری $K_i$ است.

با توجه به قوانین طراحی شده در مدل چندسطحی، در این مدل مشکل تشخیص بیماری‌های متداخل بر طرف شده است. اما بر اساس رابطه ۲ همانند مدل کلاسیک با افزایش تعداد علائم و تست‌های تشخیصی و تعداد بیماری‌های زیر مجموعه، تعداد قوانین نیز به صورت تصاعدی افزایش پیدا خواهند نمود. دلیل افزایش تصاعدی تعداد قوانین، ایجاد قوانین تشخیص برای هر بیماری و بیماری زیرمجموعه به صورت مجزا می‌باشد.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

راه‌حل پیشنهادی، برای حل مشکل افزایش تصاعدی قوانین تشخیص و نامحدود بودن تعداد این قوانین، بر اساس تشخیص چند سطحی و قوانین استنتاج طراحی شده می‌باشد.
قوانین استنتاج پیشنهاد شده در مدل موجودیت محور چندسطحی به شرح ذیل می‌باشد:
با فرض این که "S"، مجموعه علائم و "D"، مجموعه بیماری‌ها و "L" مجموعه آزمایش‌ها (تست‌های تشخیصی) باشند، قوانین استنتاج را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

| | |
|---|---|
| قانون اول : | $R1: (s \in S), (d \in D), symptom(D,S) \rightarrow symptomOf(S,D)$ |
| قانون دوم : | $R2: (l \in L), (d \in D), diagnose(D,L) \rightarrow diagnoseOf(L,D)$ |
| قانون سوم: | $R3: (c \in C), C \subset D \rightarrow (c \in D)$ |
| قانون چهارم: | $R4: (d1 \in D), (d2 \in D), symptom(di,D) \rightarrow symptomOf(D,di)$ |
| قانون پنجم: | $R5: symptomOf(x,y), symptomOf(y,z) \rightarrow symptomOf(x,z)$ |

قانون اول، "symptom Of" بین علامت و بیماری در صورتی اجرا می‌شود که سه شرط تعیین شده برقرار شوند: ۱- علامت"s" متعلق به کلاس علائم "S" باشد. ۲- بیماری "d" متعلق به کلاس بیماری‌های "D" باشد. ۳- رابطه "symptom" بین کلاس‌های علائم و بیماری تعریف شده باشد. همچنین، رابطه "symptom Of" عکس رابطه "symptom" می‌باشد.
قانون دوم، "diagnose Of"بین علامت و بیماری زمانی اجرا می‌شود که سه شرط تعیین شده برقرار شوند:۱-آزمایش "l" متعلق به کلاس آزمایشات "L" باشد. ۲- بیماری "d" متعلق به کلاس بیماری‌های "D" باشد. ۳- رابطه "diagnose" بین کلاس‌های آزمایشات و بیماری تعریف شده باشد. همچنین رابطه"diagnose Of " عکس رابطه " diagnose " می‌باشد.
قانون سوم، زمانی اجرا می‌شود که دو شرط تعیین شده برقرار شوند: ۱-بیماری"c" متعلق به کلاس "C" باشد. ۲- کلاس"C" زیر مجموعه کلاس "D" باشد. آنگاه بیماری "c " متعلق به کلاس"D" می‌شود.
قانون چهارم، "symptom Of" بین بیماری و بیماری در صورتی اجرا می‌شود که سه شرط تعیین شده برقرار شوند: ۱- بیماری"d1" متعلق به کلاس بیماری "D" باشد. ۲- بیماری "d2"متعلق به کلاس بیماری‌های "D" باشد. ۳- رابطه "symptom" بین کلاس دو بیماری"d1, d2" تعریف شده باشد. همچنین، رابطه "symptom Of" عکس رابطه "symptom" می‌باشد.
قانون پنجم، "symptom Of" بین دو شیء "X, Z" در صورتی اجرا می‌شود که دو شرط تعیین شده برقرار شوند: ۱- رابطه "symptom Of" بین دو شیء "X, Y" تعریف شده باشد. ۲- رابطه "symptom" بین دو شیء "Y, Z" تعریف شده باشد.
در این مقاله سعی بر کاهش تعداد قوانین جهت استنتاج و تشخیص بیماری شده است. بنابراین تعداد قوانین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$NR = NE + NL + R \qquad (۳)$$

