Journal of Gerontology (joge) **Original Article**

Vol 5, No 1, Summer 2020

ANFIS system: An Algorithm for Diagnosing and Classifying the Levels of Depression in the Elderly

Mirza M[1*]

1- Assistant Professor, Department of Psychology, Faculty Humanities, Gonbad Kavoos University, Gonbad Kavoos, Iran **(Corresponding Auther)**
Email: Mirza@gonbad.ac.ir

Received: 23 April 2020 Accepted: 10 June 2020

Abstract

Introduction: The diagnosis and classification of depression as the most common abnormal psychological disorder in the elderly has received less attention. The aim of the study was to use the ANFIS system to automatically process information in order to provide an appropriate algorithm for predicting the depression of the elderly.

Methods: The applied study was performed at the Gonbad Kavous Elderly Care Center. A total of 30 elderly people were selected as available samples and the data were collected by clinical interview and GDS scale. MATLABR2016b software was used to implement the equations and functions defined in the ANFIS system layers. Using Pearson's correlation technique, six clinical variables influencing elderly depression were selected as inputs to the ANFIS model. The data were randomly divided into two groups of training and experiments at a ratio of 30:70. System performance appraisal was evaluated using turbulence matrix and ROC curve.

Results: The results showed that the ANFIS system algorithm designed in MATLAB software with a TPR of more than 92.56% and with a FPR of 89.68% and an AUC of 0.83 to 1 was highly accurate in diagnosing and classifying elderly depression. Evaluation of the developed model showed that it was able to accurately predict the levels of depression in the elderly compared to the GDS questionnaire and clinical interview. In addition, the model only encountered a non-significant error in distinguishing between low and normal levels of depression, which can be corrected by specialists with the help of clinical symptoms at the time of the interview.

Conclusions: the designed system increases the accuracy of the specialist's diagnosis and can be used during the primary care process as a screening tool for early detection of physical or psychological disorders. Eventually, instead of wasting a lot of time and money to diagnose and classify the disorder, it can be used to evaluate the decision of the treatment protocol and make the necessary corrections to improve the organization's performance.

Keywords: Algorithm, Forecasting, Depression, Elderly.

دوره ۵ شماره ۱ تابستان ۱۳۹۹

سیستم ANFIS : الگوریتمی برای تشخیص و طبقه بندی سطوح افسردگی سالمندان

مژگان میرزا [1*]

۱- استادیار گروه روانشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گنبدکاووس. ایران **(نویسنده مسئول)**
ایمیل: Mirza@gonbad.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۱

چکیده

مقدمه: تشخیص و طبقه بندی افسردگی به عنوان شایعترین اختلال روانشناختی غیرطبیعی در سالمندان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف تحقیق استفاده از سیستم ANFIS برای پردازش خودکار اطلاعات به منظور ارائه الگوریتم مناسب برای پیش بینی افسردگی سالمندان بود.

روش کار: مطالعه کاربردی حاضر در مرکز نگهداری سالمندان شهرستان گنبد کاووس انجام شد. تعداد ۳۰ سالمند به عنوان نمونه در دسترس انتخاب و داده ها به روش مصاحبه بالینی و استفاده از مقیاس GDS جمع آوری گردید. از نرم افزار MATLABR۲۰۱۶b برای پیاده سازی معادلات و توابع تعریف شده در لایه های سیستم ANFIS استفاده شد. با استفاده از تکنیک همبستگی پیرسون، ۶ متغیر بالینی موثر در افسردگی سالمندان به عنوان ورودی مدل ANFIS انتخاب شدند. داده ها به صورت تصادفی و به نسبت ۳۰:۷۰ به دو گروه آموزش و آزمایش تقسیم شدند. ارزیابی عملکرد سیستم با استفاده از ماتریس آشفتگی و منحنی راک بررسی شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که الگوریتم سیستم ANFIS و طراحی شده در نرم افزار MATLAB با حساسیت بالاتر از ۹۲/۵۶ ٪ و با متمم ویژگی بالاتر از ۸۹/۶۸ ٪ و سطح زیر منحنی بین ۰/۸۳ تا ۱ در تشخیص و طبقه بندی افسردگی سالمندان از دقت قابل قبولی برخوردار بود. بعلاوه، ارزیابی مدل توسعه یافته نشان داد که توانسته است سطوح افسردگی سالمندان را در مقایسه با پرسشنامه GDS و مصاحبه بالینی بطور صحیح و با دقت بالا پیش بینی و طبقه بندی کند. مدل فقط در متمایزسازی سطح کم افسردگی از سطح نرمال با یک خطای غیر معنادار روبرو بود که توسط متخصصین به کمک علائم بالینی در زمان مصاحبه قابل اصلاح است.

نتیجه گیری: سیستم طراحی شده دقت تشخیص متخصص را افزایش داده و می تواند به عنوان یک دستیار قابل اطمینان طی فرآیند مراقبت های اولیه سلامت روان به عنوان یک ابزار غربالگری برای شناسایی زود هنگام اختلالات روانشناختی استفاده شده و به موقع درمان متناسب شروع گردد. در نهایت در سطح برنامه ریزی کلان، به جای هدردادن وقت و هزینه زیاد برای تشخیص و طبقه بندی اختلال، می توان آن را صرف ارزیابی تصمیم پروتکل درمانی گرفته شده کرد و اصلاحات لازم را برای بهبود عملکرد سازمان انجام داد.

کلیدواژه ها: الگوریتم، پیش بینی، افسردگی، سالمند.

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت سالمند و پیامدهای آن باعث شده است که در اکثر جوامع، سالمندی جمعیت به عنوان مسئله ای اجتماعی مورد توجه قرار گیرید (۱). هم زمان با افزایش جهانی روزافزون جمعیت سالمند، در کشور ما نیز جمعیت سالمند در حال افزایش بوده و در سالهای آینده، ایران یکی از کشورهای دارای بیشترین سرعت رشد جمعیت سالمند خواهد بود بطوریکه از سال ۱۳۷۵ تا۱۴۲۵ از ۶/۶٪ به ۲۲٪ خواهد رسید (۱).

سالمندی فرآیندی اجتناب ناپذیر و دوران حساسی از

زندگی بشر است که بر همه جنبه های زندگی تاثیر می گذارد. این مرحله از زندگی با دامنه گسترده ای از تغییرات فیزیولوژیک و روانشناختی همراه است (۱) بطوریکه شیوع ناتوانی های روانی در این دوره از زندگی افزایش می یابد (۲).

