

Determining and Weighting Effective Criteria in Selecting Qualitative Comparative Indicators for Tumor Diagnosis Software Applications in Brain MRI Using Delphi Method and Fuzzy Analytic Hierarchy Process

Mohammad Reza Montazeriyou¹,
Rouholla Bagheri²,
Jalal Haghigat Monfared³

¹ PhD Student in Management Department, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

² Assistant Professor of Management Department, Ferdowsi University Of Mashhad, Iran

³ Assistant Professor of Management Department, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

(Received December 7, 2020 ; Accepted May 30, 2021)

Abstract

Background and purpose: Many indicators can be used in evaluating and comparing any software, but, currently there are no indicators to compare software applications that separate tumor tissue from healthy tissue in magnetic resonance imaging (MRI) of the brain. The aim of this study was to determine appropriate criteria for selecting a proper software for tumor diagnosis in brain MRI.

Materials and methods: A qualitative applied research was designed and performed in 10 stages. Appropriate criteria for selecting the software were determined using Delphi technique and expert opinions (30 people). They were then weighted and prioritized.

Results: In this study, a questionnaire was developed which was completed by Information Technology (IT) specialists and software engineers. We extracted 15 criteria, among which the "possibility of using the results in education" was the most agreed (93%) criterion and the "possibility of using software in medical environments" was the least agreed (47%) criterion. Also, these two criteria had the highest and lowest relative weights (0.1443 and 0.011, respectively).

Conclusion: : According to this study, IT specialists and software engineers believe that current software applications are more suitable for education and research than diagnosis and treatment. Therefore, they will categorize software applications according to their efficiency in research and education.

Keywords: qualitative comparison, Delphi technique, medical software, fuzzy analytic hierarchy process

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(197): 143-153 (Persian).

* **Corresponding Author: Rouholla Bagheri** - Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(E-mail: rbagheri@ferdowsi.um.ac.ir)

تعیین و وزن دهی معیارهای موثر در انتخاب شاخص های مقایسه ای کیفی نرم افزارهای تشخیص تومور در تصاویر MRI مغز با استفاده از روش دلفی و آنالیز سلسله مراتبی فازی

محمدرضا منتظریون^۱

روح اله باقری^۲

جلال حقیقت منفرد^۳

چکیده

سابقه و هدف: برای ارزیابی و مقایسه نرم افزارهای مختلف می توان از شاخص های زیادی استفاده نمود، ولی شاخص هایی که مختص مقایسه نرم افزارهای تفکیک بافت توموری از بافت سالم در تصاویر MRI مغز استخراج شده باشند، در حال حاضر موجود نمی باشد. هدف از این مطالعه، تعیین معیارهای مناسب جهت انتخاب نرم افزار بهینه برای تشخیص تومور در تصاویر MRI مغز است.

مواد و روش ها: مطالعه حاضر یک پژوهش کیفی و از نوع کاربردی است که طی ۱۰ مرحله طراحی و اجرا شد. در این مطالعه ابتدا با استفاده از تکنیک دلفی و نظرات خبرگان (۳۰ نفر) معیارهای مناسب برای انتخاب نرم افزار بهینه تعیین شد و سپس هر کدام از این معیارها وزن دهی و اولویت بندی شدند.

یافته ها: با ارائه پرسشنامه به متخصصین حوزه IT و نرم افزار و تکمیل آن توسط متخصصین، ۱۵ معیار استخراج شد که در این میان معیار "امکان استفاده نتایج در آموزش" با ۹۳ درصد بیش ترین فراوانی موافق و معیار "امکان استفاده از نرم افزار در محیط درمانی" با ۴۷ درصد کم ترین فراوانی موافقت را کسب نمودند. همچنین این دو معیار به ترتیب با ۰/۱۴۴۳ و ۰/۰۱۱ بیش ترین و کم ترین وزن نسبی را از آن خود نمودند.

استنتاج: با توجه به نتایج و نظرات متخصصین می توان به این نتیجه رسید که در حال حاضر متخصصین حوزه فناوری اطلاعات و نرم افزار، این نرم افزارها را بیشتر مناسب حوزه آموزش و پژوهش می دانند تا حوزه تشخیص و درمان. بنابراین با این پیش زمینه ذهنی، نرم افزارها را با توجه به میزان کارآیی در حوزه تحقیق و آموزش دسته بندی و رتبه بندی خواهند نمود.

واژه های کلیدی: مقایسه کیفی، دلفی، نرم افزار پزشکی، AHP فازی

مقدمه

کاربردپذیری و مقبولیت نرم افزارها از ویژگی های کیفی نرم افزارها می باشد که بیانگر این موضوع است که کاربر تا چه میزان می تواند با استفاده از نرم افزار به اهداف خود به صورت اثربخش و با رضایت کامل دست یابد.

در حال حاضر نرم افزارها کاربردهای وسیعی در زندگی روزمره انسان ها دارند و نقش مستقیمی در کیفیت زندگی افراد بازی می کنند و تنوع و فراگیری نرم افزارها باعث افزایش تعداد و تنوع کاربران آنها شده است (۱).

