

کاربردی از دانش منطق در تشخیص بیماری چشم قرمز و تجویز درمان مناسب آن

فریا نصیری مفخم

چکیده. DTRed یک سیستم خبره است که بیماری‌های چشم قرمز را تشخیص داده و درمان مناسب را تجویز می‌کند. این سیستم مبتنی بر قاعده است و با استفاده از دانش تخصصی چشم پزشکی پیاده‌سازی شده است. DTRed براساس پاسخ سوالات مربوط به علائم قرمزی چشم کار می‌کند. اطلاعاتی که این سیستم در نظر می‌گیرد شامل هر علامتی است که پزشک عمومی مشاهده و یا پاسخ‌هایی که بیمار بیان می‌کند. سپس DTRed با استفاده از مطالب علمی شناخته‌شده و قواعد موجود برای تشخیص یک بیماری خاص به روش زنجیره‌ای رو به جلو استدلال می‌کند. در نتیجه، می‌تواند یک درمان مناسب را تجویز نماید. DTRed همچنین این سیستم می‌تواند اطلاعات مفصلی را در مورد مشخصات بیماری‌های مختلف چشم قرمز به کاربری که مربی یا غیرمتخصص است ارائه دهد. چنین سیستم الکترونیکی خبره‌ای در مناطق روستایی که پزشکان خبره از نظر جغرافیایی کمتر در دسترس هستند یا شرایطی که بیمار امکان مراجعه به پزشک متخصص را ندارد مفید است.

۱. مقدمه

کاربرد الگوریتم‌های ریاضی و آماری در نرم‌افزارهای عددی و بصری‌سازی پزشکی بر کسی پوشیده نیست. این کاربردها به شاخه‌های مختلفی از علوم کامپیوتر نیز گسترش یافته است [۳، ۱۸، ۹، ۲]. سیستم خبره^۱ کاربردی از هوش مصنوعی^۲ است (شبیه‌سازی رفتار هوشمند) که ریشه در علوم تصمیم^۳ دارد (سودمندی تصمیم) و مرتبط با یادگیری ماشین^۴ (یادگیری مدل‌ها از داده‌ها) و همچنین داده‌کاوی (کشف الگوهای جدید در داده‌ها) است. این نوع سیستم‌ها در سطح یک متخصص عمل می‌کند (برای کمک به متخصص یا حتی به جای متخصص)، برای دسته‌ای از مسئله‌های خاص طراحی شده است، و می‌تواند به صورت یک عامل هوشمند نرم‌افزاری پیاده شود و سیستم را پیش کند و در صورتی که لازم تشخیص دهد، راه‌حلی نیز پیشنهاد دهد.

سیستم‌های خبره چهار مؤلفه دارند. هسته آن متشکل از پایگاه دانش^۵ و موتور استنتاج^۶ است که بیانگر دانش تخصصی و مغز متفکر سیستم‌اند. دو مؤلفه دیگر، حافظه کاری^۷ و واسط کاربری^۸ است. این سیستم‌ها برای عیب‌یابی^۹ (مثلاً یافتن خطاهای یک سیستم چاپگر یا تشخیص بیماری موجودات زنده)، پیش‌بینی^{۱۰} (مثلاً تفسیر پیوسته سیگنال‌های تنفس در دستگاه‌های بیمارستانی یا کنترل سیستم‌ها در صنعت)، برنامه‌ریزی^{۱۱} (تولید رشته اقدامات برای انجام یک هدف خاص مثلاً طراحی یک طرح درس ایده‌آل برای کلاس، راهنماهای تعاملی^{۱۲} تعمیر خودرو، هدایت روبات کاوشگر در مریخ)، تدریس (سیستم‌های آموزگار هوشمند، به‌ویژه برای تمرین مهارت‌های فیزیکی مثل شبیه‌سازهای پرواز

عبارت و کلمات کلیدی: منطق، سیستم‌های خبره، تشخیص بیماری، تجویز درمان بیماری چشم

دبیر تخصصی رابط: صغری نوبختیان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱

نوع مقاله: کاربردی

<http://dx.doi.org/10.22108/MSCI.2021.128678.1432>

¹expert system ²artificial intelligence ³decision science ⁴machine learning ⁵knowledge base ⁶inference engine ⁷working memory ⁸user interface ⁹diagnosis ¹⁰monitoring ¹¹planning ¹²interactive

و آموزش از راه دور)، و پیش‌بینی^{۱۳} (تخمین وقایع آینده همچون قیمت‌گذاری مطابق نوسانات بازار) هستند. پایگاه دانش این سیستم‌ها از طریق اکتساب دانش تخصصی توسط مصاحبه با فرد متخصص یا مطالعه منابع دامنه ایجاد می‌شود [۴]. سیستم خبره، یک سیستم رایانه‌ای است که قابلیت رقابت با تصمیم‌گیری‌های فرد متخصص و توانایی مشاوره در حوزه مشخص از دانش را دارد. اگر تخصصی نایاب یا گران یا غیرقابل دسترس باشد، سیستم خبره مدلی از مهارت‌های بهترین متخصص در آن زمینه است که هیچگاه خسته نمی‌شود و در همه موقعیت‌ها یکسان عمل می‌کند، فراموش‌کار نیست، و دچار خطاهای انسانی نمی‌شود. با داشتن این سیستم در هزینه و زمان برای آموزش و تربیت افراد خبره صرفه‌جویی می‌شود [۹] و می‌توان دانش چندین فرد متخصص را در آن ترکیب نمود. همچنین با خدمت‌رسانی سریع و موازی به چندین بیمار در وقت صرفه‌جویی می‌شود و با داشتن آن در زمان‌ها و مکان‌های متعدد فرد متخصص از انجام کارهای تکراری رها می‌شود.

بهترین انتخاب برای مهندسی سیستم‌های خبره استفاده از قواعد^{۱۴} (یا قوانین) است. قاعده در روانشناسی شناختی برای توصیف ارتباط بین موقعیت‌ها و اقدامات است. ساختار یک قاعده شامل یک مقدمه یا قسمت اگر (IF) است که موقعیت را توصیف می‌کند، و تالی یا قسمت آنگاه (THEN) که به توصیف عمل می‌پردازد. انسان برای حل مسئله، تعدادی قاعده را از حافظه بلندمدت خود به حافظه کوتاه‌مدت می‌آورد. راه‌حل را هم به ذهن می‌سپارد و گنجینه بهتری از اطلاعات جدید را که استنتاج شده است برای حل مسائل دیگری در آینده نیز خواهد داشت. سیستم خبره نیز اطلاعات در مورد مسئله و مجموعه‌ای از قواعد پایگاه دانش را به حافظه کاری می‌آورد و با پردازش آن توسط موتور استنتاج، اطلاعات جدیدی را استخراج می‌کند [۴، ۷].

به‌کارگیری سیستم‌های خبره برای اهداف پزشکی به دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد که دانشگاه استنفورد MYCIN را برای کمک به پزشکان در تشخیص و درمان بیماران مبتلا به بیماری‌های عفونی خون پیاده‌سازی کرد و با توجه به تعداد بسیار زیاد بیماری‌های موجود با تشخیص سریع و قاطع یک بیماری مشخص کمی شایان توجه به متخصصان و بیماران نمود [۴].

