

## پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی شهر یزد با استفاده از شبکه عصبی

### مصنوعی

حمیدرضا فلاح تفتی<sup>۱</sup>، احمد استقلال<sup>۲\*</sup>، سید علی المدرسی<sup>۳</sup>، زهره بهشتی‌پور<sup>۴</sup>، سید مجید میرحسینی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار، گروه شهرسازی و معماری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران  
<sup>۳</sup> استاد، گروه سنجش‌ازدور و GIS، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران  
<sup>۴</sup> استادیار، گروه مهندسی برق-کنترل، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران  
<sup>۵</sup> استادیار، گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

\* نویسنده مسؤول: احمد استقلال

a.esteghlal@iauyazd.ac.ir

**زمینه و هدف:** گردشگری درمانی یکی از نوین‌ترین رسته‌های گردشگری است و پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی برای یک جامعه یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای صنعت گردشگری برای تأمین زیرساخت‌های موردنیاز می‌باشد تا بتوان بیشترین بهره‌برداری را برای آینده این صنعت درآمد ساز داشته باشیم؛ از این رو در جهت شکوفایی بهتر صنعت گردشگری درمانی، هدف این پژوهش پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی شهر یزد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

**روش پژوهش:** پژوهش حاضر از نوع کمی می‌باشد که در تابستان و پائیز ۱۴۰۲ انجام شد. برای گردآوری اطلاعات از روش مطالعات میدانی استفاده گردید. جامعه آماری این مطالعه گردشگران درمانی مراجعه‌کننده به ۴ بیمارستان دولتی شهر یزد در طی بازه زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ بودند. در این مطالعه شاخص‌های درمانی بیمارستان‌های موردنظر و سایر شاخص‌های درمانی شهر یزد نظیر تعداد تخت‌های پذیرش بیماران، تعداد داروخانه، تعداد مراکز بهداشتی و غیره با توجه به فراگیری بیماری کرونا از اواخر سال ۱۳۹۸ تا اواخر سال ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های مؤثر در این بررسی ابتدا شناسایی و با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پیشنهادی، پیش‌بینی تعداد گردشگران درمانی برای سال آینده شهر یزد انجام شده است؛ برای بررسی بیشتر از روش‌های سری زمانی هم استفاده گردیده است.

**یافته‌ها:** با استفاده از بررسی‌های انجام‌شده تعداد گردشگران درمانی ورودی به شهر یزد در ماه‌های مختلف سال ۱۴۰۲ پیش‌بینی گردید. همچنین برای بررسی میزان دقت پیش‌بینی‌ها در شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی با مدل سری زمانی هم انجام شد. از نتایج این بررسی مشخص شد که میزان خطای داده‌های آموزش در شبکه عصبی مصنوعی و مدل سری زمانی به ترتیب ۰/۰۰۰۶۱۸ و ۰/۰۱۱۱۱۳۱، همچنین برای داده‌های تست به ترتیب ۰/۰۱۳۳۴۶ و ۰/۰۵۳۱۹۰۲ بود که نشان‌دهنده برتری روش پیشنهادی است.

**نتیجه‌گیری:** با بهره‌گیری از پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی می‌توان با فراهم نمودن زیرساخت‌های موردنیاز واقعی گردشگران درمانی و همگون سازی امکانات شهری فعلی و موردنیاز، نسبت به جذب گردشگر بیشتر اقدام نمود که این موضوع منجر به افزایش درآمدهای اقتصادی حاصل و توسعه اقتصادی و اجتماعی شهر می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** گردشگری درمانی، شبکه عصبی مصنوعی، مدل پیش‌بینی سری زمانی، یزد

ارجاع: فلاح تفتی حمیدرضا، استقلال احمد، المدرسی سید علی، بهشتی‌پور زهره، میرحسینی سید مجید. پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی شهر یزد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. راهبردهای مدیریت در نظام سلامت ۱۴۰۳؛ ۹(۴): ۲۸-۳۱۴.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۳/۱۰/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۸

## مقدمه

مدل‌های پیش‌بینی دیگر دقیق‌تر باشد وجود ندارد. مدل‌های سری زمانی اغلب قادر به دستیابی به نتایج پیش‌بینی خوبی هستند (۵).

نیلاشی و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر گردشگری سلامت در کشور مالزی با استفاده از روش تاپسیس فازی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد عوامل انسانی و فناوری از مهم‌ترین عوامل مؤثر برای پذیرش گردشگری سلامت در مالزی می‌باشد (۶). اسوک و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر گردشگری سلامت در ترکیه طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد عوامل فاصله فرهنگی و اقتصادی تأثیر بسزایی در انتخاب مقصد گردشگری درمانی و حتی تیم تخصصی پزشکی داشته است (۷). تیموری و حکیمی (۱۳۹۴) در پژوهشی ۱۳ متغیر را برای پیش‌بینی تقاضای سفر گردشگران ایرانی به ترکیه را به کار گرفتند که نتایج به دست آمده از تحقیقات نشان داد برآوردهای به دست آمده در مقایسه با داده‌های واقعی از خطای کمتری برخوردار هستند. یافته‌های تحقیق ۴ متغیر مهم و اثرگذار بر تقاضای گردشگری از طرف شهروندان ایرانی را میزان تولید روزانه نفت خام در ایران، نرخ تورم در ایران، تولید ناخالص داخلی در ترکیه و تولید ناخالص داخلی در ایران به ازای افراد شاغل برشمرده‌اند (۸) میرانی و اسدزاده (۱۳۹۷) با استفاده از رویکرد بهینه‌سازی به بررسی ابعاد گردشگری پزشکی ایران پرداختند و نشان دادند بهبود شاخص کیفیت نهادی، سرمایه ثابت ناخالص در حوزه خدمات درمانی در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی، سرمایه ثابت ناخالص در حوزه خدمات گردشگری، همچنین افزایش در تعداد ارائه‌دهندگان خدمات به گردشگران پزشکی از جمله پزشکان عمومی و متخصص و کاهش نرخ ارز مؤثر حقیقی در ایران، منجر به افزایش جذب گردشگران پزشکی به کشور شده است (۹). فرزین و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی ابتدا به تحقیق در مورد مهم‌ترین ویژگی‌های ۴ نوع گردشگری داخلی در شهر تهران پرداخته و با استفاده از روش‌های مختلف شبکه عصبی فازی، رویکرد رگرسیون چند متغیره، روش رگرسیون بردار پشتیبان و ترکیبی از روش‌های فوق به تحلیل پیش‌بینی گردشگری داخلی شهر تهران پرداختند و

گردشگری سلامت یکی از ارکان در حال رشد صنعت گردشگری محسوب می‌شود (۱). با توجه به گردش مالی وسیعی که در این صنعت وجود دارد امروزه بسیاری از کشورهای در حال توسعه در آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا در رقابت برای جذب گردشگران درمانی هستند (۲) که تعداد زیادی هم در این مسیر گام‌های موفق برداشته‌اند و گردشگری سلامت به یکی از بخش‌های در حال رشد صنعت گردشگری در سراسر دنیا مبدل شده است.

گردشگری سلامت با توجه به سه عنصر زمان، مکان و هدف گردشگری به شاخه‌های مختلفی تقسیم می‌شود و با توجه به عنصر هدف به ۲ زیرشاخه گردشگری تندرستی و گردشگری پزشکی تقسیم می‌شود که مراد از گردشگری پزشکی همان گردشگری درمانی است (۳). به عبارت دیگر آن دسته از مسافرت‌هایی که به خارج از محل سکونت شخص بیمار برای درمان زیر نظر پزشک انجام می‌شود گردشگری پزشکی یا درمانی اطلاق می‌گردد. در حالی که گردشگری تندرستی بیشتر به حفظ و تداوم سلامتی فرد غیر بیمار (سالم و تندرست) اشاره دارد.

شهر یزد به عنوان مرکز استان یزد به جهت وجود زمینه‌های مساعد پزشکی و مرکزیت جغرافیایی می‌تواند به عنوان محور تشخیصی و درمانی منطقه جنوب، شرق و جنوب شرقی کشور باشد. وجود مراکز تخصصی و فوق تخصصی درمانی، تمرکز خدمات درمانی جنبی مناسب از قبیل درمانگاه‌های دولتی، خصوصی و خدمات پزشکی مانند مراکز تشخیص بیماری‌ها، رادیولوژی و همچنین تمرکز برخی از خدمات پزشکی مانند درمان ناباروری و دیابت می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین دلایل مسافرت هم‌وطنان به شهر یزد برای دستیابی به سلامت کامل و درمان بیماری‌ها باشد (۴)؛ لذا استفاده بهینه از این فرصت می‌تواند به توسعه اجتماعی و اقتصادی شهر بیانجامد.