E-mail: rbagheri@ferdowsi.um.ac.ir

مؤلف مسئول: روح اله باقری - مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد

۱. دانشجوی دکتری گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳. استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۷ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۰/۲/۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۹

در این میان درخواست استفاده از نرم افزارهای مرتبط با سیستم های اطلاعات سلامت در صنعت درمان روز به روز در حال افزایش می باشد (۲) از این رو ارزیابی کیفی این نرم افزارها بسیار حائز اهمیت است (۳).
نرم افزارهای مربوط به اطلاعات سلامت دارای مزایای بسیاری هستند. این نرم افزارها باعث افزایش سرعت و کیفیت مراقبت های پزشکی و کاهش هزینه ها و خطا در سیستم درمانی می شوند (۴، ۵). تا کنون بیش تر ارزیابی هایی که برای نرم افزارهای مربوط به اطلاعات سلامت و یا نرم افزارهای تشخیصی انجام گرفتند، براساس میزان دقت مقایسه شده اند (۶-۸). همچنین برخی از مطالعات نیز بر جنبه های فنی و اجتماعی آن تاکید نموده اند (۹).

یکی از روش های متداول ارزیابی یک پدیده استفاده از پرسشنامه ها برای ارزیابی کیفی می باشد. برای مثال در یک مطالعه که در سال ۲۰۱۱ انجام پذیرفت، براساس نظرات کاربران تعداد حوزه وب که هر کدام از آن ها شامل تعدادی نرم افزار تحت وب بودند با استفاده از تاثیر فاکتورهایی مانند وضوح اهداف، سرعت دانلود، بازخورد، قابلیت اعتماد، گرافیک و غیره، با استفاده از لیکرت ۵ تایی مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند (۱۰). همچنین در مطالعه ای دیگر، با استفاده از پرسشنامه، به بررسی تاثیر فاکتورهایی همچون گزارش خطا، انتظارات کاربران، یادگیری و دستورالعمل ها برای قابلیت به کارگیری نرم افزار پرداختند (۱۱). این مطالعه روشی برای محاسبه میزان قابلیت استفاده از نرم افزارها را ارائه داد. همچنین در پژوهشی دیگر که در سال ۲۰۱۷ انجام پذیرفت، با استفاده از پرسشنامه، اثر زمان پاسخ بر کیفیت کار با نرم افزار توسط کاربر مورد بررسی قرار گرفت (۱۲)، بدین شکل که دو نسخه یکسان از یک نرم افزار تهیه گردید با این تفاوت که یکی از نرم افزارها تاخیر زمانی بیش تری نسبت به دیگر داشت. نتایج نشان داد که زمان پاسخ بر هیچکدام از جنبه های مورد بررسی تجربه کاربرها موثر نبوده است. در مطالعه ای دیگر با پیاده سازی و ارزیابی قابلیت استفاده از یک سیستم ردیابی

چشم مبتنی بر شبکه عصبی در یک رایانه لوحی پرداخته شد، نتایج نشان می دهد که یک مجموعه آموزش شبکه عصبی افزایش یافته ممکن است باعث کاهش خستگی در کاربران نرم افزار گردد (۱۳). در مطالعه ای دیگر در سال ۲۰۱۸، با استفاده از داده های آثریوگرافی توموگرافی کامپیوتری قلب (CCTA)، یک مدل سه بعدی خاص بیمار از یک پسر ۲۰ ماهه با بطن راست دو خروجی در مواد تانگو پلاس چاپ شد و برای ارزیابی کیفی اثر چاپ سه بعدی در تشخیص بیماری و تجزیه و تحلیل کیفی، با استفاده از یک پرسشنامه به تجزیه و تحلیل کیفی این روش توسط دو متخصص رادیولوژیست، دو متخصص قلب و دو جراح قلب پرداخته شد. نتایج نشان داد که از بین ۶ متخصص، چهار نفر از آن ها این مدل را در تسهیل برنامه ریزی قبل از عمل مفید دانسته و همچنین همه آن ها اعتقاد داشتند که این مدل در افزایش ارتباطات بیمار و پزشک بسیار ارزشمند خواهد بود (۱۴).

Chan و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله ای با عنوان "تنظیم رتبه بندی محتوای اطلاعاتی یک برنامه نرم افزاری بر اساس بازخورد کاربر" بیان می دارند: تکنیک هایی برای تنظیم رتبه بندی محتوای اطلاعاتی یک برنامه نرم افزاری براساس بازخورد کاربر کشف شده است. یک مدل ارائه شده در این مقاله شامل روشی متشکل از دریافت، در دستگاه محاسباتی از طریق یک جریان صوتی از صوت کاربر است، که صوت نشان دهنده بازخورد مربوط به محتوای اطلاعات است. این روش همچنین شامل تجزیه و تحلیل جریان صوتی برای اطلاعات تعیین ویژگی کاربر است (۲۳).
Zhang و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان "رتبه بندی و تشخیص عملکردهای مهم نرم افزار در الگوهای توالی اجرای پویا" بیان می دارند: به دلیل توالی و تعداد تماس عملکردها، شبکه نرم افزار نمی تواند اجرای واقعی نرم افزار را منعکس کند. بنابراین، تشخیص توابع مهم (DCF) بر اساس شبکه نرم افزار بحث برانگیز است. برای پرداختن به این موضوع، از نظر اجرای پویا نرم افزار، رویکرد جدیدی برای DCF در این مقاله ارائه

شده است. نظارت و حفاظت از عملکردهای مهم می تواند به افزایش کارایی آزمایش نرم افزار، قابلیت اطمینان نرم افزار قدرتمند و کاهش هزینه های نرم افزار کمک کند (۲۴).