در رابطه (۳) منظور از NE، تعداد موجودیت(علائم، تست‌های تشخیصی، بیماری و ....) استفاده شده در تشخیص بیماری‌ها می‌باشد. NL، تعداد قوانین جهت دسترسی موجودیت به نمونه‌های سطوح پایین‌تر می‌باشد. (در مواردی که جهت مدیریت بهتر نمونه‌ها از طبقه‌بندی و ساختار سلسله مراتبی در ساختار موجودیت‌ها استفاده شود مانند قانون سوم. R، برای تعریف یک قانون جهت ویژگی بیماری‌های متداخل است که می‌تواند صفر و یا یک باشد (قانون پنجم)، تنها در زمانی یک می‌شود که از علائم بیماری‌های متداخل استفاده شده باشد.

## نتایج

به منظور بررسی عملکرد روابط تعیین شده، جهت محاسبه تعداد قوانین تشخیص بیماری، طبق اطلاعات موجود در جدول ۱، ورودی را به سه حالت: علائم، بیماری‌های زیر مجموعه

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

(متداخل) و علائم بیماری زیر مجموعه تقسیم نموده و در هر مورد امکان تشخیص بیماری و تعداد قوانین موردنیاز جهت تشخیص بیماری را در مدل‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان طور که، در جدول ۲ نشان داده شده، مدل چندسطحی توانایی تشخیص در حالات مختلف را دارا بوده، در حالی که، در

مدل ساده به دلیل طراحی قوانین استنتاج توانایی تشخیص در تمام حالات را ندارد. به عنوان مثال با ورودی فشارخون: در مدل ساده، تنها قادر به تشخیص بیماری نارسایی قلب به عنوان نتیجه می‌باشد. در مدل چند سطحی، سیستم، بیماری نارسایی قلب، تشخیص داده شد، علامت بیماری نارسایی قلب به عنوان ورودی بیماری حمله قلبی و با توجه به این که هیچ یافته‌ای وجود ندارد که بتواند به طور مجزا به منظور حذف بیماری حمله قلبی به عنوان نتیجه عمل کند، آن نتیجه برگردانده می‌شود. از آنجا که نتایج تشخیص در مدل چند سطحی و مدل پیشنهادی موجودیت محور یکسان می‌باشد، مدل پیشنهادی به طور مجزا در جدول ۲ نمایش داده نشده است.

**جدول ۲ :مقایسه نتایج تشخیص در مدل ساده و چند سطحی**

| پرس و جو | ورودی | مدل ساده | مدل چند سطحی |
|---|---|---|---|
| ۱ | درد قفسه سینه | حمله قلبی | حمله قلبی |
| ۲ | فشارخون | نارسایی قلب | حمله قلبی و نارسایی قلب |
| ۳ | نارسایی قلب | ------ | حمله قلبی |
| ۴ | درد قفسه سینه و Cr,K,Na | حمله قلبی | حمله قلبی |
| ۵ | فشارخون و Cr,K,Na | ------ | حمله قلبی و نارسایی قلب |
| ۶ | نارسایی قلب و Cr,K,Na | ------ | حمله قلبی |