افسردگی یکی از عمده ترین مشکلات روانی است که بنا بر آمار جهانی (۲۵٪) در سالهای نه چندان دور دومین علت ناتوانی بشر خواهد بود (۳). شیوع علائم بالینی بارز افسردگی در میان سالمندان ساکن جامعه ۸ تا ۱۵ درصد است که در میان سالمندان آسایشگاه به ۳۰ درصد می رسد (۴). افسردگی سالمندان غالباً مورد غفلت قرار گرفته، تشخیص داده نشده و به اندازه کافی و مناسب درمان نمی شود (۵). این در حالی است که وقوع افسردگی بعد از سن ۷۰ سالگی دو برابر می شود (۶). بنابراین در مراقبت های اولیه سلامت روانشناختی این اختلال می بایست به موقع تشخیص داد شده و درمان گردد.

بختیاری و همکاران (۷) اظهار کرده اند که مشاهده، آزمون و مصاحبه از راه های تشخیص گذاری اختلالات روانی است، بطوریکه مصاحبه به عنوان مهمترین راه تشخیصی باید بتواند کلیه مسائل و عوامل موثر در پیدایش اختلال را از کم اهمیت ترین تا پر اهمیت ترین شناسایی نماید. اختلالات روانی به دلیل گستردگی و دارا بودن علائم متعدد، پیچیدگی بالایی در شناسایی دارند به ویژه آنکه برخی از این اختلالات دارای علائم مشترک نیز هستند و این مسئله تشخیص دقیق و در نتیجه برنامه ریزی درمانی و آموزشی مناسب را برای آن ها دشوار می کند (۸). شناسایی افسردگی سالمندان نیز از این قاعده مستثنی نیست. بطوریکه، اختلال افسردگی با عوامل ژنتیکی، بیوشیمیایی، روانشناختی و اجتماعی در ارتباط است (۹) که این علل مختلف و علائم گسترده سبب تشخیص غیر قطعی (احتمالی) این اختلال می شود (۷). در تشخیص افسردگی که عدم اطمینان (عدم قطعیت) نقش مهمی در آن ایفاء می کند، یک الگوریتم هوشمند می تواند نسبت به روشهای سنتی تشخیصی، سطوح بالاتری از اطمینان را فراهم کند (۷). بعلاوه، تغییرپذیری مستمر اندازه متغیرهای متعدد روانشناختی همراه با روابط پیچیده غیرخطی پویا بین آنها (۱۰) پیش شرط لازم برای استفاده از مدلهای پردازش هوشمند داده ها را فراهم کرده اند (۱۱). همچنین، گسترش دانش در حوزه پزشکی و پیچیدگی تصمیمات مرتبط با تشخیص و درمان، توجه متخصصین را به استفاده از سیستم های پشتیبان تصمیم گیری در امور پزشکی جلب نموده است (۱۲). یکی از سیستم های پشتیبان و کمک دهنده به امر تشخیص اختلالات روانی از جمله افسردگی، سیستم های هوشمند (خبره) است که قابلیت تصمیم گیری تشخیصی را ارتقاء می دهند. آنیش و همکاران (۱۳) پیشنهاد یک سیستم فازی عصبی هوشمند را برای مدل کردن داده های افسردگی پیشنهاد کرده اند. سیستمANFIS۱ یکی از این سیستمها است که سیستمهای شبکه عصبی و فازی لجیک را با هم ترکیب می کند (۱۴). سیستم ANFIS در اوایل ۱۹۹۰ ایجاد شده است و کاربردهای عملی فراوانی در زمینه های ارزیابی، طبقه بندی، استنتاج و پیش بینی پیدا کرده است (۱۵ و ۱۶). سیستم استنتاج آن مطابق با مجموعه قوانین فازی اگر-آنگاه است که قابلیت یادگیری برای تقریب زدن توابع غیرخطی را دارد (۱۷). از این رو، ANFIS به عنوان یک برآورد جهانی مطرح شده است (۱۸). این سیستم ها برنامه هایی هستند که پایگاه دانش آنها انباشته از اطلاعاتی است که متخصصین هنگام تصمیم گیری درباره یک موضوع خاص بر اساس آنها تصمیم می گیرند (۱۹). تحقیقات متعدد نشان داده است که یک سیستم خبره و هوشمند نتایج پایدارتری نسبت به یک فرد خبره (متخصص) ارائه می کند. بدین ترتیب متخصصین با استفاده از این سیستم ها، می توانند دقت بیشتر در تصمیم گیری های پیچیده تر را انتظار داشته باشند (۲۰) و وقت خود را بیشتر صرف ارزیابی تصمیم نمایند (۲۱).

روش کار

مطالعه کاربردی حاضر در مرکز نگهداری سالمندان شهرستان گنبد کاووس انجام شد. معیار ورود به طرح نداشتن بیماری جسمانی صعب العلاج، نداشتن تجربه از دست دادن نزدیک در دو ماه گذشته، داشتن حداقل سواد خواندن و نوشتن و تمایل به همکاری و حضور به طرح بود. بنابراین، تعداد ۳۰ سالمند (۱۷ مرد و ۱۳ زن) با سن بین ۶۰ تا ۸۰ سال که توانایی لازم برای پاسخ به سئوالات مصاحبه را داشتند به عنوان نمونه در دسترس انتخاب و توضیحات لازم به آنها داده شو و سپس داده ها به روش مصاحبه بالینی جمع آوری گردید. علاوه بر روش مصاحبه بالینی به عنوان یک ابزار معتبر در تشخیص افسردگی، از مقیاس افسردگی سالمندان (GDS) (۲۲) نیز با ۱۵ آیتم با پاسخ بلی =۱ و خیر =۰ به عنوان ابزار روانشناختی برای به دست آوردن داده ها استفاده شد. در