Yadav و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان "رتبه بندی توسعه دهندگان نرم افزار براساس امتیاز تخصص برای اصلاح اشکالات" بیان می دارد: رویکردهای موجود در مورد تقسیم بندی اشکالات برای سیستم های توسعه دهنده عمدتاً بر اساس تکنیک های یادگیری ماشین (ML) است. این رویکردها دقت پیش بینی کم و طول پرتاب اشکال زیاد (BTL) را نشان داده اند. این کار یک الگوریتم توصیه جدید توسعه دهنده برای رتبه بندی توسعه دهندگان بر اساس نمره یکپارچه مبتنی بر متریک برای محاسبه اشکال ارائه کرده است. این نمره یکپارچه بر اساس مهارت توسعه دهنده با هدف بهبود تعیین اشکال و کاهش طول پرتاب اشکال بود. چنین معماری در چارچوب های سه بعدی سازی اشکالات نرم افزاری کاربرد دارد (۲۵).

Zeng و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله ای با عنوان "نرم افزار رتبه بندی: رویکرد جدیدی برای رتبه بندی نرم افزار جامع" بیان می دارند: ما یک رویکرد جدید ارائه می دهیم که نرم افزار را براساس دیدگاه جهانی متفاوت از روش ارزیابی و رتبه بندی نرم افزار سنتی رتبه بندی می کند. ما نرم افزار را از چهار بعد یعنی محبوبیت جامعه، فعالیت توسعه، سلامت نرم افزار و سلامت تیم ارزیابی می کنیم. هر بعد شامل برخی معیارها است و اثربخشی روش خود را از طریق آزمایش های مقایسه ای نشان دادند (۲۶).

در این مقاله به دو سوال پاسخ خواهیم داد:

- ۱- معیارهای موثر در انتخاب شاخص های مقایسه ای کیفی نرم افزارهای تشخیص تومور در تصاویر MRI مغز کدامند؟
- ۲- اولویت بندی این معیارها چگونه است؟

در این مطالعه قصد داریم به بررسی کیفی نرم افزارهای تشخیص تومور در تصاویر MRI مغز بپردازیم به نحوی که این ارزیابی کیفی براساس نظر متخصصان و کاربران این نرم افزار خواهد بود. در ابتدا به

طراحی یک پرسشنامه کیفی براساس نظرات متخصصان فناوری اطلاعات حوزه سلامت خواهیم پرداخت و در ادامه با استفاده از نظر متخصصین معیارهای انتخاب نرم افزار بهینه را اولویت بندی خواهیم نمود.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک پژوهش کیفی و از نوع کاربردی می باشد که طی ۱۰ مرحله طراحی و اجرا شد. با توجه به این مساله که معیارهای مشترکی در انتخاب یک نرم افزار و ارزیابی میزان کاربردی بودن و قابلیت استفاده از آن وجود ندارد، از روش دلفی استفاده شد. روش دلفی فرآیندی است که برای جمع آوری داده ها از متخصصان و ایجاد اجماع میان قضاوت های آنها به کار می رود. این فرآیند با استفاده از مجموعه ای از روش ها برای جمع آوری و تحلیل داده ها در ترکیب با بازخورد نتایج به متخصصان صورت می پذیرد.

مراحل ۱۰ گانه در اجرای این مطالعه عبارتند از:

- ۱- تشکیل گروه مجری و ناظر بر انجام دلفی
- ۲- انتخاب اعضای متخصصان حوزه
- ۳- اجرای فعالیت های تنظیم پرسشنامه برای راند اول
- ۴- بررسی نوشتاری پرسشنامه
- ۵- ارسال اولین پرسشنامه برای متخصصان
- ۶- تجزیه و تحلیل پاسخ های رسیده در راند اول
- ۷- آماده کردن پرسشنامه دور دوم با بازنگری های مورد نیاز
- ۸- ارسال دومین پرسشنامه برای متخصصان و خبرگان مرحله قبل
- ۹- تجزیه و تحلیل پاسخ های رسیده در راند دوم
- ۱۰- تعیین وزن های نسبی مربوط به معیارها با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی فازی

در این پژوهش اهداف مطالعه مورد بررسی و بازبینی های مجدد قرار گرفت. صاحب نظران این پژوهش که در واقع اعضای پانل خبرگان مطالعه دلفی را تشکیل می دادند شامل اعضا و کارشناسان نرم افزار و IT با تخصص

در مهندسی نرم افزار بوده‌اند (جدول شماره ۱) که در مجموع ۳۰ نفر از آنان برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند.

جدول شماره ۱: توزیع فراوانی رشته و مدرک تحصیلی نمونه آماری

رشته و مدرک تحصیلی	تعداد	متوسط سابقه کار
کارشناس نرم افزار	۵	۱۲
کارشناس ارشد فناوری اطلاعات	۸	۱۱
کارشناس ارشد نرم افزار	۱۵	۹
دکتری تخصصی نرم افزار	۲	۴

