نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۴، شماره ۷۱، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۶۶-۴۵

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۰۹/۱۵

مقایسه مدل‌های لاجیت و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در ارتباط با پارامترهای اقلیمی شهر سنندج

علی محمد خورشید دوست [۱]
کاوه محمدپور [۲]
سید اسعدحسینی [۳]

چکیده

پیش‌بینی تعداد افراد مراجعه‌کننده به بیمارستان‌ها در ارتباط با پارامترهای اقلیمی از موضوعات قابل بحث و تأمل است که با تغییرات اقلیمی و گسترش شهرنشینی و آلودگی هوا در دهه‌های اخیر دامن‌گیر بسیاری از جوامع بشری شده است. استفاده از مدل‌های پیش‌بینی می‌تواند بعنوان ابزاری کارآمد در مدیریت و کنترل بیماری‌ها، کاهش مرگ و میر و برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه قرار گیرد که در این پژوهش دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لوجستیک (لاجیت) به عنوان ابزاری کارآمد در پیش‌بینی فرآیندهای غیرخطی و پیچیده جهت پیش‌بینی میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در شهر سنندج در ارتباط با پارامترهای اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد بررسی در بازه زمانی ۸ ساله (۲۰۰۸-۲۰۰۱) از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک سنندج و بیمارستان‌های توحید و بعثت در سطح شهر سنندج اخذ گردید. سپس، پارامترهای اقلیمی به عنوان ورودی و میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم بعنوان خروجی مدل‌ها در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از بررسی

---

۱ – استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز

۲ – دانش آموخته دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی تهران(نویسنده مسئول)
Email: Kawe.m@hotmail.com -Tel:09144171277

۳ – دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

www.SID.ir

نشان داد که مدل شبکه عصبی با ورود پارامترهای متوسط فشار QFE و میانگین‌های حداقل و حداکثر دمای ماهانه و همچنین میانگین دمای ماهانه با دقت قابل قبولی میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم را پیش‌بینی می‌کند به طوری که ضریب همبستگی داده‌های واقعی و پیش‌بینی شده برابر با ۰/۹۹ است که در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار هستند. پارامترهای ورودی در روش لاجیت نیز نشان می‌دهد که میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم از پارامترهای میانگین حداقل دما، متوسط فشار QFF و متوسط سرعت باد (نات) تأثیر می‌پذیرند. نسبت لگاریتمی هر کدام از پارامترهای فوق بر روی تعداد مراجعه‌کننده به ترتیب با ضریب بتای ۰/۵۱۷-، ۰/۷۳۴- و ۰/۹۷۷- معنی‌دارند و از میان پارامترهای اقلیمی نیز عنصر باد به مراتب بیشتر از سایر پارامترها بر روی میزان تعداد افراد مراجعه-کننده به بیمارستان تأثیر گذار است. در مجموع از بین دو مدل غیرخطی مورد بررسی، مدل شبکه عصبی مصنوعی، قابلیت و دقت بیشتری را نسبت به مدل لاجیت نشان داد.

واژهای کلیدی: آسم، اقلیم، شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون لوجستیک، سنندج

مقدمه

بدون شک جنبه‌های مختلف سلامتی انسان، نسبت به پارامترهای اقلیمی حساس است. مطالعات انجام شده در مناطق مختلف جهان نشان می‌دهد که نوسان‌های اتمسفری گوناگون در زندگی روزانه انسان تأثیر گذار است و هر روزه بر تعداد افرادی که بر اثر ناراحتی‌های تنفسی و ریوی جان خود را از دست می‌دهند، افزوده می‌شود. در مقیاس جهانی میزان مرگ و میر و مراجعه‌کننده‌های مختلف پیش‌بینی شده برای سناریوهای تغییرات آب و هوایی آینده، افزایش هر دو پدیده (مرگ و میر و مراجعه‌کننده) را در ارتباط با موج‌های گرما، دماهای بالا، غلظت‌های بالای آلاینده‌های جوی و شرایط آب و هوایی تنش‌زا بیان می‌کند (Morabito et al. 2006; Braga et al. 2002). اوج میزان مرگ و میر کرونری و افزایش میزان مراجعه کننده سکته قلبی در فصل زمستان با دمای پایین در ارتباط بوده است (Spencer et al. 1998; Pan et al., 1995). تأثیر دما بر روی مرگ و میر در افراد مسن، کودکان و بویژه در اثر بیماری‌های قلبی- عروقی، تنفسی و عروق مغزی برجسته‌تر است (Basu & Samet, 2002). بنابراین قوی‌ترین روابط بین مرگ و میر و دما معمولا

www.SID.ir

برای مرگ و میرهای روزانه به وضوح نمایان است (Kysely, 2004). این امر نشان دهنده تأثیر آب و هوا بر ابتلا به بیماری خاص و مرگ و میر ناشی از آن است. با توجه به حساسیت موضوع ارتباط بین بیماری‌ها و اقلیم از نگاه پژوهشگران در دو دهه اخیر، بررسی-ها نشان می‌دهد که بیشترین معنی‌داری همبستگی‌های موجود بین بیماری و وضعیت جوی، مربوط به بیماری‌های تنفسی می‌باشد (Vaneckova, et al. 2008; Hales et al., 2000; Hashimoto et al., 2004). برخی از بیماری‌ها در فصول خاص شیوع بیشتری دارند و با آب و هوا رابطه نزدیکی نشان می‌دهند (Ivey et al., 2003). این امر نشان دهنده‌ی تأثیر آب و هوا بر بیماری خاص و مرگ و میر ناشی از آن در زمان و مکان خاصی است. موضوع مهم در این رابطه پیش‌بینی میزان مرگ و میر و مراجعه‌کنندگان به بیمارستان در ارتباط با پارامترهای اقلیمی است که توجه بسیاری از محافل علمی جهان را به خود جلب کرده است. استفاده از روش‌های غیرکلاسیک در شناسایی مدل و پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده، مدت‌هاست در محافل علمی و حتی حرفه‌ای متداول و معمول شده است، در بسیاری از سیستم‌های پیچیده و خصوصاً غیرخطی که مدل‌سازی و به دنبال آن پیش‌بینی و کنترل آنها از طریق روش‌های کلاسیک و تحلیلی، امری بسیار دشوار و حتی بعضاً غیر ممکن می‌نماید، از روش‌های غیرکلاسیک که از ویژگی‌هایی همچون هوشمندی، مبتنی بر معرفت و خبرگی برخوردارند، استفاده می‌شود. شبکه‌های عصبی، یکی از این روش‌های بدیع و در حال تحول است که در موضوعات متنوعی از قبیل الگوسازی، شناخت الگو، خوشه‌بندی و پیش‌بینی به کار گرفته شده، نتایج مفیدی داشته است (اصغری‌اسکوئی، ۱۳۸۱: ۶۹)، و روش کارآمدی در علوم مربوط به آب و هواست و علت اصلی مقبولیت و استفاده روز افزون از آن، قدرت و سرعت بالا در شبیه سازی فرآیندهایی است که درک و شناخت درستی از آن وجود نداشته و یا بررسی آنها با دیگر روش‌های موجود، بسیار دشوار و وقت‌گیر است، و می‌توان اظهار داشت مدل شبکه عصبی مصنوعی، مدلی قوی با توانمندی بالااست که می‌توان با دیدگاهی مثبت در پیش‌بینی مسایل اقلیمی به آن نگریست؛ بخصوص قادر است قانون حاکم بر داده‌ها، حتی داده‌های مغشوش را استخراج نماید (دهقانی و احمدی،۱۳۸۷: ۱۷۹). مطالعات صورت گرفته، نشان می‌دهند که استفاده از روش شبکه‌های