این مقیاس مجموع نمرات کمتر از ۵ نشان دهنده وضعیت نرمال، بین ۵ تا ۸ وضعیت خفیف، ۹ تا ۱۱ وضعیت متوسط و نمره ۱۲ به بالا نشان دهنده وضعیت افسردگی شدید است. مقیاس افسردگی سالمندان از پایایی و روایی بسیار خوبی برخوردار است (۲۳) که ضریب آلفای کرونباخ در این تحقیق ۰/۸۹ بدست آمد. از نرم افزار (MATLAB $_{R2016b}$) برای انجام محاسبات عددی و برای پیاده سازی معادلات ANFIS استفاده شد. از تکنیک همبستگی پیرسون به عنوان تکنیک انتخاب متغیرهای بالینی موثر در افسردگی سالمندان استفاده شد و از بین متغیرهای بالینی، تعداد ۶ متغیر موثرتر در بروز سطوح مختلف افسردگی (نرمال=۰، افسردگی کم=۱، متوسط=۲، شدید=۳) به عنوان ورودی تغذیه کننده مدل ANFIS انتخاب شدند. داده ها به صورت تصادفی و به نسبت ۷۰:۳۰ به دو گروه آموزش (۲۰ نفر: ۱۳ مرد و ۷ زن) و آزمایش (۱۰ نفر: ۴ مرد و ۶ زن) تقسیم شدند. عملکرد سیستم با استفاده از ماتریس آشفتگی و منحنی ROC تعیین شد. اندازه عددی بین ۱-۰/۹ به عنوان شاخص سطح زیر منحنی راک AUC نشان می دهد که قابلیت مدل طراحی شده برای پیش بینی عالی است و برای سطوح ۰/۹-۰/۸ خوب، ۰/۸- ۰/۷ نسبتا خوب، ۰/۷-۰/۶ ضعیف، ۰/۶-۰/۵ بی فایده و سطح زیر منحنی کمتر از ۰/۵ نشان می دهد که مدل طراحی شده غیر قابل استناد بوده و کاربردی نیست. خروجی های مدل ANFIS با داده های تشخیصی بالینی و پرسشنامه مقایسه و میزان دقت مدل پیش بینی کننده هوشمند ارزیابی گردید. ساختار نظری سیستم ANFISکه در این تحقیق به کاربرده شده است به شرح ذیل می باشد: این سیستم ترکیبی از شبکه عصبی و منطق فازی است. در ANFIS ، مؤلفه منطق فازی در لایه پنهان شبکه عصبی قرار دارد و ترکیب این تکنیکها آن را به یک سیستم ترکیبی تبدیل می کند. سیستم ANFIS در این تحقیق شامل شش لایه است: لایه اول (لایه ورودی): این لایه ۶ نرون دارد که متناسب با تعداد متغیرهای بالینی انتخابی است. مجموعه داده های بدست آمده، بعنوان ورودی، سیستم را تغذیه می کند (معادله ۱).

$$O_{1i} = Xi \qquad (۱)$$

$O_{1}i$ = i امین نرون خوجی از لایه اول Xi = ارزش متغیر برای i امین متغیر

لایه دوم (تابع عضویت و اولین لایه پنهان در ANFIS): تابع عضویت، متغیرهای زبانی در لایه اول را به برچسب های زبانی در یک مجموعه فازی نقشه برداری می کند. در این تحقیق از تابع عضویت نرمال (معادله ۲) در نگاشت این علائم به یک مجموعه فازی استفاده شد زیرا این قابلیت را دارد که به یک مجموعه غیر فازی نزدیک شود و در همه حال و در هر نقطه دارای ارزش غیرصفر است.

$$\mu(x) = 1/ (1+I((x-c)/aI^{2b})$$

a = میانگین مقادیر علائم ، b = منحنی نرمال متغیرها ، c = مرکز منحنی ، x = مقدار متغیر ، (x) μ = تابع عضویت x

لایه سوم (لایه قانون و دومین لایه پنهان در ANFIS): هر نورون این لایه از لایه تابع عضویت ورودی دریافت می کند و مقدار صحیح را برای هر قانون محاسبه می کند. این لایه از قانون استنباط Takagi-Sugeno پیروی می نماید که در معادله نشان داده شده است.

$$O_{3(i)} = \mu (x) \times \mu (y) \qquad (۲)$$

$O3i$= i امین خروجی لایه سوم، (x) μ= تابع عضویت x

(y) μ= تابع عضویت y

لایه چهارم (لایه نرمال سازی و سومین لایه پنهان ANFIS) : هر نورون این لایه دقیقا با یک نورون در لایه قانون مرتبط است.

$$O_{4(i)} = O_{3(i)} / (O_{3(1)}+O_{3(2)}+.....+O_{3(n)}) \qquad (۳)$$

$O_{4(i)}$= i امین خروجی نورون از لایه نرمال سازی

O_{3i}= i امین خروجی نورون از لایه قانون، n= تعداد کل نورون های لایه قانون

لایه پنجم (لایه غیرفازی سازی و چهارمین لایه پنهان در ANFIS): این لایه شامل یک نورون است که با تمام نورونهای لایه نرمال سازی در ارتباط است. خروجی این لایه با ضرب کردن قدرت حلقه یک قانون با پارامترهای متعاقب آن حاصل می شود (معادله ۵).

$$O_{5(i)} = O_{4(i)} (P_i(x) + q^i (y) + r) \qquad (۴)$$

O_{5i} = i امین خروجی نورون لایه غیرفازی سازی , Pi , qi= پارامترهای ثابت، r= اریبی

لایه ششم (لایه خروجی): نورون این لایه خروجی نهایی را تولید می کند. ورودی این لایه از خروجی لایه غیرفازسازی تغذیه می کند و با افزودن ورودی های آن، خروجی خود را تولید می کند (معادله ۶).

$$O_{6(i)}=\sum O_{5(i)} \quad (۵)$$

$i=O_{6i}$ امین خروجی نورون لایه ششم، $i=O_{5i}$ امین خروجی نورون لایه پنجم

یافته ها

جامعه آماری تحقیق را ۱۷ مرد سالمند (۷/۵۶ ٪) و ۱۳ زن سالمند (۳/۴۳ ٪) تشکیل دادند. بیشترین ترکیب سنی مربوط به ۶۵ تا ۷۰ سال (۵۰٪) بوده و سپس به ترتیب مربوط به ترکیب سنی۷۰ تا ۷۵ سال (۶/۲۶٪)، ۶۰ تا ۶۵ سال (۷/۱۶٪) و ۷۵ تا ۸۰ سال (۷/۶٪) می باشد.. ۳/۳ ٪ شرکت کنندگان دارای تحصیلات دانشگاهی بودند، ۱۰٪ تحصیلات دبیرستانی، ۴۰٪ راهنمایی، ۳۰٪ ابتدایی و ۷/۱۶٪ فقط سواد خواندن نوشتن داشتند. در جامعه آماری این تحقیق ۱۰۰ ٪ مردان و زنان سالمند زوجه یا زوج خود را بدلیل فوت یا طلاق در حداقل یک سال گذشته از دست داده بودند.

به منظور داشتن داده های صحیح و قابل تجزیه و تحلیل از نظر آماری از داده های جمع آوری شده حاصل از مصاحبه بالینی، مقادیر حاوی اطلاعات ناقص، مقادیر زائد یا مقادیر مکرر حذف و متغیرهای غیرعددی به مقادیر عددی (گسسته) تبدیل شدند. (جدول۱) داده های بالینی متغیرهای انتخابی و سطوح شدت افسردگی را برای سالمندان شرکت کننده در طرح نشان می دهد.