مقاله حاضر، یک سیستم خبره برای کمک به چشم‌پزشکان، پزشکان عمومی، دانشجویان پزشکی، و بیماران در خصوص خدمات کارآمد مراقبت‌های بهداشتی مربوط به تشخیص و درمان چشم قرمز^{۱۵} ارائه می‌دهد. این سیستم نه تنها رهنمودها و اطلاعاتی در مورد بیماری‌های چشم ارائه می‌دهد، بلکه اقدامات و داروهای مورد نیاز برای درمان هر بیماری خاص را نیز تجویز^{۱۶} می‌کند.

ساختار ادامه مقاله بدین صورت است: بخش ۲ به کلیات موضوع می‌پردازد. سیستم DTRed در بخش ۳ ارائه می‌شود. نتایج و خروجی سیستم در بخش ۴ و پیوست آورده شده است. جمع‌بندی و چند پیشنهاد در بخش ۵ می‌آید.

۲. کلیات

بخش ۱.۲ شامل مرور مختصر بیماری‌های مختلفی است که قرمزی چشم یکی از علائم^{۱۷} رایج آن‌ها است؛ (معادل فارسی واژگان مربوط به علم چشم‌پزشکی از کتاب [۸] گرفته شده است). پس از آن، در بخش ۲.۲ کلیاتی از مبحث منطق در سیستم‌های مبتنی بر قاعده می‌آید.

۱.۲. چند اصطلاح از چشم‌پزشکی. چند بیماری وجود دارد که اختلالات چشمی از علائمی است که فرد مبتلا مشاهده می‌کند. عموماً ترشحات چشمی، برآمدگی چشمی، دوبینی و افتادگی پلک از علائم رایج در بیماری‌های چشمی است. ترشحات چشمی باعث می‌شود که شخص در هنگام صبح نتواند چشم‌هایش را باز کند. چشم‌ها با ترشحات چسبناک و شوره‌دار بسیار متورم می‌شوند و شخص احساس می‌کند که شن و چسب پلک‌ها را چسبانده است. ترشحات چشمی بخشی از سیستم دفاعی طبیعی بدن است. برآمدگی چشمی ممکن است برآمدگی غیرطبیعی (بیرون آمدن) کره

¹³prediction ¹⁴rules ¹⁵red eye ¹⁶prescribe ¹⁷symptoms

یک یا هر دو چشم باشد. برآمدگی چشمی باید بلافاصله مورد توجه قرار گیرد. برجستگی یک چشم، به‌ویژه در کودک، نشانه‌ای بسیار جدی است و باید فوراً بررسی شود. اگر دید دو چشم نامناسب و در جهت‌های متفاوتی باشد، دو تصویر غیرهمسان به مغز بیننده ارسال می‌شود. هنگامی که مغز همزمان دو تصویر غیرهمسان را دریافت و استفاده می‌کند، دوبینی حاصل می‌شود. مغز به طور طبیعی مقابل وقوع چنین حالتی می‌ایستد. در تلاش برای جلوگیری از دوبینی، سرانجام مغز یکی از تصاویر ناسازگار را نادیده می‌گیرد. یعنی مغز یک چشم را نادیده می‌گیرد. افتادگی پلک فقط روی پلک فوقانی یک یا هر دو چشم تأثیر می‌گذارد. افتادگی ممکن است به سختی قابل دیدن باشد، مگر آنکه پلک روی کل مردمک چشم پایین بیاید. افتادگی پلک ممکن است هم در کودکان و هم در بزرگسالان رخ دهد، اما بیشتر اوقات به دلیل افزایش سن اتفاق می‌افتد [۸، ۱۱، ۱۷، ۱۲، ۱۶]. از این گونه علائم می‌توان به عنوان قوانین IF-THEN استفاده کرد. این قوانین به چشم‌پزشکان، پزشکان عمومی یا دانشجویان پزشکی کمک می‌کند تا بیماری را تشخیص دهند.

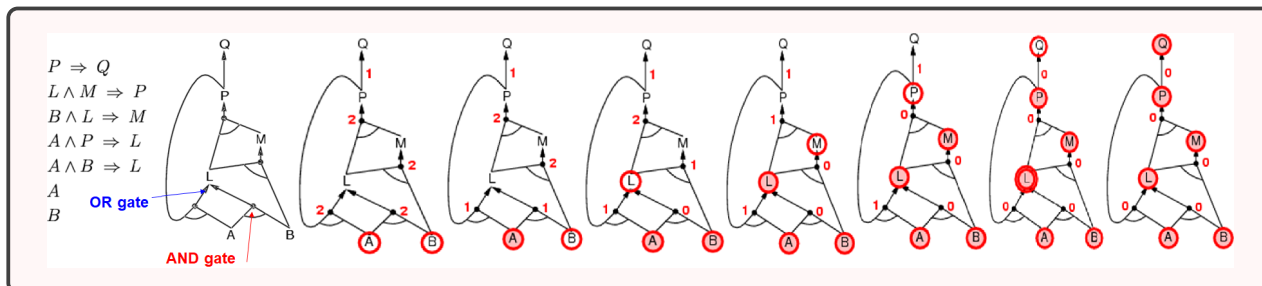
اسامی انواع بیماری‌های چشم به این شرح است: (۱) بلفاریت^{۱۸}، (۲) کراتیت باکتریایی^{۱۹}، (۳) اندوفتالمیت^{۲۰}، (۴) اپی‌سکلریت^{۲۱}، (۵) اسکلریت^{۲۲}، (۶) شالازیون^{۲۳}، (۷) زخم قرنیه^{۲۴}، (۸) یووئیت^{۲۵}، (۹) روزاسه چشم^{۲۶}، (۱۰) اکتروپیون^{۲۷}، (۱۱) آنتروپیون^{۲۸}، (۱۲) جسم خارجی و چشم قرمز^{۲۹}، (۱۳) التهاب ملتحمه ویروسی^{۳۰}، (۱۴) سلولیت اربیت^{۳۱}، (۱۵) التهاب ملتحمه آلرژیک^{۳۲}، (۱۶) آیریتیس^{۳۳}، (۱۷) گلوکوم حاد زاویه بسته^{۳۴}، (۱۸) ورم ملتحمه باکتریایی^{۳۵}، (۱۹) هرپس زوستر^{۳۶}، (۲۰) سندرم چشم خشک^{۳۷} [۸]. از میان اینها، ده بیماری با چشم‌های قرمز و ملتهب بروز می‌کنند [۵، ۱۵، ۱۰، ۱۹، ۱۳].

مقاله حاضر، سیستمی را برای تشخیص نوع خاصی از این بیماری‌ها و درمان خاص آن‌ها ارائه می‌دهد. نشانه‌ها و علائم خاص بیماری چشم‌های قرمز و درمان خاص هرکدام از آن‌ها پایگاه دانش و قواعد مربوط را تشکیل می‌دهد و نحوه استنتاج از آن‌ها در خروجی‌های سیستم ارائه‌شده در بخش ۳ و پیوست آمده است.

