



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

محمد رضا، فرزین<sup>۱</sup> ID\*؛ امیر، افسر<sup>۲</sup>؛ علیرضا، دبیر<sup>۳</sup>؛ ابتهال، زندی<sup>۴</sup>

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 انحرافات بین مقادیر واقعی و پیش بینی وجود دارد. استفاده از روش های 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 می کند.

**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 تقاضا و جمع آوری اطلاعات ماهیانه هر یک از عوامل موثر در بازه زمانی سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴، 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 هر یک، اندازه گیری و با هم مقایسه شد.

**یافته ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تابع تقاضای گردشگری پزشکی داخلی 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، بیمارستان ها و آزمایشگاه ها 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 شود به 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، الگوریتم SVR، پیش بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی، تهران، مدل سازی

• وصول مقاله: ۹۷/۰۵/۲۷ اصلاح نهایی: ۹۷/۰۸/۱۴ 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

## 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 دریی یافتن متخصصان بهتر، خدمات ارزان تر و با کیفیت بیشتر اطلاق می‌شود. این خدمات می‌تواند شامل درمان‌های انتخابی، درمان‌های ضروری و تخصصی، 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 می‌رود نتایج چنین مسافرت‌هایی اساسی و طولانی مدت باشد. گردشگری پزشکی همانند شکل امروزی اش در دهه ۱۹۹۰ میلادی 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 ساخت‌های 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 می‌شود، او هم به خدمات گردشگری و هم مراقبت درمانی نیاز دارد. [۳]

عوامل بسیاری بر تقاضای این نوع گردشگری تاثیر گذار است که لوهمن (Lohman) آنها را به نه زیر گروه (عوامل اقتصادی، قیمت‌های نسبی، عوامل جمعیت‌شناسی، عوامل جغرافیایی، نگرش‌های اجتماعی - اقتصادی نسبت به گردشگری، ظرفیت‌های جابجایی، دولت/ مقررات حاکم، ارتباطات رسانه‌ای، ارتباطات و فناوری اطلاعات) تقسیم می‌کند. [۴]

روش‌های مختلفی به منظور پیش بینی تقاضای گردشگری وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش‌های سری زمانی، رگرسیون و سایر موارد اشاره کرد که تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی پیش‌بینی جریان گردشگری، عمدتاً از مدل‌های 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 مدل‌ها 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 پیش‌بینی 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، روش‌های جدیدتری هستند

کرد. [۱۴] این پژوهش ها هر کدام یا به نوعی از روش های شبکه های عصبی و یا منطق فازی بهره برده اند و نتایج هر سه تحقیق نشان داد که استفاده از روش های هوش مصنوعی میزان خطای پیش بینی را بسیار کاهش می دهد ولی تنها مطالعه یافت شده که از روش ترکیبی شبکه های عصبی فازی جهت پیش بینی تقاضای گردشگری استفاده کرده است پایان نامه پیرمیان تحت عنوان پیش بینی عصبی-فازی ورودی های گردشگری است که میزان تقاضا را با استفاده از روش های مختلف کلاسیک، اقتصادسنجی 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 کرده اند. [۱۶-۱۸] لازم به ذکر است که SVR در نتایج تجربی، عملکرد بهتری نسبت به مدل های پیش بینی سنتی همچون میانگین موثر انتگرالی اتورگرسیو داشته است. آکین در پژوهش خود با عنوان «ارایه یک رویکرد جدید در انتخاب مدل به منظور مدل سازی تقاضای گردشگری» از طریق ترکیب روش های شبکه عصبی و رگرسیون بردار ساپورت (SVR) و ARIMA داده های گردشگران ورودی ماهانه به ترکیه از کشورهای مختلف را بررسی کرده است که نتایج نشان داد دقت پیش بینی روش SVR از دو روش دیگر بیشتر بود. [۱۹]

با توجه به تمرکز اکثر پژوهش ها بر پیش بینی تقاضا در حوزه گردشگری خارجی و کمبود مطالعه در زمینه تقاضای گردشگری داخلی؛ لذا در پژوهش حاضر سعی 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 پردازد.