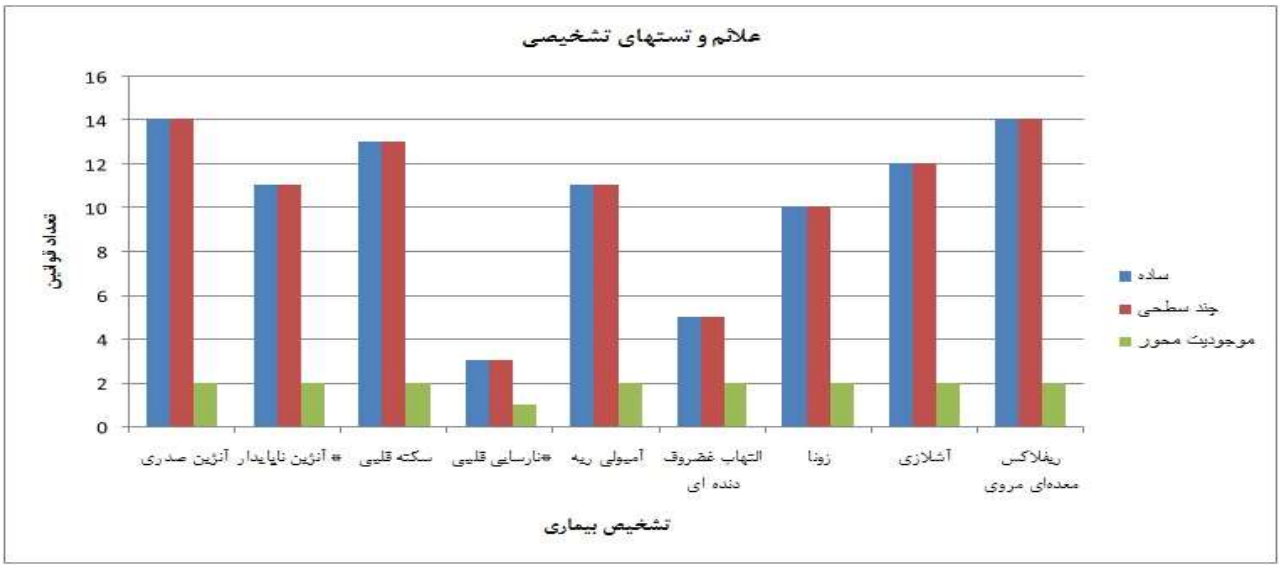
حالت اول: نمودار ۱۱، تعداد قوانین تشخیص بیماری در مدل‌های معرفی شده را بر اساس ورودی علائم و تست‌های تشخیصی که به طور مستقیم با بیماری ارتباط دارند و از نوع بیماری و یا علائم بیماری زیر مجموعه نمی‌باشد را نمایش می‌دهد. در نمودار مربوطه، هر سه مدل قادر به تشخیص تمامی بیماری‌ها بوده و تفاوت، در تعداد قوانین موردنیاز جهت تشخیص بیماری می‌باشد.

در مدل کلاسیک، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۱) محاسبه گردیده است. همان‌طور که در نمودار ۱۱ دیده می‌شود، تعداد قوانین برای تشخیص بیماری‌ها متفاوت بوده که این اختلاف ناشی از تعداد علائم و تست‌های تشخیصی تعریف شده در هر بیماری می‌باشد. در نتیجه با افزایش و یا کاهش تعداد علائم و یا تست‌های تشخیصی تعداد قوانین متفاوت می‌باشد.

در مدل چند سطحی، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۲) محاسبه گردیده است. در این حالت نیز مدل چند سطحی به دلیل نوع ورودی (عدم وجود بیماری متداخل) همانند مدل کلاسیک رفتار نموده و در حجم زیاد اطلاعات تعداد قوانین نیز بی‌رویه افزایش پیدا می‌کنند.