۲.۲. سیستم خبره مبتنی بر قاعده. هر سیستم خبره به پایگاه دانش و روش استدلال^{۳۸} مورد استفاده در آن وابسته است. یک سیستم مبتنی بر قاعده شامل مجموعه‌ای از حقایق شناخته‌شده و قوانین IF-THEN است که نمایانگر دانش و درک کلی یک مسئله در شرایط مختلف به دو روش متفاوت، به صورت زنجیره‌ای رو به جلو^{۳۹} یا رو به عقب، است. سیستم مبتنی بر قاعده براساس زنجیره، کار را با حقایق اولیه آغاز می‌کند و با استفاده از قوانین ادامه می‌دهد و نتایج جدید را به دست می‌آورد. ولی یک سیستم مبتنی بر قاعده زنجیره عقب‌گرد^{۴۰} سعی دارد برخی فرضیه‌ها را با وضع اهداف فرعی جدید ثابت کند. یعنی سیستم‌های زنجیره رو به جلو، داده‌محورند، در حالی که سیستم زنجیره عقب، هدف‌محور است [۲۰].

در سیستم تشخیص بیماری، با داشتن اطلاعات از طریق حسگرهای^{۴۱} متصل به بیمار یا با سؤال از کاربر، پیمایش در قوانین به صورت زنجیره پیش‌رونده، در صورت مطابقت مقدم قواعد با محتوای حافظه کاری، تالی آن‌ها را نتیجه می‌گیرد و به حافظه کاری می‌افزاید. به عبارتی، از طریق بررسی قوانین شرط - عمل^{۴۲}، سیستم همه قوانینی را که شرایط آن‌ها برقرار است پیدا می‌کند. این فرایند ادامه می‌یابد تا به دانش پایه‌ای که معرف بیماری خاصی است برسد [۴]. هر بخش از یک قاعده، یک عبارت منطقی^{۴۳} است که می‌تواند ارزش درست (True) یا نادرست (False) داشته باشد. حاصل ترکیب منطقی عبارات منطقی توسط عملگرهای منطقی عطف^{۴۴} (∧)، فصل^{۴۵} (∨)، شرطی^{۴۶} (⇒)، دوشروطی^{۴۷} (⇔)، و نقیض^{۴۸} (¬) نیز یک عبارت منطقی است. پایگاه دانش متشکل از عبارات منطقی به صورت بندهای هورن^{۴۹} است.

¹⁸Blepharitis ¹⁹Bacterial keratitis ²⁰Endophthalmitis ²¹Episcleritis ²²Scleritis ²³Chalazion ²⁴Corneal ulcers ²⁵Uveitis
²⁶Ocular Rosacea ²⁷Ectropion ²⁸Entropion ²⁹Foreign body and Red eye ³⁰Viral Conjunctivitis ³¹Orbital Cellulitis
³²Allergic Conjunctivitis ³³Iritis ³⁴Acute Angle-closure Glaucoma ³⁵Bacterial Conjunctivitis ³⁶Herpes Zoster ³⁷Dry
Eye Syndrome ³⁸reasoning ³⁹forward chaining ⁴⁰backward chaining ⁴¹sensors ⁴²condition-action rules ⁴³logical
sentence ⁴⁴conjunction: AND ⁴⁵disjunction: OR ⁴⁶implication ⁴⁷biconditional ⁴⁸negation ⁴⁹Horn clause



شکل ۱: استدلال منطقی به صورت زنجیره‌سازی رو به جلو (برگرفته از راسل و نورویگ [۱۴]).

یک بند هورن دارای حداکثر یک عبارت منطقی مثبت است (یعنی یک استلزام^{۵۰} شامل عطف چندین عبارت مثبت در قسمت مقدم و یک عبارت مثبت به عنوان نتیجه)، یا یک بند معین است (یعنی شامل یک عبارت منطقی مثبت)، یا یک واقعیت^{۵۱} است (شامل هیچ عبارت مثبت، یعنی بدون هیچ تالی یا تالی همیشه نادرست). به عنوان مثال، اگر نشانه‌ها (در اینجا، دو واقعیت A و B) و قواعد مربوط به تشخیص بیماری با عبارات منطقی و روابط شکل ۱ بازنمایی شده و درستی هر دو واقعیت نیز محرز شده باشد، قدم به قدم با صادق شدن مقدم قواعد مرتبط، و انتشار صحت تالی هریک از آن‌ها در قواعد بعدی، این توالی (از شکل سمت چپ به شکل سمت راست) منجر به درست بودن عبارت مربوط به یک بیماری مشخص و یعنی تشخیص آن از روی علائم و قواعد دانش به صورت استدلال زنجیره رو به جلو شده است. تغییر اعداد در هر مرحله، نشانگر تعداد باقیمانده از عبارات منطقی در مقدم هر قاعده است که صحت آن‌ها هنوز برقرار نشده است [۱۴].

مثال این شکل، حاوی حقایق و قواعد محدود تشخیص یک بیماری (با عبارت منطقی Q) بوده است. اگر علاوه بر آن، قواعد دیگری نیز باشند که بر اساس فقط همین دو واقعیت همخوانی پیدا کنند، هم‌زمان بیماری‌های دیگری هم ممکن است با همان علائم تشخیص داده شوند. لذا با حضور واقعیت‌هایی دیگر و قواعدی دیگر مرتبط با انواع بیماری‌های چشم، سیستم می‌تواند به طور مشابه به استدلال و نتیجه‌گیری بپردازد.

۳. سیستم تشخیص و ارائه درمان برخی بیماری‌ها در چشم‌های قرمز

سیستم تشخیص و ارائه درمان برخی بیماری‌ها در چشم‌های قرمز^{۵۲} (DTRed) که با پرسش‌ها و پاسخ‌های فارسی و در محیط CLIPSWin [۶] پیاده‌سازی شده است دارای همه مؤلفه‌های یک سیستم خبره شامل واسط کاربری، حافظه کاری، پایگاه دانش، و موتور استنتاج است. این سیستم خبره مبتنی بر قاعده، گونه‌هایی از بیماری‌ها را در چشم‌های ملتهب شناسایی می‌کند. سیستم با توجه به هریک از پاسخ‌هایی که کاربر از طریق واسط کاربری به سؤالات سیستم در مورد اظهارات بیمار یا مشاهدات پزشک یا براساس مدارک پزشکی می‌دهد، قواعد جدیدی را به حافظه کاری اضافه کرده و پرسش‌های جدیدتری را در رسیدن به هدف، در پیش روی کاربر قرار می‌دهد. طرز کار سیستم به صورت زنجیره رو به جلو است و هر بار که قاعده‌ای قواعد دیگری را نتیجه می‌دهد قاعده قبلی واکشی شده^{۵۳} و قاعده جدید اضافه^{۵۴} می‌گردد و کار ادامه می‌یابد. در هر مرحله که کاربر منوی اصلی را در پیش روی خود دارد، می‌تواند با ادامه کار، با پاسخ به پرسش‌ها به تشخیص بیماری بپردازد، یا با استفاده از یک راهنما که سیستم در اختیار او قرار می‌دهد، با خصوصیات عمومی و خاص بیماری‌ها بیشتر آشنا شود، یا اینکه خروج از سیستم را انتخاب کند. برنامه حاوی حقایق و قواعد (در

⁵⁰implication ⁵¹fact ⁵²Diagnosis and Treatment of some Red-eye Diseases ⁵³Retract ⁵⁴Assert

```
;; *****  
;; Set up initial facts for testing.  
;; *****  
;;  
(deffacts init  
  (diagnosis-mode eye)  
  (menu-level eye main)  
  (found y)  
)
```

شکل ۲: نمونه قاعده هورن راه‌اندازی سیستم.