بنابر بررسی‌های صورت گرفته در مطالعه دلفی که شرکت کنندگان همگن باشند تعداد ۱۰ تا ۱۵ نمونه برای انجام دلفی کافی خواهد بود (۱۹). بر همین مبنا ابتدا ۳۰ نفر از کارشناسان انتخاب شدند تا در صورت ریزش در تعداد پاسخ دهندگان در طول مطالعه، اعتبار پژوهش حفظ شود. ابتدا سوالی باز در راستای این مطالعه طراحی شد که به نظر شما معیارهای مورد نیاز جهت رتبه‌بندی نرم افزارهای تشخیصی تومور چیست، در مرحله بعد سوالات به صورت پایلوت به ۱۰ تن از کارشناسان و صاحب نظران ارسال شد تا پاسخ، برداشت و درک آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد و بتوان به نتیجه مورد نظر دست پیدا کرد. با توجه به نتایج مطالعه پایلوت، سپس پرسشنامه برای ۳۰ نفر از افراد ذکر شده، ارسال گردید. سپس پاسخ‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در ابتدا تمامی معیارهای موجود استخراج شدند و معیارهای مشترک و دارای همپوشانی توسط پنل خبرگان تعیین شده و در هم ترکیب شدند. در مرحله بعد در پرسشنامه از هر کارشناس خبره خواسته شد براساس طیف لیکرت به هر شاخص امتیاز دهند. همچنین در انتهای پرسشنامه از آن‌ها خواسته شد اگر علاوه بر معیارهای پژوهش چنانچه معیارهای دیگری مد نظر دارند بیان کنند. نتایج دور اول دلفی حذف تعدادی از سوالات و اضافه کردن چند شاخص جدید بود. با توجه به نظرات کارشناسان نکته‌های کلیدی و اساسی استخراج شد. در ادامه با استفاده از دسته‌بندی نکات کلیدی در

قالب اصطلاحات حرفه‌ای، برچسب‌گذاری لازم انجام شد. سپس اصطلاحات برچسب‌گذاری شده هر صاحب نظر در قالب جدول سازماندهی و براساس ارتباط و تناسبی که با هم داشتند، در قالب پرسشنامه جدید ارائه شد. برای مرتبه دوم پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت. نتایج دور دوم، معمولاً با انگیزه بیش تر خبرگان تحقیق همراه بود، چرا که آن‌ها بازخورد پاسخ‌های خود را دریافت کرده و مشتاق به تعیین کیفیت پاسخ‌های همکاران خود بودند، سپس تولید پرسشنامه تحقیق با سوالات تایید شده در قالب طیف لیکرت ارائه شد.

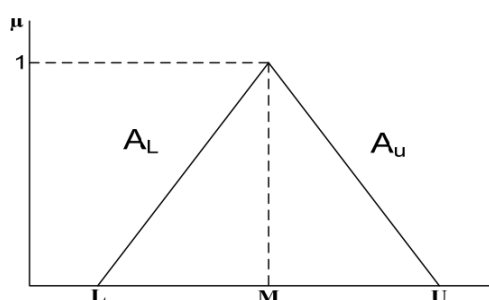
تحلیل سلسله مراتبی فازی

مطالعات تحلیل سلسله مراتبی که یکی از متداول‌ترین روش‌های اتخاذ تصمیم است، اولین بار توسط Saati در سال ۱۹۸۰ ابداع شد. این روش اصولاً جهت اتخاذ تصمیم براساس معیارهای کیفی کاربرد دارد. در این روش با استفاده از اصول ریاضی ماتریسی می‌توان با ارائه معیارهای متعدد نسبت به ایجاد اولویت بین گزینه‌های موجود اقدام نمود. همچنین می‌توان از این روش برای تصمیم‌گیری براساس دیدگاه‌های افراد مختلف نیز استفاده کرد و نظرات متخصصین یک حوزه را تحلیل نمود. از آنجایی که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کاملاً منطبق بر نحوه تفکر و فرآیندهای ذهنی و فکری انسان است و نیز الگوریتم آن بر اساس یک منطق ریاضی ساختار بندی شده است، از کارایی بالایی برخوردار می‌باشد و با استفاده از آن می‌توان بر بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری فائق آمد (۲۰).

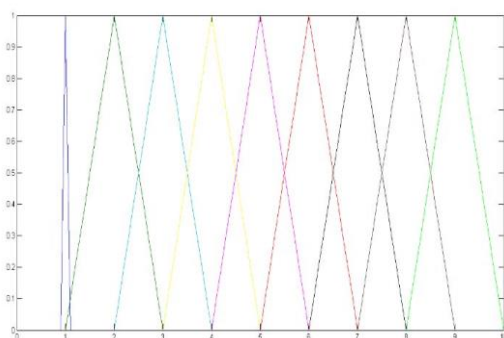
با وجود سهولت و متداول بودن روش تحلیل سلسله مراتبی در میان تصمیم‌گیرندگان، این روش دچار انتقادات و مشکلاتی نیز می‌باشد که در این میان می‌توان به عدم قابلیت محاسبه، عدم قطعیت داده‌ها و همچنین عدم قطعیت وزن معیارها اشاره نمود. تحلیل سلسله مراتبی بر اساس دانش خبرگان ساختار بندی می‌گردد اما نمی‌تواند فکر و دانش انسان را به شکلی

جدول شماره ۲: عبارت‌های کلامی متناظر با مقایسات زوجی جهت بیان میزان اهمیت هر معیار

عبارت کلامی	تابع عضویت فازی	مقیاس تابع عضویت فازی
برابر	۱	(۱,۱,۱)
برتری خیلی کم	۲	(۱,۲,۳)
برتری کم	۳	(۲,۳,۴)
برتر	۴	(۳,۴,۵)
خوب	۵	(۴,۵,۶)
نسبتاً خوب	۶	(۵,۶,۷)
خیلی خوب	۷	(۶,۷,۸)
عالی	۸	(۷,۸,۹)
برتری مطلق	۹	(۸,۹,۱۰)