مدل‌های پیش‌بین برای پیش‌بینی تقاضای گردشگری براساس مدل‌های سری زمانی و مدل‌های رگرسیون ساخته شده‌اند. با وجود اینکه تاکنون مدل‌های مختلفی بر پایه دیدگاه رگرسیونی و سری‌های زمانی ارائه گردیده است، اما به عقیده صاحب‌نظران، یک مدل جامع پیش‌بینی که از تمامی

برای هر یک از انواع گردشگری مناسب‌ترین مدل‌ها را استخراج و معرفی نموده‌اند. در نهایت نتیجه‌گیری می‌کنند که رویکرد ترکیبی رگرسیون و شبکه‌های عصبی فازی در مقایسه با سایر روش‌ها خطای کمتری دارد (۱۰).

تاکنون در زمینه‌ی گردشگری درمانی شهر یزد کارهای متفاوتی انجام شده است اما در خصوص پیش‌بینی مدل گردشگری درمانی شهر یزد با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی کار پژوهشی انجام نشده و از این لحاظ این پژوهش جدید می‌باشد. لذا هدف از این پژوهش پیش‌بینی تقاضای گردشگران در سال‌های آینده است که با استفاده از آن بتوان زیرساخت‌های مناسب را ایجاد نمود.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کمی بوده که در تابستان و پاییز سال ۱۴۰۲ انجام شده و شهر یزد محدوده انجام آن بود. برای پیش‌بینی جمعیت گردشگران در سال‌های آینده از شبکه عصبی مصنوعی و برای گردآوری اطلاعات از روش مطالعات میدانی استفاده گردید. جامعه آماری این مطالعه گردشگران درمانی مراجعه‌کننده به ۴ بیمارستان دولتی شهر یزد در طی بازه زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ بودند. اطلاعات مورد نیاز از بانک اطلاعاتی واحد آمار بیمارستان‌ها و معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی یزد جمع‌آوری گردید.

در این مطالعه شاخص‌های درمانی بیمارستان‌های موردنظر و سایر شاخص‌های درمانی شهر یزد نظیر تعداد تعداد داروخانه، تعداد مراکز بهداشتی و غیره با توجه به فراگیری بیماری کرونا از اواخر سال ۱۳۹۸ تا اواخر سال ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی پیشنهادی، تعداد گردشگران درمانی برای سال آینده شهر یزد مشخص شده است.

شبکه عصبی حافظه‌ی کوتاه‌مدت بلندمدت (Long Short-Term Memory: LSTM) نوعی شبکه عصبی بازگشتی و مدلی مبتنی بر یادگیری عمیق است. روش LSTM به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از شبکه‌های عصبی بازگشتی، دسترسی به تمامی مقادیر گذشته در سری‌های زمانی را مقدور می‌سازد و از این جهت یک ابزار قدرتمند جهت پیش‌بینی رویدادهایی است که دارای روابط پیچیده غیرخطی در طول زمان هستند اما در این روش بدون در نظر گرفتن سایر عوامل

مؤثر، تنها از داده‌های تاریخی موجود برای یک متغیر استفاده می‌کنند تا مقدار آن متغیر را در آینده پیش‌بینی کنند. از سوی دیگر مدل‌های رگرسیونی (که با عنوان الگوهای اقتصادسنجی نیز یاد می‌شوند) به شناسایی متغیرهای مستقل که می‌توانند تأثیر چشمگیری بر متغیرهای وابسته بگذارند پرداخته و سپس به مدل‌سازی روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته می‌پردازند. با این تفاسیر در این پژوهش به بررسی امکان‌پذیری ارائه مدل جامع با استفاده از یک مدل شبکه عصبی مصنوعی Artificial Neural Network (ANN) پرداخته شد و از این مدل برای پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی در شهر یزد استفاده گردید. این پژوهش برای نخستین بار مدلی بر پایه شبکه عصبی LSTM و Multi Layer Perceptron (MLP) پیشنهاد می‌دهد که توانایی پیش‌بینی روند ورود گردشگران درمانی به شهر یزد را با در نظر گرفتن متغیرهایی که می‌توانند در آمار گردشگران مؤثر باشند دارد.

پس از طراحی مدل پیشنهادی، داده‌های جمع‌آوری شده جهت آموزش شبکه به دودسته آموزش و تست تقسیم‌بندی شده‌اند. دسته آموزش برای تنظیم کردن وزن و اریبی شبکه کاربرد دارد؛ به این شکل که داده‌های جدا شده به‌عنوان آموزش را به همراه برچسب به شبکه عصبی می‌دهیم تا بتواند با توجه به ویژگی‌های هر نمونه و برچسب مخصوص آن نمونه، مقادیر وزن‌ها و بایاس‌ها را برای شبکه طوری تنظیم کند که خروجی شبکه نزدیک به مقدار حقیقی باشد. پس‌ازاینکه شبکه عصبی آموزش دید؛ برای ارزیابی عملکرد شبکه، داده‌های تست به‌عنوان ورودی به شبکه عصبی داده می‌شود و خروجی به‌دست‌آمده با مقدار حقیقی مقایسه گردیده و میزان خطا به‌عنوان نتیجه ارزیابی گزارش می‌شود.

با وارد کردن داده‌های آموزش به شبکه عصبی، شبکه شروع به تنظیم پارامترهای خود برای تولید خروجی‌ای برابر با داده خروجی واقعی می‌نماید و پس از چندین بار آموزش توانایی یادگیری رفتار سیستم موردنظر حاصل خواهد شد. در آموزش شبکه عصبی یکی از مواردی که حائز اهمیت است جلوگیری از OVER FIT [بیش برازش شدن] شبکه می‌باشد. در این حالت شبکه به دلیل آموزش بیش‌ازحد، به‌جای آنکه رفتار سیستم را یاد بگیرد داده‌های آموزش را حفظ می‌کند. این امر



های موجود با مدل Seasonal Auto-Regressive Integrated Moving Average (SARIMA) هم تست گردید. SARIMA برای داده‌های غیرایستا نیاز به پیش‌پردازش دارد، اما LSTM بدون نیاز به ایستاسازی می‌تواند با داده‌ها کار کند. این مزیت فرآیند مدل‌سازی را ساده‌تر و دقت پیش‌بینی را افزایش داده است. پیش‌بینی سری‌های زمانی یکی از چالش‌های کلیدی در تحلیل داده‌های متوالی است. روش‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی را می‌توان براساس روش محاسباتی و پیچیدگی مدل‌سازی به دسته‌های مختلفی تقسیم کرد. ۲ دسته از این روش‌ها روش‌های مبتنی بر شبکه عصبی و روش‌های مبتنی بر مدل‌های آماری هستند. یکی از بهترین الگوریتم‌ها، در دسته مبتنی بر شبکه عصبی الگوریتم LSTM و در دسته مدل‌های آماری روش SARIMA است. هر یک از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارند. همچنین برای انجام محاسبات مطالعه حاضر از نرم افزار Python 3.11 استفاده شده است.

