# مدل سازی ترکیبی پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران

محمد رضا، فرزین[1*]؛ امیر، افسر[2]؛ علیرضا، دبیر[3]؛ ابتهال، زندی[4]

چکیده

**مقدمه:** یکی از مهمترین رویدادها در صنعت گردشگری هر کشور، میزان تقاضا برای یک محصول یا مقصد گردشگری و پیش بینی درست آن است. اما باید توجه داشت که فواصل و انحرافاتی بین مقادیر واقعی و پیش بینی وجود دارد. استفاده از روش‌های علمی و نوین در امر پیش بینی، باعث خواهد شد که نتایج حاصله به مراتب بیش از یک تخمین عینی به حقیقت نزدیک شوند که مقاله حاضر نیز همین هدف را در حوزه گردشگری پزشکی دنبال می‌کند.

**روش ها:** در مرحله اول عوامل موثر بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی با استفاده از تکمیل پرسش نامه های مربوط به روش دلفی فازی و دیمتل فازی توسط ۳۱ نفر از خبرگان آشنا به این حوزه و پردازش توسط نرم افزار MATLAB2017a شنا سایی شدند و پس از مشخص شدن تابع تقا ضا و جمع آوری اطلاعات ماهیانه هر یک از عوامل موثر در بازه زمانی سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹٤، سه مدل پیش بینی رگرسیون، شبکه عصبی فازی و الگوریتم SVR به صورت مجزا و ترکیبی برای این تابع در نرم افزار MATLAB اجرا و خطای پیش بینی هریک، اندازه گیری و با هم مقایسه شد.

**یافته ها:** نتایج پژوهش حا ضر ن شان داد که تابع تقا ضای گرد شگری پز شکی داخلی شامل: عوامل اقت صادی (درآمد و ثروت افراد )، قیمت خدمات و هزینه زندگی در مقصد، قیمت تاسیسات اقامتی، وجود آلودگی هوا، قیمت محصولات جایگزین (سفر خارجی)، تعداد مراکز پزشکی، بیمارستان‌هاو آزمایشگاه‌ها است.

**نتیجه گیری:** رویکرد ترکیبی رگرسیون چندگانه و الگوریتم SVR پیشنهادی نیز می تواند پیش بینی بهتری نسبت به سایر روش ها در خصوص پیش بینی گردشگری پزشکی داخلی داشته باشد. بنابراین، پیشنهاد می شودبه منظور کاهش میزان خطای پیش بینی جهت انجام برنامه ریزی های اصولی در حوزه تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران از این تابع تقاضا و مدل پیش بینی استفاده شود.

**واژه های کلیدی:** شبکه عصبی فازی، الگوریتمSVR، پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی، تهران، مدل سازی

• وصول مقاله: ۹۷/۰۵/۲۷ اصلاح نهایی: ۹۷/۰۸/۱٤ پذیرش نهایی: ۹۷/۰۸/۲۹

DOI: 10.29252/jha.21.74.51

۱. دانشیار گروه مدیریت گردشگری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران؛ نویسنده مسئول (b_farzin@yahoo.com)

۲. استادیار، دانشکده مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. استادیار گروه مدیریت گردشگری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

۴. دانشجوی دکتری مدیریت گردشگری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی تهران، ایران



www.SID.ir

## مقدمه

اکثر تصمیمات مدیریت در تمام سطوح سازمان به طور مستقیم و یا غیر مستقیم به حالتی از پیش بینی آینده بستگی دارد و از طریق همین پیش بینی است که می‌توان یک موفقیت یا وضعیت در آینده را تجسم کرد و از این طریق ریسک را به حداقل ممکن رساند و یا هر گونه تعدیل و تطبیق در برنامه صورت داد. [۱] صنعت گردشگری و سایر صنایعی که به دنبال موفقیت در کمک به ارتقاء سطح رفاه اقتصادی و اجتماعی شهروندی هستند، نیاز دارند که ریسک تصمیم‌ها را کاهش دهند. همان گونه که اشاره شد یک روش برای کاهش این ریسک از طریق تشخیص و درک واضح تر رویدادها و محیط آینده است. [۱] یکی از مهمترین این رویدادها در صنعت گردشگری هر کشور، میزان تقاضا برای یک محصول یا مقصد گردشگری است. البته، تمامی صنایع به چنین کاهش ریسکی علاقه مند هستند. با این وجود، این نیاز ممکن است که به دلیل ماهیت و ویژگی‌های صنعت و فعالیت‌های گردشگری(غیر قابل ذخیره بودن، فناپذیر بودن و...)، برای صنعت گردشگری نسبت به صنایع عرضه کننده دیگر محصولات و خدمات، مبرم و حادتر باشد. [۱] یکی از مهمترین انواع گردشگری در شهر تهران ، گردشگری پزشکی است که به سفرهای داخلی بیماران درپی یافتن متخصصان بهتر، خدمات ارزان تر و با کیفیت بیشتر اطلاق می‌شود. این خدمات می‌تواند شامل درمان های انتخابی، درمان‌های ضروری وتخصصی، جراحی‌های بزرگ و کوچک و مراقبت‌های دندانپزشکی باشد و حتی چکاپ‌های روتین سلامتی را نیز در بر می‌گیرد. [۲] این نوع گردشگری با مداخله مستقیم مسایل پزشکی ارتباط دارد و انتظار می رود نتایج چنین مسافرت‌هایی اساسی و طولانی مدت باشد. گردشگری پزشکی همانند شکل امروزی اش در دهه ۱۹۹۰میلادی متناسب با مواردی از قبیل افزایش هزینه خدمات درمان و بیمه سلامت در کشورهای توسعه یافته، طولانی تر شدن فهرست افراد در حال انتظار برای دریافت خدمات پزشکی، کاهش هزینه‌های حمل و نقل هوایی، دسترسی به اینترنت، تقاضا برای جراحی‌های زیبایی، سالمند شدن نسل اغلب ثروتمندی که بعد از جنگ بر تعدادشان به علت ازدیاد زاد و ولد افزوده شد، توانایی پرداخت هزینه‌های درمان و داشتن وقت آزاد برای مسافرت و همراهی مراقبت‌های پزشکی در اغلب کشورهای پیشرفته جهان شکل گرفت. [۳]