تصویر شماره ۱: نمایش تابع عضویت فازی به مثالی



نمودار شماره ۲: تابع عضویت برای مقادیر و عبارت‌های کلامی

که تابع ضویت به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & x \in [l, m] \\ \frac{u-x}{u-m} & x \in [m, u] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

کاملاً واقعی نمایش دهد (۲۱). در سیستم اتخاذ تصمیم AHP، داده‌های ورودی و همچنین ارتباط بین معیارها و شاخص‌ها تعریف نشده و مبهم می‌باشد و تصمیمات فرد متخصص به صورت اعداد قطعی بیان می‌گردد، ولی در برخی از مقایسات زوجی نمی‌توان این مقایسه را به صورت یک عدد مشخص و قطعی بیان نمود. در بیش‌تر مواقع فرد تصمیم‌گیر نمی‌تواند گزینه‌های مختلف را با در نظر گرفتن معیار مشخصی، به‌طور دقیق امتیازدهی و رتبه‌بندی نماید. جهت برطرف نمودن چنین معایبی در سیستم AHP، پژوهشگران منطق فازی را که توانایی غلبه بر ابهام و عدم قطعیت موجود در مسائل را دارد، مورد استفاده قرار می‌دهند. محققین بیان نمودند که با ساختار بندی AHP فازی یا FAHP، می‌توان بر مسائل و مشکلات موجود در AHP فائق آمد.

پس از تعیین معیارها با استفاده از روش دلفی، مراحل زیر برای وزن دهی این معیارها با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی فازی صورت خواهد گرفت:

۱- تعیین عبارت‌های کلامی جهت مقایسه‌های زوجی معیارهای مورد نظر با استفاده از عبارت‌های ارائه شده (جدول شماره ۲)

۲- استفاده از توابع عضویت فازی مثلثی برای تشکیل ماتریس مقایسه زوجی

در این مطالعه برای جلوگیری از عدم قطعیت ناشی از تصمیم‌گیری در مراحل مختلف از توابع عضویت فازی مثلثی ارائه شده در جدول شماره ۲ برای نشان دادن نتیجه مقایسات زوجی در FAHP استفاده خواهد شد.

هر تابع عضویت فازی مثلثی $\tilde{A} = (1 + m + u)$ نشان داده می‌شود دارای تابع عضویت زیر می‌باشد که در آن پارامتر m حداکثر درجه تابع عضویت را مشخص می‌کند و پارامتر l, u به ترتیب نمایانگر حد بالا و پایین هستند که ارزیابی را امکان‌پذیر می‌کنند. یک عدد فازی مثلثی با سه عدد (M, L, U) و تابع عضویت $\mu(x)$ در تصویر شماره ۱ نمایش داده شده است. در نمودار شماره ۱ تابع عضویت مثلثی برای مقادیر زبانی آمده است (۲۲).

از ماتریس‌های مقایسات زوجی برای ۳۰ متخصص حاضر در این مطالعه ارسال شد.

یافته‌ها

در نتایج این مطالعه معیارهای تعیین کیفیت نرم‌افزار مشخص شده و وزن‌دهی انجام می‌شود. برای دستیابی به همین هدف پس از تکمیل ۳۰ پرسشنامه ارسالی به متخصصین ۲۵ معیار استخراج شد که با بررسی‌های مجدد توسط متخصصین، با توجه به این که برخی از معیارها از نظر مفهومی با یکدیگر قرابت داشتند، حذف شدند و تعداد معیارها به ۱۵ تقلیل یافت که میزان موافقت هر معیار با توجه به نظر متخصصین به صورت جدول شماره ۳ بوده است.

جدول شماره ۳: معیارهای استخراج شده برای انتخاب نرم‌افزار تفکیک بافت توموری از بافت سالم در تصاویر MRI

نام معیار	تعداد موافقت	درصد موافقت متخصصین
توانایی تفکیک بافت سالم و توموری	۲۴	۸۰٪
میزان صحت بصری	۱۷	۵۷٪
میزان قابلیت چشم پوشی خطا	۱۶	۵۳٪
امکان استفاده نتایج در طراحی درمان	۲۱	۷۰٪
امکان استفاده نتایج در مطالعات پژوهشی	۲۶	۸۷٪
امکان استفاده نتایج در آموزش	۲۸	۹۳٪
میزان تایید نتایج	۲۵	۸۳٪
امکان استفاده از نرم‌افزار در محیط درمانی	۱۴	۴۷٪
مقبولیت بین متخصصین	۲۳	۷۷٪
دامنه کاربردی نرم‌افزار در آموزش، پژوهش و بالین	۱۸	۶۰٪
قابلیت تطبیق با دیگر تصاویر پزشکی	۱۵	۵۰٪
میزان استفاده موثر از تصویر ورودی	۲۲	۷۳٪
کیفیت تفکیک تمامی بافت‌ها	۱۹	۶۳٪
تطابق خروجی با تصور ذهنی متخصص	۲۷	۹۰٪
استفاده به عنوان یک نرم‌افزار سرور	۲۰	۶۷٪