جدول ۱: داده های بالینی از متغیرهای موثر بر افسردگی سالمندان به همراه ارزش تشخیصی و سطوح شدت افسرگی برای مرحله آموزش برای ۷۰٪ از شرکت کنندگان سالمند

نمونه (شماره سالمند)	جنسیت	* متغیرهای انتخابی و موثر بر افسردگی سالمندان						ارزش تشخیصی	سطوح افسردگی
		۱	۲	۳	۴	۵	۶		
۱	زن	۸/۵۳	۹/۴۳	۸/۶۰	۸/۱۷	۹/۹۸	۷/۸۶	۸/۷۶	شدید
۲	مرد	۶/۱۸	۵/۸۰	۳/۹۴	۵/۱۳	۶/۴۳	۴/۷۱	۵/۳۶	متوسط
۳	مرد	۶/۲۱	۴/۷۱	۳/۵۰	۴/۲۳	۵/۱۲	۴/۱۴	۴/۶۵	متوسط
۴	مرد	۹/۸۳	۷/۷۵	۸/۶۳	۸/۰۹	۹/۷۸	۹/۴۴	۸/۹۲	شدید
۵	زن	۹/۱۸	۳/۷۲	۳/۲۹	۷/۱۹	۴/۱۷	۶/۱۱	۵/۶۱	متوسط
۶	مرد	۲/۲۳	۱/۰۵	۱/۳۶	۲/۱۶	۱/۵۲	۱/۷۰	۱/۶۷	نرمال
۷	زن	۵/۱۹	۳/۰۶	۳/۵۶	۶/۷۸	۴/۰۳	۴/۳۲	۴/۴۹	متوسط
۸	مرد	۶/۳۴	۴/۶۸	۵/۵۲	۶/۳۷	۵/۱۸	۵/۳۹	۵/۵۸	متوسط
۹	زن	۵/۹۸	۵/۰۸	۶/۳۱	۴/۵۹	۴/۱۸	۴/۴۳	۵/۰۹	متوسط
۱۰	مرد	۳/۴۱	۲/۱۳	۱/۵۶	۳/۴۴	۲/۰۵	۱/۱۰	۲/۲۸	کم
۱۱	مرد	۵/۳۲	۳/۳۷	۳/۶۸	۵/۸۳	۴/۹۷	۵/۸۴	۴/۸۳	متوسط
۱۲	مرد	۹/۸۷	۸/۷۲	۸/۵۹	۷/۹۵	۸/۸۶	۹/۵۴	۸/۹۲	شدید
۱۳	مرد	۶/۸۳	۴/۱۲	۴/۹۳	۶/۴۹	۵/۴۱	۶/۰۲	۵/۶۳	متوسط
۱۴	زن	۴/۰۹	۳/۰۵	۳/۴۱	۴/۱۲	۳/۰۳	۳/۲۰	۳/۴۸	کم
۱۵	مرد	۶/۵۵	۴/۳۹	۵/۹۶	۶/۸۱	۴/۸۴	۶/۸۱	۵/۸۹	متوسط
۱۶	زن	۹/۳۴	۸/۵۳	۸/۷۱	۷/۶۴	۸/۷۶	۹/۵۳	۸/۷۵	شدید
۱۷	مرد	۵/۶۸	۵/۴۲	۴/۱۹	۳/۱۰	۵/۷۴	۴/۳۳	۴/۷۴	متوسط
۱۸	مرد	۹/۷۳	۸/۵۶	۷/۹۴	۷/۶۹	۸/۴۸	۹/۳۵	۸/۶۲	شدید
۱۹	زن	۵/۰۳	۲/۱۳	۳/۴۱	۳/۲۰	۴/۲۲	۴/۶۳	۳/۷۷	کم
۲۰	مرد	۶/۳۷	۶/۰۹	۴/۴۹	۵/۴۴	۶/۳۲	۵/۳۸	۵/۶۸	متوسط

* (احساس غم و اندوه=۱، عدم علاقه به انجام فعالیت های قبلی=۲، بیخوابی=۳، تصمیم سازی به سختی=۴، خستگی=۵، تفکر مرگ و خودکشی=۶)

آنالیـز آمـاری داده هـای اصـلاح شـده، بوسـیله طبقـه بنـدی اطلاعـات بالینـی از شـش متغیـر انتخابـی موثـر در افسـردگی سـالمندان و مطابـق بـا شـدت افسـردگی هـر سـالمند انجـام شـد. در ایـن بخـش ۶ مجموعـه داده از فرمـول (۷) بدسـت آمـد. سـپس زیرمجموعـه داده هـا بـرای هـر سـطح از افسـردگی (کـم، متوسـط، شـدید) اسـتخراج گردیـد.

$$Dataset = \{\{Xi,Yi,Zi\},\ldots\{Xni,Yni,Zni\}\}$$

Xi = سـالمند i ام، Yi= متغیـر بالینـی i ام، Zi = سـطح افسـردگی i ام

سـپس، اطلاعـات طبقـه بنـدی شـده بـا اسـتفاده از تکنیـک های آمـاری کـه مجموعـه داده هـا را بـا اسـتفاده از قوانیـن فـازی ادغـام مـی کننـد مـورد تجزیـه و تحلیـل قـرار گرفـت. قوانیـن فـازی اسـتخراج شـده بـه کمـک شـش متغیـر انتخابـی موثـر بـر افسـردگی سـالمندان اجـراء شـد و بـرای هـر متغیـر درجـه تعلـق بـه هـر سـطح از افسـردگی بـا مقیـاس صفـر تـا یـک داده شـد. مقادیـر بدسـت آمـده بـه یـک مقـدار درصـد تبدیـل شـد تـا امـکان تفسـیر بـرای آن برقـرار گـردد. متوسـط جمـع همـه درصدهـای بدسـت آمـده بـرای هـر سـطح از افسـردگی نشـان دهنـده درصـد احتمـال بـروز آن سـطح از افسـردگی در افـراد شـرکت کننـده در ایـن طـرح اسـت (جـدول۲).