امروزه این نوع گردشگری به عنوان یکی از اجزای صنعت گردشگری از طریق هتل‌ها، شرکت‌های هواپیمایی، فعالیت‌های رفاهی -تفریحی و تمام زیر ساخت های مرتبط با صنعت گردشگری در ارتباط است. گردشگری پزشکی یک خدمت درمانی است که تفریح نیز بخشی از آن است. به محض اینکه یک فرد تصمیم به داشتن یک روند درمانی می‌گیرد که در شهر دیگری اجرا می شود، او هم به خدمات گردشگری و هم مراقبت درمانی نیاز دارد. [۳] عوامل بسیاری بر تقاضای این نوع گردشگری تاثیرگذار است که لوهمن(Lohman) آنها را به نه زیر گروه (عوامل اقتصادی،قیمت‌های نسبی، عوامل جمعیت شناسی، عوامل جغرافیایی، نگرش های اجتماعی-اقتصادی نسبت به گردشگری، (ظرفیت‌های) جابجایی، دولت/ مقررات حاکم، ارتباطات رسانه‌ای، ارتباطات و فناوری اطلاعات) تقسیم می کند. [۴] روش‌های مختلفی به منظور پیش بینی تقاضای گردشگری وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش‌های سری زمانی، رگرسیون وسایر موارد اشاره کرد که تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی پیش‌بینی جریان گردشگری، عمدتا از مدل های اقتصادسنجی(Econometric models)، مدل‌های سری‌های زمانی (Time Series Models) شبکه‌های عصبی BP و... استفاده کرده‌اند. [۵] با این وجود، روش‌های مذکور از نظر زمان و بودجه‌ی مالی هزینه‌بر و با فقدان یک فرآیند یادگیری مواجه هستند. همچنین، این مدل ها در تعیین عوامل تاثیر( Impact Factors) ساختار شبکه بهینه‌ی محلی و پیش‌بینی داده‌های جریان گردشگری با خصوصیات غیرخطی مشکلاتی دارند و سرعت همگرایی آن‌ها نیز پایین است. [۵] از سوی دیگر، با توجه به این نکته که روند متغیرهای مورد بررسی در پیش بینی تابع تقاضا گردشگری در طول زمان در نوسان است، مدل‌های غیر خطی می‌توانند تخمین دقیق‌تری از تابع تقاضای گردشگری را حاصل کنند. در واقع، روش‌های هوشمند، روش های جدیدتری هستند



Archive of SID
www.SID.ir

که علیرغم پیچیدگی های مربو طه به کمک پردازش گر های رایانه‌ای توان حل مسائل بزرگ و اصطلاحاً غول پیکر را در اختیار قرار داده‌اند و اخیرا کاربرد وسیعی در عرصه‌های مختلف پیدا کرده‌اند. [۶]

در گذ شته، هوش مصنوعی از روش مشتق شده از سیستم‌های قانون محور و برنامه ریزی منطقی بهره می‌برد در حالی که توجه کنونی بر روی روش‌های ابتکاری و اکتشافی با جامعیت کمتر از قبیل منطق فازی، شبکه‌های عصبی و ماشین‌های بردار پوششی تمرکز یافته است. [۷] افزون بر این، تحقیقات نشان می‌دهد که ترکیب روش های مختلف هوشمند پیش بینی، موجب کاهش خطای پیش بینی نیز می‌شود تا جایی که بیتز و گرانگر نشان دادند که چگونه پیش بینی‌های ترکیبی می تواند دقت پیش بینی را افزایش دهد. [۸] کلمن شواهد شبیه‌سازی و تجربی مربوط به ادبیات ترکیب پیش بینی را ارائه می‌دهد، وی اینگونه ا شاره می کند:«ترکیب پیش بینی‌های مختلف منجر به افزایش دقت پیش بینی می‌شود». [۹] ماکریداکیس و هیبون در مطالعه های خود نتیجه‌گیری کردند که دقت پیش بینی هنگام ترکیب روش‌های مختلف به طور متو سط نسبت به روش‌های منفرد بیشتر ا ست. [۱۰]

سانگ و ترنردر مطالعه خود نشان دادند که اکثریت مطالعه های منتشر شده، از روش‌های کمی جهت پیش بینی تقاضای گردشگری استفاده کرده‌اند. در مطالعه سانگ و ترنر، تعداد ۱۲۱ مطالعه انجام شده پس از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۶ در موضوع پیش بینی تقاضای گردشگری مورد بررسی قرار گرفتند که اکثر این مطالعه های از تکنیک‌های سری‌های زمانی و اقتصاد سنجی استفاده کرده‌اند، ۱۱ مطالعه نیز از دیگر تکنیک های پیش بینی که در رده روش های هوش مصنوعی ا ست بهره برده‌اند. [۱۱] از مطالعه های انجام گرفته با ا ستفاده از روش‌های هوش مصنوعی می‌توان به مطالعه لو و آیو با عنوان «یک مدل شبکه عصبی جهت پیش بینی تقاضای ژاپنی‌ها برای مسافرت به هنگ کنگ» [۱۲]، پژوهشی چو با عنوان «مقایسه سه رویکرد مختلف جهت پیش بینی ورودی‌های گرد شگری» [۱۳] ، مطالعه پالمر و همکاران با عنوان «طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی سری‌های زمانی گرد شگری» ا شاره کرد. [۱۴] این پژوهش ها هر کدام یا به نوعی از روش های شبکه‌های عصبی و یا منطق فازی بهره برده‌اند و نتایج هر سه تحقیق نشان داد که استفاده از روش های هوش مصنوعی میزان خطای پیش بینی را بسیار کاهش می‌دهد ولی تنها مطالعه یافت شده که از روش ترکیبی شبکه‌های عصبی فازی جهت پیش بینی تقاضای گرد شگری ا ستفاده کرده ا ست پایان نامه پیرمیان تحت عنوان پیش بینی عصبی-فازی ورودی‌های گردشگری است که میزان تقاضا را با استفاده از روش‌های مختلف کلاسیک، اقتصاد سنجی و هوش مصنوعی برای مقصد گردشگری ژاپن پیش بینی کرده است و نتایج مطالعه مذکور تایید کننده این مطلب است که ترکیب روش های هوش مصنوعی خطای پیش بینی را به نسبت استفاده مجزا از هر روش بسیار کاهش می دهد. [۱۵]

در میان این مطالعه های، مطالعه هایی که توسط چن و ونگ، پای و همکاران و شن و سانگ انجام گرفته است از روش رگرسیون بردار ساپورت (Support Vector Regression(SVR)) برای پیش بینی تقاضا گردشگری استفاده کرده‌اند. [۱۸-۱۶] لازم به ذکر ا ست که SVR در نتایج تجربی، عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های پیش بینی سنتی همچون میانگین موثر انتگرالی اتورگرسیو داشته ا ست. آکین در پژوهش خود با عنوان «ارایه یک رویکرد جدید در انتخاب مدل به منظور مدل سازی تقاضای گردشگری»از طریق ترکیب روش‌های شبکه عصبی و رگرسیون بردار ساپورت(SVR) و ARIMA داده های گردشگران ورودی ما ها نه به ترکیه از کشورهای مختلف را بر رسی کرده ا ست که نتایج نشان داد دقت پیش‌بینی روش SVR از دو روش دیگر بیشتر بود. [۱۹]

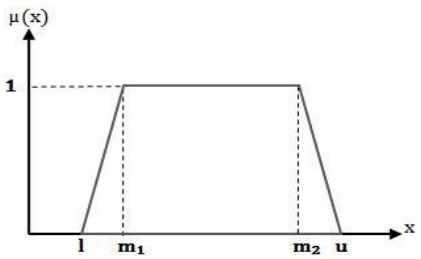
با توجه به تمرکز اکثر پژوهش ها بر پیش بینی تقاضا در حوزه گرد شگری خارجی و کمبود مطالعه در زمینه تقا ضای گرد شگری داخلی؛ لذا در پژوهش حاضرسعی شد تمرکز بر گردشگری داخلی و یکی از مهمترین انواع آن یعنی گردشگری پزشکی باشد. در همین راستا این پژوهش بر آن است تا به شناسایی کامل تری از عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی و پیش بینی میزان خطا با استفاده از سه مدل پیش بینی رگرسیون، شبکه عصبی فازی و الگوریتم SVR به صورت مجزا و ترکیبی بپردازد.