با توجه به جدول شماره ۳، نتایج نشان دادند که ۱۵ معیار فوق با قابلیت مناسبی جهت انتخاب نرم‌افزار تفکیک بافت سالم از توموری مورد استفاده خواهند بود. پس از این مرحله، معیارها برای مقایسه زوجی، برای متخصصین ارسال شد و در نهایت وزن هر معیار با توجه به میزان اهمیت آن‌ها در مقابل یکدیگر نسبت به هدف مورد نظر توسط روش تحلیل سلسله مراتبی فازی مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج میزان ناسازگاری معادل ۰/۰۶۱ را نشان دادند که از حد قابل قبول که ۰/۱ بوده

و برای غیر فازی سازی نیز از غیر فازی سازی مرکز ثقل استفاده خواهد شد:

$$BNP_i = \frac{l_i + m_i + u_i}{3}$$

محاسبه میزان ناسازگاری ماتریس: مقایسات انجام گرفته در این روش ذهنی‌اند و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مقداری ناسازگاری را تحمل می‌کند. اگر میزان سازگاری (CR) به حد مورد نظر نرسد، باید مقایسات را یک بار دیگر انجام داد. میزان سازگاری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

شاخص سازگاری (CI) میزان انحراف از سازگاری را نشان می‌دهد که طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

در معادله بالا n اندازه ماتریس مقایسات زوجی، λ_{max} بیش‌ترین مقدار ماتریس مقایسات RI شاخص سازگاری تصادفی یا همان شاخص میانگین وزن‌های تولید شده به صورت تصادفی است که می‌توان آن‌ها را از جدول مربوطه استخراج نمود (۱۷). اگر CR به دست آمده از ۰/۱ کم‌تر باشد، مقایسه‌های انجام شده قابل قبول است. در غیر این صورت، می‌بایست مقایسات بار دیگر با اطلاعات بیش‌تر و دقیق‌تر صورت گیرد.

البته در این مطالعه، تنها از وزن‌دهی معیارها استفاده شد. مقایسات زوجی با استفاده از جدول شماره ۲ توسط متخصصان صورت پذیرفت. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط خبرگان، به همراه ماتریس مقایسات زوجی و مشخص نمودن میزان ارجحیت هر یک از افراد، اطلاعات مربوطه استخراج و اولین پردازش اطلاعات توسط Excel انجام پذیرفت، سپس با استفاده از نرم‌افزار MATLAB معدل نظرات ارائه شده به روش میانگین حسابی محاسبه و ضرایب هر یک

کم تر می باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول شماره ۴، معیار امکان استفاده در آموزش با ۰/۱۴۴۳، بیش ترین وزن نسبی را به خود اختصاص داده و وزن نسبی دیگر معیارها نیز در جدول شماره ۴ نمایش داده شده اند.

جدول شماره ۴: ضرایب نسبی و بردار وزنی معیارهای استخراج شده

نام معیار استخراج شده	حد پایین	حد میانه	حد بالا	وزن نسبی
تولایی تفکیک بافت سالم و توموری	۰/۱۱	۰/۱۱۷۱	۰/۱۲۷۶	۰/۱۲
میزان صحت بصری	۰/۱۳۸	۰/۱۵۳	۰/۱۶۹	۰/۱۶
میزان قابلیت چشم پوشی خطا	۰/۱۰۶	۰/۱۱۶۶	۰/۱۲۷	۰/۱۲۷
امکان استفاده نتایج در طراحی درمان	۰/۰۵۴۴	۰/۰۵۸۹	۰/۰۶۶۵	۰/۰۶۶۷
امکان استفاده نتایج در مطالعات پژوهشی	۰/۱۰۵۴	۰/۱۱۸۰	۰/۱۳۷۱	۰/۱۳۰۳
امکان استفاده نتایج در آموزش	۰/۱۱۱۴	۰/۱۲۷۲	۰/۱۴۶۸	۰/۱۴۴۳
میزان تایید نتایج	۰/۱۰۳۸	۰/۱۱۶۶	۰/۱۳۷	۰/۱۲۲۶
امکان استفاده از نرم افزار در محیط درمانی	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱
مقبولیت بین متخصصین	۰/۰۹۹۴	۰/۱۰۵۸	۰/۱۱۰۲	۰/۱۱۶۲
دامنه کاربردی نرم افزار در آموزش، پژوهش و بالین	۰/۰۲۵۱	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۷۳
قابلیت تطبیق با دیگر تصاویر پزشکی	۰/۰۱۱۱	۰/۰۱۱۶	۰/۰۱۲۶	۰/۰۱۲۸
میزان استفاده موثر از تصویر ورودی	۰/۰۵۹۱	۰/۰۶۱۲	۰/۰۶۸	۰/۰۶۶۷
کیفیت تفکیک تمامی بافت ها	۰/۰۳۳۲	۰/۰۳۷۵	۰/۰۳۹۲	۰/۰۳۹۰
تطابق خروجی با تصور ذهنی متخصص	۰/۱۰۸۷	۰/۱۳۳۳	۰/۱۴۱۶	۰/۱۳۶۶
استفاده به عنوان یک نرم افزار سرور	۰/۰۵۵۴	۰/۰۵۷۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶

بحث

امروزه وجود نرم افزار جزء لاینفک زندگی روزمره انسان ها شده است و در این میان نرم افزارهای تخصصی یک دسته مهم از این نرم افزارها می باشند که انتخاب نرم افزار بهینه برای هدف خاص می تواند بسیار حائز اهمیت باشد. همچنین نرم افزارهای مختص به تشخیص و درمان با توجه به نحوه استفاده در پزشکی و کاربردهای آن اهمیتی صدچندان دارند.