که علیرغم پیچیدگی های مربوطه به کمک پردازش گره های رایانه ای توان حل مسائل بزرگ و اصطلاحاً غول پیکر را در اختیار قرار داده اند و اخیراً کاربرد وسیعی در عرصه های مختلف پیدا کرده اند. [۶]

در گذشته، هوش مصنوعی از روش مشتق شده از سیستم های قانون محور و برنامه ریزی منطقی بهره می برد در حالی که توجه کنونی بر روی روش های ابتکاری و اکتشافی با جامعیت کمتر از قبیل منطق فازی، شبکه های عصبی و ماشین های بردار پوششی تمرکز یافته است. [۷] افزون بر این، تحقیقات نشان می دهد که ترکیب روش های مختلف هوشمند پیش بینی، موجب کاهش خطای پیش بینی نیز می شود تا جایی که بیتز و گرانگر نشان دادند که چگونه پیش بینی های ترکیبی می تواند دقت پیش بینی را افزایش دهد. [۸] کلمن شواهد شبیه سازی و تجربی مربوط به ادبیات ترکیب پیش بینی را ارائه می دهد، وی اینگونه اشاره می کند: «ترکیب پیش بینی های مختلف منجر به افزایش دقت پیش بینی می شود». [۹] ماکریداکیس و هیبون در مطالعه های خود نتیجه گیری کردند که دقت پیش بینی هنگام ترکیب روش های مختلف به طور متوسط نسبت به روش های منفرد بیشتر است. [۱۰]

سانگ و ترنر در مطالعه خود نشان دادند که اکثریت مطالعه های منتشر شده، از روش های کمی جهت پیش بینی تقاضای گردشگری استفاده کرده اند. 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 تکنیک های سری های زمانی و اقتصادسنجی استفاده کرده اند، ۱۱ مطالعه نیز از دیگر تکنیک های پیش بینی که در رده روش های هوش مصنوعی است بهره برده اند. [۱۱] از مطالعه های انجام گرفته با استفاده از روش های هوش مصنوعی می توان به مطالعه لو و آیو با عنوان «یک مدل شبکه عصبی جهت پیش بینی تقاضای ژاپنی ها برای مسافرت به هنگ کنگ» [۱۲]، پژوهشی چو با عنوان «مقایسه سه رویکرد مختلف جهت پیش بینی ورودی های گردشگری» [۱۳]، مطالعه پالم و همکاران با عنوان «طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی سری های زمانی گردشگری» اشاره

## روش‌ها

به این معنا که به گزینه کم (۴،۲،۰،۰)، متوسط (۷،۶،۴،۳)، زیاد (۱۰،۱۰،۸،۶) اختصاص یافت. پس از تعیین خبرگان، سه دور روش دلفی برای گردشگری پزشکی تکرار شد. در دور اول فهرستی از عوامل مؤثر بر تقاضای گردشگری داخلی به‌طور 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 تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران می‌تواند مؤثر باشد و در فهرست نیستند، بیان کنند. در دور اول، دو عامل تعداد پزشکان متخصص و تعداد بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز پزشکی به گردشگری پزشکی اضافه شد. در دور دوم، عواملی که در دور اول پیشنهاد شده بود به همراه نسخه‌ای از پاسخ‌های 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]

$$A^i = (a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i) \quad i=1,2,3,\dots,n$$

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

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

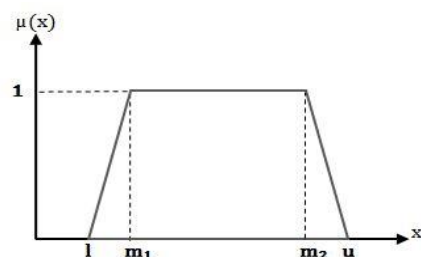
در روابط فوق  $A(i)$  بیانگر دیدگاه خبره  $i$  ام و  $A_m$  میانگین دیدگاه‌های خبرگان است.

در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان اهمیت عوامل تأثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران را به صورت گزینه‌های 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 می‌توانند نظر خود را با میانگین نظرات بسنجند و در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند.

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

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

در مطالعه حاضر به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران از روش دلفی فازی استفاده شد. ۳۱ نفر از خبرگانی که نسبت به موضوعات گردشگری شهری، گردشگری پزشکی، اقتصاد گردشگری و شهر تهران آشنایی کامل داشتند از طریق نمونه‌گیری گلوله‌برفی و از بین اعضای هیات علمی رشته مدیریت جهانگردی، مدیریت شهری، اعضای شورای شهر تهران، دفتر گردشگری پزشکی وزارت بهداشت، پزشکان شاغل در حوزه گردشگری پزشکی، 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 خصوصیات متفاوت هستند، از ذهنیت‌های متفاوتی نیز برخوردارند و اگر به گزینه‌ها بر اساس ذهنیت‌های متفاوت پاسخ داده شود، تحلیل متغیرها فاقد ارزش است ولی با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سؤالات پاسخ خواهند داد. لذا متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی دوزنقه‌ای تعریف شدند که به صورت  $F=(l, m_1, m_2, u)$  نمایش داده می‌شود. تابع عضویت اعداد فازی دوزنقه‌ای به صورت زیر تعریف می‌شود: [۲۰]