Archive of SID
www.SID.ir

## روش‌ها

در مطالعه حاضر به منظور شناسایی عوامل موثر بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران از روش دلفی فازی استفاده شد. ۳۱ نفر ازخبرگانی که نسبت به موضوعات گرد شگری شهری،گرد شگری پز شکی، اقتصاد گرد شگری و شهر تهران آشنایی کامل داشتند از طریق نمونه گیری گلوله برفی و از بین اعضای هیات علمی ر شته مدیریت جهانگردی، مدیریت شهری، اعضای شورای شهر تهران، دفتر گردشگری پزشکی وزارت بهدا شت، پز شکان شاغل در حوزه گرد شگری پز شکی، شهرداری تهران و سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری انتخاب شدند و از طریق متغیرهای کیفی" کم"، "متوسط "و" زیاد "میزان موافقت خود را بیان کردند. از آنجا که خبرگان دارای خصو صیات متفاوت هستند، از ذهنیت های متفاوتی نیز برخوردارند و اگر به گزینه ها بر اساس ذهنیت های متفاوت پاسخ داده شود، تحلیل متغیرها فاقد ارزش است ولی با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سؤالها پا سخ خواهند داد. لذا متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی ذوزنقه ای تعریف شدند که به صورت F=(l,m1,m2,u) نمایش داده می‌شود. تابع عضویت اعداد فازی ذوزنقه‌ای به صورت زیر تعریف می‌شود: [۲۰]




**نمودار ۱. تابع عضویت اعداد فازی ذوزنقه‌ای** [۲۰]

به این معنا که به گزینه کم(۰،۰،۲،۴)، متوسط (۳،۴،۶،۷)، زیاد(۶،۸،۱۰،۱۰) اختصاص یافت. پس از تعیین خبرگان، سه دور روش دلفی برای گردشگری پزشکی تکرار شد. در دور اول فهر ستی از عوامل مؤثر بر تقا ضای گرد شگری داخلی-به طور کلی- در اختیار خبرگان قرار گرفت. علاوه بر آن، از آنها خواسته شد تا عواملی که به نظر آنها و یا بر اساس تجربه آنها بر تقا ضای گرد شگری پز شکی داخلی شهر تهران می تواند مؤثر با شد و در فهر ست نیستند، بیان کنند. در دور اول، دو عامل تعداد پزشکان متخصص و تعداد بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز پز شکی به گرد شگری پز شکی ا ضافه شد. در دور دوم، عواملی که در دور اول پیشنهاد شده بود به همراه نسخه ای از پاسخ های آنها در دور اول برای هر خبره ارسال شد.

در گام بعدی، میانگین مربوط به نظرات خبرگان در مورد میزان اهمیت هر معیار طبق روابط زیر محاسبه شد. [۲۰]

$$A^i = \left(a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i\right) \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

$$m=\left(a_{m1}^{(i)}, a_{m2}^{(i)}, a_{m3}^{(i)}, a_{m4}^{(i)}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{n}\sum a_1^i\,,\ \frac{1}{n}\sum a_2^i\,,\ \frac{1}{n}\sum a_3^i\,,\ \frac{1}{n}\sum a_4^i\right)$$

در روابط فوق A(i) بیانگر دیدگاه خبره i ام و Am میانگین دیدگاه های خبرگان است.

در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان اهمیت عوامل تأثیر گذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران را به صورت گزینه های کم، متوسط و زیاد انتخاب کنند. اختلاف نظر هر یک از خبرگان طبق رابطه زیر محاسبه شد. در حقیقت بر اساس این رابطه هر یک از خبرگان می توانند نظر خود را با میانگین نظرات بسنجند و در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند.

$$=\left(a_{m1}-a_1^{(i)}, a_{m2}-a_2^{(i)}, a_{m3}-a_3^{(i)}, a_{m4}-a_4^{(i)}\right)$$

$$\left(\frac{1}{n}\sum a_1^i - a_1^i, \quad \frac{1}{n}\sum a_2^i - a_2^i, \quad \frac{1}{n}\sum a_3^i - a_3^i, \quad \frac{1}{n}\sum a_4^i - a_4^i\right)$$



Archive of SID
www.SID.ir

با استفاده از رابطه فوق اختلاف نظرات خبرگان محاسبه و در پرسش نامه ای تنظیم شد. سپس هر یک از خبرگان با توجه به ارزیابی مجدد نظر قبلی خود، نظرات جدید را اعلام کردند. در این مرحله با محاسبه اختلاف میانگین ها، با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی (رابطه زیر) میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه می شود. در صورتی که اختلاف محاسبه شده ۰/۲ کمتر باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می شود. [۲۰]

$$(A_{m2}, A_{m1}) = \left|\frac{1}{4}\left[(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23} + a_{m24}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13} + a_{m14})\right]\right|$$

پس از مشخص شدن عوامل موثر، به منظور شناسایی عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران و مجزا نمودن آنها از عوامل تاثیرپذیر از روش مقایسات زوجی دیمتل فازی استفاده شد که به منظور پیاده سازی این روش پرسش نامه مربوط بر اساس عوامل شناسایی شده از بخش دلفی فازی تدوین و مجدد در اختیار خبرگان قرار گرفت تا به صورت مقایسات زوجی هر یک از عوامل از نظر تاثیرگذاری یا تاثیرپذیری مورد مقایسه قرار گیرد. بنابراین، جامعه آماری پژوهش حاضر در فاز اول را خبرگان آشنا به صنعت گردشگری شهر تهران تشکیل دادند که مشخصات جمعیت‌شناختی آنان به قرار زیر بود:

**جدول ۱: ویژگی های جمعیت شناختی اعضای هم‌اندیش خبرگان گردشگری شهر تهران**

| متغیر | گروه | تعداد |
|---|---|---|
| میزان تحصیلات | کارشناسی ارشد | ۸ |
| | دانشجوی دکتری | ۷ |
| | دکتری | ۱۶ |
| سمت شغلی | مدرس دانشگاه | ۱۲ |
| | مدیر | ۱۴ |
| | کارشناس | ۵ |
| تجربه کاری | کمتر از ۵سال | ۳ |
| | بین ۵ تا ۱۰ سال | ۴ |
| | بین ۱۰ تا ۱۵ سال | ۱۴ |
| | بیش از ۱۵ سال | ۱۰ |

پس از مشخص شدن عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران بر اساس فرمول نویسی های مربوط به روش دیمتل فازی در نرم افزار MATLAB2017a و تعیین تابع تقاضای آن بر اساس این عوامل تاثیرگذار، سری‌های زمانی این متغیرها به صورت ماهیانه و در بازه زمانی سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ از طریق مطالعه های کتابخانه‌ای و اینترنتی در سازمان های مربوطه و مرکز ملی آمار ایران استخراج و از طریق نرم افزاراکسل به نرم افزار MATLAB2017a داده شد و به منظور آماده سازی داده ها برای آموزش و ارزیابی با تخمین گرها ابتدا هر کدام از متغیرها را با استفاده از رابطه (۱) نرمال شد تا تأثیر اعداد بزرگ کاهش یابد.