www.SID.ir

عصبی برتری خاصی نسبت به روش‌های آماری کلاسیک نظیر رگرسیون ساده و چند متغیره دارد (Yi & Prybutok, 1996; Chaloulakou et al. 2003).

بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق در عرصه ملی و بین‌المللی نیز رابطه و تاثیر اقلیم بر روی بیماری‌ها را نشان می‌دهد، همچنان که هالس[1] و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی خود مبنی بر ارتباط میزان مرگ و میر و وضعیت جوی و آلودگی هوا در کشور نیوزیلند نشان دادند که تعداد مرگ و میر تنفسی با هر ۱/۸ درجه فارنهایت افزایش دما ارتباط مثبت معنی-داری دارد. همچنین در مطالعه ای مشابه، باسیو و سایمت[2] (۲۰۰۲) بر این عقیده‌اند که افزایش دما، احتمال خطر مرگ و میر و میزان آسیب‌پذیری مبتلایان به بیماری‌های تنفسی را بالا می‌برد و این خطر با توجه به مکان تغییر می‌کند و برای افراد مسن و اطفال خطرناک‌تر است. اِوی[3] و همکاران (۲۰۰۳) در ترینداد به این نتیجه رسیدند که میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در طی فصل مرطوب نسبت به فصل خشک بیشتر است همچنین بین رطوبت نسبی و تفاوت دمایی، همبستگی مثبت معنی‌دار و بین متغیرهای آب و هوایی فشار هوا، حداقل دما و سرعت باد با مراجعه‌کنندگان همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشته است. هاشیموتو[4] و همکاران (۲۰۰۴) نیز در بررسی خود در شهر توکیو ژاپن نشان دادند که بین مراجعه‌کنندگان و پارامترهای فشار هوا، رطوبت‌نسبی و دمای بالای هوا، همبستگی مثبت معنی‌دار و در مقابل با حداکثر سرعت باد همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد. در بررسی دیگر در چندین شهر ایتالیا زانولین[5] و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که شیوع آسم و علایم آن با کاهش عرض جغرافیایی و با بیشتر شدن متوسط دماهای سالانه و کمتر شدن نوسان‌های دمای سالانه افزایش می‌یابد که از کل متغیرهای ژئوکلیماتیک۶ مورد بررسی، نوسان دما بیشترین تأثیر را بر روی علایم مشابه آسم دارد و این تأثیر در آب و - هوای مدیترانه‌ای نسبت به آب و هوای خشک (بر اساس طبقه‌بندی کوپن) در ایتالیا بیشتر

1- Hales et al.
2- Basu and Samet
3- Ivey et al.
4- Hashimoto et al.
5- Zanolin et al.
6- Geo Climatic

www.SID.ir

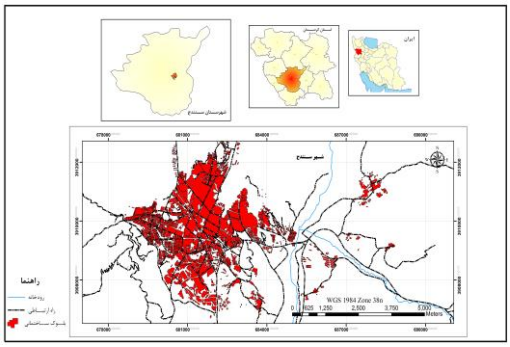
بوده است. بررسی‌ها در بلژیک حاکی از ارتباط قوی بین ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرومتر[1] و میزان مرگ و میر در فصل خاص است (Nawrot et al, 2007). مطالعه‌ی وانکووا و همکاران (۲۰۰۸) در استرالیا نیز نشان داد که بین مرگ و میر و افزایش دما ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. فرجزاده و دارند (۱۳۸۹) در مطالعه مقایسه روش‌های رگرسیونی خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی میزان مرگ و میر به عنوان تابعی از دمای هوا در شهر تهران، نشان دادند که شبکه عصبی به خوبی رابطه غیرخطی بین میانگین ماهانه مرگ و میر در ارتباط با دمای هوا را پیش‌بینی می‌کند و در عین حال باعث سرعت تحلیل و افزایش دقت فرآیندها می‌شود. در بررسی دیگر جهت پیش بینی دماهای حداکثر شهرستان اردبیل توسط صلاحی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی، نتایج بدست آمده حاکی از دقت قابل توجه مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی داشت و با استفاده مدل مذکور دمای حداکثر را با اختلاف۰/۸۳± درجه سلسیوس با داده‌های واقعی برای دوره آماری سه ساله (۲۰۰۶-۲۰۰۴) پیش‌بینی کردند. مطالعه پیشین شهر سنندج توسط محمدپور (۱۳۸۹) تحت عنوان تأثیر عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای سنندج بر روی مرگ و میر ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی- عروقی نشان داد که عناصر اقلیمی بر روی بیماری آسم تأثیر گذارند و در میان عناصر اقلیمی نیز عنصر باد در میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان نقش بیشتری را ایفا می‌کند، این در حالی است که در مطالعه انجام شده به مقایسه و بررسی دقت مدلهای مختلف پیش بینی پرداخته نشده است. لذا، جهت بررسی دقیق تر و کاهش خطا، در پژوهش حاضر پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در ارتباط با پارامترهای اقلیمی در شهر سنندج با استفاده از مقایسه دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لوجستیک (لاجیت) مورد بررسی پرداخته شده است تا مهمترین عناصر اقلیمی تاثیرگذار بر بیماری مذکور در منطقه مورد مطالعه شناسایی و مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