#### یافته‌ها

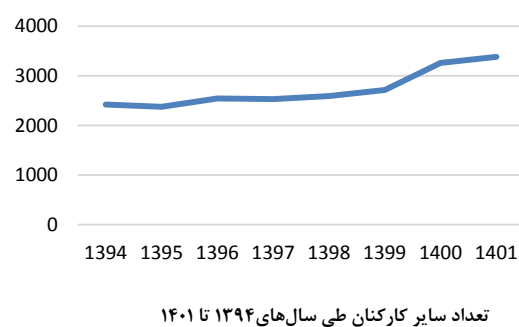
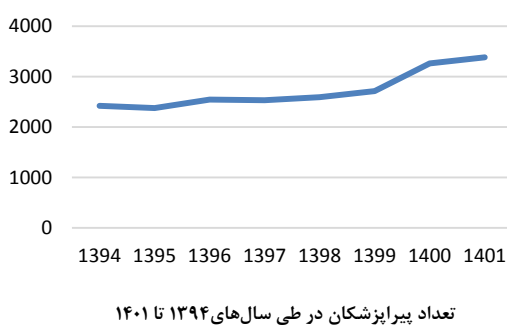
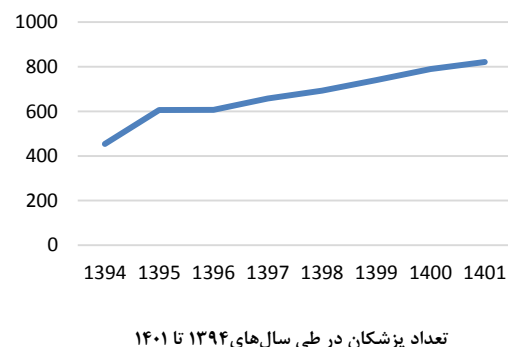
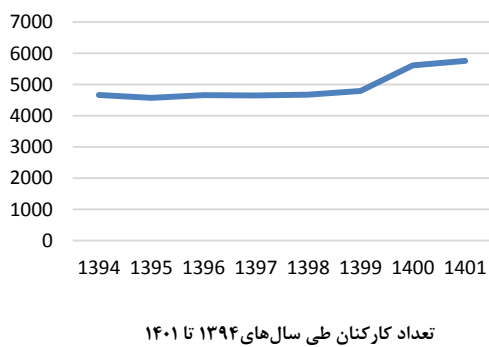
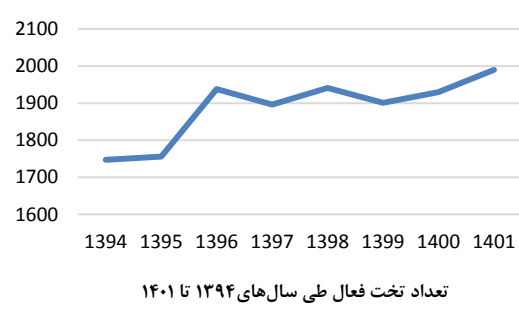
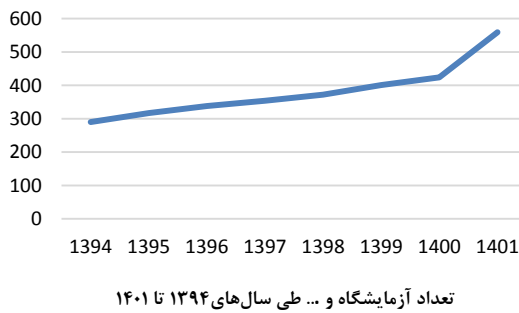
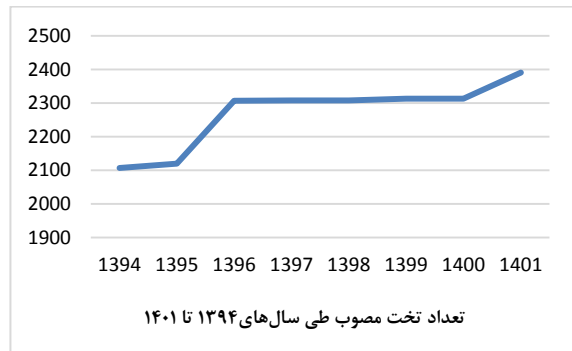
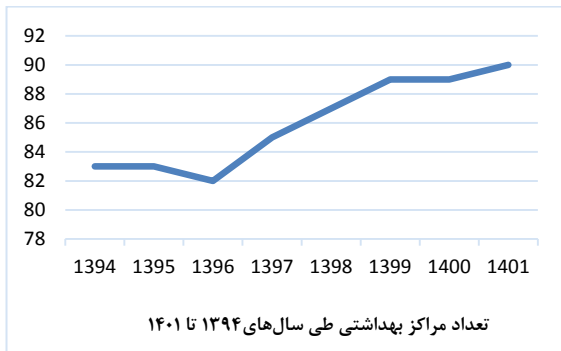
براساس تعاریف گردشگری و با توجه به اینکه این بیماران از شهر و دیار خود برای درمان به شهر یزد مراجعه نموده و اکثراً بیشتر از ۲۴ ساعت در این شهر سکونت دارند لذا این افراد را می‌توان گردشگران درمانی نامید (۱۲). به‌منظور بررسی و پیش‌بینی تعداد گردشگران ورودی به شهر یزد نیاز است تا با روش‌های علمی به این موضوع پرداخته شود؛ لذا در انجام این پژوهش سعی گردید تا مهم‌ترین دلایل جذب گردشگران در نظر گرفته شود. در مجموع و با توجه به مطالعات انجام‌شده قبلی توسط نگارندگان و با استفاده از روش دلفی، ۱۲ متغیر به‌عنوان مهم‌ترین دلایل استقبال گردشگران درمانی از شهر یزد تعیین گردید (۴). برای پیش‌بینی تقاضای گردشگری در آینده، ضمن توجه به این ۱۲ عامل و سایر متون قبلی، همچنین ماهیت گردشگری درمانی شهر یزد با ویژگی‌های خاص از لحاظ جغرافیایی، فرهنگی و غیره برخی از عوامل را مورد بررسی قرار دادیم که این عوامل عبارت‌اند از:

- تعداد پزشکان و پیراپزشکان شاغل در مراکز درمانی
- تعداد سفرهای داخل استانی
- تعداد کل کارکنان شاغل در مراکز درمانی

باعث می‌شود تا شبکه فقط توانایی تولید خروجی صحیح به ازای داده‌های آموزش‌دیده را داشته باشد و در برابر ورودی‌های جدید که تا به حال ندیده است توانایی تولید خروجی صحیح را ندارد. جهت جلوگیری از وقوع این مشکل راه‌حل‌هایی در علم یادگیری ماشین معرفی گردیده است (۱۱). لازم به ذکر است ۲ مورد از دلایل وقوع OVER FITTING [بیش‌برازش شدن] براساس مراجع علمی تعداد کم دیتای آموزش و زیاد بودن پارامترهای مؤثر بر خروجی نسبت به دیتاهای آموزش می‌باشد که در مسئله موردنظر ما هر دو مورد وجود دارد. در پژوهش حاضر جهت جلوگیری از OVER FIT شدن شبکه عصبی پیشنهادی، دو تکنیک DROP OUT [واژه DROPOUT به معنای کنار گذاشتن بخش‌هایی (UNITS) از یک شبکه عصبی است] و EARLY STOPPING [توقف زود هنگام یا توقف زودرس (به انگلیسی (EARLY STOPPING): یک تکنیک منظم‌سازی برای جلوگیری از بیش‌برازش در یادگیری مدل‌های یادگیری می‌باشد] استفاده شده‌اند (۱۱). در یادگیری عمیق DROP OUT یک تکنیک منظم‌سازی (REGULARIZATION) است که برای جلوگیری از OVER FITTING [بیش‌برازش شدن] در شبکه‌های عصبی به کار می‌رود. در این روش، به‌طور تصادفی تعدادی از نرون‌ها (و ارتباطاتشان) در هر مرحله از آموزش غیرفعال می‌شوند. به عبارت ساده‌تر، هنگام آموزش مدل، در هر گام از آموزش، برای هر نرون یک مقدار احتمال (معمولاً بین ۰/۲ تا ۰/۰۵) تعیین می‌شود که نشان می‌دهد آیا آن نرون باید فعال بماند یا غیرفعال شود. این کار باعث می‌شود که شبکه به‌جای وابسته شدن به نرون‌های خاص، ویژگی‌های مختلف داده‌ها را از طریق مجموعه‌ای از نرون‌ها یاد بگیرد. تکنیک دوم، بیش‌برازش (OVER FITTING) یکی از خطاهای مدل‌سازی در علم داده (DATA SCIENCE) است. این خطا هنگامی اتفاق می‌افتد که مدل ویژگی‌های داده‌های آموزشی را به‌جای یادگیری، حفظ کرده باشد، یعنی بیش‌ازحد روی آن آموزش‌دیده باشد؛ در نتیجه، این مدل فقط در مجموعه‌ی داده‌های آموزشی مفید خواهد بود و نه در مجموعه‌ی داده‌های دیگر که هنوز آن‌ها را ندیده است.