رابطه (۱)

$$\widetilde{S_i} = \frac{S_1 - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}$$

پس از مرحله نرمال سازی، تصادفی نمودن (Randomizing) داده ها انجام شد. نتیجه این مرحله، داشتن مجموعه ای از ورودی ها و خروجی ها بود که در آن، دسته های ورودی و خروجی دارای نظام خاصی نبودند. پس از پایان تصادفی نمودن داده ها، میزان اطلاعاتی که باید در فرایند آموزش شبکه استفاده شود مشخص گردید. بر این اساس، بخشی از داده ها برای آموزش (train) و بخشی دیگر برای ارزیابی (test) شبکه در نظر گرفته شد. در مطالعه



Archive of SID
www.SID.ir

حاضر نیز با توجه به محدودیت داده ها از ۷۰ درصد مشاهدات برای آموزش و ۳۰ در صد آن برای تصدیق ا ستفاده شد. در ادامه برنامه نویسی برای هر یک از روش های شبکه عصبی- فازی، الگوریتم SVR و رگر سیون در نرم افزار MATLAB2017a انجام شد و در نهایت خروجی‌های این نرم افزار برای سناریوهای منتخب پیش بینی تفسیر گردید.

به طور متداول، از برخی معیار های عملکرد برای این تفسیر ا ستفاده می شود. برای م سایل پیش‌بینی، معیارها اغلب مربوط به خطای بین خروجی‌های پیش‌بینی شده و خروجی مطلوب واقعی است. فرض کنید برای یک الگوی ورودی P (از مجموعه الگوهای P)، خروجی پیش‌بینی شده $Z_p$، خروجی واقعی $d_p$ و میانگین مقدار خروجی واقعی در تمامی الگوها d است. جدول شماره یک برخی از معیارهای عملکرد متداول برای مسایل پیش‌بینی را نشان می‌دهد. سه مورد اول از خانواده محاسبات میانگین خطای استاندارد شامل مربع میانگین خطای استاندارد(MSE)، مربع مجذور میانگین خطا(RMSE)، و مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE) می باشد. خطاها برای جریمه کردن خطاهای بزرگ و برای خنثی کردن اثر مقادیر مثبت و منفی تفاوت‌ها به توان دو رسیده‌اند. $R^2$ ضریب تعیین است و با NMSE ارتباط دارد و $NMSE= 1-R^2$. مقدار $R^2$ بین صفر تا یک است و مقدار یک نشان‌دهنده تطابق کامل داده‌هاست، در حالی که مقدار صفر نشان‌دهنده عملکردی است که می‌توان از استفاده میانگین مقدار خروجی واقعی d به عنوان مبنای پیش‌بینی ها انتظار داشت. دو معیار بعدی شامل میانگین قدرمطلق خطا(MAE) و میانگین قدرمطلق در صد خطا (MAPE) در مورد خطای مطلق می باشد. از آنجا که هر یک از معیارهای ارزیابی عملکرد، جنبه خاصی را ارزیابی می کند، برای ارزیابی عملکرد شبکه از هر شش معیار بالا استفاده شد و با توجه به نرخ خطای به‌دست‌آمده از سناریوها، مقایسه یک روش پیش‌بینی با روش‌های دیگر ممکن گردید. سپس نتایج بررسی شد تا مدل بهینه برای پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران به دست آمد.

**جدول ۲: معیار ارزیابی عملکرد متداول برای مسایل پیش بینی**

| | |
|---|---|
| مربع میانگین خطای استاندارد MSE | $\frac{\sum_{p-1}^{p}(\mathrm{dp}-\mathrm{zp})^2}{p}$ |
| مربع مجذور میانگین خطا (PMSE) | $\sqrt{\frac{\sum_{p-1}^{p}(\mathrm{dp}-\mathrm{zp})^2}{p}}$ |
| مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده(NMSE) | $\frac{\sum_{p-1}^{p}(\mathrm{dp}-\mathrm{zp})^2}{\sum_{p-1}^{p}\left(\mathrm{dp}-\overline{\mathrm{dp}}\right)^2}$ |
| ضریب تعیین $R^2$ | $1-\frac{\sum_{p-1}^{p}(\mathrm{dp}-\mathrm{zp})^2}{\sum_{p-1}^{p}(\mathrm{dp}-\overline{\mathrm{dp}})^2}$ |
| میانگین قدر مطلق خطا (MAE) | $\frac{\sum_{p-1}^{p}\lvert dp-zp\rvert}{p}$ |
| میانگین قدر مطلق درصد خطا(MAPE) | $\frac{100}{p}\times\frac{\sum_{p-1}^{p}\lvert dp-zp\rvert}{p}$ |

بنابراین، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به سوالات زیر است:

۱. عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری‌پزشکی‌داخلی شهر تهران کدامند؟

۲. کدامیک از روش های پیش بینی تابع تقاضا می تواند از دقت و اعتبار بیشتری در تخمین تابع تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران برخوردار باشد؟

که در راستای پاسخ به سوالات فوق از روش های زیر بهره گرفته شد که به طور مختصر اشاره می شود:

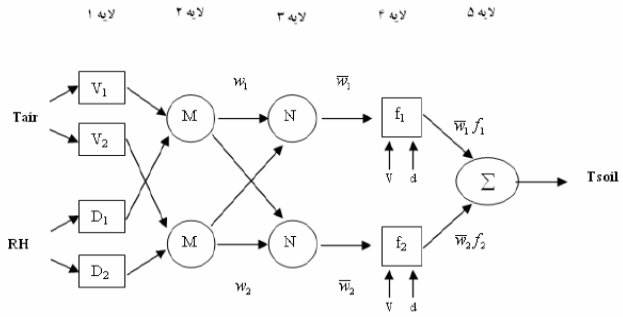
- روش دیمتل فازی: تکنیک دیمتل که اولین بار آن را دانشمندان امریکایی در بین سال های ۱۹۲۶ تا ۱۹۷۲ ارائه کرد، رو شی برای م سائل پیچیده بود. این تکنیک برا ساس تئوری گراف ساخته شده بود که قادر است مسائل را با