منطقه مورد مطالعه

1- PM10

www.SID.ir

شهر سنندج با مساحت ۲۹۰۶ کیلومتر مربع در غرب کشور در ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۳۵ درجه و۲۰ دقیقه و ۱۹ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۱ دقیقه و ۱۳/۹ ثانیه طول شرقی در ارتفاع ۱۵۰۴ متری (میدان آزادی شهر سنندج) از سطح دریا قرار گرفته است. شهر سنندج جزو مناطق کوهستانی با خصوصیات اقلیمی تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد به شمار می‌آید که با توجه به طبقه‌بندی کوپن در محدوده آب و هوای مدیترانه‌ای قرار می‌گیرد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی این شهر در استان کردستان و کشور را نشان می‌دهد.



شکل(۱) موقعیت جغرافیایی شهر سنندج در استان کردستان و کشور

جهت بررسی پارامترهای اقلیمی از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سنندج استفاده گردید که مشخصات آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) مشخصات جغرافیایی ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه

نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر	دوره آماری
سینوپتیک	۴۷ ' ۰۰"	۳۵ ' ۲۰"	۱۳۷۳/۴	۲۰۰۱-۲۰۰۸

مواد و روش‌ها

www.SID.ir

مدل لاجیت

در برخی از پژوهش‌ها متغیر وابسته تنها دو نتیجه‌ی ممکن دارد و می‌تواند فقط یکی از دو ارزش صفر و یک را بپذیرد که ارزش یک به معنای وقوع حادثه مورد نظر و ارزش صفر به معنای عدم وقوع آن است. در روش رگرسیون لجستیک از مفروضات آمار ناپارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، پیش شرط نرمال بودن برای داده‌های آماری ضروری نیست. در این روش، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از سه روش اینتر[1]، پیش‌رونده[2] و پس‌رونده[3] صورت می‌گیرد. در روش اینتر تمامی متغیرهای مستقل به طور همزمان وارد مدل رگرسیون می‌شوند، در روش پیش‌رونده گزینش متغیرها به صورت مرحله‌ای با افزایش متغیرها در هر مرحله و در ابتدا هر متغیری که بیشترین آماره F را دارد وارد مدل می‌شود و در روش پس‌رونده گزینش متغیرها به صورت مرحله‌ای با کاهش متغیرها در هر مرحله است و در ابتدا متغیری که کمترین آماره F را دارد، وارد مدل می‌شود و آنچه که پیش‌بینی می‌شود یک احتمال است که ارزش آن بین صفر و یک تغییر می‌کند از مزایای استفاده از مدل رگرسیون لجستیک علاوه بر مدل‌سازی مشاهدات می‌توان به امکان پیش‌بینی احتمال تعلق هر فرد به هر یک از سطوح متغیر وابسته و همچنین امکان محاسبه مستقیم نسبت شانس با استفاده از ضرایب مدل را نام برد (جابسون، ۱۹۹۲ به نقل از سدهی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۹). در پژوهش حاضر با استفاد از این روش، بیماری‌های آسم به عنوان متغیر وابسته که در آن مراجعه و عدم مراجعه در ارتباط با پارامترهای اقلیمی به ترتیب با اعداد یک و صفر درنظر گرفته شدند. جهت به دست آوردن نتایج رگرسیون لجستیک یک متغیره و چند متغیره به ترتیب از روابط (۱و ۲) استفاده شد است (گجراتی، ۱۳۸۰).

1- Enter
2- Forward
3- Backward

www.SID.ir

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = Z_i \quad \text{(1}$$

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$$

$$P_i = E(y_i / x_i) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_i+\beta_2 x_i+\ldots\ldots\ldots\ldots+\beta_k x_i+\xi_i}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x_i+\beta_2 x_i+\ldots\ldots\ldots\ldots+\beta_k x_i+\xi_i}}$$

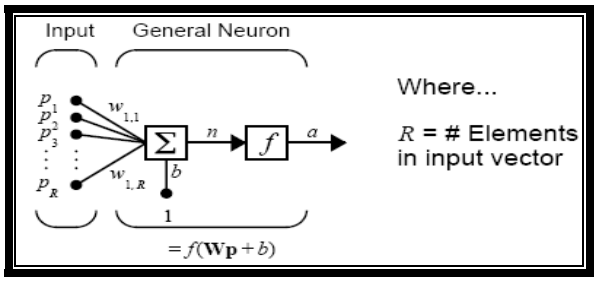
$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i + \ldots\ldots + \beta_k x_i + \xi_i \quad \text{(2}$$

که در آنها β_0 مقدار ثابت، یعنی عرض از مبداء رگرسیون و β_1 معرف وزن رگرسیون، یعنی مقدار افزایش در برتری لگاریتمی برای یک واحد افزایش در x است که می‌بایست به کمک نمونه تصادفی برآورد و مورد آزمون قرار گیرند. P_i احتمال وقوع حادثه و $1-P_i$ احتمال عدم وقوع، X_i متغیر مستقل، Y_i متغییر وابسته، ln: لگاریتم، Li که لگاریتم نسبت برتری یا مزیت است، نه تنها بر حسب X بلکه (نکته مهم از نظر تخمین) بر حسب پارامترها نیز خطی است، ξ_i اپسیلون، و L: مقدار پیش‌بینی شده بوسیله مدل لاجیت است. جهت اجرای این مدل از نرم افزار آماری تخصصی (SPSS) استفاده شده است.