برای بررسی و ارزیابی عملکرد شبکه عصبی در ادامه داده

- تعداد پروازهای فرودگاه شهید صدوقی
- تعداد قطارهای مسافری یزد
- درجه حرارت متوسط شهر یزد
- وضعیت و کیفیت بیمارستان‌های دولتی
- نحوه پذیرش بیمار (حضور یا غیرحضور)
- نحوه رزرو هتل‌ها
- نحوه اطلاع‌رسانی ظرفیت‌های شهر یزد در فضای مجازی
- تعداد سفر برون‌استانی براساس صورت‌وضعیت حمل مسافر توسط وسایل نقلیه عمومی
- هزینه‌های درمان
- هزینه‌های اسکان بیمار و همراهان
- پوشش بیمه‌ها
- احداث مجموعه‌های گردشگری سلامت
- نقش شرکت‌های خدمات رسان فعال در حوزه گردشگری سلامت
- کیفیت خدمات در مراکز خصوصی
- تعداد مسافر جابه‌جا شده برون‌استانی
- تعداد سفر درون استانی براساس صورت‌وضعیت حمل مسافر توسط وسایل نقلیه عمومی
- تعداد مسافر جابه‌جا شده درون استانی
- پس از انجام تست‌های متمادی در شبکه عصبی مصنوعی ۹ نمونه از موارد زیر به‌عنوان عوامل مؤثر و قابل‌دسترسی آماری تعیین گردید:
- تعداد بیماران غیربومی بستری‌شده در بیمارستان‌های دولتی یزد
- تعداد مراکز ارائه‌دهنده مراقبت‌های اولیه بهداشتی (خانه بهداشت، پایگاه سلامت، مراکز بهداشت) شهر یزد
- تعداد تخت فعال در بیمارستان‌های شهر یزد
- تعداد تخت مصوب بیمارستان‌های شهر یزد
- تعداد آزمایشگاه‌ها، داروخانه‌ها و موسسه‌های بهداشتی و درمانی
- تعداد کارکنان شاغل در دانشگاه علوم پزشکی شهر یزد
- تعداد پزشکان شاغل در بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی شهر یزد
- تأثیر وضعیت آب و هوایی شهر یزد در ماه‌های مختلف سال بر جذب گردشگر درمانی
- تأثیر بیماری همه‌گیر کرونا
- سپس کلیه شاخص‌های اخیر به‌صورت ماهیانه از سال ۱۳۹۴ الی ۱۴۰۱ در شبیه‌سازی استفاده گردید. در طول مدت مورد مطالعه بیماری فراگیر کرونا از اواخر ۱۳۹۸ تا اواخر ۱۴۰۰ باعث شد تا بسیاری از مسافرت‌ها محدود گردیده و بسیاری از بخش‌های بیمارستانی تعطیل و به بخش‌های کرونایی تبدیل شود. به همین دلیل تأثیر این مدت (حدود ۲ سال) در محاسبات انجام‌شده از بهمن ۱۳۹۸ تا دی ۱۳۹۹ با ضریب تأثیر ۱ و از بهمن ۱۳۹۹ تا دی ۱۴۰۰ با ضریب ۰/۵ منظور گردید. در شکل ۱ نمودار وضعیت آماری برخی از شاخص‌های اخذشده مربوط به هر عامل در بازه زمانی ذکرشده آورده شده است.

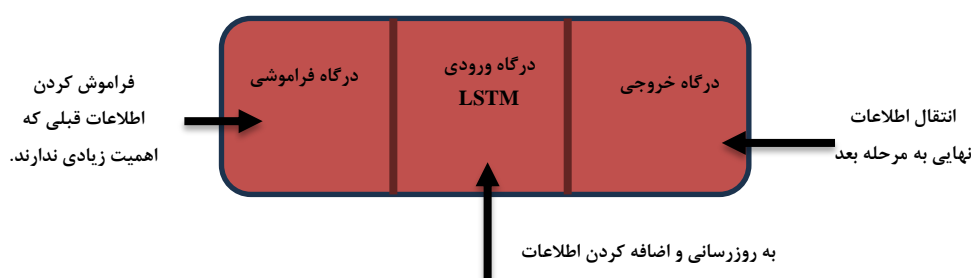


شکل ۱: وضعیت آماری برخی از شاخص‌های بهداشتی و درمانی شهر یزد در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱

از عملکرد بهتری نسبت به آن برخوردار است. LSTM به دلیل ساختار درونی خاصش برخلاف RNN توانایی بررسی داده‌های طولانی در سری زمانی را دارا است. ساختار شبکه LSTM در شکل ۲ نشان داده شده است.

#### شبکه عصبی پیشنهادی

همان‌طور که پیش‌ازاین هم مطرح شد یکی از بهترین شبکه‌های عصبی جهت پیش‌بینی سری زمانی شبکه عصبی LSTM می‌باشد. این شبکه نوعی شبکه عصبی بازگشتی Recurrent Neural Network (RNN) محسوب می‌شود که



شکل ۲: ساختار داخلی شبکه عصبی LSTM

همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است این شبکه عصبی دارای ۳ گیت ورودی، خروجی و فراموشی می‌باشد که هر کدام کار خاصی را بر روی اطلاعات سری زمانی انجام می‌دهند. به دلیل ساختار داخلی LSTM این شبکه به نام حافظه کوتاه‌مدت بلندمدت شناخته می‌شود و توانایی استخراج اطلاعات با ارزش و تأثیرگذار را در برابر اطلاعات بی‌ارزش از داده‌های موجود در یک مسئله دارد. از آنجایی که مسئله

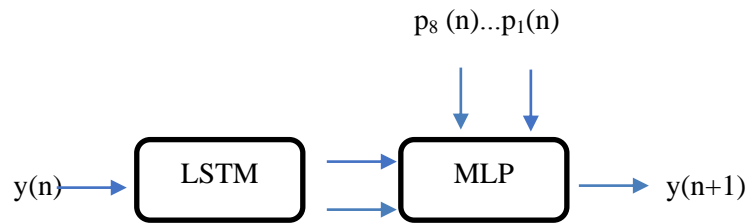
موردبررسی در این تحقیق یک سری زمانی از تعداد گردشگران سلامت واردشده به شهر یزد می‌باشد، شبکه عصبی LSTM جهت پیش‌بینی تقاضای گردشگری انتخاب شد. تعداد کل دیتاهای قابل‌دسترسی جمع‌آوری‌شده برای حل مسئله ۹۶ دسته دیتا مربوط به ۸ سال (۱۳۹۴ الی ۱۴۰۱) با بازه زمانی ماهانه بود. هر دسته دیتا شامل ۹ مقدار یا پارامتر مشخصه (پارامتر مؤثر) می‌باشد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: پارامترهای مشخصه هر دسته دیتا

| پارامتر مشخصه     | تعداد گردشگران سلامت | تعداد مرکز بهداشت | تعداد آزمایشگاه‌ها، داروخانه | تعداد تخت فعال | تعداد کارکنان  | تعداد پزشکان   | تأثیر کرونا    | ماه            | تعداد تخت مصوب |
|-------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| نام‌گذاری پارامتر | y                    | P <sub>1</sub>    | P <sub>2</sub>               | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | P <sub>5</sub> | P <sub>6</sub> | P <sub>7</sub> | P <sub>8</sub> |

درواقع مسئله موردبررسی به‌صورت یک سیستم در نظر گرفته می‌شود که خروجی آن تعداد گردشگران سلامت در هرماه می‌باشد و ورودی‌های این سیستم که در تعیین خروجی تأثیرگذار هستند ۹ پارامتر مشخص‌شده در جدول ۱ می‌باشند. در این سیستم تعداد گردشگران سلامت هم به‌عنوان خروجی و هم به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شده است، که منظور از تعداد گردشگر به‌عنوان خروجی، تعداد گردشگر در آینده و منظور از تعداد گردشگر به‌عنوان ورودی تعداد گردشگر محقق شده مربوط به ماه‌های گذشته می‌باشد. دو نکته حائز اهمیت در صورت این مسئله وجود دارد؛ اول اینکه تعداد دیتای جمع‌آوری‌شده برای سری زمانی، ۹۶ دسته دیتا، جهت آموزش شبکه عصبی استفاده گردید که

اگر دیتاهای بیشتری در دسترس بود نتایج دقیق‌تری به دست می‌آمد و دوم اینکه در این پژوهش خروجی سیستم یعنی تعداد گردشگران سلامت از پارامترهای زیادی (۹ پارامتر)، تأثیر می‌پذیرد و عدم وجود دیتای کافی امکان تشخیص رفتار سیستم را برای شبکه عصبی بسیار سخت می‌کند. با حاکم بودن شرایط بالا بر سیستم مورد مطالعه سبب می‌شود تا توانایی شبکه عصبی در پیش‌بینی سری زمانی موردنظر کاهش یابد. جهت غلبه بر این مشکل ساختارهای ترکیبی مختلفی از شبکه‌های عصبی موردبررسی قرار گرفت و نهایتاً ساختار پیشنهادی مطابق با شکل ۳ به‌صورت ترکیبی از شبکه عصبی LSTM و MLP طراحی شد.