(جـدول۲) بـه عنـوان یـک نمونـه نشـان مـی دهـد کـه سـالمند شـماره ۱۳ اولا علائـم افسـردگی از خـود نشـان مـی دهـد ثانیـا سـطح افسـردگی او غالبـا و بـا احتمـال ۸۲/۰۳ درصـد در وضعیـت متوسـط قـرار دارد ثالثـا بـا احتمـال ۱۴/۵۴٪ و ۲/۴٪ سـطح افسـردگی او بـه ترتیـب بـه وضعیـت شـدید و وضعیـت کـم تغییـر فـاز مـی دهـد رابعـا بـه ترتیـب تغییـر در مقـدار اثـر متغیرهـای تحقیـق شـامل بیخوابـی، خسـتگی، عـدم علاقـه بـه انجـام فعالیـت هـای قبلـی، تفکـر مـرگ و خودکشـی، احسـاس غـم و انـدوه، تصمیـم سـازی بـه سـختی، بـه تغییـر فـاز سـطوح افسـردگی او مـی انجامـد.

جدول ۲: درصد احتمال بروز سطوح افسردگی برای سالمند شماره ۱۳ شرکت کننده در طرح به عنوان نمونه

سطوح مختلف افسردگی	*درصد تاثیر متغیرهای انتخابی در بروز هر سطح از افسردگی سالمندان						درصد افسردگی
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
کم	۲/۲	۴/۳	۱/۳	۳/۱	۰/۹	۲/۶	۲/۴
متوسط	۷۶	۸۳/۲	۹۲/۳	۷۲/۸	۸۹/۳	۷۸/۶	(۸۲/۰۳)
شدید	۲۰/۶	۱۰/۵	۵/۵	۲۳/۹	۹/۷	۱۷	۱۴/۵۴
فاقد علائم افسردگی	۱/۲	۲	۰/۹	۰/۲	۰/۱	۱/۸	۱/۰۳

*(احساس غم و اندوه=۱، عدم علاقه به انجام فعالیت های قبلی=۲، بیخوابی=۳، تصمیم سازی به سختی=۴، خستگی=۵، تفکر مرگ و خودکشی=۶)

مشـابه بـا داده هـای (جـدول۲) بـرای هـر ۲۰ سـالمند انتخابـی در مرحلـه آمـوزش و توسـعه مـدل محاسـبات انجـام شـد. درصـد اهمیـت متغیرهـای انتخـاب شـده و موثـر در افسـردگی سـالمندان شـرکت کننـده در ایـن طـرح در مرحلـه آمـوزش بـه ترتیـب شـامل متغیـر احسـاس غـم و انـدوه بـا ۲۹/۷۶ ٪، خسـتگی بـا ۲۳/۳۷ ٪، عـدم علاقـه بـه انجـام کارهـای قبلـی بـا ۱۹/۵۴ ٪، بـی خوابـی بـا ۱۳/۴۶ ٪، تفکـر مـرگ و خودکشـی ۸/۲۳ ٪ و تصمیـم سـازی بـه سـختی بـا ۵/۶۴٪ بدسـت آمـد. بعـلاوه، نتایـج نشـان داد کـه ا نفـر (۵٪) در وضعیـت نرمـال قـرار داشـت و ۱۹ نفـر (۹۵٪) دارای افسـردگی بودنـد. براسـاس خروجـی مـدل در ایـن مرحلـه و براسـاس بالاتریـن درصـد از سـطوح افسـردگی بدسـت آمـده بـه ترتیـب ۵ سـالمند (۲۵٪) شـامل ۲ زن بـا ۱۰٪ و ۳ مـرد بـا ۱۵٪ در سـطح شـدید، ۱۱ سـالمند (۵۵٪) شـامل ۳ زن بـا ۱۵٪ و ۸ مـرد بـا ۴۰٪ در سـطح متوسـط، ۳ سـالمند (۱۵٪) شـامل ۲ زن بـا ۱۰٪ و یـک مـرد بـا ۵٪ در سـطح کـم از افسـردگی قـرار داشـتند.

بـرای ارزیابـی عملکـرد الگوریتـم طراحـی شـده در سیسـتم ANFIS در ایـن تحقیـق از ماتریـس آشـفتگی و سـطح زیـر منحنـی ROC اسـتفاده شـد. حساسـیت و متمـم ویژگـی (ویژگـی – ۱) در تابـع طبقـه بنـدی کننـده سـطوح مختلـف افسـردگی در مـدل ANFIS در (جـدول۳) نشـان داده شـده اسـت. حساسـیت بـالای سیسـتم طراحـی شـده مـی توانـد گواهـی اعتمـاد بـه تشـخیص اختـلال افسـردگی توسـط سیسـتم ANFIS باشـد. درصـد بـالای حساسـیت مـدل نشـان مـی دهـد کـه مـدل طراحـی شـده بـر اسـاس سیسـتم ANFIS فـردی را کـه گرفتـار بـه اختـلال افسـردگی اسـت را بـا احتمـال بـالا شناسـایی مـی نمایـد. بعـلاوه، درصـد اختصاصـی بـودن بدیـن معناسـت کـه اگـر فـردی مبتـلا بـه

اختلال افسردگی نباشد، با احتمال بالا سیستم نیز نبود افسردگی را نشان می دهد. (جدول۳) نشان می دهد که الگوریتم سیستم طراحی شده با حساسیت بالاتر از ۹۲/۵۶ ٪ و با متمم ویژگی بالاتر از ۸۹/۶۸ ٪ در تشخیص و طبقه بندی افسردگی سالمندان از دقت بالایی برخوردار است.

جدول ۳: درصد حساسیت، متمم ویژگی، سطح زیر منحنی را ک، سیستم ANFIS در شناسایی و طبقه بندی سطوح مختلف افسردگی سالمندان

سیستم	سطح افسردگی	درصد حداقل TPR	درصد حداکثر TPR	درصد میانگین حساسیت (محور Y در منحنی راک) یا محور TPR[1]	درصد حداقل FPR	درصد حداکثر FPR	درصد میانگین متمم ویژگی (محور X در منحنی راک) یا محور FPR[2]	AUC[3] سطح زیر منحنی ROC[4]	درصد میانگین صحت کلاس بندی
ANFIS	نرمال	۸۹/۲۶	۹۵/۸۶	۹۲/۵۶	۸۷/۵۳	۹۱/۸۳	۸۹/۶۸	۰/۸۳	۹۴
	کم	۹۰/۷۳	۹۴/۹۰	۹۲/۸۱	۹۲/۱۴	۹۸/۶۳	۹۵/۳۸	۱/۰۰	۱۰۰
	متوسط	۹۱/۵۲	۹۹/۳۲	۹۵/۴۲	۹۳/۴۵	۹۷/۶۳	۹۵/۵۴	۱/۰۰	۱۰۰
	شدید	۹۷/۱۳	۹۸/۰۳	۹۸/۰۸	۹۶/۴۱	۹۸/۱۸	۹۷/۲۹	۱/۰۰	۱۰۰

(1)TPR=True Posetive Rate, (2) FPR=False Posetive Rate (1-Specificity), (3) AUC= Area under Curve of ROC, (4) ROC=Receiver Operating Characteristic, p=0.000

در مرحله بعد، با داده های جمع آوری شده از ۱۰ سالمند باقیمانده (۳۰٪ داده ها)، مدل توسعه یافته در مرحله آموزش مورد ارزیابی قرار گرفت. داده های خروجی از مدل در مرحله ارزیابی با داده های پرسشنامه افسردگی سالمندان GDS و داده های مصاحبه بالینی مورد مقایسه قرار گرفت (جدول۴).