نمودار ۱. تابع عضویت اعداد فازی دوزنقه‌ای [۲۰]

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]

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

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

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 جمعیت شناختی آنان به قرار زیر بود:

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

جدول ۱: ویژگی های جمعیت شناختی اعضای هم اندیش 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 ۵ سال	۳
	بین ۵ تا ۱۰ سال	۴
	بین ۱۰ تا ۱۵ سال	۱۴
	بیش از ۱۵ سال	۱۰

رابطه (۱)

$$\tilde{S}_i = \frac{S_1 - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}$$

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

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، سری های زمانی این متغیرها به صورت ماهیانه و در بازه زمانی سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ از طریق مطالعه های کتابخانه ای و اینترنتی در سازمان های مربوطه و مرکز ملی آمار ایران استخراج و از طریق نرم افزار اکسل 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.

میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE) می‌باشد. 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 پیش‌بینی‌ها انتظار داشت. دو معیار بعدی شامل میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و میانگین قدر مطلق در صد خطا (MAPE) در مورد خطای مطلق می‌باشند. از آنجا که هر یک از معیارهای ارزیابی عملکرد، جنبه خاصی را ارزیابی می‌کند، برای ارزیابی عملکرد شبکه از هر شش معیار بالا استفاده شد و با توجه به نرخ خطای به دست آمده از سناریوها، مقایسه یک روش پیش‌بینی با روش‌های دیگر ممکن گردید. سپس نتایج بررسی شد تا مدل بهینه برای پیش‌بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران به دست آمد.

#### جدول ۲: معیار ارزیابی عملکرد متداول برای مسایل پیش‌بینی

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

که در راستای پاسخ به سوالات فوق از روش‌های زیر بهره گرفته شد که به طور مختصر اشاره می‌شود:  
- روش دیمتل فازی: تکنیک دیمتل که اولین بار آن را دانشمندان امریکایی در بین سال‌های ۱۹۲۶ تا ۱۹۷۲ ارائه کرد، روشی برای مسائل پیچیده بود. این تکنیک بر اساس تئوری گراف ساخته شده بود که قادر است مسائل را با

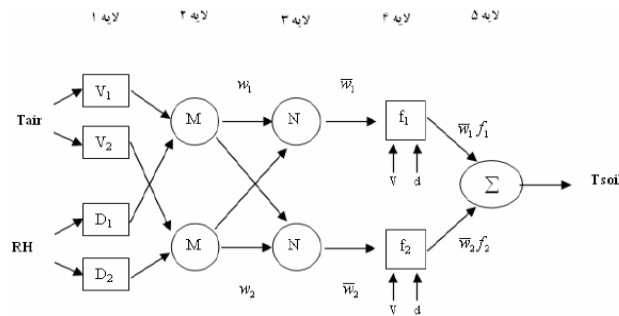
حاضر نیز با توجه به محدودیت داده‌ها از ۷۰ درصد مشاهدات برای آموزش و ۳۰ درصد آن برای تصدیق استفاده شد. در ادامه برنامه نویسی برای هر یک از روش‌های شبکه عصبی-فازی، الگوریتم SVR و رگرسیون در نرم‌افزار MATLAB2017a انجام شد و در نهایت خروجی‌های این نرم‌افزار برای سناریوهای منتخب پیش‌بینی تفسیر گردید.

به طور متداول، از برخی معیارهای عملکرد برای این تفسیر استفاده می‌شود. برای مسایل 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

بنابراین، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به سوالات زیر است:  
۱. عوامل تاثیرگذار بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران کدامند؟  
۲. کدامیک از روش‌های پیش‌بینی تابع تقاضا می‌تواند از دقت و اعتبار بیشتری در تخمین تابع تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران برخوردار باشد؟

- 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 ( $w_i$ ) انجام می گیرد. لایه چهارم، لایه قوانین است. وزن نسبی قوانین ( $w_i$ ) که از انجام عملیات بر روی پیام های ورودی به این لایه حاصل ( $w_i f_i$ ) 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]