شکل ۳: شبکه عصبی پیشنهادی برای پژوهش

طول دنباله ۸، با انجام اجزای مختلف روی شبکه عصبی پیشنهادی که دارای بهترین عملکرد بود به دست آمد. از آنجاکه طول دنباله داده‌ها ۸ در نظر گرفته شد، پس تعداد داده‌های قابل‌استفاده در آموزش به  $67 - 8 = 59$  و تعداد داده‌های قابل‌استفاده در تست به  $21 - 8 = 13$  کاهش یافت. لذا برای تست داده‌ها ۲۱ داده آخر از رشته داده‌های ما منتهی به اسفند ۱۴۰۱ مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۳ خروجی شبکه عصبی پیشنهادی (تعداد گردشگران سلامت شهر یزد) را بعد از آموزش شبکه نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است رنگ آبی تعداد گردشگران وارد شده به شهر یزد از سال ۱۳۹۴ الی ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد. نمودار سبز رنگ خروجی شبکه عصبی آموزش دیده را برای ۷۰ درصد دیتای استفاده شده در آموزش نشان می‌دهد؛ که مطابق شکل بسیار خوب توانسته خروجی واقعی را تقریب بزند. نمودار قرمز رنگ تعداد گردشگران تخمین زده شده از در بخش داده‌های تست را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه داده‌های تست به هیچ‌عنوان در آموزش استفاده نمی‌شوند، قطعاً مقدار خطای تخمین خروجی ( $E(t)$ ) به مراتب بیشتر از تخمین داده‌های آموزش دیده خواهد بود که در شکل مشهود است. باین حال نمودار قرمز نشان می‌دهد که شبکه توانسته روند تغییر خروجی را شبیه‌سازی کند. با توجه به اینکه در شکل ۴ محور عمودی داده‌های نرمال شده را نشان می‌دهد، دوباره نمودار خروجی شبکه آموزش دیده برای داده‌های تست با مقدار غیر نرمال تعداد گردشگر در شکل ۵ نشان داده شده است.

در شبکه طراحی شده ۳  $y(n)$  تعداد گردشگران درمانی در ماه  $n$  ام است و  $y(n+1)$  تعداد گردشگران یک ماه بعد می‌باشد همچنین  $P_1(n)$  الی  $P_8(n)$  پارامترهای مشخصه در ماه  $n$  ام می‌باشد.

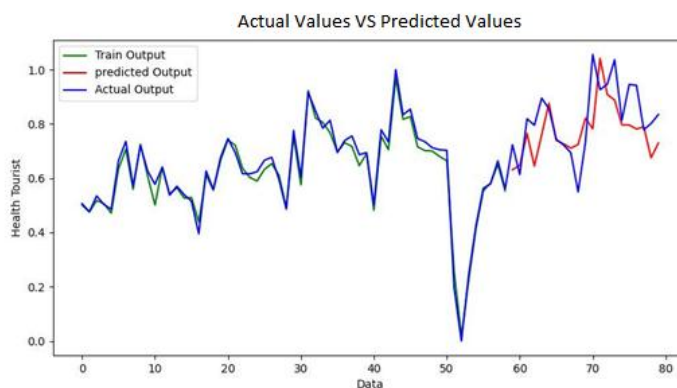
در ادامه اطلاعات وارد شبکه عصبی مصنوعی گردید تا نسبت به آموزش شبکه اقدام شود یا به عبارت دیگر شبکه عصبی رفتار سیستم مورد مطالعه را یاد بگیرد. قبل از شروع فرایند آموزش، دیتاهای جمع‌آوری شده آماده‌سازی شد. در مرحله آماده‌سازی داده‌های مخدوش حذف و میان‌یابی شده و سپس نرمال‌سازی بر روی کل داده‌ها صورت گرفت. در این پژوهش ۷۰ درصد داده‌ها به منظور آموزش شبکه و ۳۰ درصد به منظور تست شبکه استفاده شدند.

پس از آموزش شبکه عصبی مصنوعی، شبکه با داده‌های تست مورد ارزیابی قرار گرفته و مقدار خطا برای داده‌های تست به دست آمد. پس از حصول خطای تست قابل قبول برای شبکه، شبکه آموزش دیده ذخیره شده و جهت پیش‌بینی خروجی در ماه‌های آینده مورد استفاده قرار گرفت.

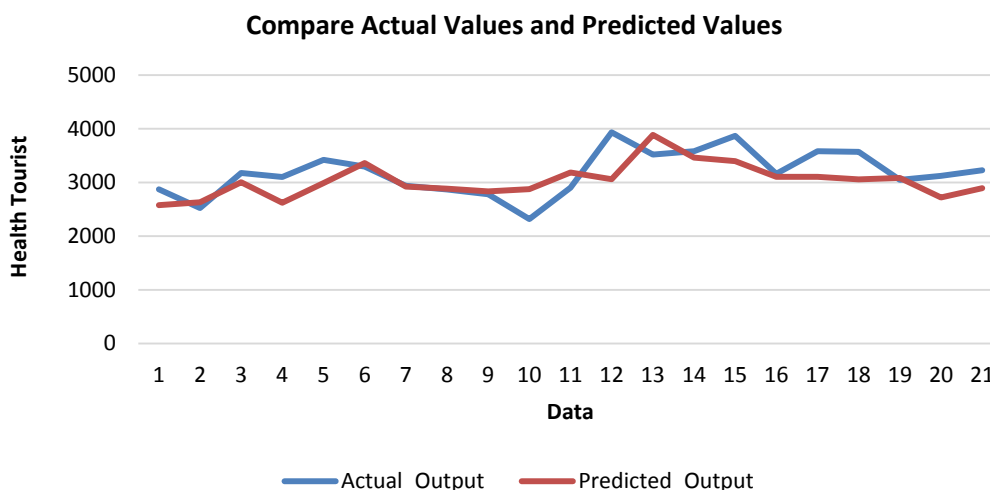
#### نتایج شبیه‌سازی

همان‌طور که در ابتدای یافته‌ها توضیح داده شد، تعداد داده‌ها ۹۶ دسته دیتا بود که ۷۰ درصد آن یعنی ۶۷ دسته دیتا برای آموزش شبکه و ۲۹ دسته دیتا معادل ۳۰ درصد برای تست منظور گردید. در آموزش شبکه عصبی پیشنهادی، دنباله دیتاهای سری زمانی جهت پیش‌بینی خروجی بعدی دنباله ۸ تایی در نظر گرفته شد. این به معنای استفاده از دسته دیتاهای شماره ۱ تا ۸ برای محاسبه دیتای شماره ۹ می‌باشد. انتخاب





شکل ۴: خروجی شبکه عصبی پیشنهادی آموزش‌دیده شامل بخش آموزش و تست



شکل ۵: خروجی شبکه عصبی پیشنهادی آموزش‌دیده در بخش تست؛ تعداد گردشگران در طی ۲۱ ماه مورد بررسی داده‌های واقعی و تعداد پیش‌بینی شده

حال شبکه عصبی پیشنهادی آموزش‌دیده و آماده استفاده جهت پیش‌بینی خروجی در آینده می‌باشد. جدول ۳ نتیجه پیش‌بینی تعداد گردشگر توسط شبکه پیشنهادی را نشان می‌دهد. پیش‌بینی برای ۱۲ ماه سال ۱۴۰۲ انجام شده است. با توجه به مشخصه‌هایی که برای شبیه‌سازی مناسب تشخیص داده شده بودند و با استفاده از داده‌های سال ۱۴۰۱ که آخرین داده‌های موجود بود اقدام به پیش‌بینی تعداد گردشگران درمانی شد که حاصل در ستون مربوط به پیش‌بینی نگاشته شده است.

جدول ۲: مقدار خطا (Mean Square Error: MSE)

| مقدار خطا | نوع آزمون             |
|-----------|-----------------------|
| ۰/۰۰۰۶۱۸  | آموزش داده‌ها         |
| ۰/۰۱۳۳۴۶  | ارزیابی داده‌ها (تست) |

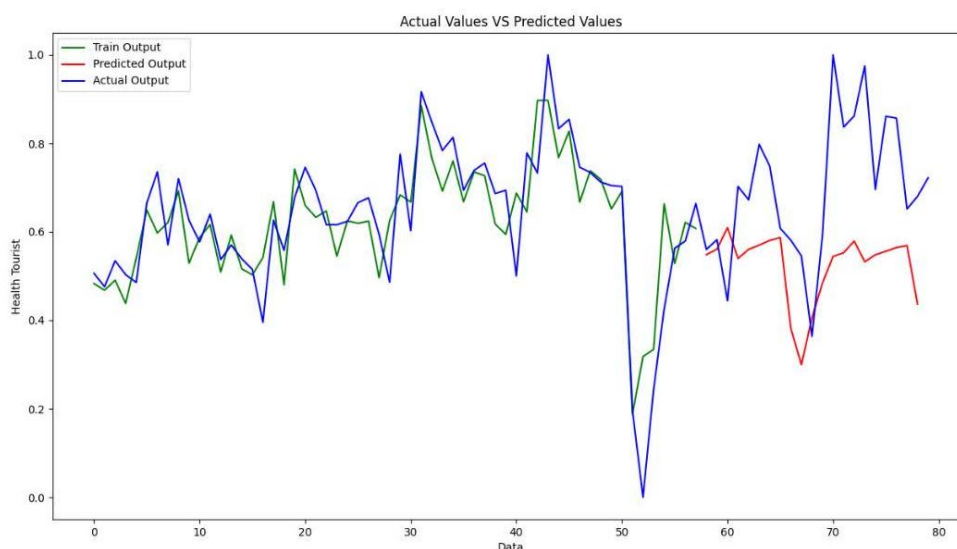
جدول ۲ مقدار خطا در بخش آموزش و تست را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است آموزش تا آنجایی ادامه یافته است که مقدار خطای آموزش تا حد قابل قبولی کاهش یابد. همچنین مقدار خطا در آموزش بسیار کمتر از تست می‌باشد.