جدول ۴: مقایسه ارزیابی خروجی مدل توسعه یافته ANFISدر این پژوهش با خروجی های مصاحبه بالینی و پرسشنامه افسردگی سالمندان (GDS)

شماره سالمند	جنسیت	درصد احتمال بروز سطح افسردگی خروجی از مدل توسعه یافته در ANFIS با استفاده از متغیرهای شش گانه موثر انتخابی در افسردگی سالمندان				سطح افسردگی بر اساس تشخیص در مصاحبه بالینی	سطح افسردگی برآوردی از پرسشنامه افسردگی سالمندان	سطح افسردگی غالب و انتخاب شده برای یک سالمند بر اساس درصد بالاتر خروجی از ANFIS
		شدید	متوسط	کم	نرمال			
۱	مرد	۲۰/۳	(۶۸/۵)*	۱۰	۱/۲	متوسط	متوسط	متوسط
۲	زن	۰/۲	۱/۸	۱۹/۸	(۷۸/۲)*	کم	کم	نرمال
۳	مرد	(۸۳)*	۱۱	۶	۰	زیاد	زیاد	زیاد
۴	زن	۱۶	(۷۴/۱)*	۷	۲/۹	متوسط	متوسط	متوسط
۵	زن	۳۱	(۶۳/۶)*	۵	۰/۴	متوسط	متوسط	متوسط
۶	مرد	(۸۶/۲)*	۱۱/۱	۱/۷	۱	زیاد	زیاد	زیاد
۷	مرد	۱۶/۳	(۸۲/۷)*	۰/۸	۰/۲	متوسط	متوسط	متوسط
۸	زن	۸/۹	(۸۹/۷)*	۱/۴	۰	متوسط	متوسط	متوسط
۹	زن	۰	۳۶	(۵۳/۴)*	۱۰/۶	کم	نرمال	کم
۱۰	زن	۷/۶	(۹۰/۶)*	۱/۵	۰/۳	متوسط	متوسط	متوسط

*بالاترین سطح افسردگی خروجی از مدل توسعه یافته در ANFIS

(جدول ۴) نشان می دهد که مدل ANFIS توسعه یافته در این پژوهش توانسته در مرحله ارزیابی، سطوح افسردگی سالمندان را در مقایسه با پرسشنامه GDS و مصاحبه بالینی بطور صحیح و با دقت بالا پیش بینی کند. این الگوریتم فقط درتمایزسازی سطوح کم از نرمال با یک خطای غیرمعنادار روبروست که توسط متخصصین در مصاحبه حضوری و بر اساس علائم بالینی باید اصلاح گردد. بعلاوه، سالمندان افسرده در گروه تحقیق غالبا در فاز متوسط از نظر شدت افسردگی قرار دارند. ضمنا، سالمندان در این تحقیق آمادگی و تمایل به تغییر فاز از سطح افسردگی متوسط

به سمت افسردگی شدید دارند تا سطوح افسردگی کم و نرمال. بنابراین لازم است برای این گروه تحقیق برنامه ریزی لازم برای کاهش شدت اثر عوامل موثر بر افسردگی انجام و درمان مناسب و به موقع شروع گردد.

بحث

در دنیا جمعیت سالمند به طور مداوم در حال افزایش است و در آینده نزدیک بخش قابل توجه ای از جمعیت جهان را در برخواهد گرفت. بیشتر از نصف جمعیت سالمندی دنیا در آسیا زندگی می کنند (۲۴) و پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۵ دوسوم افراد بالای ۶۰ سال در کشورهای در حال رشد باشند (۲۲). بنابراین برنامه ریزی و داشتن آمادگی لازم برای ارائه خدمات سلامت جسمانی و روانشناختی سالمندان به عنوان بخش قابل توجه و در حال رشد جامعه یکی از اولویت ها است. در بعد روانشناختی، امروزه، افسردگی شایعترین بیماری روانی محسوب می شود (۲۵) و یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کیفیت و رضایت از زندگی در سالمندی است. اختلال افسردگی در سالمندان در کشورهای در حال رشد از مشکلات بهداشتی جامعه محسوب می شود (۲۲) کمتر مورد توجه قرار گرفته و کارشناسان آسایشگاهها در تشخص اولیه و روند یابی آن برای ارجاع به متخصص با مشکلاتی روبرو هستند و علائم بالینی سالمند را یک رفتار طبیعی مختص سن سالمندی طبقه بندی می کنند. در حالیکه، در سالمندان به عنوان کمیت قابل توجهی از جامعه بروز افسردگی یک اختلال غیر طبیعی محسوب شده و نیازمند رسیدگی و درمان سریع و به موقع است.

درخلال دهه اخیر مدلهای آماری متعددی تلاش کرده اند تا با پردازش داده ها الگوریتم قابل قبولی را برای شناسایی و طبقه بندی و پیش بینی اختلالات روانشناختی ارائه دهند. اما پورشهریار و همکاران (۱۰) اعلام کرده اند که به دلیل محدودیت ها و ابهامات موجود در مدلهای متداول آماری، تعامل های پیچیده و غیرخطی سازه های روانشناختی، زیاد بودن متغیرهای مستقل اثر گذار، الگوهای ارتباطی ویژه و منحصر به فرد بین متغیرها، مداخله گری همزمان متغیرها، استفاده از مدلهای هوشمند برای پردازش داده ها و مدلهای مرتبط با آنها را ضروری کرده است. یکی از سیستمهای خودکار برای پردازش داده ها و شناسایی و طبقه بندی اختلالات روانشناختی استفاده از سیستم شبکه عصب مصنوعی و سیستم فازی لجیک و ترکیب آنها مانند ANFIS است. به اثبات رسیده که سیستم ANFIS یک ابزار قوی در تشخیص بیماریهای پزشکی است (۱۳ و۲۶). با توجه به اینکه پیشینه پژوهشی در زمینه پیش بینی افسردگی سالمندان با استفاده از سیستم های هوشمند و الگوریتم ترکیبی شبکه عصب مصنوعی و سیستم فازی لجیک مانند ANFIS به اندازه ای نیست که بتوان از نتایج آنها به عنوان معیاری برای مقایسه با یافته های این پژوهش استفاده کرد، با این وجود الگوریتم سیستم انتخابی ۲۰ بار آموزش داده شد تا احتمال موفقیت افزایش یافته و شکست تصادفی آن در تشخیص اختلال افسردگی سالمندان کاهش یابد.