در این مقاله قصد بر تعیین معیارهای مناسب برای انتخاب نرم افزار جهت تفکیک بافت توموری از سالم در تصاویر MRI مغز بوده است. معیارهای مورد مطالعه حاوی دسته ای از مهم ترین معیارهایی بودند که با استفاده از روش دلفی و نظر متخصصین نرم افزار تعیین شدند که در نهایت تبدیل به ۱۵ معیار اصلی شدند. در بین پاسخ های داده شده، معیار امکان استفاده در آموزش بیش ترین فراوانی را در بین پاسخ ها داشت که نشان دهنده این موضوع می باشد که به نظر متخصصین این حوزه،

هنوز چنین نرم افزارهایی بیش تر برای آموزش می توانند مفید باشند. همچنین معیارهای دوم و سوم از نظر فراوانی نیز به ترتیب معیارهای تطابق خروجی با تصور ذهنی متخصص و امکان استفاده نتایج در مطالعات پژوهشی بودند که می تواند موید این موضوع باشد که در حال حاضر چنین نرم افزارهایی در حوزه مطالعات و تحقیق می توانند بیش تر موثر باشند تا حوزه تشخیص و درمان. همچنین کم ترین فراوانی را نیز به ترتیب برای معیارهای امکان استفاده از نرم افزار در محیط درمانی، قابلیت تطبیق با دیگر تصاویر پزشکی و میزان قابلیت چشم پوشی خطا بوده است که باز هم موید این موضوع است که متخصصین عقیده دارند چنین نرم افزارهایی برای تشخیص و درمان موثر نمی باشند و مناسب حوزه های تحقیقاتی و آموزشی می باشند.

این مطالعه در نهایت معیارهایی برای تعیین نرم افزار مناسب برای حوزه پردازش تصویر پزشکی ارائه نمود که تاکنون این معیارها بدین شکل تخصصی تعیین نشده بودند. برای مقایسه با مطالعات دیگر می توان به موارد زیر اشاره نمود. در سال ۲۰۱۷، اصغری و همکاران (۲۷) به ارائه یک روش برای وزن دهی معیارهای موثر در انتخاب شاخص استرس حرارتی با استفاده از روش دلفی و آنالیز سلسله مراتبی فازی پرداختند. این مطالعه طی ۱۰ مرحله طراحی و اجرا شد. در این مطالعه ابتدا با استفاده از تکنیک دلفی و نظرات خبرگان (۳۰ نفر)، معیارهای موثر در انتخاب یک شاخص استرس حرارتی تعیین و سپس برای وزن دهی و اولویت بندی این معیارها از آنالیز سلسله مراتبی فازی استفاده شده که ایده اصلی مطالعه حاضر نیز براساس رویکرد این مطالعه بوده و تفاوت آن در تعیین شاخص ها و کاربردها بوده است.

همچنین در سال ۲۰۱۹، Dahooie و همکاران (۲۸) یک رویکرد چند منظوره فازی بهبود یافته برای تصمیم گیری چند معیاره بر اساس روش وزن دهی عینی (CCSD) و کاربرد آن در انتخاب روش پیش بینی فناوری را ارائه نمودند که در آن یک روش بهینه سازی چند

شد. علاوه بر معیارهای انتخاب سیستم اطلاعاتی، نیاز به محافظت از دارایی‌های اطلاعاتی انحصاری نیز لازم است. حفاظت از دارایی‌های اطلاعاتی شامل شناسایی و تجزیه و تحلیل معیارهای خطر با پیوند به خطرات امنیتی برای فرآیندهای انتخاب شده است. در حالیکه در مطالعه حاضر، تنها از وزن دهی معیارها استفاده شد و مقایسات زوجی با استفاده از جدول شماره ۳ توسط متخصصان صورت پذیرفت.

برای ادامه این مطالعه پیشنهاد می‌شود تا چند روش مختلف برای تفکیک بافت توموری از بافت سالم در تصاویر MRI مغز اجرا شوند و نتایج به دست آمده با استفاده از معیارهای استخراج شده در اختیار متخصصین قرار گیرد تا نرم‌افزارها با یکدیگر مقایسه شوند و این مقایسه توسط متخصصین با نتایج آماری از دقت و صحت روش‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

References

- Mazani F, Vafadar S. Software Usability Assessment: Comparison of the Questionnaire Versus User Performance. *Iranian Journal of Information Processing and Management* 2019; 34(4): 1849-1878 (Persian).
- Safdari Z, Dargahi H, Shah Moradi L. Survey of Quality Ergonomic of Iran's hospital information system and comparison with three other software from user's point of view. *Hospital* 2010; 9(1-2): 33-42.
- Hajavi A, L. Shahmoradi L. Problems in hospital information systems evaluation and solutions. *Islamic countries head hall, Tehran, Iran, 2004.* (Persian).
- Nelson R, Stagers N. *Health Informatics-E-Book: An Interprofessional Approach*. 2nd ed. Elsevier Health Sciences; 2016.
- Tan J. *Healthcare Information Systems and Informatics: Research and Practices: Research and Practices*. IGI Global; 2008.
- Sauwen N, Acou M, Van Cauter S, Sima DM, Veraart J, Maes F, et al. Comparison of unsupervised classification methods for brain tumor segmentation using multi-parametric MRI. *NeuroImage: Clinical* 2016; 12: 753-764.
- Koç A, Sezgin ÖS, Kayıpmaz S. Comparing different planimetric methods on volumetric estimations by using cone beam computed tomography. *La Radiologia Medica* 2020; 125: 398-405.
- Allahverdy A, Nasrabadi AM, Mohammadi MR. Detecting ADHD children using symbolic dynamic of nonlinear features of EEG. in *Electrical Engineering (ICEE), 2011 19th. Iranian Conference on; 2011.* IEEE (Persian).
- Oroviogioicochea C, Watson R. A quantitative analysis of the impact of a computerised information system on nurses' clinical practice using a realistic evaluation