جدول ۳: پیش‌بینی تعداد گردشگر توسط شبکه عصبی پیشنهادی برای سال ۱۴۰۲

| تاریخ         | تعداد گردشگران سلامت | تعداد تخت هتل | تعداد مرکز بهداشت | تعداد داروخانه | تعداد تخت فعال | تعداد کارکنان | تعداد پزشکان | تأثیر کرونا | تأثیر ماه سال | پیش‌بینی تعداد گردشگران |
|---------------|----------------------|---------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------------------|
| مرداد ۱۴۰۱    | ۳۵۸۳                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۵             | -                       |
| شهریور ۱۴۰۱   | ۳۸۷۰                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۶             | -                       |
| مهر ۱۴۰۱      | ۳۱۶۲                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۷             | -                       |
| آبان ۱۴۰۱     | ۳۵۸۱                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۸             | -                       |
| آذر ۱۴۰۱      | ۳۵۷۰                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۹             | -                       |
| دی ۱۴۰۱       | ۳۰۴۹                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۰            | -                       |
| بهمن ۱۴۰۱     | ۳۱۲۲                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۱            | -                       |
| اسفند ۱۴۰۱    | ۳۲۲۸                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۲            | -                       |
| فروردین ۱۴۰۲  | ۳۲۲۸                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱             | ۳۰۰۹                    |
| اردیبهشت ۱۴۰۲ | ۳۰۰۸                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۲             | ۲۳۰۹                    |
| خرداد ۱۴۰۲    | ۲۳۰۸                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۳             | ۲۷۲۸                    |
| تیر ۱۴۰۲      | ۲۷۲۸                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۴             | ۲۵۸۵                    |
| مرداد ۱۴۰۲    | ۲۵۸۵                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۵             | ۳۱۲۸                    |
| شهریور ۱۴۰۲   | ۳۱۲۴                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۶             | ۳۲۰۹                    |
| مهر ۱۴۰۲      | ۳۲۰۹                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۷             | ۳۲۹۵                    |
| آبان ۱۴۰۲     | ۳۲۹۵                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۸             | ۲۵۵۰                    |
| آذر ۱۴۰۲      | ۲۵۵۰                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۹             | ۲۵۰۳                    |
| دی ۱۴۰۲       | ۲۵۰۳                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۰            | ۲۵۲۲                    |
| بهمن ۱۴۰۲     | ۲۵۲۱                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۱            | ۲۲۸۷                    |
| اسفند ۱۴۰۲    | ۲۲۸۶                 | ۲۲۵۴          | ۸۵                | ۳۵۷            | ۱۸۷۳           | ۴۸۰۴          | ۶۶۳          | ۰           | ۱۲            | ۲۵۴۱                    |

شود، سری دارای رفتار فصلی یا تناوبی با دوره تناوب  $s$  می‌شود. اگر سری داده‌ها دارای حالت چرخه‌ای و تناوبی باشند، الگوی میانگین متحرک یکپارچه خود همبسته فصلی SARIMA مناسب می‌باشد.

برای بررسی عملکرد شبکه عصبی پیشنهادی، همین مسئله با استفاده از مدل SARIMA نیز شبیه‌سازی شد. مدل‌های سری زمانی کاربردهای گسترده‌ای در شبیه‌سازی و پیش‌بینی رویدادهایی که در طول زمان شکل گرفتند، دارند. هرگاه در یک سری بعد از هر فاصله زمانی مشخص شباهت‌هایی پیدا



شکل ۶: مقادیر آموزش، واقعی و پیش‌بینی شده داده‌ها براساس مدل SARIMA

شکل ۶ نمودار خروجی واقعی، خروجی بخش آموزش و خروجی بخش تست را برای سیستم مورد مطالعه با استفاده از مدل SARIMA نشان می‌دهد. مقایسه مقدار خطا مربوط به روش پیشنهادی و مدل SARIMA در جدول ۴ نشان داده شده است.

شکل ۶ نمودار خروجی واقعی، خروجی بخش آموزش و خروجی بخش تست را برای سیستم مورد مطالعه با استفاده از مدل SARIMA نشان می‌دهد. مقایسه مقدار خطا مربوط به روش پیشنهادی و مدل SARIMA در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: مقایسه میزان خطای شبکه عصبی پیشنهادی و مدل SARIMA

| داده           | میزان خطا در شبکه عصبی پیشنهادی | میزان خطا در مدل SARIMA |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|
| داده‌های آموزش | ۰/۰۰۰۶۱۸                        | ۰/۰۱۱۱۱۳۱               |
| داده‌های تست   | ۰/۰۱۳۳۴۶                        | ۰/۰۵۳۱۹۰۲               |

مصنوعی مورد نظر، آموزش تا جایی ادامه یافت که مقدار خطا به کمترین میزان رسید. سپس شبکه عصبی پیشنهادی آموزش دیده برای برآورد تعداد گردشگران درمانی یک سال آینده مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به عملکرد شبکه عصبی پیشنهادی در مرحله تست، می‌توان آمار برآورد شده برای سال ۱۴۰۲ را تخمین نسبتاً خوبی از واقعیت دانست. بنابراین می‌توان از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی جمعیت گردشگران در سال‌های آینده استفاده نمود و با استفاده از آن به توسعه و گسترش صنعت گردشگری شهر یزد رونق دوجندان بخشید؛ لیکن باید تاثیر عوامل مختلف موثر بر حضور گردشگران را به خوبی مورد نظر داشت؛ عواملی مانند شاخص‌های اقتصادی که تاثیر مستقیمی بر تقاضای درمان دارد و به خوبی می‌تواند روند تقاضای گردشگری به ویژه گردشگری درمانی را کاهش یا افزایش دهد. در پژوهش‌های مشابه انجام شده تیموری و فلاح زاده

همان گونه که در شکل ۶ و جدول ۴ ملاحظه می‌شود در مدل شبکه عصبی به این دلیل که در مراحل مختلف نسبت به آموزش داده‌ها اقدام می‌شود در پیش‌بینی‌ها عموماً دقیق‌تر از سایر مدل‌ها می‌باشد؛ همچنان که در این بررسی نیز مشاهده می‌شود مقدار پیش‌بینی در این مدل به مقدار واقعیت نزدیک‌تر است و در مجموع عملکرد شبکه عصبی پیشنهادی نسبت به SARIMA بهتر است.

#### بحث

این پژوهش با هدف پیش‌بینی تقاضای گردشگران درمانی مراجعه‌کننده به بیمارستان‌های دولتی شهر یزد در بازه زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ به مدت ۸ سال براساس آمار رسمی منتشر شده با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی انجام شده است. با بررسی‌های صورت گرفته و تعیین شاخص‌های مناسب ابتدا نسبت به آموزش داده‌ها در شبکه عصبی اقدام گردید و با توجه به اصل مبحث آموزش در تربیت و آماده سازی شبکه عصبی

پلویی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر توسعه صنعت گردشگری سلامت ایران در افق ۱۴۱۴ پس از شناسایی معیارهای اولیه از طریق ادبیات پژوهش و مصاحبه، از طریق تحلیل عاملی اکتشافی و سپس مدل‌سازی ساختاری تفسیری ۱۳ عامل را در توسعه گردشگری سلامت کشور در افق ۱۴۱۴ معرفی نموده‌اند (۱۶) که از نظر روش کار و اهداف با پژوهش حاضر تفاوت دارد اما عملاً به موضوع تقاضای گردشگران سلامت منجر می‌گردد.