نتایج حاصل از مرحله آموزش مدل با ۷۰٪ از داده های بالینی نشان داد که الگوریتم مدل ANFIS ارائه شده با حساسیت بالاتر از ۹۲/۵۶ ٪ و با متمم ویژگی بالاتر از ۸۹/۶۸ ٪ توانسته است با توان بالایی اولا افسردگی سالمندان را شناسایی نموده و ثانیا سطوح مختلف آنرا با صحت بالایی طبقه بندی نماید. مقدار مساحت زیر منحنی ROC از ۰/۸۳ و بالاتر با فاصله اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۰۱) نیز نشان می دهد که الگوریتم مدل ANFIS از کلاس خوب و توانمندی در شناسایی و متمایزسازی سطوح مختلف اختلال افسردگی برخوردار است و خطای اندک مدل باید توسط متخصصین در مصاحبه بالینی رفع گردد. نتایج تحقیق حاضر در کنار مزایا و چالشهای کاربرد هوش مصنوعی، نتایج تحقیق صدوقی و شیخ طاهری (۱۲) و شورتلیف و همکارانش (۲۷) را مبنی بر کاربرد این سیستمها در ادغام با امور بالینی جاری برای تاثیر بر ارتقاء کیفیت تصمیم سازی تشخیص بالینی در این حوزه کاری را تایید می نماید. در تایید این نتیجه دلاوریان و همکاران (۲۸) اعلام کرده اند که سیستم هوشمند به عنوان یک حمایتگر در تصمیم سازی بهینه عمل کرده و به بالابردن صحت تشخیص کمک می کند. بنابراین، اگرچه تشخیص افسردگی توسط متخصص و با استناد به علائم بالینی صورت می گیرد اما سیستمای هوشمند مانند ANFIS می تواند به عنوان یک دستیار قابل اعتماد در کنار متخصص برای ارتقاء صحت تشخیص به کار رود. در همین راستا دلاوریان و همکاران (۲۸) اظهار کرده اند که سیستم طراحی شده می تواند دقت تشخیص متخصص را افزایش داده و در فرآیند مراقبت های اولیه به عنوان یک ابزار غربالگری برای شناسایی زود هنگام اختلالات جسمانی و

یـا روانشـناختی اسـتفاده شـده و در نتیجـه درمـان متناسـب و بـه موقـع آغـاز گـردد.

کار تحقیقاتـی ارائـه شـده در ایـن مقالـه، ارائـه الگوریتـم مدلـی بـود کـه بـرای شناسـایی و طبقـه بنـدی خـودکار افسـردگی سـالمندان در سیسـتم ANFIS طراحـی شـده اسـت. در ایـن مـدل از یـک سیسـتم رایانـه ای اسـتفاده شـد کـه قـادر اسـت بـه طـور خـودکار بـا نظـارت و ایجـاد هشـدار، وضعیـت افسـردگی سـالمندان را شناسـایی و طبقـه بندی سـطوح مختلـف آن را انجام دهـد. بعـلاوه اینکـه، موفقیـت مـدل از طریـق پـردازش مـوازی بـا داده هـای بالینـی و پرسشـنامه در شناسـایی و طبقـه بنـدی الگوهـای پیچیـده روانشـناختی ماننـد افسـردگی، از یافتـه هـای مهمـی بـود کـه راه را بـرای بهـره گیـری بیشـتر از توانمندیهـای اختصاصـی مـدل در حـوزه روانشناسـی بـاز مـی کنـد. بطوریکـه در سـطح کلان و ملـی، روندیابـی مسـتمر و تشـخیص زود هنـگام افسـردگی سـالمندان توسـط ایـن مـدل میسـر شـده و امـکان تهیـه و ارائـه برنامـه و ابزارهـای لازم بهداشـت روانـی را در حـوزه سـلامت روانشـناختی کشـور فراهـم مـی نمایـد.

یکـی از مهمتریـن محدودیـت هـای موجـود در اجـرای ایـن طرح عـدم امـکان نمونـه گیـری بیشـتر از سـالمندان بـود. علـت ایـن محدودیـت را مـی تـوان بـه تعـداد محـدود سـالمندان موجـود و مسـتقر در مرکـز، تعـداد کـم سـالمندان بـا فقـدان بیمـاری جسـمانی، تعـداد کـم سـالمند متمایـل بـه همـکاری در طـرح و غیـره عنـوان کـرد. لـذا، پیشـنهاد مـی گـردد تـا الگوریتـم بـه کاربـرده شـده در ایـن تحقیـق بـرای تعـداد نمونـه بیشـتر و در سـطح کلان کشـور اجـراء گـردد تـا امـکان تعمیـم نتایـج آن بـه جامعـه محقـق گـردد. ضمنـا مـدل تاییـد شـده در ایـن تحقیـق در مقایسـه بـا سـایر مدلهـای هوشـمند دیگـر جهـت انتخـاب الگوریتـم برتـر بـه آزمـون گذاشـته شـود.

نتیجه گیری

از آنجائیکـه در مراکـز نگهـداری سـالمندان زیرسـاخت لازم بطـور کمـی و کیفـی وجـود نـدارد و امـکان انجـام مکـرر مصاحبـه بالینـی و اسـتفاده از تسـت هـای روانشـناختی بمنظـور روندیابـی وضعیـت افسـردگی سـالمندان میسـر نیسـت و تـا حـدی بـا مشـکل روبروسـت لـذا بـه طـور ویـژه ایـن مراکـز در راسـتای برنامـه هـای کلان کشـوری مـی تواننـد از ایـن سیسـتم هـای هوشـمند بـرای روندیابـی، شناسـایی و طبقـه بنـدی زودهنـگام افسـردگی سـالمندان کمـک گرفتـه و بـه موقـع سـالمندان افسـرده را بـا هـر سـطح از افسـردگی بـرای انجـام تشـخیص نهایـی و درمـان بـه متخصصیـن ارجـاع نماینـد.