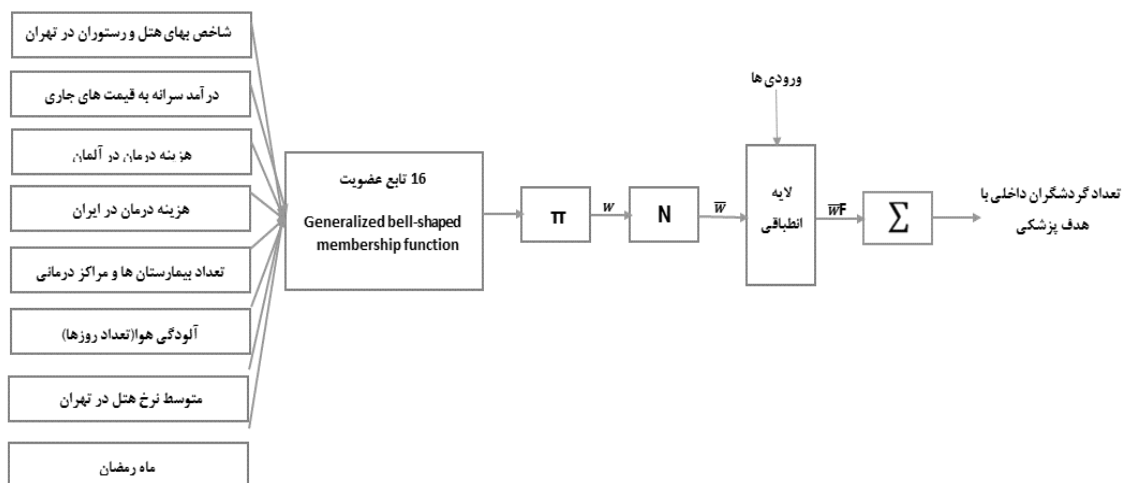
روش ساده حل کند اما عیبی که بر تکنیک دیمتل وارد است؛ یعنی تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان موجب ارائه روش دیمتل فازی شد. [۲۱] در این تئوری دانش ضمنی و قضاوت های افراد به صورت متغیرهای کلامی تشریح می شود. از متغیرهای کلامی برای بیان قضاوت های افراد که مبهم هستند استفاده می شود. [۲۲] در واقع، تکنیک دیمتل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



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

اکنون با طی مراحل بالا یک شبکه تولید می شود که معادل سیستم استنتاج فازی سوگنو است که در ادامه این معماری برای

گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران رسم شده است:



نمودار ۳: ساختار شبکه های عصبی فازی ANFIS گردشگری پزشکی

تحلیل رگرسیون به صورت گسترده برای پیش‌بینی 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:

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

رابطه (۲)

$q$ : تعداد پارامترها.  $x$ : پارامترهای ورودی  
 $p$ : تعداد نمونه‌ها.  $\varepsilon$ : انحراف معیار خروجی از میانگین کل خروجی‌ها (توزیع نرمال با میانگین صفر).  
 $\gamma$ : برابر خروجی (تعداد گردشگران).

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 تأکید 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 عامل‌های سیستم است.

- 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 هر کدام از متغیرهای مستقل و با ثابت بودن دیگر متغیرهای مستقل تغییر می‌کند، کمک می‌نماید. [۲۴]

بنابراین، برای آزمون معناداری رگرسیون جهت پیش‌بینی تقاضای گردشگری 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 وینیک 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 سال‌های اخیر به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و مدل موثری در پیش‌بینی تقاضا گردشگری است.

### یافته‌ها

پس از تعیین خبرگان و اجرای سه دور روش دلفی فازی برای گردشگری پزشکی، عوامل اقتصادی، قیمت حمل و نقل،

جدول ۳: 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

جدول ۴: 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	۴/۵۸۷۱۰	۴/۶۵۲۴۹	۴/۹۱۹۰۲
D-R	۰/۱۸۶۷۵	-۰/۲۵۴۳	۰/۱۱۰۹۷	۰/۰۰۹۲۴	-۰/۴۸۷۱	۰/۰۴۶۵	۰/۱۲۱۱۴	۰/۴۷۸۸	-۰/۲۱۱۹

افزار متلب برای سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۴ از مراکز مختلف به صورت حتی الامکان ماهیانه برای هر یک 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 گردشگری، مسئله ای که معمولاً با آن برخورد می‌شود مسئله داده‌های مفقود شده است به همین منظور در پژوهش حاضر، برای حل این مشکل برای هر ویژگی میانگین نمونه‌های 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 تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران با رویکرد شبکه‌های عصبی فازی (ANFIS)

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 تاثیرگذار قطعی و در غیر این صورت تاثیرپذیر قطعی است که از آن با نام نسبت تاثیرپذیری در سیستم یاد می‌شود. 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 ورودی‌های نرم

عصبی فازی (ANFIS): در روش ترکیب رویکرد رگرسیون و شبکه‌های عصبی فازی (ANFIS) نیز از ویژگی‌های برتر انتخاب شده در سناریو چهار استفاده شد.