مدل شبکه عصبی مصنوعی

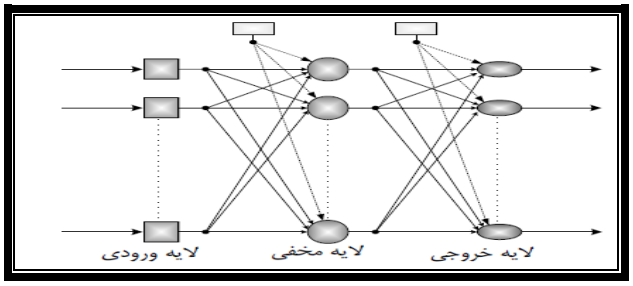
در این روش سعی می‌شود بر اساس روابط ذاتی مابین داده‌ها، نگاشتی غیرخطی مابین متغیرهای مستقل و وابسته برقرار گردد. ایده‌ی اصلی شبکه عصبی بر مبنای شبیه سازی عملکرد مغز انسان بوده و در مقیاس خیلی کوچک، می‌تواند مانند شبکه‌ای زیستی قدرت یادگیری داشته باشد و همچنین این یادگیری را تعمیم دهد (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۱۰)، که به دلیل ویژگی‌هایی همچون پردازش موازی، هوشمندی و انعطاف پذیری جایگاه ویژه‌ای در خوشه‌بندی، مدل‌سازی، تخمین و شناسایی و پیش‌بینی دارد (اصغری‌اسکوئی، ۱۳۸۱: ۷۰). مهمترین بخش یک شبکه عصبی، نرون می‌باشد که در شکل (۲) یک نرون ساده با R ورودی نشان داده شده است (Demuth and Beale, 2002).

www.SID.ir



شکل(۲) مدل نرون در یک شبکه عصبی مصنوعی (دموث و بیل، ۲۰۰۲: ۱۳۹)

ساختار عادی یک شبکه عصبی مصنوعی، معمولاً از لایه ورودی، لایه‌های مخفی و لایه خروجی تشکیل شده است (شکل ۳). لایه ورودی یک لایه انتقال دهنده و وسیله‌ای برای تهیه کردن داده‌هاست. لایه خروجی شامل مقادیر پیش‌بینی شده بوسیله شبکه می‌باشد و لایه مخفی محل پردازش داده‌هاست (اصغری‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۷: ۳).



شکل(۳) ساختار عادی یک شبکه عصبی مصنوعی (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵: ۸)

شبکه‌های عصبی از لحاظ نوع شبکه نیز به دو گروه شبکه‌های پیشخور و پسخور تقسیم می‌شوند (منهاج، ۱۳۸۴) که در این بررسی از شبکه‌های پیشخور و ساختار پرسپترون چندلایه (MLP)[1] به دلیل کاربرد بیشتر در مسائل پیش‌بینی و اقلیم‌شناسی و قابلیت بالای آنها در تعمیم نتایج (حسینی، ۱۳۸۸: ۲۸) استفاده گردید. جهت آموزش و آزمون شبکه،

1- Multi Layer Perceptron (MLP)

www.SID.ir

همانند روش‌های معمول پیش‌بینی، داده‌ها به دو دسته تقسیم شدند که این تقسیم‌بندی مشابه روش‌های کمی پیش‌بینی است برای تعیین تعداد نرون‌های لایه ورودی از روش همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم به بیمارستان و مبتنی بر کمترین خطا در پیش‌بینی استفاده شده است.

اطلاعات آماری مورد نیاز پارامترهای اقلیمی (دما: حداقل، متوسط و حداکثر؛ رطوبت نسبی: حداقل، متوسط و حداکثر؛ باد: متوسط، حداکثر و سرعت باد غالب؛ فشار QFF و QFE: متوسط، حداقل و حداکثر) از وب سایت اداره کل هواشناسی استان کردستان و اطلاعات مربوط به میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم نیز با مراجعه به بیمارستان‌های توحید و بعثت اخذ گردید. داده‌های مورد بررسی دوره آماری ۸ ساله (۲۰۰۸-۲۰۰۱) که دارای آمار کامل و دقیق بودند را بر می‌گیرد. در مرحله بعد داده‌ها جهت ماتریس‌بندی به بانک اطلاعاتی اکسل[1] وارد و سپس جهت اجرای مدل شبکه عصبی و تشخیص رابطه و پیش-بینی میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در ارتباط با پارامترهایی اقلیمی از نرم افزار متلب[2] و توابع موجود در آن جهت آموزش و آزمون شبکه عصبی استفاده گردید. بدین ترتیب که داده‌های دوره ۷ ساله (۲۰۰۷-۲۰۰۱) به منظور آموزش و داده‌های سال ۲۰۰۸ میلادی به منظور آزمون شبکه طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها و بحث

به منظور پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در شهر سنندج بر اساس پارامترهای اقلیمی از مدل‌های غیر خطی لاجیت و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است که در ادامه به نتایج حاصل از هر دو مدل پرداخته شده است:

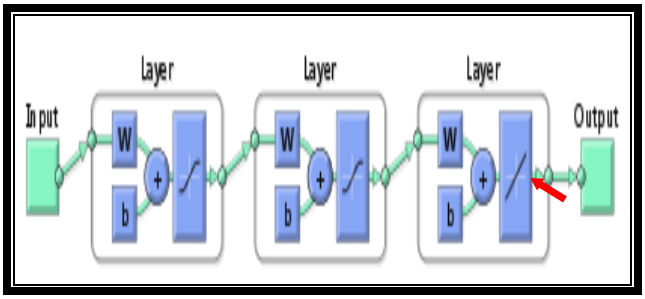
الف) مدل شبکه عصبی مصنوعی

در مدل شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین بهترین ورودی‌های مدل از ضرایب همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم استفاده شد. در دوره