Archive of SID
www.SID.ir

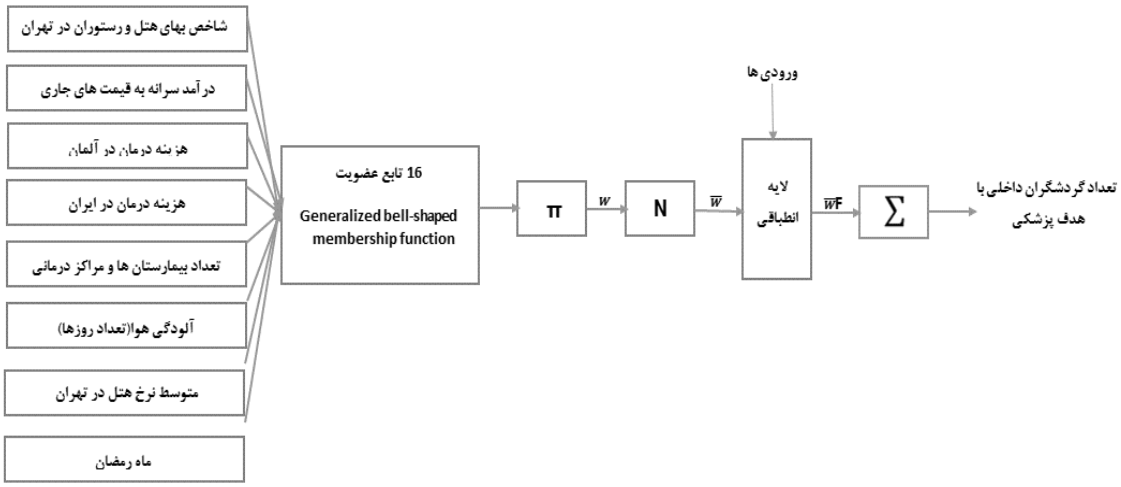
روش ساده حل کند اما عیبی که بر تکنیک دیمتل وارد است؛ یعنی تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان موجب ارائه روش دیمتل فازی شد. [۲۱] در این تئوری دانش ضمنی و قضاوت های افراد به صورت متغیرهای کلامی تشریح می‌شود. از متغیرهای کلامی برای بیان قضاوت‌های افراد که مبهم هستند استفاده می‌شود. [۲۲] در واقع، تکنیک دیمتل فازی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه زوجی است. این تکنیک با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام مند به آنها، با استفاده از اصول تئوری گراف‌ها، ساختار سلسله مراتبی از عوامل موجود در سستم را با روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متقابل، عناصر مذکور را به دست می‌آورد به گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیازی عددی معین می کند. [۲۱]

- شبکه عصبی – فازی: شبکه ای پنج لایه ای، متشکل از گره‌ها و کمان های اتصال دهنده گره ها بود. نمودار شماره دو نمایشی از معماری شبکه عصبی- فازی با دو ورودی، یک خروجی و دو قانون است. در لایه اول (ورودی) میزان تعلق هر ورودی به بازه های مختلف فازی توسط کاربر مشخص می شود. با ضرب مقادیر ورودی به هر گره در یکدیگر، وزن در لایه دوم بدست می آید. در لایه سوم عمل محاسبه قانون‌ها ( $wi$ ) انجام می گیرد. لایه چهارم، لایه قوانین است. وزن نسبی قوانین ($wi$) که از انجام عملیات بر روی پیام های ورودی به این لایه حاصل $(wi)\ fi$ می شود. لایه آخر خروجی شبکه (f) است که هدف آن حداقل نمودن اختلاف خروجی به دست آمده از شبکه و خروجی واقعی است. [۲۳]




**نمودار ۲.ساختار شبکه عصبی- فازی. [۲۳]**

اکنون با طی مراحل بالا یک شبکه تولید می‌شود که معادل سیستم استنتاج فازی سوگنو است که در ادامه این معماری برای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران رسم شده است:




**نمودار ۳: ساختار شبکه‌های عصبی فازیANFIS گردشگری پزشکی**



www.SID.ir

- رگرسیون چند متغیره: تحلیل رگرسیون یک فرایند آماری برای تخمین روابط بین متغیرها است. این روش شامل تکنیک‌های بسیاری برای مدل سازی و تحلیل متغیرهای خاص و منحصر به فرد است وقتی که تمرکز روی روابط بین متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل باشد. به علاوه، تحلیل رگرسیون به فهم اینکه چگونه مقدار متغیر وابسته با تغییر هرکدام از متغیرهای مستقل و با ثابت بودن دیگر متغیرهای مستقل تغییر می‌کند، کمک می نماید. [۲۴]

تحلیل رگرسیون به صورت گسترده برای پیش بینی استفاده شده است. تحلیل رگرسیون همچنین برای شناخت ارتباط میان متغیر مستقل و وابسته و شکل این روابط استفاده شده است. [۲۴]

در ابتدا لازم است معنادار بودن رگرسیون برای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران با استفاده از آزمون F سنجیده شود. سپس از روش رگرسیون جهت پیش‌بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران استفاده گردد، که فرمول آن به قرار زیر است:

رابطه(۲)

$$y_p = \mu_{11} x_1 + \mu_{22} x_2 + \cdots \mu_{pq} x_q + \varepsilon_p$$

$q$ :تعداد پارامتر ها . $x$ پارامتر های ورودی

$p$ : تعداد نمونه ها . $\varepsilon$ : انحراف معیار خروجی از میانگین کل خروجی ها ( توزیع نرمال با میانگین صفر).

$y$ :برابر خروجی (تعداد گردشگران ).

بنابراین، برای آزمون معناداری رگرسیون جهت پیش‌بینی تقاضای گرشگری پزشکی داخلی شهر تهران از آزمون F استفاده شد.

که مقدار معنی داری نیز کمتر از ۰/۰۵ است. بنابراین، می‌توان از روش رگرسیون جهت پیش‌بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران استفاده نمود.

- الگوریتم SVR (رگرسیون بردار پشتیبان): این روش مستقیماً از نظریه یادگیری آماری وَپنیک به نام ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) استخراج شده است. ماشین‌های بردار پشتیبان برای مسائل طبقه‌بندی به کار می‌روند .[۲۵] بعدها الگوریتم آنها برای کار با مسائل رگرسیون با تخمین داده‌ها توسعه یافت. این الگوریتم جدید رگرسیون بردار پشتیبان (SVR) نامیده شد. [۲۶]

SVR در سال های اخیر به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته و مدل موثری در پیش بینی تقاضا گردشگری است.