مجموع ۵۵ قاعده برای برخی از انواع بیماری چشم‌های قرمز، در مقایسه با MYCIN با حدود ۵۰۰ قانون) پایگاه دانش مربوط به علائم و نشانه‌های مربوط به هر بیماری و تجویز داروهای لازم و خاص هر بیماری است^{۵۵}.

اجرای برنامه با بارگذاری از طریق فایل کامپایل شده فایل دستورات یا خود فایل دستورات صورت می‌گیرد؛ به ترتیب، (load "ThePATH/dtred.clp") یا (load "ThePATH/dtred.bin") برای بارگذاری و سپس با "reset" حافظه برای اجرا پاک‌سازی شده، و توسط "run" اجرا می‌شود (شکل ۱.آ). راه‌اندازی برنامه نیز به صورت یک قاعده تعریف می‌شود که به صورت هورن^{۵۶} و متشکل از چندین قسمت (و شامل فراخوانی منوهای واسط کاربری) در مقدم است و با هر یک از عبارات آن، روند اجرای برنامه بر اساس صادق شدن مقدم هر کدام از قواعد طی می‌شود (شکل ۲). یعنی منوی کاربری نیز توسط یک قاعده و براساس تحقق مقدم و تالی آن انجام می‌شود (شکل ۲.آ).

تالی برخی از این قواعد، سؤالاتی را بنابه حقایقی که موجود بوده است طرح می‌کند یا بنابه اشتراک علائم عمومی چند بیماری، دانستن حقایق بیشتری از نشانه‌های بیماری را ضروری اعلام می‌کند (شکل ۳). متناظرا، ارائه پاسخ به این سؤالات، ارزش منطقی مقدم برخی قواعد دیگر را معین می‌کند، و بر اساس درست یا نادرست بودن بندهای مقدم، تشخیص بیماری و تجویز درمان آن صورت می‌گیرد (شکل ۴).

شایان توجه است که سیستم‌های تشخیص بیماری به صورت استنتاج زنجیره‌ای رو به عقب و هدف‌محور هستند ولی DTRed با دقت به صورت داده‌محور، طراحی و برنامه‌نویسی شده است به طوری که عیوب استنتاج روبه‌جلو را ندارد؛ از جمله اینکه نتایج نامربوط و تشخیص‌ها و تجویزهای متعدد تولید نمی‌کند و استنتاج آن مشابه با روش روبه‌عقب، با توضیح مصادیق و چگونگی حصول نتیجه، تشخیص بیماری و تجویز مربوط را اثبات می‌کند.

۴. نتایج

برخی از خروجی‌های DTRed در پیوست آمده است. توالی شکل‌های ۴.آ تا ۳۱.آ در پیوست (که برخی از گام‌های بازگشت به منوها تکراری هستند)، سیر تعامل یک کاربر (بیمار و پزشک) با گزینه‌های DTRed را نشان می‌دهد و به نوعی مشابه راهنمای کار با سیستم است.

همه پرس‌وجوها، دریافت پاسخ، استنتاج، نمایش نتیجه استدلال، و حتی خروج از سیستم (شکل ۳.آ) نیز با قوانین منطقی برنامه‌نویسی شده‌اند.

^{۵۶}بخش ۲.۲.

^{۵۵}(case sensitive) <https://engold.ui.ac.ir/~fnasiri/upload/DTRed/DTRed.clp>

```
(defrule patient-q-6
  (diagnosis-mode eye)
  (possible-cause patient-continue)
  (found n)
=>
  (printout t crlf crlf crlf)
  (printout t
   "                * " crlf
   "                آیا چشمها اشکریزش دارد؟ " crlf
   "                ==> (y/n) ? " )
  (bind ?response (read))
  (assert(excessive-tears ?response))
  (printout t crlf))
```

شکل ۳: نمونه یک قاعده سؤال از کاربر برای کسب اطلاعات از یکی از علائم بیماری.

```
(defrule iritis
  (diagnosis-mode eye)
  (red-eye y)
  (two-side n)
  (excessive-tears y)
  (photofobi-eye y)
  (blear-eye y)
  (eye-sore y)
  (diminished-vision y)
  (ciliary-injection y)
  (mutic-pupial y)
  (anterior-flare y)
  (keratit-precipitates y)
  (found n)
=>
  (printout t crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf crlf)
  (printout t
   "                ***** " crlf
   "                * " " بیماری، ایریتیس است " * " crlf
   "                ***** " crlf crlf
   "                شکایات و اظهارات بیمار:" crlf
   "                چشمهای قرمز - معمولا یکطرفه - اشکریزش - فتوفوبی - تاری دید - درد" crlf crlf
   "                " " **" crlf
   "                "علائم مشاهده شده توسط پزشک:" crlf crlf
   "                کاهش بینایی- پرخونی مژگانی- مردمک تنگ- نشانه های احتقان در اتاق قدامی -کراتیت پرسپیئات" crlf crlf
   "                " " crlf
   "                ~~~~~" crlf crlf
   "                " قطرهای گشادکننده مردمک (آتروپین ۱٪ ، سیکلپنتولیت ۱٪ ، تروپیکامید ۱ هیوسین ۰/۰۲۵٪) ، ۲ تا " " " crlf
   "                " تا ۳ بار در روز داخل چشم ریخته شود تا از چسبندگی خلفی جلوگیری گردد " " " crlf
   "                " همزمان با آن در ابتدا هر ۲ ساعت قطره های استروئیدی چشمی (پرودنیزلون، بتامتازون یا دکزامتازون)، " " " crlf
   "                تجویز گردد. تا مادامیکه علائم وجود دارد، حتی چندین ماه، باید درمان را ادامه داد. فرکانس ریختن " " " crlf
   "                "قطره های استروئیدی را بتدریج با فروکش کردن ایریتیس کاهش می دهیم" " " crlf crlf
   "                " !! " "برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سپس کلید Enter را فشار دهید " " !! " crlf
  )
  (bind ?response (read))
  (assert(kind eye 0))
  (printout t crlf))
```

شکل ۴: نمونه یک قاعده تشخیص بیماری و تجویز درمان برای یک نوع از بیماری چشم‌های قرمز.

۵. جمع‌بندی و پیشنهادها

در این مقاله، جزئیات استنتاج منطقی برای تشخیص برخی از انواع بیماری‌های چشم‌های قرمز را نشان دادیم که علی‌رغم داشتن وجه اشتراک در علائم عمومی، در جزئیات متفاوت‌اند و لذا درمان متفاوتی را لازم دارند. با کسب دانش در مورد نشانه‌های خاص در هر بیمار، سیستم خبره DTRed مبتنی بر قاعده و استنتاج زنجیره‌ای رو به جلو، به تشخیص آن‌ها و تجویز درمان و داروهای مناسب برای هر یک می‌پردازد.

این سیستم را می‌توان علاوه بر چشم‌های قرمز برای قواعد دانش تخصصی تشخیص و درمان همه انواع بیماری‌های چشم نیز توسعه داد. این رویکرد می‌تواند برای تشخیص سایر بیماری‌ها نیز به کار گرفته شود و خدمات تشخیص و درمان را در چندین حوزه ارائه دهد. نظر به اینکه وضعیت نظام سلامت کشور در حال الکترونیکی کردن ثبت و دسترسی برخط به مدارک پزشکی است، این سیستم با استنتاج خودکار برای تشخیص بیماری، در نقطه‌ای بعد از آن سطح قرار دارد و گامی در ارتقای خدمات سلامت الکترونیکی به‌ویژه در مناطق محروم یا در شرایطی است که دسترسی به پزشک متخصص دشوار است.