جهانی و همکاران (۱۳۹۸) در ارزیابی تقاضای تفریحی کاربران پارک‌های شهری تهران با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و انتخاب ۱۰۴ پارک شهری در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با تنوع بالا در کیفیت خدمات رفاهی و شیوه طراحی نسبت به ارزیابی تقاضای کاربران (مردم) در استفاده از پارک‌ها و فضای سبز اقدام نموده‌اند. نتایج این بررسی نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی با توجه به بیشترین ضریب تبیین در ۳ دسته داده آموزش، اعتبار سنجی و آزمون بهترین عملکرد بهینه‌سازی ساختار را نشان می‌دهد (۱۷) که از لحاظ ابزار کار و پیش‌بینی تقاضای کاربران با پژوهش حاضر همخوانی دارد اما از لحاظ محتوا و هدف متفاوت است.

جهانی (۱۳۹۹) در ارائه مدل پیش‌بینی در ارزیابی امنیت گردشگران بوستان‌های شهری براساس ساختار فیزیکی طراحی شهری با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی نسبت به ارزیابی رضایت‌مندی و تقاضای تفریحی کاربران از ۹۹ بوستان شهری محلی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و کرج پرداخته و شاخص‌های مساحت بوستان‌ها، تعداد بوستان‌ها و تراکم جمعیت منطقه را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها برآورد نموده است (۱۸). این مطالعه از نظر شیوه اجرا و ابزار استفاده با پژوهش حاضر همخوانی دارد.

رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) اقدام به بررسی وضعیت بازاریابی گردشگری سلامت بیمارستان‌های منتخب دولتی شهر یزد در سال ۱۴۰۰ پرداخته و دریافته‌اند که اغلب بیمارستان‌های مورد مطالعه قرار گرفته از نظر شاخص‌های بازاریابی از حد قابل قبولی برخوردار بوده و با سرمایه‌گذاری بیشتر روی مزیت‌های هر بیمارستان می‌توان در جهت جذب گردشگران درمانی گام برداشت (۱۹). پژوهش فوق از این منظر که به بررسی بیمارستان‌های دولتی پرداخته است با پژوهش حاضر همخوانی

در بررسی برآورد تقاضای گردشگران ایرانی به ترکیه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به استخراج ۱۳ عامل برای این موضوع پرداخته و نسبت به پیش‌بینی تقاضای گردشگری اقدام نمودند و در نهایت ۴ عامل مهم‌تر را مشخص نموده‌اند (۱۳). پژوهش مذکور از جهت برآورد تقاضای سفر و روش استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی با پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. قاسمی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان شناسایی راهبردهای مطلوب توسعه گردشگری فرهنگی در نواحی روستایی با تلفیق مدل‌های برنامه‌ریزی راهبردی و شبکه عصبی مصنوعی ۱۰ راهبرد دارای اولویت را انتخاب نموده و با توجه به امتیازهای نرمال شده در مدل ANN مشخص نمودند که راهبردهای محافظه‌کارانه و پس‌از آن راهبردهای تدافعی بیشترین امتیازات را داشته‌اند (۱۴). این پژوهش از لحاظ استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و روش کار با پژوهش حاضر هم‌خوانی داد اما از لحاظ نوع ابزار متفاوت است.

نیلی‌پور و همکاران (۲۰۱۵) در شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در توسعه گردشگری سلامت در ۲ مرحله با تدوین پرسشنامه‌های جداگانه به بررسی این موضوع پرداخته و در نهایت هزینه‌ها (عوامل اقتصادی) را مهم‌ترین شاخص در توسعه گردشگری سلامت تعیین نمودند (۱۵)؛ از این رو در پژوهش حاضر هم عوامل اقتصادی به‌عنوان یکی از عناصر اصلی در ارزیابی تقاضای گردشگران عنوان شده است و به همین منظور نیز از داده‌های بیمارستان‌های دولتی استفاده گردیده است. این مطالعه با پژوهش حاضر از این جهت هم‌خوانی دارد. فرزین و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی مدل‌سازی ترکیبی پیش‌بینی تقاضای گردشگری پزشکی داخلی شهر تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نسبت به بررسی ۳ مدل پیش‌بینی رگرسیون، شبکه عصبی فازی و الگوریتم Support Vector Regression (SVR) به‌صورت مجزا و ترکیبی پرداخته و نتیجه‌گیری می‌کنند که روش ترکیبی رگرسیون و الگوریتم SVR پیشنهادی می‌تواند پیش‌بینی بهتری نسبت به سایر روش‌ها در خصوص گردشگری درمانی داشته باشد (۱۰). این مطالعه گردشگران داخلی شهر تهران را مورد بررسی قرار داده که مطابق با مطالعه حاضر می‌باشد اما از آنجاکه مدل‌های مختلف پیش‌بینی را با هم مورد مقایسه قرار می‌دهد با پژوهش حاضر متفاوت است.

دارد ولی از نظر ماهیت و اهداف دارای تفاوت می‌باشد.

تاکنون پژوهشی با هدف ارزیابی تقاضای گردشگران درمانی شهر یزد انجام نشده است و این پژوهش اولین مورد بوده و از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌باشد. از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر مواردی مانند عدم امکان تفکیک تعداد گردشگران درمانی مراجعه‌کننده به بخش‌های دولتی و خصوصی، عدم وجود آمار تفکیکی مراجعه‌کنندگان به مراکز تشخیصی و مطب‌ها و در مقابل افراد مراجعه‌کننده به بیمارستان‌ها برای مداوا و درمان می‌باشد. از طرف دیگر آمار دقیقی از تعداد افرادی که برای درمان به شهر یزد مراجعه می‌کنند وجود ندارد به همین دلیل استفاده از روش‌هایی مانند کد ملی و سوال از محل سکونت در بیمارستان‌ها به عنوان یکی از روش‌های حل این مشکل توصیه می‌شود. ضمناً پیشنهاد می‌گردد تا با دخیل نمودن عوامل اقتصادی جامعه در زمان مطالعه مانند نرخ تورم، میزان متوسط درآمد گردشگران، یا سایر شاخص‌های اقتصادی مربوط به خانوار و ترکیب آن با عوامل درمانی بتوان شاخص‌های مناسب‌تری برای شبیه‌سازی پیدا نمود که این کار به پژوهشگران دیگر واگذار و توصیه می‌گردد. درحالی‌که یافته‌های پژوهش ارزیابی تقاضای گردشگری و پیش‌بینی تعداد گردشگران ورودی به یک شهر یا استان می‌تواند زمینه‌سازی برنامه‌ریزی مطلوب به‌منظور تأمین زیرساخت‌های موردنیاز گردشگران و ایجاد ساختار بهره‌برداري از این ظرفیت مطلوب را موجب گردد، لذا از این منظر پیش‌بینی دارای اهمیت می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از تعدادی از شاخص‌های محدود اقدام به پیش‌بینی جمعیت در یک سال آینده شد؛ یعنی با داده‌های اواخر ۱۴۰۱ جمعیت گردشگران ۱۴۰۲ پیش‌بینی گردید. لذا با استفاده از این روش و با شاخص‌های مطلوب می‌توان ارزیابی مناسبی از آینده با میزان خطای قابل‌قبول داشت. مقایسه ارزیابی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مدل SARIMA مشخص نمود که شبکه عصبی پیشنهادی توانایی بالاتری در پیش‌بینی سری زمانی موردنظر ما داشته است. لذا پیشنهاد می‌گردد به‌منظور استفاده از ظرفیت گردشگران درمانی شهر یزد نسبت به برآوردهای دقیق گردشگران درمانی سال‌های آتی اقدام و زیرساخت‌های مناسب را تعیین و اجرایی نمود تا بتوان در مسیر توسعه اقتصادی و اجتماعی شهر یزد قدم برداشت.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می‌توان تا حدود زیادی به پیش‌بینی نسبتاً دقیق تعداد گردشگران درمانی برای سال‌های بعد پرداخت و از این پیش‌بینی‌ها برای توسعه زیرساخت‌های درمانی به منظور ارتقای وضعیت سلامت یزد و توسعه اقتصادی و اجتماعی این شهر استفاده نمود.

به نظر نویسندگان این پژوهش، شهر یزد که از گذشته تاکنون محل مراجعه گردشگران درمانی از استان‌های جنوبی و جنوب شرق کشور بوده است دارای ظرفیت بی‌نظیری در حوزه گردشگری می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد تا با یک برنامه‌ریزی اصولی و اقدام هماهنگ پایه‌ریزی ایجاد چند مجموعه گردشگری سلامت در خارج از محدوده ترافیکی شهر مدنظر مدیران شهری قرار گیرد. مطمئناً با جذب سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی این مجموعه‌ها می‌تواند تحول عظیمی را در بخش گردشگران درمانی شهر یزد ایجاد نموده و در طی چند سال، شاهد پیشرفت عظیم حوزه‌های اجتماعی و اقتصادی در این شهر باشیم.