## یافته ها

پس از تعیین خبرگان و اجرای سه دور روش دلفی فازی برای گردشگری پزشکی، عوامل اقتصادی، قیمت حمل‌ونقل، قیمت خدمات و هزینه زندگی در مقصد، قیمت تأسیسات اقامتی، تعداد تعطیلات رسمی، آلودگی هوا، قیمت محصولات جایگزین (سفر خارجی)، تعداد پزشکان متخصص، تعداد مراکز پزشکی، بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌ها به عنوان عوامل موثر بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران براساس نظر خبرگان و با استفاده از پرسش نامه روش دلفی فازی شناسایی شد. در این میان خبرگان شماره ۴ و ۷ تاکید بسیاری بر دو عامل دولت و وضع مقررات از طریق آن و همچنین تعداد پزشکان متخصص داشتند و خروجی نهایی عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران پس از مقایسات زوجی به روش دیمتل فازی توسط خبرگان در جدول سه آمده است.

پس از نماد گذاری و تشکیل ماتریس چند عملیات نظیر نرمال سازی، دیفازی کردن و تشکیل ماتریس ارتباطات در نهایت جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است و جمع عناصر ستون (R)برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است.



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول۳: نمادگذاری عوامل موثر بر گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران**

| نوع گردشگری | نماد | عوامل موثر |
|---|---|---|
| گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران | C1 | عوامل اقتصادی(درآمد و ثروت افراد) |
| | C2 | قیمت حمل و نقل |
| | C3 | قیمت خدمات و هزینه زندگی در مقصد |
| | C4 | قیمت تاسیسات اقامتی |
| | C5 | تعداد تعطیلات رسمی |
| | C6 | وجود آلودگی هوا |
| | C7 | قیمت محصولات جایگزین(سفر خارجی) |
| | C8 | تعداد مراکز پزشکی، بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌ها |
| | C9 | تعداد پزشکان متخصص |

**جدول٤: ماتریس محاسبه مقادیر اثرگذاری و اثرپذیری عوامل موثر بر گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران**

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | ۲/۴۲۴۶۶ | ۲/۰۰۴۰۵ | ۲/۱۸۸۸۴ | ۲/۰۹۷۳۱ | ۲/۱۶۹۰۱ | ۲/۲۰۹۵۷ | ۲/۳۵۹۱۲ | ۲/۵۶۶۱۴ | ۲/۳۵۳۵۴ |
| R | ۲/۲۲۷۹۲ | ۲/۲۵۸۳۸ | ۲/۰۷۷۸۸ | ۲/۰۸۸۰۷ | ۲/۶۵۶۱۳ | ۲/۱۶۳۰۷ | ۲/۲۲۷۹۸ | ۲/۰۸۷۳۴ | ۲/۵۶۵۴۸ |
| D+R | ۴/۶۶۲۵۸ | ۴/۲۶۲۴۳ | ۴/۲۶۶۷۲ | ۴/۱۸۵۲۹ | ۴/۸۲۵۱۴ | ۴/۳۷۲۶۴ | ۴/۵۹۷۱ | ۴/۶۵۲۴۹ | ۴/۹۱۹۰۲ |
| D-R | ۰/۱۸۶۷۵ | -۰/۲۵۴۳ | ۰/۱۱۰۹۷ | ۰/۰۰۹۲۴ | -۰/۴۸۷۱ | ۰/۰۴۶۵ | ۰/۱۲۱۱۴ | ۰/۴۷۸۸ | -۰/۲۱۱۹ |

بنابراین، کلیه مقادیر بدست آمده برای D+R و D-R اعداد فازی بودند که D+R که مقدار آن همیشه مثبت بوده و وزن یا اهمیت آن عامل در سیستم را نشان داد و D-R که اگر مثبت بود عامل تاثیر گذار قطعی و در غیر این صورت تاثیرپذیر قطعی است که از آن با نام نسبت تاثیرپذیری در سیستم یاد می شود. در جدول فوق (شماره ۵) عوامل تاثیرگذار قطعی بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی در شهر تهران عبارتند از:

C1: عوامل اقتصادی (درآمد و ثروت افراد)

C3: قیمت خدمات و هزینه زندگی در مقصد

C4: قیمت تاسیسات اقامتی

C6 : وجود آلودگی هوا

C7: قیمت محصولات جایگزین (سفر خارجی)

C8: تعداد مراکز پزشکی، بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌ها

همچنین بر اساس عوامل شناسایی شده فوق که تابع تقاضای نهایی بر اساس آن شکل گرفت، موارد زیر با مشورت با اساتید و خبرگان به عنوان ورودی های نرم افزار متلب برای سال های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۴ از مراکز مختلف به صورت حتی الامکان ماهیانه برای هریک از شش عامل بالا جمع آوری شد. لازم به ذکر است متغیر ماه رمضان نیز به عنوان متغیر موهومی در نظر گرفته شد.

با توجه به مشکلات متعدد در حوزه آمار گردشگری داخلی به ویژه به تفکیک انواع گرد شگری، مسئله ای که معمولا با آن برخورد می شود مسئله داده های مفقود شده است به همین منظور در پژوهش حاضر، برای حل این مشکل برای هر ویژگی میانگین نمونه های موجود متوسط گیری شد و درون جاهای خالی قرار داده شد.

در ادامه به منظور تحلیل پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران، شش سناریو مورد بررسی قرار گرفت:

سناریو یک: پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران با رویکرد رگرسیون چندگانه

سناریو دو: پیش بینی تقا ضای گر شگری پز شکی داخلی شهر تهران با رویکرد شبکه های عصبی فازی(ANFIS)



Archive of SID
www.SID.ir

سناریو سه: پیش بینی تقاضای گرشگری پزشکی داخلی شهر تهران با استفاده از الگوریتم SVR

سناریو چهار: پیش بینی تقاضای گرشگری پزشکی داخلی شهر تهران با استفاده از ترکیب رویکرد رگرسیون و الگوریتم SVR

در روش ترکیب رویکرد رگرسیون و الگوریتم SVR ابتدا با روش رگرسیون، ویژگی های برتر گردشگری پزشکی شهر تهران را انتخاب کرده و سپس جهت ارزیابی به الگوریتم SVR داده شد. لازم به ذکر است، هنگامی که از روش رگرسیون برای انتخاب ویژگی استفاده شود، با قرار دادن یک سری محدودیت بهترین زیر مجموعه از ویژگی ها که دارای دقت بالاتر و کمترین تعداد ویژگی هستند برای گردشگری پزشکی انتخاب می‌شود که این ویژگی ها شامل شاخص بهای هتل و رستوران در تهران، هزینه های درمان در ایران(دلار)، تعداد بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی تهران، آلودگی هوا(تعداد روزها) و ماه رمضان می باشد.

سناریو پنج: پیش بینی تقاضای گرشگری داخلی شهر تهران با استفاده از ترکیب رویکرد رگرسیون و شبکه های عصبی فازی(ANFIS): در روش ترکیب رویکرد رگرسیون و شبکه‌های عصبی فازی(ANFIS) نیز از ویژگی های برتر انتخاب شده در سناریو چهار استفاده شد.