در مدل پیشنهادی موجودیت محور، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۳) محاسبه گردیده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، تعداد قوانین برای تشخیص بیماری‌ها یکسان بوده و به تعداد علائم و تست‌های تشخیصی تعریف شده در هر بیماری وابسته نمی‌باشد. در نتیجه با افزایش و یا کاهش تعداد علائم و یا تست‌های تشخیصی تعداد قوانین تغییر نیافته و در حجم زیاد اطلاعات، تعداد قوانین هیچ‌گونه تغییری پیدا نمی‌کنند. دلیل این امر طراحی قوانین بر اساس موجودیت‌های به کار گرفته شده در تشخیص بیماری می‌باشد. به همین دلیل تعداد قوانین جهت تشخیص در تمامی موارد برابر ۲ بوده و تنها در بیماری نارسایی قلبی به دلیل عدم وجود تست‌های تشخیصی برابر با یک می‌باشد.

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

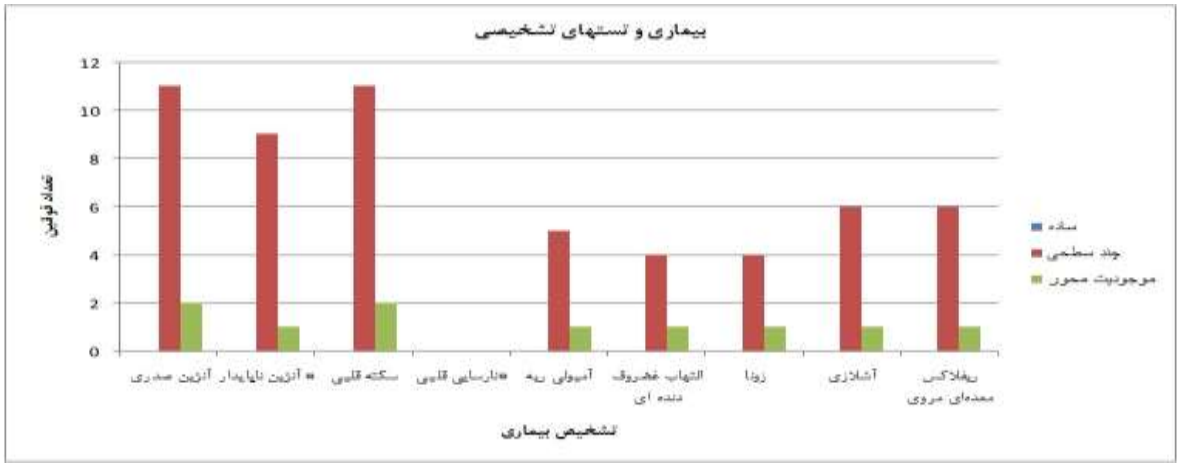



**نمودار ۱۱: نمودار میله‌ای تعداد قوانین بر اساس ورودی علائم و تستهای تشخیصی**

حالت دوم: نمودار ۱۲، تعداد قوانین تشخیص بیماری در مدل‌های معرفی شده را بر اساس ورودی بیماری به عنوان علامت بیماری و تست‌های تشخیصی که به طور مستقیم با بیماری ارتباط دارند و از نوع بیماری متداخل می‌باشند را نمایش می‌دهد. در نمودار ۱۲، به دلیل عدم وجود اطلاعات موردنیاز، بیماری نارسایی قلبی در هیچ مدلی قابل تشخیص نمی‌باشد.