1- Excel
2- Matlab

www.SID.ir

مورد بررسی (۲۰۰۸-۲۰۰۱) چهار متغیر میانگین ماهانه دما، میانگین ماهانه حداقل دما، میانگین ماهانه حداکثر دما و میانگین ماهانه فشار هوای سطح ایستگاه (QFE) مورد مطالعه در مدل مورد بررسی از خود همبستگی نشان داد. در طراحی مدل پرسپترون چندلایه، ابتدا داده‌ها جهت افزایش سرعت شبکه، در بازه ۰/۱ و ۰/۹ استاندارد گردیدند، زیرا اصولاً وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود. سپس، شبکه با یک لایه مخفی و الگوریتم آموزشی لونبرگ- مارکوارت (LM) و با شروع از کمترین تعداد نرون در لایه مخفی و ۴۰۰ اپوک[1] و توابع محرک لگاریتم سیگموئیدی(logsig)[2] و تانژانت هایپربولیک (tansig)[3] آموزش داده شد که به علت نرسیدن به جواب مطلوب شبکه‌ای با دو لایه پنهان آزمایش گردید. در نهایت، یک مدل پرسپترون با دولایه مخفی به ترتیب با ۶ و ۴ نرون در لایه مخفی اول و دوم و تابع محرک تانژانت هیپربولیک در لایه‌های مخفی و تابع محرک خطی[4] در لایه خروجی و ۱۰۰۰ اپوک و الگوریتم لونبرگ-مارکوارت به علت سرعت بالای همگرایی و تعداد نرون‌های کمتر در لایه مخفی، بهترین مدل معرفی گردید. مقدار اولیه خطای هدف نیز برابر با ۰/۰۰۵ انتخاب گردید و یک مدل پرسپترون چهار لایه شامل یک لایه ورودی، دو لایه مخفی و یک لایه خروجی ایجاد گردید (شکل ۴).



شکل (٤) شماتیک شبکه پرسپترون چندلایه طراحی شده

1- Epoch
2- Logarithm Sigmoid Transfer Function
3- Hyperbolic Tan Sigmoid Transfer Function
4- Pureline

www.SID.ir

ساختار مدل طراحی شده با پارامترهای آموزشی بهینه‌ی آن جهت پیش‌بینی تعداد مراجعه کنندگان بیماری آسم در ارتباط با پارامترهای اقلیمی در شهر سنندج در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲)پارامترهای آموزشی بهینه جهت پیش‌بینی تعداد مراجعه کنندگان بیماری آسم

نوع شبکه	پرسپترون ۴ لایه (MLP)
تعداد نرون در لایه مخفی اول	۶
تعداد نرون در لایه مخفی دوم	۴
تابع محرک لایه های مخفی	تانژانت هایپربولیک (Tansig)
تابع محرک لایه خروجی	خطی(Pureline)
تعداد تکرار (اپوک)	۱۰۰۰
هدف عملکرد	۰/۰۰۵
میزان ضریب همبستگی	۰/۹۸
الگوریتم یادگیری	لونبرگ- مارکوارت (LM)

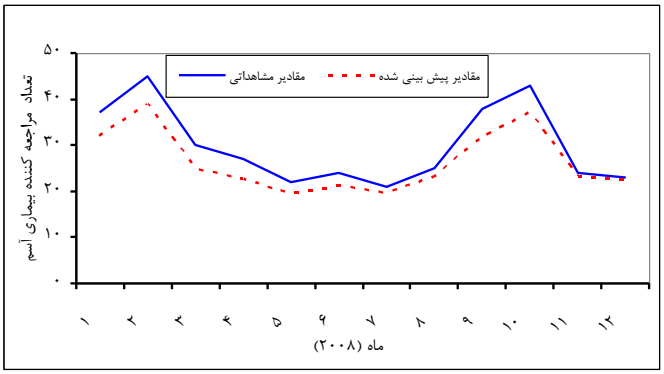
پس از برگرداندن داده‌ها به بازه اصلی، نمودار پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم به وسیله مدل با مقادیر واقعی (شکل ۵) و معادله خط رگرسیونی بین داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده جهت مقایسه دقت شبکه، ترسیم شد (شکل ۶)، همان طور که ملاحظه می‌شود به دلیل همبستگی بالای داده‌های پیش‌بینی شده به وسیله شبکه عصبی و داده‌های واقعی، منحنی‌های مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده بسیار به هم نزدیک است که بیانگر دقت بالای مدل طراحی شده در پیش‌بینی می‌باشد.

جدول (۳) مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده مراجعه کنندگان بیماری آسم

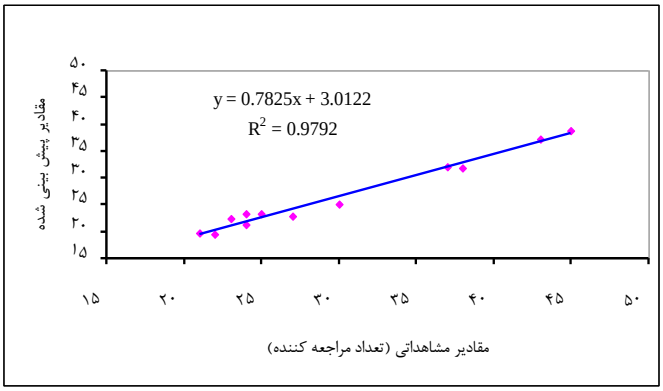
پیش بینی شده	مشاهداتی
۳۲	۳۷
۳۹	۴۵
۲۵	۳۰
۲۳	۲۷
۲۰	۲۲
۲۱	۲۴
۲۰	۲۱

www.SID.ir

۲۳	۲۵
۳۲	۳۸
۳۷	۴۳
۲۳	۲۴
۲۲	۲۳



شکل (۵) مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده مراجعه کنندگان بیماری آسم با استفاده شبکه عصبی مصنوعی



شکل (٦) رابطه رگرسیونی بین مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم

www.SID.ir

نتایج حاصل از بررسی عملکرد مدل طراحی شده نیز با شاخص‌های ضریب همبستگی و ضریب تعیین در جدول (۴) آورده شده است همانطور که ملاحظه می‌شود مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه دارای همبستگی و ضریب تعیین بالایی هستند که در سطح ۰/۰۱ نیز معنی‌دار شده است. نتایج حاصل نشان‌دهنده توانایی و دقت بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در ارتباط با پارامترهای اقلیمی در شهر سنندج است و می‌توان اظهار داشت که مدل طراحی شده دارای عملکرد مناسبی است.