از نگاه برنامه‌نویسی، می‌توان سیستم را طوری تغییر داد که برای توضیح هر تشخیص و شرح هر درمان که تجویز می‌کند، اجزای سازنده آن جملات منطقی را از قطعات نظیر هر یک از نشانه‌ها و داروها و روش‌ها بیاورد و با ترکیب آن‌ها شرح تشخیص و تجویز مربوط را بنویسد و به عبارتی آن را پویاتر نماید. همچنین در مواقعی (همچون شکل ۲۸.آ) که نوع بیماری از روی جمیع نشانه‌ها قابل تطبیق و تشخیص نبوده است، بتواند با استنتاج فازی^{۵۷}، تشخیص‌ها و درمان‌های فازی را ارائه کند به طوری که هر تشخیص و درمان با شبیه‌ترین بیماری بر حسب درصد و احتمال مشخص شود و نشانه یا نشانه‌هایی که در آن دو تفاوت دارد ذکر گردد. بدین طریق باز هم به بیمار و پزشک کمک می‌شود که در مشاهده ثبت علائم، بازنگری و دقت نمایند.

باید در نظر داشت که سیستم‌های خبره اولیه برخلاف انسان‌ها همواره ثابت و فاقد احساس بوده‌اند و توان تطابق خودکار و خلاقانه در موقعیت‌های جدید را نداشته‌اند. یادگیری تمام‌گراف و درخت دانش مربوط، کاری نشدنی و یک مسئله سخت^{۵۸} است، به‌ویژه یادگیری روابط علی^{۵۹} خیلی دشوار است. تکامل سیستم‌های مبتنی بر قاعده به سوی قوانین غیرقطعی^{۶۰}، شبکه‌های بی‌زی^{۶۱}، شبکه‌های عصبی^{۶۲}، درخت‌های تصمیم^{۶۳}، یادگیری تقویتی^{۶۴} و سایر ابزارهای یادگیری ماشین در هوش مصنوعی، سیستم خبره را به صورتی عمومی‌تر تبدیل می‌کند که به‌جای آنکه کاملاً دستی توسط برنامه‌نویس مدل‌سازی شود، یاد بگیرد و به خودش یاد بدهد و خودش را ایجاد کند.

پیوست آ. برخی قواعد و خروجی‌های DTRed

شکل‌های ۱.آ تا ۳.آ به عنوان چندین نمونه از قوانین منطقی در CLIPS، به ترتیب بیان‌گر قواعد نحوه بارگذاری DTRed، قاعده اجرای منوی اصلی، و قاعده خروج از سیستم است.

شکل‌های ۴.آ تا ۳۱.آ نیز برخی خروجی‌های DTRed را در مورد تشخیص بیماری و تجویز درمان برای چهار بیمار نوعی براساس اظهارات بیمار (یا از طریق حسگرهای متصل به وی) و پزشک عمومی (یا از طریق اطلاعات مبتنی بر مدارک پزشکی ذخیره شده متعلق به بیمار در سامانه سلامت الکترونیکی) نشان می‌دهد.

⁵⁷fuzzy ⁵⁸NP-hard (non-deterministic polynomial-time hardness) ⁵⁹causal ⁶⁰uncertain ⁶¹Bayesian networks ⁶²neural networks ⁶³decision tree ⁶⁴reinforcement learning

من DTRED هشتم
(Diagnosis and Treatment of some Red-Eye Diseases)

من یک سیستم خبره هشتم که می‌توانم در مورد تشخیص و درمان برخی از بیماریهای چشمهای ملتهب به شما کمک کنم

یک عدد وارد کرده و سپس کلید Enter را فشار دهید

پاسخ به پرسشها برای تشخیص و درمان بیماری ۱)
آگاهی در مورد علائم بیماریها ۲)
خروج ۳)

انتخاب : ۲

شکل ۴.آ: تعامل در منوی DTReD (از اجرای قاعده شکل ۲.آ) و انتخاب مشاهده شرح علائم بیماری‌ها.

خلاصه علائم و شکایات بیمار در علل مختلف چشمهای ملتهب

علائم	اظهارات بیمار	کنژنکتیویت
یرخونی ملتحمه پلکهای متورم ترشح موکوسی	چشمهای قرمز در طرفه معمولاً احساس شن در چشم چسبیدن پلکها به هم	
کاهش بینایی یرخونی مزگانی مردمک تنگ نشانه های احتقان در اتاق قدامی کراتیت پرسپیئتیان	چشم قرمز یکطرفه معمولاً اشکریزش فتوفوبی تاری دید درد	ایریتیس
کاهش بینایی یرخونی مزگانی کدورت لوکالیزه قرنیه	چشم قرمز یکطرفه معمولاً اشکریزش فتوفوبی تاری دید درد	کراتیت

بازگشت به منوی اصلی ۰)
علائم خاص بیماریها ۱)

انتخاب : ۱

شکل ۵.آ: خلاصه‌ای از علائم بیماری‌های چشم‌های قرمز.

علائم خاص بیماریهای چشمهای ملتهب

کنژنکتیویت (آلرژیک) بچاره :

خارش شدید - پاپیلا بر روی ملتحمه تارس

کنژنکتیویت سیکا - چشمهای خشک :

احساس شن در چشم - همراه با خشکی دهان و گلو

کنژنکتیویت مزمن :

یک پرخونی مختصر و رسوبات چربی کلسیم بصورت تکه های سفید در ملتحمه تارسال

کراتیت هربس سیمپلکس :

زخم دندریتی بر روی قرنیه

کراتیت آدنو ویروسی :

اپیدمی - کدورت‌های نقطه ای قرنیه - پرخونی مژگانی

کراتیت تراخی :

اندمیک و در اثر تماس مستقیم در شرایط بد بهداشتی
کدورت عروقی (واسکولاریزه) مشخص با شروع از قرنیه فوئانی همراه با کنژنکتیویت شدید
+ در مراحل پیشرفته کدورت قرنیه، ملتحمه تارسال دچار اسکار شده و مژه ها به داخل می رود

!! برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سپس کلید Enter را فشار دهید !!

شکل ۶: خلاصه‌ای از علائم خاص بیماری‌های چشم‌های قرمز.

من DTRED هشتم
(Diagnosis and Treatment of some Red-Eye Diseases)

من یک سیستم خبره هستم که میتوانم در مورد تشخیص و درمان
برخی از بیماریهای چشمهای ملتهب به شما کمک کنم

یک عدد وارد کرده و سپس کلید Enter را فشار دهید

پاسخ به پرسشها برای تشخیص و درمان بیماری (۱)
آگاهی در مورد علائم بیماریها (۲)
خروج (۳)

انتخاب : ۱

شکل ۷: تعامل در منو و انتخاب پاسخ به پرسش‌های DTRED.

در زیر، ابتدا اظهارات و شکایات بیمار در مورد بیماری، مورد پرس و جو قرار می‌گیرد

- بازگشت به منوی اصلی ()
- ادامه ()

انتخاب : ۱

شکل ۸.آ: امکان ادامه یا بازگشت به منوی اصلی.