سناریو شش: پیش‌بینی تقاضای گردشگری داخلی شهر تهران با استفاده از ترکیب الگوریتم SVR و شبکه‌های عصبی فازی (ANFIS): از آنجایی که هر دو روش فوق به عنوان پیش‌بینی کننده استفاده می‌شوند 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 می‌دهد 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 روش‌ها است. بنابراین، به نظر می‌رسد از بین روش‌های فوق استفاده از این مدل پیش‌بینی می‌تواند پیش‌بینی بهتری نسبت به سایر روش‌ها در خصوص پیش‌بینی گردشگری پزشکی داخلی داشته باشد.

سناریو سه: پیش‌بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران با استفاده از الگوریتم SVR

سناریو چهار: پیش‌بینی تقاضای گردشگری 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، ویژگی‌های 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 ویژگی‌ها که دارای دقت بالاتر و کمترین تعداد ویژگی هستند برای گردشگری پزشکی انتخاب می‌شود که این ویژگی‌ها شامل شاخص‌های هتل و رستوران در تهران، هزینه‌های درمان در ایران (دلار)، تعداد بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی تهران، آلودگی هوا (تعداد روزها) و ماه رمضان می‌باشد.

سناریو پنج: پیش‌بینی تقاضای گردشگری داخلی شهر تهران با استفاده از ترکیب رویکرد رگرسیون و شبکه‌های

جدول ۵: نتایج آزمون روش‌های مختلف بر تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران (داده‌های ارزیابی)

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

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

## گردشگری پزشکی

شاخص بهای هتل و رستوران در تهران  
درآمد سرانه به قیمت های جاری (هزار ریال)  
هزینه های درمان در آلمان (دلار)  
هزینه های درمان در ایران (دلار)  
تعداد بیمارستان ها و مراکز درمانی تهران  
آلودگی هوا (تعداد روزها)  
متوسط نرخ هتل در تهران هر نفر (ریال)  
ماه رمضان

## متغیرهای تابع تقاضا

## SVR رویکرد ترکیبی رگرسیون و الگوریتم

## مدل پیش بینی موثر

## نمودار ۴: خروجی نهایی این تحقیق برای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران

سازمان خاصی تهیه شد. نتایج نشان داد که رویکرد ترکیبی رگرسیون و الگوریتم SVR پیشنهادی 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 رگرسیون و الگوریتم SVR استفاده کرده اند و همچنین مطالعه های چو و پیرمان که در رابطه با ترکیب شبکه عصبی با سایر روش ها بوده است، می باشد. در این راستا پیشنهادهای زیر ارائه می شود:

- مقایسه هم زمان مدل پیشنهادی این تحقیق با مدل های اقتصادسنجی و سایر روش های هوش مصنوعی می تواند وضعیت قدرت عملکرد این مدل ها را روشن تر کند.
- در تعیین قوانین اگر \_ آنگاه فازی برای یک سیستم پیش بینی ANFIS می توان با توجه به شاخص های اقتصادی

## بحث

در پژوهش حاضر، ابتدا تابع تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران بر اساس نظر خبرگان و با استفاده 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، بیمارستان ها و آزمایشگاه ها بود. سپس بر اساس همین تابع مدل ترکیبی و مجزای پیش بینی تعداد گردشگران پزشکی داخلی ورودی به شهر تهران با استفاده از شبکه عصبی فازی، رگرسیون 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 دسترس بود و هر کدام از داده ها از

## 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

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

- از آنجایی که رفتار تقاضای گردشگری داخلی غیرخطی است و مدل‌های فازی اساساً جزء مدل‌های غیرخطی هستند و در تمامی مدل‌ها نیز بیش از یک متغیر مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرد، پیشنهاد می‌شود در پیش‌بینی تقاضای گردشگری از روش‌های غیرخطی که می‌تواند 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 نمی‌باشد.
- حمایت مالی:** این پایان‌نامه از جایی حمایت مالی نشده است.
- تضاد منافع:** نویسندگان اظهار داشتند که تضاد منافی وجود ندارد.
- تشکر و قدردانی:** این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان «مدل ترکیبی پیش‌بینی تقاضای گردشگری داخلی شهر تهران» مقطع دکتری رشته مدیریت گردشگری دانشگاه علامه طباطبایی در سال ۱۳۹۷ است.

- 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 M<sup>3</sup>-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.



# Hybrid modeling for forecasting domestic medical tourism demand in Tehran

Farzin, Mohammad Reza <sup>1\*</sup>; Afsar, Amir<sup>2</sup>; Dabir, Alireza<sup>3</sup>; Zandi, Ebtehal<sup>4</sup>.

## 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/Nov/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