جدول (٤) نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد مدل شبکه عصبی مصنوعی

نوع مدل	ضریب همبستگی	سطح معنی داری	ضریب تعیین
پرسپترون چندلایه (MLP)	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۹۸

ب) مدل لاجیت

بر طبق مدل، در بررسی دقت مدل جهت پیش بینی مراجعه‌کنندگان بیماری آسم دو نوع خطای طبقه‌بندی وجود دارد که خطای نوع اول مربوط به عدم مراجعه‌کنندگان به بیمارستان و خطای نوع دوم مربوط به مراجعه‌کنندگان بیمارستانی می‌باشد. بر اساس الگوی یاد شده، در بین ۷۶۸ داده مدل، ۱۶۳ مورد خطای طبقه‌بندی متعلق به خطای نوع اول و ۷۱ مورد خطای طبقه‌بندی مربوط به خطای نوع دوم بوده است. بر اساس خروجی‌ها، حساسیت مدل در تعیین میزان مراجعه‌کنندگان بیمارستانی ۸۶/۷ درصد و در تعیین میزان عدم مراجعه‌کننده به بیمارستان ۳۰/۹ درصد بوده که به طور کلی، مدل ۶۹/۵ درصد میزان مراجعه‌کننده را به درستی طبقه‌بندی کرده است (جدول ۵).

جدول (۵) دقت مدل ارائه شده برای پیش‌بینی میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم

گروه پیش فرض	گروه پیش‌بینی‌شده مدل با روش پیش‌رونده		کل	درصد دقت مدل
	تعداد مراجعه	تعداد عدم مراجعه		
مراجعه	۴۶۱	۷۱	۵۳۲	۸۶/۷
عدم مراجعه	۱۶۳	۷۳	۲۳۶	۳۰/۹
مجموع	۶۲۴	۱۴۴	۷۶۸	۶۹/۵

www.SID.ir

روش پیش‌رونده گام به گام در رگرسیون لوجستیک در ارتباط با مراجعه‌کنندگان بیماری آسم و عناصر آب و هوایی نشان می‌دهد که در بین عناصر آب و هوایی مورد بررسی در شهر سنندج، میانگین حداقل دما، متوسط فشار QFF و متوسط سرعت باد (نات) بر روی تعداد مراجعه‌کننده‌ها به ترتیب با برتری لگاریتمی (۰/۵۱۷-)، (۰/۷۳۴-) و (۰/۹۷۷-) تأثیر معنی‌داری دارند. ضرایب بتای فوق نشان دهنده این است که در میان عناصر اقلیمی سه پارامتر فوق بر روی بیماری آسم تأثیر معکوسی دارند (جدول ۶). معادله ذیل ضرایب موجود بین پارامترها را نشان می‌دهد.

$$L_i = 5.341 - 0.517(T\ \min) - 0.734(QFF) - 0.977(WindSpeed) + \xi_i$$

جدول (٦) تأثیر عناصر آب‌وهوایی شهر سنندج بر روی مراجعه‌کنندگان بیماری آسم

مرحله ۳	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
میانگین حداقل دما	-۰/۵۱۷	۰/۱۸۲	۸/۰۸۳	۱	۰/۰۰۴	۰/۵۹۶
متوسط فشار QFF	-۰/۷۳۴	۰/۱۹۲	۱۴/۵۸۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۴۸۰
متوسط سرعت باد (نات)	-۰/۹۷۷	۰/۱۰۶	۸۵/۶۱۶	۱	۰/۰۰۰	۰/۳۷۷
عرض از مبدا	۵/۳۴۱	۰/۸۲۵	۴۱/۹۱۵	۱	۰/۰۰۰	۲۰۸/۶۱۹

نتیجه‌گیری

شناسایی بهتر و دقیق‌تر تغییرات اقلیمی و پارامترهای اقلیمی تاثیر گذار بر بیماری‌ها می‌تواند جهت کاهش میزان مرگ و میر و مراجعه‌کنندگان به بیمارستان موثر باشد. چنانچه، تغییرات آب و هوایی نقش موثری در انتقال عوامل آلرژیکی و سپس ابتلا و شیوع بیماریهای آلرژیکی همچون آسم در انسان دارند (Reid and Gamble, 2009)، طوری که با تغییر در عناصر اقلیمی و نوسان در آنها و عبور توده‌های متفاوت هوا در یک منطقه منجر به افزایش و کاهش غلظت گرده‌ها، آلاینده‌ها و در نهایت توزیع زمانی و مکانی، شدت پارامترهای اقلیمی و محیطی شده و درجه تاثیر آنها را بر روی بیماری‌ها در نوسان قرار می‌دهد (Solomon et al., 2007). بنابراین، نوسان پارامترهای اقلیمی به نوبه خود در میزان مرگ و میر و مراجعه کننده تاثیر به سزایی می‌تواند داشته باشد و استفاده از مدل‌های پیش‌بینی

www.SID.ir

می‌تواند در شناخت نوسانات پارامترهای اقلیمی موثر بر بیماری و شیوع آنها و برنامه‌ریزی و سازگاری با محیط پیرامون موثر واقع شوند.

نتایج حاصل از خروجی دو مدل غیرخطی شبکه عصبی مصنوعی و لاجیت در بررسی اثر پارامترهای اقلیمی بر میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم در شهر سنندج نشان داد که میانگین ماهانه پارامترهای دما (متوسط، حداقل، حداکثر) و فشار QFE در مدل شبکه عصبی مصنوعی و میانگین‌های ماهانه حداقل دما، فشار QFF و سرعت باد (نات) در مدل لاجیت بیشترین تأثیر را بر روی میزان مراجعه‌کننده آسم در شهر سنندج داشته‌اند. چنانکه سرعت باد در مدل لاجیت بیشتر از سایر پارامترهای اقلیمی و با برتری لگاریتمی ۰/۹۷۷- تأثیر گذارتر است که ضریب والد (۸۵/۶۱۶) گویای این امر است. در کل، فشارهوا، دما و سرعت باد موثرترین پارامترهای اقلیمی بر روی میزان مراجعه‌کننده بیماران آسم به بیمارستان هستند. لذا بسته به دقت مدل‌ها استدلال فوق به معنی آن است که در میان پارامترهای مورد بررسی، عناصر مذکور بر میزان مراجعه‌کنندگان شهر سنندج با اهمیت‌تر جلوه می‌کنند. بنابراین، عناصر اقلیمی مذکور نسبت به بقیه عناصر نقش مؤثرتری در مراجعه بیماران به بیمارستان داشته و نوسان آنها در نوسان بیماران قابل ملاحظه‌تر خواهد بود. همچنانکه پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تحقیقات گذشته امکان دقت مدل و اطمینان آن را ممکن ساخته (صلاحی و همکاران، ۱۳۸۹؛ فرج-زاده و دارند، ۱۳۸۹)؛ فلذا، ضریب تعیین و دقت بالای مدل (۰/۹۸) در تحقیق حاضر نشان از توان قابل اطمینان مدل در پیش بینی میزان افراد مراجعه کننده آسم به بیمارستان بوده است.