اظهارات بیمار

- * آیا چشمها قرمز است؟ y (y/n) ? >====
- * آیا دوطرفه است؟ y (y/n) ? >====
- * آیا در چشم احساس شن می شود؟ y (y/n) ? >====
- * آیا پلکها به هم چسبیدگی دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا چشمها اشکریزش دارد؟ n (y/n) ? >====
- * آیا بیمار فتوفوبی(ترس از نور) دارد؟ n (y/n) ? >====
- * آیا بیمار، تاری دید دارد؟ n (y/n) ? >====
- * آیا چشمها درد دارد؟ n (y/n) ? >====

شکل ۹.آ: پرسش پی در پی DTReD از بیمار در مورد علائم بیماری چشم‌های قرمز و پاسخ‌دهی بیمار اول.

در زیر، از پزشک در مورد علائم بیماری که ملاحظه می نماید، سؤال می شود

====> (y/n) ? y ** آیا پرخونی ملتحمه دارد؟

====> (y/n) ? y ** آیا پلکها متورم است؟

====> (y/n) ? y ** آیا ترشح موکوسی دارد؟

..... علائم خاص برای تعیین دقیق

====> (y/n) ? n *** آیا چشمها خارش شدید دارد؟

====> (y/n) ? n *** آیا پایبلا بر روی ملتحمه تارس است؟

====> (y/n) ? n *** آیا با خشکی دهان و گلو همراه است؟

====> (y/n) ? y *** آیا یک پرخونی مختصر و رسوبات جزئی کلیم بصورت تکه های سفید در ملتحمه تارسال وجود دارد؟

شکل آ.۱۰: پرسش پی در پی DTRed از پزشک در مورد علائم بیمار اول و پاسخدهی پزشک.

* بیماری، کنژنکتیویت است *

شکایات و اظهارات بیمار:

چشمهای قرمز - معمولا دو طرفه - احساس شن در چشم - چسبیدن پلکها به هم

علائم مشاهده شده توسط پزشک:

پرخونی ملتحمه - پلکهای متورم - ترشح موکوسی

شکل آ.۱۱: تشخیص بیماری (کنژنکتیویت) بیمار اول همراه با توضیح علائم آن.

درمان کلی

0 با یک سواب کشت باکتریال به عمل آید. پاک کردن کروتها بر روی پلک هر چند ساعت بوسیله پنبه خیس، مغداری از ناراحتی بیمار می‌گاهد
قطره های چشمی آنتی بیوتیکی ابتدا هر ۲ ساعت داخل چشم ریخته می‌شود. کلرامفنیکل (کلرومایستین)، بیشتر موارد، مورد استفاده بوده و تنها وقتی عوض می‌شود که کشت نشان دهد که باکتری مورد نظر به این دارو حساس نیست. با مصرف قطره چشمی آنتی بیوتیکی، بیماری در عرض ۲ یا ۴ روز فروکش می‌کند در غیر اینصورت اگر هفته ها به طول انجامید، علت آن ویروسی است و نیاز به درمان اختصاصی با قطرات چشمی و پمادهای ضد ویروسی (یدوکسوریدین ۱۵٪، تری فلوریمیدین، آسیکلوویر ۳٪) می‌باشد
0 عینکهای رنگی از ناراحتی بیمار در مقابل نور روشن کاسته و نمای مناسبی برای چشمهای قرمز بیمار است

+++++++ این بیماری، کنژنکتیویت مزمن است ++++++

*** علائم خاص:

یک پرخونی مختصر و رسوبات جزئی کلسیم بصورت تکه های سفید در ملتحمه تارسال

درمان خاص

0 درمان مؤثری ندارد، اما برای کاهش ناراحتی می‌توان از قطرات چشمی ضد عفونی کننده استفاده کرد
0 دوری از دود سیگار، گرد و خاک و باد

!! برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سپس کلید Enter را فشار دهید !!

شکل ۱۲: تجویز درمان کلی و خاص برای بیماری (کنژنکتیویت) بیمار اول.

من DTRED هشتم
(Diagnosis and Treatment of some Red-Eye Diseases)

من یک سیستم خبره هستم که میتوانم در مورد تشخیص و درمان
برخی از بیماریهای چشمهای ملتهب به شما کمک کنم

یک عدد وارد کرده و سپس کلید Enter را فشار دهید

۱) پاسخ به پرسشها برای تشخیص و درمان بیماری

۲) آگاهی در مورد علائم بیماریها

۳) خروج

انتخاب : ۱

شکل ۱۳: همان شکل ۷.آ.

در زیر، ابتدا اظهارات و شکایات بیمار در مورد بیماری، مورد پرس و جو قرار می‌گیرد

- بازگشت به منوی اصلی (.)
- ادامه (۱)

انتخاب : ۱

شکل آ.۱۴: همان شکل آ.۸.

اظهارات بیمار

- * آیا چشمها قرمز است؟ y (y/n) ? >====
- * آیا دو طرفه است؟ n (y/n) ? >====
- * آیا در چشم احساس شن می شود؟ n (y/n) ? >====
- * آیا پلکها به هم چسبیدگی دارد؟ n (y/n) ? >====
- * آیا چشمها اشکریزش دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا بیمار فتوفوبی(ترس از نور) دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا بیمار، تاری دید دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا چشمها درد دارد؟ y (y/n) ? >====

شکل آ.۱۵: همان شکل آ.۹ - پرسش پی در پی DTReD از بیمار در مورد علائم بیماری چشم‌های ملتهب و پاسخ‌دهی بیمار دوم.

در زیر، از پزشک در مورد علائم بیماری که ملاحظه می‌نماید، سؤال می‌شود

**	آیا پرخونی ملتحمه دارد؟	n	(y/n) ?
**	آیا پلکها متورم است؟	n	(y/n) ?
**	آیا ترشح موکوسی دارد؟	n	(y/n) ?
**	آیا کاهش بینایی دارد؟	y	(y/n) ?
**	آیا پرخونی مزگانی دارد؟	y	(y/n) ?
**	آیا مردمک تنگ است؟	y	(y/n) ?
**	آیا نشانه های احتقان در اتاق قدامی دارد؟	y	(y/n) ?
**	آیا کراتیت پرسپیئات دارد؟	y	(y/n) ?

شکل ۱۶.آ: همان شکل ۹.آ - پرسش پی در پی DTRed از پزشک در مورد علائم بیمار دوم و پاسخ‌دهی پزشک.

* بیماری، ایریتیس است *

* شکایات و اظهارات بیمار:
چشمهای قرمز - معمولا یکطرفه - اشکریزش - فتوفوبی - تاری دید - درد

** علائم مشاهده شده توسط پزشک:
کاهش بینایی- پرخونی مزگانی- مردمک تنگ- نشانه های احتقان در اتاق قدامی -کراتیت پرسپیئات

شکل ۱۷.آ: تشخیص بیماری (ایریتیس) بیمار دوم همراه با توضیح علائم آن (از اجرای قاعده شکل ۴).