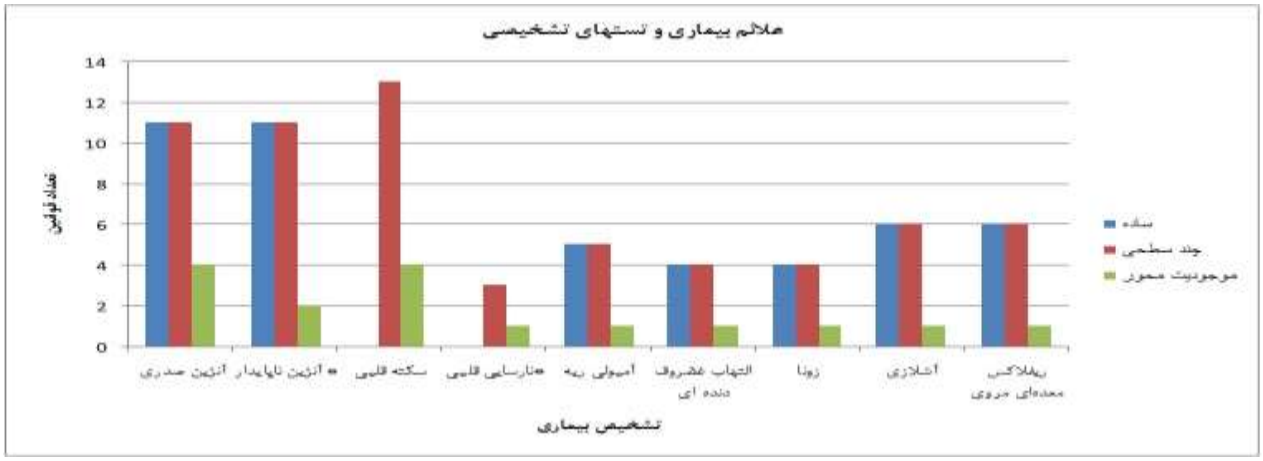
در مدل کلاسیک، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۱) محاسبه گردیده است. همان‌طور که در نمودار ۱۲ دیده می‌شود، مدل کلاسیک قادر به تشخیص هیچ یک از بیماری‌ها نمی‌باشد. دلیل عدم تشخیص، ورودی بیماری زیر مجموعه به همراه آزمایش‌های بیماری سطح بالاتر می‌باشد، که در این مدل، توانایی تشخیص بیماری وجود نداشته و دلیل این امر عدم تعریف ارتباط بیماری با بیماری می‌باشد. در مدل چند سطحی، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۲) محاسبه گردیده است. در این حالت نیز مدل چند سطحی، قادر به تشخیص تمامی بیماری‌ها بوده و همانند حالت قبل تعداد قوانین به میزان اطلاعات هر بیماری بستگی دارد. از آنجایی که ورودی بیماری برای به بیماری تعریف شده است، پس از محاسبه انطباق، بیماری مربوطه باز گردانده می‌شود.

در مدل پیشنهادی موجودیت محور، تعداد قوانین جهت تشخیص بیماری بر اساس رابطه (۳) محاسبه گردیده است. مدل پیشنهادی نه تنها در تمامی‌موارد قادر به تشخیص بیماری‌ها می‌باشد، بلکه همانند حالت قبل تعداد قوانین به تعداد موجودیت‌ها بستگی داشته و با افزایش اطلاعات بیماری تغییر نمی‌یابد. در این مدل نیز دلیل تشخیص بیماری تعریف رابطه بیماری با بیماری می‌باشد.




**نمودار ۱۲: نمودار میله‌ای تعداد قوانین بر اساس ورودی بیماری و تست‌های تشخیصی**

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]




**نمودار ۱۳: نمودار میله‌ای تعداد قوانین بر اساس ورودی علامت بیماری و تست‌های تشخیصی**

## بحث و نتیجه‌گیری

بر نتایج طبق نظر Rodríguez-González و Alor-Hernández، تشخیص چند سطحی یکی از ویژگی‌های اصلی در حوزه پزشکی به دلیل ماهیت ذاتی بیماری‌ها و یافته‌های مرتبط با آن‌ها است. این واقعیت که توانایی ایجاد مدل هایی که می‌تواند با این مشکل مقابله کنند بسیار مهم است. در این مقاله سعی شده است که جهت تشخیص بیماری‌های مرتبط با علائم مشترک درد قفسه سینه، ضمن مدل‌سازی اطلاعات پزشکی توسط فن‌آوری معنایی، قوانینی جهت استنتاج و تشخیص بیماری ایجاد گردد که در نهایت منجر به طراحی سیستمی جهت تشخیص بیماری‌های مرتبط گردیده است. دلیل استفاده از مدل استنتاج این است که قانون استنتاج، مدل را انعطاف‌پذیر نموده و همچنین اگر این قوانین به درستی کدگذاری شوند، دقت استنتاج را بالاتر می‌برد.