تحقیقات صورت گرفته نشان از کاربرد روش لاجیت یا رگرسیون لوجستیک (Breton et al., 2006; Stafoggia et al., 2008; Wilhelm et al., 2008) و دیگر روشهای رگرسیونی همچون رگرسیون چند متغییره (Ivey et al., 2003) در بررسی تاثیر پارامترهای محیطی (اقلیمی و آلاینده) بر روی بیماری‌ها بوده است، طوری که نتایج حاصل از روش مذکور، افزایش بیماریهای تنفسی در تابستان (Stafoggia et al., 2008)، آسیب پذیری بیشتر کودکان در برابر آسم (Wilhelm et al., 2008) و افزایش آلرژی (Breton et al.,

www.SID.ir

2006) را نشان داده است. در پژوهش حاضر نیز نتایج حاصل از دقت بالای مدل لاجیت (۶۹/۵ درصد) حاکی از کاهش میزان مراجعه‌کننده با کاهش میانگین حداقل دما دارد، یعنی میزان مراجعه‌کننده آسم در دماهای نزدیک صفر و یا بالاتر از آن کمتر و بر عکس هر چه دمای هوا سردتر (زیر صفر) باشد میزان مراجعه‌کنندگان بالا می‌رود؛ به عبارت ساده‌تر هر چه دما متعادل‌تر باشد میزان مراجعه‌کننده کاهش و هر چه دمای محیط سردتر باشد، میزان مراجعه‌کنندگان بیماری آسم افزایش می‌یابد که این ارتباط معنی دار بین بیماری‌های تنفسی و پارامترهای اقلیمی در پژوهش‌های دیگر نیز قابل ملاحظه است (Hales et al., 2000; Basu & Samet, 2002; Ivey et al., 2003؛ محمدپور، ۱۳۸۹)؛ اما، در برخی مناطق، افزایش امواج گرمایی و دماهای بالا منجر به مرگ و میر بیماران تنفسی شده (Hales et al., 2000; Basu & Samet, 2002) و در مناطق دیگر، ارتباط مذکور در ماه‌های مرطوب سال قابل ملاحظه‌تر است (Ivey et al., 2003). به عبارت دیگر، موقعیت جغرافیایی خاص مناطق و تیپ‌های گوناگون آب و هوایی منطقه در میزان مراجعه‌کننده نقش تعیین کننده‌ای خواهند داشت (Solomon et al., 2007)؛ چنانکه شرایط رطوبتی و دمایی با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در نیوزیلند و مجاورت آن با اقیانوس (Hales et al., 2000) متفاوت‌تر از شرایط اقلیمی ماکرو و میکرو شهر سنندج می‌باشد. به علاوه دمای هوا در شهر سنندج، پایین بودن فشار هوا و به مراتب بیشتر از دو پارامتر دما و فشار هوا، پارامتر متوسط سرعت باد در منطقه مورد مطالعه نقش اصلی در میزان مراجعه‌کننده آسم به صورت معکوس را بازی می‌کند؛ طوری که در تحقیقات پیشین شهر سنندج نیز نقش اثرگذار عنصر اقلیمی مذکور مورد توجه بوده است (محمدپور، ۱۳۸۹).

در مجموع، هر دو روش لاجیت و شبکه عصبی مصنوعی نشان می‌دهند که پارامترهای اقلیمی در میزان مراجعه بیماران آسمی به بیمارستان تأثیری بالاتر از ۵۰ درصد (دقت مدل: ۶۹/۵ و ۹۸) را دارند. در مدل شبکه عصبی دقیق‌ترین نتیجه ممکن نشان از نقش موثرتر پارامترهای اقلیمی دما و فشار هوا در مراجعه بیماران آسم به بیمارستان دارد. همچنین فیلتر کردن پارامترهای مورد بررسی در خروجی مدل لاجیت ممکن‌ترین ضرایب را برای حداقل دما، فشار هوا QFF و سرعت باد (نات) نمایش داده است که از میان آنها سرعت باد

www.SID.ir

مهمترین عنصر مورد بررسی بود. در نهایت، بررسی دقت مدل‌ها نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی بسته به ضریب تعیین و همبستگی بیشتر دارای دقت بالاتری است. مدل-های شبکه عصبی مصنوعی و لاجیت به عنوان روش‌های غیرخطی به خوبی می‌توانند رابطه بین پارامترهای اقلیمی و تعداد مراجعه‌کنندگان بیماری آسم را پیش‌بینی کنند و با توجه به انتخاب مناسب پارامترهای ورودی و تعیین ساختارهای مختلف در شبکه عصبی که بر مبنای ضرایب اعتبار آماری مشخص می‌گردد، می‌توان به طراحی مدل‌های مختلفی پرداخت که دارای بیشترین کارآیی باشند و می‌توانند به عنوان ابزاری کارآمد و قدرتمند در برآورد و تخمین و در مطالعات اقلیم شناسی مورد توجه و بررسی قرار گیرند.

www.SID.ir

منابع

-اصغری‌اسکوئی، محمدرضا. ۱۳۸۱. کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری زمانی، ***فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران***، ش ۱۲، صص ۹۷-۶۹.

-اصغری‌مقدم، اصغر.، نورانی، وحید.، ندیری، عطاالله. ۱۳۸۷. مدل‌سازی بارش دشت تبریز با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. ***مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز***، ج ۱۸، ش ۱، صص ۱۵-۱.

-حسینی، سید اسعد. ۱۳۸۸. برآورد و تحلیل دماهای حداکثر شهر اردبیل با استفاده از مدل تئوری شبکه‌های عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، استادراهنما: صلاحی، برومند، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۹۵ ص.

-دهقانی، امیراحمد، احمدی، رضا. ۱۳۸۷. تخمین آبدهی حوضه‌های آبخیزِ فاقد آمار با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل، ص ۱۷۹.

-سدهی، مرتضی.، محرابی، یداله.، خدابخشی، عباس.۱۳۹۰. استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی برای افزایش صحت پیش‌بینی سندرم متابولیک در مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک، ***مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد***، دوره ۱۳، ش ۴، صص ۲۷-۱۸.