سناریو شش: پیش بینی تقاضای گرشگری داخلی شهر تهران با استفاده از ترکیب الگوریتم SVR و شبکه‌های عصبی فازی(ANFIS): از آنجایی که هر دو روش فوق به عنوان پیش بینی کننده استفاده می شوند لذا ترکیب این دو روش با یکدیگر اصولی نبوده و اجرایی نیست.

جدول پنج خروجی برنامه نویسی پنج سناریو که بالا به آنها اشاره شد را نشان می دهد که با توجه به نتایج اعمال داده‌های ارزیابی و خطای حاصل، مشخص شد که رویکرد ترکیبی رگرسیون و الگوریتم SVR دارای کمترین خطا در مقایسه با سایر روش ها است. بنابراین، به نظر می رسد از بین روش های فوق استفاده از این مدل پیش بینی می تواند پیش بینی بهتری نسبت به سایر روش ها در خصوص پیش بینی گردشگری پزشکی داخلی داشته باشد.

**جدول ۵: نتایج آزمون روش های مختلف بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران (داده های ارزیابی)**

| | سناریو ها | MAPE | MAE | $R^2$ | NMSE | RMSE | MSE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گردشگری پزشکی | رگرسیون | ۰/۰۲۰۸۱۵ | ۰/۰۰۰۲۰۸ | ۰/۹۶۸۴۹۱ | ۰/۰۳۱۵۰۹ | ۰/۱۷۷۲۰ | ۰/۰۰۰۳۱۴ |
| | رویکرد شبکه‌های عصبی فازی(ANFIS) | ۰/۰۰۹۱۳۴ | ۹/۱۳E-۰۵ | ۰/۹۹۳۹۱۸ | ۰/۰۰۶۰۸۲ | ۰/۰۰۷۷۹۱ | ۶/۰۷E-۰۵ |
| | الگوریتم SVR | ۰/۰۱۹۰۹۳ | ۰/۰۰۰۱۹۱ | ۰/۹۶۷۶۳۱ | ۰/۰۳۲۳۶۹ | ۰/۰۱۷۹۲۷ | ۰/۰۰۰۳۲۳ |
| | رویکرد ترکیبی رگرسیون و الگوریتم SVR | ۰/۰۰۷۲۵۳ | ۷/۲۵E-۰۵ | ۰/۹۹۵۸۰۳ | ۰/۰۰۴۱۹۷ | ۰/۰۰۶۴۷۳ | ۴/۱۹E-۰۵ |
| | رویکرد ترکیبی رگرسیون و شبکه‌های عصبی فازی(ANFIS) | ۰/۰۳۲۱۳۹ | ۰/۰۰۰۳۲۱ | ۰/۹۱۱۴۵۹ | ۰/۰۸۸۵۴۱ | ۰/۰۲۹۷۱۵ | ۰/۰۰۰۸۸۳ |

و خروجی نهایی مطالعه حاضر برای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران به قرار زیر است:



www.SID.ir




**نمودار ٤: خروجی نهایی این تحقیق برای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران**

## بحث

در پژوهش حاضر، ابتدا تابع تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران بر ا ساس نظر خبرگان و با ا ستفاده از روش های دلفی فازی و دیمتل فازی طراحی شد که شامل عوامل اقتصادی (درآمد و ثروت افراد)، قیمت خدمات و هزینه زندگی در مقصد، قیمت تاسیسات اقامتی، وجود آلودگی هوا، قیمت محصولات جایگزین ( سفر خارجی)، تعداد مراکز پزشکی، بیمارستان‌هاو آزمایشگاه‌ها بود. سپس بر اساس همین تابع مدل ترکیبی و مجزای پیش‌بینی تعداد گردشگران پزشکی داخلی ورودی به شهر تهران با ا ستفاده از شبکه عصبی فازی، رگر سیون و الگوریتم SVR طراحی شد و از لحاظ معیارهای عملکرد ($R^2$, MAPE, MAE, NMSE, RMSE, MSE) مورد مقایسه قرار گرفت. البته اجرای پژوهش حاضر با محدودیت هایی همراه بود. چراکه، آمار گردشگران داخلی بسیار ناقص و مقطعی در د سترس بود و هر کدام از داده ها از سازمان خاصی تهیه شد. نتایج نشان داد که رویکرد ترکیبی رگرسیون و الگوریتم SVRپیشنهادی می تواند پیش بینی بهتری نسبت به سایر روش ها در خصوص پیش بینی گردشگری پزشکی داخلی داشته باشد. این نتیجه یعنی استفاده از رویکرد ترکیبی برای پیش بینی تقاضای گردشگری، تصدیق کننده بسیاری از مطالعه های گذشته از جمله مطالعه های پای و همکاران و آکین که از رویکرد ترکیبی رگر سیون و الگوریتم SVR استفاده کرده اند و همچنین مطالعه های چو و پیرمان که در رابطه با ترکیب شبکه ع صبی با سایر روش‌ها بوده است، می‌باشد. در این راستا پیشنهادهای زیر ارایه می شود:

- مقایسه هم‌زمان مدل پیشنهادی این تحقیق با مدل‌های اقتصاد سنجی و سایر روش‌های هوش مصنوعی می‌تواند وضعیت قدرت عملکرد این مدل‌ها را روشن‌تر کند.
- در تعیین قوانین اگر _ آنگاه فازی برای یک سیستم پیش بینی ANFIS می توان با توجه به شاخص های اقتصادی



Archive of SID
www.SID.ir

بازار، قوانینی را با استفاده از نظریات خبرگان استخراج و در مدل‌سازی استفاده نمود.

- از آنجایی که رفتار تقاضای گردشگری داخلی غیرخطی است و مدل های فازی اساساً جزء مدل های غیر خطی هستند و در تمامی مدل ها نیز بیش از یک متغیر مستقل مورد استفاده قرار می گیرد، پیشنهاد می شود در پیش بینی تقاضای گردشگری از روش های غیر خطی که می تواند خطای برآورد را کاهش دهد بیشتر استفاده شود.
- در پژوهش‌های آتی، چنانچه پیش‌بینی گردشگری ورودی به شهر تهران از تنها یک شهر یا استان به عنوان مثال شهری یا استانی که بیشترین میزان ورودی گردشگری را به شهر تهران دارد، انجام شود قابلیت کاربردی تحقیق افزایش خواهد یافت.
- این مدل محض نیست و می‌تواند برای پیش‌بینی موضوعات مختلف در حوزه گردشگری شامل پیش‌بینی فروش و رفتار مصرف‌کننده، پیش‌بینی تقاضا برای مراکز اقامتی و یا جاذبه‌های گردشگری، پیش‌بینی میزان مصرف منابع ورودی صنعت گردشگری همچون مواد غذایی رستوران‌ها و یا حامل‌های انرژی برای جاذبه‌ها و مراکز اقامتی کاربرد داشته باشد.