هدف نهایی سیستم ارائه لیستی از بیماری‌های مرتبط با یک علامت مشترک می‌باشد که این لیست بر اساس استنتاج‌های انجام شده مبتنی بر آزمایش‌های تحت عنوان تست‌های تشخیصی و علامت بیماری نمایش داده می‌شود. از آنجا که استفاده از نوار قلب جهت تشخیص پزشکی در میان پزشکان رایج‌تر می‌باشد، می‌توان در کارهای آینده از نوار قلب به عنوان تست تشخیصی استفاده نمود.

همچنین این سیستم می‌تواند در سایر حوزه‌های پزشکی نیز پیاده‌سازی شود. در این حوزه می‌توان از سایر تست‌های تشخیصی جهت استنتاج استفاده نمود. جهت بالا بردن دقت لیست نمایش داده شده می‌توان از آیتم‌های دیگری همچون فاکتورهای خطر برای هر بیماری استفاده نموده و لیست بیماری‌ها را بر اساس میزان احتمال وقوع مرتب‌سازی نمود.

مدل پیشنهادی تحت عنوان موجودیت محور چند سطحی بر خلاف مدل کلاسیک، در تمامی حالات قادر به تشخیص بیماری بوده و همچنین مانند مدل چند سطحی، افزایش اطلاعات از قبیل علائم و تست‌های تشخیصی و سطوح بیماری‌های متداخل، در تعداد قوانین تشخیص تأثیر نداشته و با حداقل تعداد قوانین توانایی تشخیص بیماری را دارد.

## References


**1.** Payne TH. Computer decision support systems. Chest 2000; 118(2): 47-52.

**2.** Faruji A. Intelligent decision support systems [dissertation]. Mashhad: Payam-e Noor University of Mashhad; 2010. Persian

**3.** Mabotuwana T, Warren J. An ontology-based approach to enhance querying capabilities of general practice medicine for better management of hypertension. Artif Intell Med. 2009;47(2):87-103.

**4.** Berners-Lee T, Hendler J, Lassila, O. The semantic web. Scientific American; 2001.

**5.** Talebian M. Data retrieval for semantic web.[Thesis].Tehran:Shahid beheshti University of Tehran; 2007. Persian

**6.** Jovic A, Prcela M, Gamberger D. Ontologies in medical knowledge representation. In: 29th International Conference on Information Technology Interfaces; 2007 Jun 25-28; Cavtat, Croatia: IEEE; 2007.

**7.** Javanmardi S. Access control model for semantic web environment [dissertation]. Tehran: Sharif University of Technology; 2006. Persian

**8.** Breitman K, Casanova MA, Truszkowski W. Semantic Web: Concepts, Technologies and Applications. 1st ed. Springer; 2007.

**9.** Rodríguez-González A, Alor-Hernández G. An approach for solving multi-level diagnosis in high sensitivity medical diagnosis systems through the application of semantic technologies. Comput Biol Med 2013;43(1):51-62.