-صلاحی، برومند.، حسینی، سید اسعد.، شایقی، حسین.، سبحانی، بهروز. ۱۳۸۹. پیش‌بینی دماهای حداکثر با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی مطالعه موردی: شهر اردبیل، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان***، ش ۳ (۹۸)، صص ۷۸-۵۷.

-فتحی، پرویز.، محمدی، یوسف.، همایی، مهدی. ۱۳۸۸. مدل‌سازی هوشمند سری زمانی آورد ماهانه ورودی به سد وحدت سنندج، ***مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)***، ج ۲۳ ، ش ۱، صص ۲۲۰-۲۰۹.

-فرج زاده، منوچهر.، دارند، محمد. ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی میزان مرگ و میر به عنوان تابعی از دمای هوا (مطالعه موردی: شهر تهران)، ***مجله پژوهشی حکیم***، ج ۱۲، ش ۳، صص ۵۳-۴۵.

www.SID.ir

-کارآموز، محمد، رمضانی، فرید، رضوی، سامان. ۱۳۸۵. پیش‌بینی بلند مدت بارش با استفاده از سیگنال‌های هواشناسی: کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی. هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران. تهران،۱۱ص.

-گجراتی، دامودار؛ ابریشمی، حمید (مترجم)، (۱۳۸۰)، ***مبانی اقتصاد سنجی***، انتشارات دانشگاه تهران.

-محمدپور، کاوه. ۱۳۸۹. تأثیر عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای سنندج بر روی مرگ و میر ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی- عروقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، استاد راهنما: خورشید دوست ،علی‌محمد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

-منهاج، محمدباقر. ۱۳۸۴. ***مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)***، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ سوم، ج ۱، ۷۱۲ ص.

-Basu R. Samet JM. 2002. 'Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence', Epidemiol Rev, 24(2), 190–202.

-Braga, Alfesio L. F., Zanobetti A. and Joel Schwartz. 2002. 'The Effect of Weather on Respiratory and Cardiovascular Deaths in 12 U.S. Cities', Environmental Health Perspectives9, 859-863.

-Breton M.C., Garneau M., Fortier I., Guay F., Louis J., 2006. Relationship between climate, pollen concentrations of Ambrosia and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal,1994–2002. Science of the Total Environment 370(1): 39–50.

-Chaloulakou A. Saisana M. and Spyrellis N. 2003. Comparative assessment of neural networks and regression models for forecasting summertime ozone in Athens. Science Total Environ; 313: 1-13.

-Demuth, H., Beale, M., 2002. Neural Network Toolbox User's Guide, Copyright 1992-2002, Bt The Math Works, Inc, Version 4, 840P.

-Hales S. Salmond C. Town G.I., Kjellstrom T. and Alistair Woodward, 2000. Daily mortality in relation to weather and air pollution in Christchurch, New Zealand, Aust N Z J Public Health, 24, 89–91.

www.SID.ir

-Hashimoto M. I. Taiki F. Fukuda T. Watanabe S. Watanuki S. Etoand Y. Urashima M. 2004. Influence of climate factors on emergency visits for childhood asthma attack, Pediatrics International, 46, 48-52.

-Ivey M. A., Simeon D. T. and M. A. Monteil. 2003. 'Climatic variables are associated with seasonal acute asthma admissions to accident and emergency room facilities in Trinidad, West Indies', Clin Exp Allergy; 33, 1526–1530.

-Kysely J. 2004. 'Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic', Int J Biometeorol 49, 91–97

-Morabito M., Crisci A., Grifoni D., Orlandini S., Cecchi L., Bacci L., Modesti P.A., Genuini G.F. and G. Maracchi. 2006. 'Winter air mass based synoptic climatological approach and hospital admissions for myocardial infarction in Florence, Italy', Environmental Research,102, 52–60

-Nawrot T. S., Torfs R., Fierens F.. De Henauw S., Hoet P. H., Van Kersschaever G., De Backer G. and B. Nemery, 2007. Stronger associations between daily mortality and fine particulate air pollution in summer than in winter: evidence from a heavily polluted region in western Europe, J Epidemiol Community Health;61:146–9.

-Pan W.H., Li L.A. and M.J. Tsai 1995. 'Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese', Lancet, 345:353–355.

-Reid Colleen E. and Janet L. Gamble, 2009. Aeroallergens, Allergic Disease, and Climate Change: Impacts and Adaptation, EcoHealth 6: 458–470.

-Solomon S., Qin D., Manning M., Alley R.B., Berntsen T., Bindoff N.L., et al. 2007. Technical summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon S., Quin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (editors), Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

www.SID.ir

-Spencer F.A. Goldberg R.J. Becker R.C. Gore J.M. 1998. Seasonal distribution of acute myocardial infarction for Participants in the Second National Registry of Myocardial Infarction, J Am Coll Cardiol.;31, 1226 –1233.

-Stafoggia M., Schwartz J., Forastiere F., Perucci C. A. and the SISTI Group, 2008. Does Temperature Modify the Association between Air Pollution and Mortality? A Multicity Case-Crossover Analysis in Italy, Am J Epidemiol;167:1476–1485.

-Vaneckova P. Paul J. Beggsa R.J. De Dear, Kevin W. J. Mc Cracken. 2008. 'Effect of temperature on mortality during the six warmer months in Sydney, Australia, between 1993 and 2004', Environmental Research, 108, 361–369.

-Wilhelm M., Ying-Ying Meng, Rudolph P. Rull, Paul English, John Balmes and Beate Ritz, 2008. Environmental Public Health Tracking of Childhood Asthma Using California Health Interview Survey, Traffic, and Outdoor Air Pollution Data, Environmental Health Perspectives, No. 9:1254-1260.

-Yi J. and Prybutok V.R. 1996. A neural network model forecasting for prediction of daily maximum ozone concentration in an industrialized urban area. Environ Pollut, 92: 349-357.

-Zanolin M. E., Pattaro C., Corsico A., Bugiani M., Carrozzi L., Casali L., Dallari, M. Ferrari, A. Marinoni, E. Migliore, M. Olivieri, P. Pirina, G. Verlato, S. Villani R. and R. Demark. 2004. The role of climate on the geographic variability of asthma, allergic rhinitis and respiratory symptoms: results from the Italian study of asthma in young adults, Allergy: 59: 306–314.

www.SID.ir