سپاسگزاری

بدیـن وسـیله از واحـد پژوهشـی دانشـگاه گنبـدکاووس و سـازمان بهزیسـتی اسـتان گلسـتان کـه در تصویـب و اجـرای تحقیـق همـکاری مسـتمر داشـته انـد تقدیـر و تشـکر مـی شـود.

Refrences

1. Azizi Zain Al-Hajou, A., Amini, A., Sadegh Tabrizi, J., Population aging in Iran with emphasis on the growing challenge of the health system, J., Health Image, 2015, 6 (1), 64-54.
2. Alizadeh, M., Hosseini, M., Shojaeizadeh, D., Rahimi, A. D., Arshinchi, M., Rouhani, H., The state of anxiety and depression and the feeling of good mental health in urban elderly in the covered area under of Shahid Beheshti University of Medical Sciences in Tehran, Iranian Journal of Aging, 2012, 7 (26), 73-66.
3. Shir Mohammadabadi, E., Yazdkhasti, F., Dadgari, A., Identify major stressors in the elderly and their relationship to depression and cognitive decline, Tolo Behdasht Journal, 2014, 6 (48), 139-151.
4. Ghaderi, Sh., Sahaf, R., Mohammadi Shah Bolaghi, F., Ansari, G., Qaranjik, A., Ashrafi, K., Taheri, N., Najafi, F., Estimation of the prevalence of depression and related factors It is inhabited by elderly Kurds living in their homes in 2010. Iranian Journal of Aging, 2012, 7 (24), 66-57.
5. Allahyari, E., Predicting elderly depression: An artificial neural network model, Iranian Journal of Psychiatry Behav. Science, 2019, 13(4), 1-7,https://doi.org/10.5812/ijpbs.98497
6. Shariat, S. V., Khodaifar, F., Sedighi, G., Koohi Habibi, L., Hafizati, M., Mirabzadeh, A., Pour Taherian. Adult Psychiatric Care Guide (for physicians), Mental Health Office, Social Mental Health Office, Deputy Minister of Health, Ministry of Health, Treatment and Medical Education, 255 pages.
7. Bakhtiari, M., Ismailpour, M., Ebrahimi, M. I., Diagnosis of Depression Using Artificial Intelligence, Contemporary Psychology, 2017, 12, Special, 312-309.
8. Ghaedi, Gh., The consequences of not being

treated for mental disorders, the country's welfare organization, the Center for the Development of Prevention, the Deputy for Counseling and Psychological Affairs. 2014.

9. Flores-Pacheco, S., Huerta-Ramirez, Y., Herreta-Ramos, O., Alonso-Vazquez, O., Family and religious Factors in depression in older adults. J.Behav. Health Soc. 2012, 3, 89-100. https://doi.org/10.22201/fesi.20070780.2011.3.2.30224
10. Pourshahriar, H., Tabatabai, K., Khodapnahi, M., Kazemnejad, A., Khafri, S., Artificial Neural Network: A Model for Prediction, Quarterly Journal of Iranian Psychologists, 2009, 5 (20), 321-307.
11. Smith, L. B., Thelen, E., (2003) Development as a dynamic system. Trends in Cognitive Science, 7, 343-348. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00156-6
12. Sadoughi, F., Sheikh Taheri, A., Application of Artificial Intelligence Systems in Medical Decisions: Benefits and Challenges, Health Information Management, 2011, 8 (3), 445-440
13. Anish, D., Nirmal, B.H., Subhagata, C., (2012) A neuro-fuzzy system for modeling the depression data. Int.J. Comput. APPl. 54(6), 1- 6. https://doi.org/10.5120/8567-2276
14. Osubor, V., I., Egwali, A, O., (2018) A neuro fuzzy approach for the diagnosis of postpartum depression disorder, Iran Journal of Computer Science, https://doi.org/10.1007/s42044-018-0021-6
15. Jang,Jyh-Shing R.m Fuzzy modeling using generalized neural network and kalman filter algorithm, Procedings of the 9th national conference on artificial intelligence, Anaheim, CA, USA, July 14-19.1991, 2 pp.762-767.
16. Jang, J.-S.R., "ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1993. 23 (3). https://doi.org/10.1109/21.256541
17. Abraham, A. "Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning", in Nedjah, Nadia; de Macedo Mourelle, Luiza, Fuzzy Systems Engineering: Theory and Practice, Studies in Fuzziness and Soft Computing, 181, Germany: Springer Verlag, 2005, pp. 53-83, https://doi.org/10.1007/11339366_3
18. Jang, Sun, Mizutani– Neuro-Fuzzy and Soft Computing – Prentice Hall, 1997, pp 335–368, ISBN 0-13-261066-3
19. Behbahani, Sarvar, Karimi Moridani, Mohammad, Artificial Intelligence and its Application in Medicine, Journal of Medical Engineering and Laboratory Equipment, 2013, 12 (144). 33.
20. Turban, E., Rainer RK., Potter RE., Introduction to information technology. New Jersey. John Wiley & Sons. 2005.
21. McLeod R. Management information systems. 7th ed. New York. Prentice Hall. 1998.
22. Malakouti, S. K., Fateh Elahi, P., Mirabzadeh, A., Salavati, M., Kahani, S., Normalization of Elderly Depression Scale: Form 15 Question in Iran, Medical Research, Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services, 2006 , 30 (4), 368-361.
23. Amini Rastayi, Z., Sharifi, A. A., Refahi J., Depression Scale of Iranian Elderly: Psychometric Characteristics, Iranian Journal of Aging, 2013, 8 (29), 59-54.
24. Martin, L.G., The Age of Asia. J. Gerontol. 1988, 43(4): S99-113. https://doi.org/10.1093/geronj/43.4.S99 PMid:3290316
25. Martinez, A., Benitez, R., Estrada, H., Hernandez, Y., Predictive model for detection of depression based on uncertainty analysis methods, Proceedings, 2018, 2-55, https://doi.org/10.3390/proceedings2190551
26. Odigie, B.E., Achukwu, P.U., Bello, M. E., Neuro fuzzy implementation for cervical lesion screening in commercial sex workers. Int. J. Med. Eng. Inform. 2007, 34, 153-162.
27. Shortliffe EH, Perreault LE., Medical informations: computer application in health care and biomedicine. New Yourk: Springer. 2001. https://doi.org/10.1007/978-0-387-21721-5
28. Delavarian, M., Tohidkhah, F., Dibajnia, P., Afrooz, G. A., Nayebi, E., Gharibzadeh, S., Comparison of two common artificial neural networks, Scientific-Research Quarterly of Rehabilitation Medicine, 2016, 5 (2), 39-30.