## ملاحظات اخلاقی

**کد اخلاق:** مقاله از نوع زیست پزشکی نمی باشد.

**حمایت مالی:** این پایان نامه از جایی حمایت مالی نشده است.

**تضاد منافع:** نویسندگان اظهار داشتند که تضاد منافعی وجود ندارد.

**تشکر و قدردانی:** این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان«مدل ترکیبی پیش‌بینی تقاضای گردشگری داخلی شهر تهران» مقطع دکتری رشته مدیریت گردشگری دانشگاه علامه طباطبایی در سال ۱۳۹۷ است.

## References

1-Inskeep E. Tourism planning is an integrated and sustainable approach to tourism planning and development [Hasanpoor M and Daghestani S, trans]. Tehran: Mahkameh; 2004. [In Persian].

2-Khodayar Zarnagh R, Tourani S, Ghaderi A, Salehi M, Jafari H. Evaluation of the capabilities of selected educational hospitals of Tehran university of medical sciences in attracting medical tourists based on patient-centered standards of the joint international commission. Journal of Hospital.2010;3(4): 125-131. [In Persian].

3-Goodarzi M, Taghvaei M, Zangi Abadi A. Development of internal medicine tourism in Shiraz. Health Information Management Quarterly.2014; 11(4): 53-64. [In Persian].

4-Lohmann M. New Demand factors in tourism. Presented to the European Tourism Forum, Budapest.2004; 14(3):345-351.

5-Weng G, Li L. Study of tourism forecasting based on a seasonally adjusted particle swarm optimization-support vector regression model. JICS.2015; 12(7):2747-2757.

6-Shen S, Li G, Song H. Combination forecasts of international tourism demand. Annals of Tourism Research. 2011; 38(4): 72–89.

7-Song H, Turne L. Tourism demand forecasting. In: Dwyer L, Forsyth P, editors, International handbook on the economics of tourism. Cheltenham: Edward Elgar;2006.

8-Claveria O, Torra A. Forecasting tourism demand to Catalonia: neural networks vs. Time



Archive of SID
www.SID.ir

Series Models, Economic Modeling.2014; 36(2):220-228.

9-Can V. Modeling tourism demand, travel mode choice and destination loyalty [PhD thesis]. Norway: Faculty of Biosciences, Fisheries and Economics, Troms University Business School;2013.

10-Makridakis S, Hibon M. The M۳-competition: Results, conclusions and implications. IJF. 2000; 16(4):451-476.

11-Song H, Turne L. Tourism demand forecasting. In: Dwyer L, Forsyth P, editors, International handbook on the economics of tourism. Cheltenham: Edward Elgar.2006.

12-Law R, Au N. A neural network model to forecast Japanese demand for travel to Hong Kong. Tourism Management journal. 1999; 20(12):89-97.

13-Cho V. A comparison of three different approaches to tourist arrival forecasting. Tourism Management journal.2003; 24(12): 323–330.

14-Palmer A, Jose Montano J, Sese A. Designing an artificial neural network for forecasting tourism time series. Tourism Management journal. 2006; 27(4):781-790.

15-Yepremian G. Forecasting tourism demand in Japon , International journal of forecasting.2005; 12(3):447-75.

16-Chen K, Wang C. Support vector regression with genetic algorithms in forecasting tourism demand. Tourism Management journal.2007; 28(2): 215–216.

17-Pai P, Hong W, Chang P, Chen T. The application of support vector machines to forecast tourist arrivals in Barbados: an empirical study. IJM. 2006; 23(9): 375–385.

18-Shen S, Li G, Song H. Combination forecasts of international tourism demand. Annals of Tourism Research .2011; 38(4): 72–89

19-Akin M. A novel approach to model selection in tourism demand modeling. Tourism Management journal.2015; 48(9):112-125.

20-Cheng C, Lin Y. Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation European. IJOR. 2002; 142(4): 147-186.

21-Rostamzadeh R, Sofian S. Prioritizing effective 7 Ms to improve production systems performance using fuzzy AHP and fuzzy Topsis (case study), Expert system with Applications.2011; 38(12); 5166-5177.

22-Line S. A passion for oysters: the art of eating and enjoying. Reed International. 2010; 32(4):77-81.

23-Fahimifard M, Salarpur M, Soboohi M. Comparison of neuro-fuzzy model forecast prediction with neural network model and ARIMA self-regression, case study: Weekly Egg Prices.JAED. 2012; 32(74) : 138-145. [In Persian].

24-Alvani M, Mirshfi N. Production management. Mashhad: astan quds razavi Publishing House; 2000.[In Persian].

25-Vapnik V. The nature of statistical learning theory. New York: Springer;1995.

26-Helaly H, El-Shishiny H. An econometric forecasting model for tourism demand in Egypt. Proceedings of the Eurochrie Conference;2002.p. 651-661.



Archive of SID

www.SID.ir

# Hybrid modeling for forecasting domestic medical tourism demand in Tehran

Farzin, Mohammad Reza [1]*; Afsar, Amir [2]; Dabir, Alireza [3]; Zandi, Ebtehal[4].

## Abstract

**Introduction:** One of the most important events in the tourism industry of each country is the demand for a product or destination and its true prediction of tourism. It should be noted that there are distances and deviations between actual values and predictions. The use of modern scientific and forecasting methods will make the results far more than an objective estimate and closer to the truth; this article pursues the same goal in the field of medical tourism .

**Methods:** In the first step, factors affecting the demand for domestic medical tourism in Tehran were identified by 31 experts using Fuzzy Delphi and Dematel Fuzzy methods. The factors were then processed by MATLAB2017a software. After determining the demand function, and collecting monthly data of each effective factor from 2001 to 2015, three regression prediction models, a fuzzy neural network, and SVR algorithm were implemented using MATLAB software to measure and compare forecast errors .

**Results:** The demand function for domestic medical tourism included: economic factors (individual income and wealth), service prices and cost of living in the destination, the cost of accommodation facilities, air pollution, and the price of alternative products (foreign travel), the number of medical centers, hospitals and laboratories .

**Conclusion:** The proposed hybrid approach for regression and SVR algorithm can make a better prediction compared with the other methods of forecasting domestic medical tourism. Therefore, it is recommended to use the demand function and forecasting model to lower the forecast error while planning for domestic medical tourism demand in Tehran.

**Keywords:** Regression, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), Support Vector Regression (SVR) Algorithm, Forecasting of Domestic Medical Tourism Demand

● **Received:** 18/Aug/2017 ● **Modified:** 5/Novl/2018 ● **Accepted:** 20/Nov/2018

1. Associate Professor of Tourism Management Department, Allameh Tabatabai University, Teharan, Iran; Corresponding Author (b_farzin@yahoo.com)
2. Assistant Professor, Tarbiyat modares University, Teharan.Iran
3. Assistant Professor of Tourism Management Department, Allameh Tabatabai University, Teharan.Iran
4. Ph.D. Student of Tourism Management, Allameh Tabatabai University,Teharan.Iran



Archive of SID
www.SID.ir