د ر م ن

۰ قطره های گشادکننده مردمک (آتروپین ۱٪ ، سیکلپنتولیت ۱٪ ، تروپیکامید ۱ هیوسین ۰.۰۲۵٪)، ۲ تا ۳ بار در روز داخل چشم ریخته شود تا از چسبندگی خلطی جلوگیری گردد

۰ همزمان با آن در ابتدا هر ۲ ساعت قطره های استروئید چشمی (پرودنیزلون، بتامتازون یا دکزامتازون)، تجویز گردد. تا مادامیکه علائم وجود دارد، حتی چندین ماه، باید درمان را ادامه داد. فرکانس ریختن قطره های استروئیدی را بتدریج با فروکش کردن ایریتیس کاهش می دهیم

!! برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سپس کلید Enter را فشار دهید !!

شکل ۱۸. آ: تجویز درمان برای بیماری (ایریتیس) بیمار دوم.

من DTRED هشتم (Diagnosis and Treatment of some Red-Eye Diseases)

من یک سیستم خبره هشتم که میتوانم در مورد تشخیص و درمان برخی از بیماریهای چشمهای ملتهب به شما کمک کنم

یک عدد وارد کرده و سپس کلید Enter را فشار دهید

- ۱) پاسخ به پرسشها برای تشخیص و درمان بیماری
- ۲) آگاهی در مورد علائم بیماریها
- ۳) خروج

انتخاب : ۱

شکل ۱۹. آ: همان شکل ۷.۰.

در زیر، ابتدا اظهارات و شکایات بیمار در مورد بیماری، مورد پرسش و جو قرار می‌گیرد

- بازگشت به منوی اصلی (.)
- ادامه (۱)

انتخاب : ۱

شکل آ.۲۰: همان شکل آ.۸.

اظهارات بیمار

- * آیا چشمها قرمز است؟ y (y/n) ? >====
- * آیا دو طرفه است؟ n (y/n) ? >====
- * آیا در چشم احساس شن می‌شود؟ n (y/n) ? >====
- * آیا پلکها به هم چسبیدگی دارد؟ n (y/n) ? >====
- * آیا چشمها اشکریزش دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا بیمار فتوفوبی(ترس از نور) دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا بیمار، تاری دید دارد؟ y (y/n) ? >====
- * آیا چشمها درد دارد؟ y (y/n) ? >====

شکل آ.۲۱: همان شکل آ.۹ - پرسش پی در پی DTReD از بیمار در مورد علائم بیماری چشم‌های قرمز و پاسخ‌دهی بیمار سوم.

در زیر، از پزشک در مورد علائم بیماری که ملاحظه می‌نمایید، سؤال می‌شود	
..... علائم خاص برای تعیین دقیق	** آیا برخونی منحنم دارد؟ n ? (y/n) >====
*** آیا زخم دندربی بر روی قرنیه قابل مشاهده است؟ n ? (y/n) >====	** آیا بلکها منورم است؟ n ? (y/n) >====
*** آیا به صورت ابیدمی است؟ y ? (y/n) >====	** آیا ترشح موقوسی دارد؟ n ? (y/n) >====
*** آیا کدورت‌های نقطه ای قرنیه وجود دارد؟ y ? (y/n) >====	** آیا کاهش بینایی دارد؟ y ? (y/n) >====
*** آیا اندمیک و در اثر تماس مستقیم در فرایط بد بهداشتی رخ داده است؟ n ? (y/n) >====	** آیا برخونی مژگانی دارد؟ y ? (y/n) >====
*** آیا کدورت موقوسی (واکولاریزه) منظم با شروع از قرنیه فوقانی همراه با کدورت‌کنیوت شدید دارد؟ n ? (y/n) >====	** آیا مردمک تنگ است؟ n ? (y/n) >====
*** آیا منحنم نارسان نیز دچار اسکار شده و مژه‌ها به داخل می‌رود؟ n ? (y/n) >====	** آیا نشانه‌های احتقان در اتاق قدامی دارد؟ n ? (y/n) >====
	** آیا کراتیت پرسیپیتان دارد؟ n ? (y/n) >====
	** آیا کدورت لوکالیزه قرنیه دارد؟ y ? (y/n) >====

شکل ۲۲.آ: همان شکل ۹.آ - پرسش پی در پی DTReD از پزشک در مورد علائم کلی و خاص بیمار سوم و پاسخ‌دهی پزشک.

***** بیماری، کراتیت است *****
* شکایات و اظهارات بیمار: چشمهای قرمز - معمولا بکطره - اشکریزش - فتوقوسی - تاری دید - درد
** علائم مشاهده شده توسط پزشک: کاهش بینایی - برخونی مژگانی - کدورت لوکالیزه قرنیه
درمان بر اساس نوع خاص کراتیت تعیین می‌گردد
***** این بیماری، کراتیت آدنو ویروسی است *****
*** علائم خاص: ابیدمی - کدورت‌های نقطه ای قرنیه - برخونی مژگانی

شکل ۲۳.آ: تشخیص دقیق بیماری (کراتیت آدنو ویروسی) بیمار سوم همراه با توضیح علائم آن.

د ر م ن خ ص

قطره‌ها یا پماد چشمی ضد ویروسی (یدوکسوریدین، آسیکلوویر یا تری فلوروتیمیدین) هر ۲ تا ۳ ساعت برای ۲ تا ۳ هفته

!! برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سپس کلید Enter را فشار دهید !!

شکل آ.۲۴: تجویز درمان خاص برای بیماری (کراتیت آدنو ویروسی) بیمار سوم.

من DTRED هشتم
(Diagnosis and Treatment of some Red-Eye Diseases)

من یک سیستم خبره هشتم که میتوانم در مورد تشخیص و درمان برخی از بیماریهای چشمهای ملتهب به شما کمک کنم

یک عدد وارد کرده و سپس کلید Enter را فشار دهید

- ۱) پاسخ به پرسشها برای تشخیص و درمان بیماری
- ۲) آگاهی در مورد علائم بیماریها
- ۳) خروج

انتخاب : ۱

شکل آ.۲۵: همان شکل آ.۷.

در زیر، ابتدا اظهارات و شکایات بیمار در مورد بیماری، مورد پرس و جو قرار می‌گیرد

- ۰) بازگشت به منوی اصلی
- ۱) ادامه

انتخاب : ۱

شکل آ.۲۶: همان شکل آ.۸.


~~~~~  
اظهارات بیمار  
~~~~~

* آیا چشمها قرمز است؟
====> (y/n) ? y

* آیا دو طرفه است؟
====> (y/n) ? n

* آیا در چشم احساس شن می شود؟
====> (y/n) ? y

* آیا پلکها به هم چسبیدگی دارد؟
====> (y/n) ? y

* آیا چشمها اشکریزش دارد؟
====> (y/n) ? n

* آیا بیمار فتوفوبی(ترس از نور) دارد؟
====> (y/n) ? n

* آیا بیمار، تاری دید دارد؟
====> (y/n) ? y

* آیا چشمها درد دارد؟
====> (y/n) ? n

شکل ۲۷.آ: همان شکل ۹.آ - پرسش پی در پی DTRed از بیمار در مورد علائم بیماری چشمهای ملتهب و پاسخ‌دهی بیمار چهارم.