هدفه براساس تجزیه و تحلیل Multimoora را ارائه نمودند. این روش، یک روش تصمیم‌گیری چند معیاری می‌باشد که کارآیی و اثربخشی بالایی را در حل مسئله فراهم می‌کند. البته در این مطالعه برای جلوگیری از عدم قطعیت در تصمیم‌گیری در مراحل مختلف از توابع عضویت فازی مثلثی ارائه شده استفاده شد. با این حال، روش ارائه شده در این مقاله برخی محدودیت‌ها را در مدل ارزیابی ایجاد می‌کند مانند نیاز به تجمیع و رتبه‌بندی نهایی براساس رتبه‌های به دست آمده قبلی که حائز اهمیت می‌باشد.

همچنین در سال ۲۰۱۸، Malindzakova و همکاران (۲۹) به پیاده‌سازی روش AHP برای انتخاب نرم‌افزار ERP با توجه به معیارهای محافظت از داده‌ها پرداختند. در این مطالعه به تحلیل معیارهای انتخاب سیستم اطلاعاتی در یک شرکت تولیدی با استفاده از روش AHP پرداخته

- framework. *International Journal of Medical Informatics* 2009; 78(12): 839-849.
10. Nathan RJ., Yeow PH. Crucial web usability factors of 36 industries for students: a large-scale empirical study. *Electronic Commerce Research* 2011; 11(2): 151-180.
 11. Raza A, Capretz LF, Ahmed F. Users' perception of open source usability: an empirical study. *Engineering with Computers* 2012; 28(2): 109-121.
 12. Rangardt J, Czaja M. Empirical investigation of how user experience is affected by response time in a web application 2017.
 13. Holland C, Garza A, Kurtova E, Cruz J, Komogortsev O. Usability evaluation of eye tracking on an unmodified common tablet, in *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* 2013:295-300.
 14. Lau IWW, Liu D, Xu L, Fan Z, Sun Z. Clinical value of patient-specific three-dimensional printing of congenital heart disease: Quantitative and qualitative assessments. *PloS One* 2018; 13(3): e0194333.
 15. Ludwig L, Star S. Library as place: results of a Delphi study. *Journal of the Medical Library Association* 2005; 93(3): 315-326.
 16. Linstone HA, Turoff M. *The Delphi method-techniques and applications*. 2002.
 17. Powell C. The Delphi technique: myths and realities. *Journal of Advanced Nursing* 2003 41(4): 376-382.
 18. Asghari M, Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaie F, Arabalibeik H, Shamsipour AA, et al. Determination and weighting the effective criteria in selecting a heat stress index using the Delphi technique and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP). *Health and Safety at Work* 2017; 7(1): 23-32 (Persian).
 19. Sadeq Tabrizi J, Gharibi F. Developing a national accreditation model via Delphi Technique. *Journal of Hospital* 2012; 11(2): 9-18 (Persian).
 20. Meixner O. Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. in *Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process*, Pittsburgh, PA, USA. 2009.
 21. Ping Fan Z, Fen Hu G, Han Xiao S. A method for multiple attribute decision-making with the fuzzy preference relation on alternatives. *Computers & Industrial Engineering* 2004; 46(2): 321-327.
 22. Ban AI, Ban O, Bogdan V, Popa claudia diana S, Tuse D. Performance evaluation model of Romanian manufacturing listed companies by fuzzy AHP and TOPSIS. *Technological and Economic Development of Economy* 2020; 26(4): 1-29.
 23. Raymond C, Podgorny IA, Indyk B. Adjusting a ranking of information content of a software application based on feedback from a user. U.S. Patent No. 10,770,062. 8 Sep. 2020.
 24. Bing Z, Shan C, Hussain M, Ren Ji. Software Crucial Functions Ranking and Detection in Dynamic Execution Sequence Patterns. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 2020; 30(05) 695-719.
 25. Asmita Y, Singh SK, Suri JS. Ranking of software developers based on expertise score for bug triaging. *Information and Software Technology* 2019; 112: 1-17.
 26. Yarong Z, Zhang X, Li Y, Wang T. Software Ranker: A New Comprehensive Software Ranking Approach. (2018). *IEEE 9th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*. IEEE, 2018.

27. Asghari M, Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Arabalibeik H, Shamsipour AA, Allahverdy A. Determination and weighting the effective criteria in selecting a heat stress index using the Delphi technique and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP). *Health and Safety at Work* 2017; 7(1): 23-32.
28. Dahooie JH, Zavadskas EK, Firoozfar HR, Vanaki AS, Mohammadi N, Brauers WKM. An improved fuzzy MULTIMOORA approach for multi-criteria decision making based on objective weighting method (CCSD) and its application to technological forecasting method selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 2019; 79: 114-128.
29. Malindzakova M, Puskas D. The AHP method implementation for ERP software selection with regard to the data protection criteria. *Tem Journal* 2018; 7(3): 607.