### ملاحظات اخلاقی

ضمناً این مطالعه با شناسه اخلاق

IR.IAU.YAZD.REC.1401.034 توسط کمیته اخلاق

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد مورد تأیید قرار گرفته است.

### سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همه اساتید محترم، کادر درمان و کارشناسانی که در انجام این پژوهش مشارکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

### مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: ح. ر. ف. ت، الف. الف، س. ع. الف  
جمع‌آوری داده‌ها: ح. ر. ف. ت، س. م. م، ز. ب  
تحلیل داده‌ها: ح. ر. ف. ت، ز. ب  
نگارش و اصلاح داده‌ها: ح. ر. ف. ت، ز. ب، الف. الف، س. ع. الف، س. م. م

### سازمان حمایت‌کننده

مطالعه حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری تحت عنوان «برنامه‌ریزی توسعه گردشگری درمانی شهر یزد با تأکید بر ارائه مدل پیش‌بینی

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تقاضای گردشگران داخلی» از گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی

شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد می‌باشد و از سوی هیچ سازمانی مورد حمایت مالی قرار نگرفته است.

### References

- 1) Maleki S, Tavangar S. Analyzing health tourism challenges in Mashhad from the perspective of foreign patients. *Geography and Urban Space Development* 2016; 2(2): 153-65. doi:10.22067/gusd.v2i2.40771. [Persian]
- 2) Maboodi MT, Hakimi H. Determinant factors on medical tourism (case study: Iran). *Tourism Planning and Development* 2016; 4(15): 80-106. [Persian]
- 3) Shalbfafian AA. Health tourism in a comprehensive approach. 1st ed. Tehran: Mahkame publications; 2016: 56-57. [Persian]
- 4) Falah Tafti H, Esteghlal A, Al-modaresi SA, Beheshtipour Z, Mirhosseini S. Investigating and evaluating the most important factors affecting the reception of non-native medical tourists from the historical city of Yazd using the Delphi technique. *Manage Strat Health Syst* 2023; 8(2): 130-43. doi:10.18502/mshsj.v8i2.13652. [Persian]
- 5) Heidai M. Forecasting religious tourism demand using artificial intelligence case study: [master thesis]. Mashhad: Science and Arts university, school of Humanities; 2016.
- 6) Nilashi M, Samad S, Manaf AA, Ahmadi H, Rashid TA, Munshi A, et al. Factors influencing medical tourism adoption in Malaysia: a DEMATEL-Fuzzy TOPSIS approach. *Computers & Industrial Engineering* 2019; 137(2019): 106005. doi:10.1016/j.cie.2019.106005.
- 7) Esiyok B, Cakar M, Feride B. The effect of cultural distance on medical tourism. *Journal of Destination Marketing & Management* 2017; 6(1): 66-75. doi:10.1016/j.jdmm.2016.03.001.
- 8) Teymouri I, Hakimi H. Determining the Iranian tourists' demand for traveling to Turkey by using artificial neural networks. *Journal of Geography and Planning* 2017; 21(61): 127-45. [Persian]
- 9) Mirani N, Assadzadeh A. Investigating the role of institutional quality on the development of the medical tourism industry in Iran: the approach of the gravity search algorithm and the firefly algorithm. *Scientific Quarterly Journal of Applied Theories of Economics* 2019; 5(4): 1-30. [Persian]
- 10) Farzin M, Afsar A, Dabir A, Zandi E. Hybrid modeling for forecasting of domestic VFR tourism demand in Tehran. *Journal of Tourism Planning and Development* 2018; 7(26): 122-45. doi:10.22080/jtpd.2018.2044. [Persian]
- 11) Ying X. An overview of overfitting and its solutions. *Journal of Physics: Conference Series* 2019; 1168(2): 022022. doi:10.1088/1742-6596/1168/2/022022.
- 12) Nemati V, Babaei Y, Ferdowsi S, Aghandeh M, Abbasgholizadeh N. Impact of the health tourism on promoting social well-being of the host community. *Journal of Health* 2021; 12(2): 208-21. doi:10.52547/j.health.12.2.208. [Persian]
- 13) Teimouri I, Ghanezadeh S. Exploring the affecting factors on special brand health tourism value and its effect on health tourist's loyalty in Tabriz. *Urban Tourism* 2020; 7(1): 161-71. doi:10.22059/jut.2020.270042.570. [Persian]
- 14) Ghasemi P, Mehdiabadi A, Spulbar C, Birau R. Ranking of sustainable medical tourism destinations in Iran: an integrated approach using fuzzy SWARA-PROMETHEE. *Sustainability* 2021; 13(2): 683. doi: 10.3390/su13020683.
- 15) Nilipour SAA, Taghvaei M, Nasr Esfahani MH, Koohi Esfahani M. Identifying and prioritizing effective factors in the development of health tourism. *New Perspect Hum Geogr* 2015; 7(4): 45-60.
- 16) Poloie K, Fazli S, Darvish F, Baiat R, Ghaderi E. Prioritizing factors affecting the development of health tourism industry in Iran in the 1414 horizons with the approach of interpretive structural modeling. *Journal of Tourism and development* 2019; 8(3): 1-29. doi:10.22034/jtd.2019.173793.1663. [Persian]
- 17) Jahani A, Goshtasb H, Khorasani N. Assessing users' recreational demand in urban parks in Tehran with the help of the artificial neural network. *Social Studies in Tourism* 2020; 7(14): 339-62. [Persian]
- 18) Jahani A. Providing a forecasting model in assessing the security of urban park tourists based on the physical structure of urban design. *Journal of Social Security Studies* 2021; 64: 215-42. [Persian]
- 19) Rahimi MK, Shafaghat T, Beiginia A, Jafari H. Investigating the marketing status of healthcare tourism of selected public and private hospitals in Yazd in 2021. *J Health Res Commun* 2022; 8(1): 60-8. [Persian]



## Original Article

## Forecasting the Demand of Medical Tourists in Yazd Using Artificial Neural Network

Hamidreza Fallah Tafti <sup>1</sup> , Ahmad Esteghlal <sup>2\*</sup> , Seyed Ali Al-Modaresi <sup>3</sup> ,  
Zohreh Beheshtipour <sup>4</sup> , Seyed Majid Mirhosseini <sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Ph.D. student of Geography and Urban Planning, Department of Geography and Urban Planning, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>3</sup> Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>5</sup> Assistant Professor, Department of Management, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

\* **Corresponding Author:** Ahmad Esteghlal

[a.esteghlal@iauyazd.ac.ir](mailto:a.esteghlal@iauyazd.ac.ir)

### ABSTRACT

**Citation:** Fallah Tafti H, Esteghlal A, Al-Modaresi SA, Beheshtipour Z, Mirhosseini SM. Forecasting the Demand of Medical Tourists in Yazd Using Artificial Neural Network. *Manage Strat Health Syst* 2025; 9(4): 314-28.

**Received:** November 04, 2024

**Revised:** December 25, 2024

**Accepted:** February 16, 2025

**Funding:** The authors have no support or funding to report.

**Competing Interests:** The authors have declared that no competing interest exist.

**Background:** Medical tourism is one of the newest types of tourism and predicting the demand of medical tourists for a society is one of the most important prerequisites of the tourism industry to provide the necessary infrastructure so that we can maximize the future of this income-generating industry. Therefore, in order to better develop the medical tourism industry, the purpose of this research is to predict the demand of medical tourists in Yazd using artificial neural network.

**Methods:** The present quantitative study was conducted in the summer and fall of 2023. Field study method was used to collect data. The statistical population of this study was medical tourists referring to 4 government hospitals in Yazd city during 2015-2022. In this study, medical indicators of hospitals in question and other medical indicators of Yazd city, such as the number of patient admission beds, the number of pharmacies, the number of health centers, etc., were examined with respect to the spread of the coronavirus disease from late 2019 to late 2021. The effective indicators in this study were first identified and using the proposed artificial neural network model, the number of medical tourists for the next year in Yazd city was predicted. For further investigation, time series methods were also used.

**Results:** Using the conducted surveys, the number of medical tourists entering Yazd city was predicted in different months of 2023. Moreover, to check the accuracy of predictions in the artificial neural network, the prediction was also done with the time series model. The results of this study revealed that the error rate of training data in artificial neural network and time series model was 0.000618 and 0.011131, respectively, as well as 0.013346 and 0.0531902 for test data, respectively, indicating the superiority of the proposed method.

**Conclusion:** By taking advantage of the forecast of the demand for medical tourists, it is possible to attract more tourists by providing the necessary and real infrastructures for medical tourists and homogenizing the current and required urban facilities, which will lead to an increase in income and economic and social development of the city.

**Keywords:** Therapeutic tourism, Artificial Neural Network, Time Series Prediction Model, Yazd