[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

**10.** Kahn CE Jr. Transitive closure of subsumption and causal relations in a large ontology of radiological diagnosis. J Biomed Inform. 2016;61:27-33.
**11.** Podgorelec V, Grašič B, Pavlič L. Medical diagnostic process optimization through the semantic integration of data resources. Comput Methods Programs Biomed 2009;95(2 Suppl):S55-67.
**12.** Dixon BE, Simonaitis L, Goldberg HS, Paterno MD, Schaeffer M, Hongsermeier A, et al. A pilot study of distributed knowledge management and clinical decision support in the cloud. Artif Intell Med 2013;59(1):45-53.
**13.** Riaño D, Real F, López-Vallverdú JA, Campana F, Ercolani S, Mecocci, P, et al. An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients. J Biomed Inform 2012;45(3):429-46.
**14.** Zhang X, Hu B, Ma X, Moore P, Chen J. Ontology driven decision support for the diagnosis of mild cognitive impairment. Comput Methods Programs Biomed 2014;113(3):781-91.
**15.** Ebrahiminejad M, Hassanzadeh S, Jalali M. Ontology-based anti-diabetic drug recommender system. National Conference on Application of Intelligent Systems (soft computing) in Science and Technology; 2013 Mar 4-5; Quchan: Islamic Azad University of Quchan; 2013.
**16.** Torshizi AD, Zarandi MH, Torshizi GD, Eghbali K. A hybrid fuzzy-ontology based intelligent system to determine level of severity and treatment recommendation for Benign Prostatic Hyperplasia. Comput Methods Programs Biomed 2014;113(1):301-13.
**17.** Sadoughi F, Sheikhtaheri A. Applications of artificial intelligence in clinical decision-making: opportunities and challenges. Health Information Management 2011; 8(3):440-45. Persian
**18.** International Classification of Diseases, 10th Revision. [cited 2017 Jun 8]. Available http://icd10coded.com/cm./
**19.** Lab Tests Online. [cited 2017 Jun 8]. Available https://labtestsonline.org./
**20.** Protégé. [cited 2017 Jun 8]. Available http://protege.stanford.edu./
**21.** Jena Ontology API. [cited 2017 Jun 8] .Available https://jena.apache.org/index.html

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]

Original Article

*Journal of Health and Biomedical Informatics*
*Medical Informatics Research Center*
*2017; 3(4): 272-286*

# Multilevel Entity-based Approach for Medical Diagnosis Support Systems Using Semantic Web Technology for Diagnosis of Diseases with Common Symptom of Chest Pain

**Norouzzadeh-Ravari Maryam[1], Sattari-Naeini Vahid[2]***

• **Received:** 16 Dec, 2016 • **Accepted:** 4 Feb, 2017

**Introduction:** Decision making Support Systems, along with Semantic Web technology, develop a new approach to help physicians in the diagnosis of a variety of illnesses. On the other hand, medical ontology is a knowledge model of clinical domain including all the concepts related to the diagnosis, treatment, clinical procedures and patient data.

**Methods:** In this developmental-applied study, a system for the diagnosis of diseases in various fields of medicine based on the chest pain as a common symptom has been developed. Various symptoms, diagnostic tests and also the intervening nature of disease, meaning that one disease could be a diagnostic symptom of another disease, have been considered in this system and by applying it, real data of patients hospitalized in Shafa hospital in Kerman/ Iran have been studied through Protege software and program language based on Jena rule.

**Results:** The proposed method was compared to conventional and multilevel methods in regard to the disease diagnosis and the number of required rules. The proposed method, as opposed to the conventional method, is capable of detecting disease at the most inner level. Furthermore the proposed multi-level and entity-related method is capable of detecting disease by means of just seven rules even in the worst cases.

**Conclusion**: Multilevel entity-based approach accompanied with semantic technology is an effective approach in medical diagnosis systems.

**Keywords:** Decision Support Systems, Semantic Web, Medical ontologiy, Rule inference, Medical diagnostics

• **Citation:** Norouzzadeh-Ravari M, Sattari-Naeini V. Multilevel Entity-based Approach for Medical Diagnosis Support Systems Using Semantic Web Technology for Diagnosis of Diseases with Common Symptom of Chest Pain. Journal of Health and Biomedical Informatics 2017; 3(4): 272-286.

1. M.S.c Student of Software Design and Production, Information Technology Dept., Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran.
2. Ph.D. in Computer Engineering, Assistant Professor, Computer Engineering Dept., Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

***Correspondence:** Computer Engineering Dept., Kerman, Research Area, Afzalipur Plateau,
• **Tel:** 034-31322544 • **Email:** vsnaeini@uk.ac.ir

[ Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-10 ]