در زیر، از پزشک در مورد علائم بیماری که ملاحظه می‌نماید، سؤال می‌شود

** آیا پرخونی ملتحمه دارد؟ y (y/n) ? >====

** آیا پلکها متورم است؟ n (y/n) ? >====

** آیا ترشح موکوسی دارد؟ y (y/n) ? >====

** آیا کاهش بینایی دارد؟ y (y/n) ? >====

** آیا پرخونی مزگانی دارد؟ n (y/n) ? >====

** آیا مردمک تنگ است؟ n (y/n) ? >====

** آیا نشانه های احتقان در اتاق قدامی دارد؟ y (y/n) ? >====

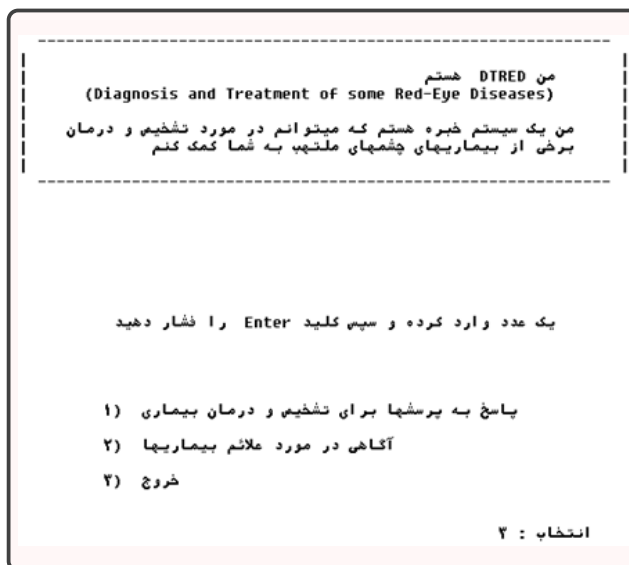
** آیا کراتیت پرسپیئات دارد؟ n (y/n) ? >====

** آیا کدورت لوکالیزه قرنیه دارد؟ y (y/n) ? >====

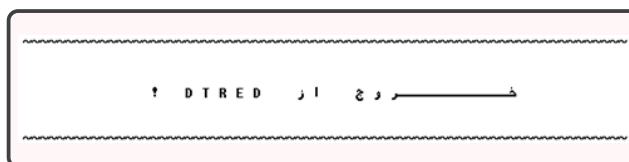
شکل ۲۸.آ: همان شکل ۹.آ - پرسش پی در پی DTReD از پزشک در مورد علائم کلی و خاص بیمار چهارم و پاسخ‌دهی پزشک.

خصوصیات وارد شده، کمی با خصوصیات دقیق برخی از بیمارهای قابل تشخیصی مطابقت ندارد
برای بازگشت به منوی اصلی، یک کلید و سیی کلیدEnter را فشار دهید

شکل ۲۹.آ: اعلام عدم تطابق جمیع علائم اظهار شده توسط بیمار چهارم و پزشک با بیماری‌های شناخته شده چشم‌های قرمز.



شکل آ.۳۰: همان شکل آ.۷ و انتخاب خروج از سیستم DTRED.



شکل آ.۳۱: اعلام خروج از سیستم (از اجرای قاعده شکل آ.۳).

مراجع

- [1] A. Adib, *Current Medical Diagnosis & Treatment*, University of Isfahan, Isfahan, 1986.
- [2] F. Javier García de Abajo, Simple mathematics on Covid-19 expansion (2020), available at <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.17.20037663v1>.
- [3] P. Deuffhard, O. Dössel, A. K. Louis, and S. Zachow, More mathematics into medicine!, in *Production Factor Mathematics*, M. Grötschel, K. Lucas, and V. Mehrmann, eds., Springer, New York, 2010.
- [4] J. Durkin, *Expert Systems: Design and Development*, MacMillan, New York, 1994.
- [5] A. Frings, G. Geerling, and M. Schargus, Red eye: A guide for non-specialists, *Deutsches Ärzteblatt International*, **114** (17) (2017) 302.
- [6] J. C. Giarratano, CLIPS User's Guide, ver. 6.22 (1998), available at <http://www.clipsrules.net/ug631.pdf>.
- [7] J. C. Giarratano and G. D. Riley, *Expert Systems: Principles and Programming*, fourth ed., PWS, New York, 2004.
- [8] J. L. Kennerley-Bankes, *Clinical Ophthalmology: A Text and Colour Atlas*, third ed., Churchill Livingstone, New York, 1994.
- [9] T-W. Lui and L. Goel, A framework for conceptualizing the current role and future trends of information systems in medical training, *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics*, **7**(1) (2012) 1-12.

- [10] A. R. Mahmood and A. Narang, Diagnosis and management of the acute red eye, *Emergency Medicine Clinics of North America*, **26**(1) (2008) 35–55.
- [11] P. J. McDonnell, How do general practitioners manage eye disease in the community?, *British Journal of Ophthalmology*, **72**(10) (1988) 733–736.
- [12] M. C. Munson, et al., Autonomous early detection of eye disease in childhood photographs, *Science Advances*, **5**(10) (2019) eaax6363.
- [13] S. Narayana and S. McGee, Bedside diagnosis of the ‘red eye’: a systematic review, *The American Journal of Medicine*, **128** (2015) 1220–1224.
- [14] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence-A Modern Approach*, fourth ed., Pearson, New York, 2020.
- [15] U. Sethuraman and D. Kamat, The red eye: evaluation and management, *Clinical Pediatrics*, **48**(6) (2009) 588–600.
- [16] M. A. Verjee, A. R. Brissette, and C. E. Starr, Dry eye disease: early recognition with guidance on management and treatment for primary care family physicians, *Ophthalmology and Therapy*, **9** (2020) 877–888.
- [17] P. Vichyanond, P. Pacharn, U. Pleyer, and A. Leonardi, Vernal keratoconjunctivitis: a severe allergic eye disease with remodeling changes, *Pediatric Allergy and Immunology*, **25**(4) (2014) 314–322.
- [18] B. J. West, A mathematics for medicine: the network effect, *Frontiers in Physiology*, **5** (2014) 456. doi.org/10.3389/fphys.2014.00456.
- [19] C. Wirbelauer, Management of the red eye for the primary care physician, *The American Journal of Medicine*, **119**(4) (2006) 302–306.
- [20] F. Nassiri-Mofakham, How does an intelligent agent infer and translate?, *Computers in Human Behavior*, **38** (2014) 196–200.

[۲۱] سیدمحسن برزی و احمد عامری، کلینیکال افتالمولوژی جی.ال.کنترلی بنکس: همراه با اطلس رنگی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ۱۳۶۸.

فريا نصیری‌مفخم

اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده مهندسی کامپیوتر

fnasiri@eng.ui.ac.ir

فريا نصیری‌مفخم، عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان، و دانش‌آموخته کارشناسی ریاضی گرایش کامپیوتر، کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار و دکترای مهندسی کامپیوتر از دانشگاه اصفهان است. علائق پژوهشی وی، هوش مصنوعی، تجارت الکترونیکی، نظریه بازی، مذاکرات الکترونیکی، حراهای الکترونیکی، انتخاب اجتماعی محاسباتی، سیستم‌های توصیه‌گر، بازاریابی الکترونیکی، بانکداری الکترونیکی، اخلاق و هنر در فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی، و ابعاد انسانی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در طراحی مکانیزم و مدل سازی کاربر در بازارهای هوشمند کالاها، خدمات و منابع در جامعه، صنعت و محیط زیست است.

