

محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی میزان مرگ و میر ناشی از گرد و غبار و آلودگی هوا

(مطالعه موردی: استان خوزستان)

داود نامدار خجسته^{۱*}، غلامرضا گودرزی^۲، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی^۳^۱ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد^۲ دانشیار مرکز تحقیقات آلودگی هوا و بیماری‌های تنفسی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز^۳ استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

چکیده

میزان غلظت گرد و غبار و آلودگی هوا بر روی سلامت انسان اثرات بسیار خطرناکی داشته و باعث بروز بسیاری از بیماری‌های تنفسی از جمله آسم، برونشیت، بیماری‌های قلبی و عروقی، چشمی و غیره می‌گردد. تأثیر غلظت بالای آلاینده‌های هوا از جمله PM_{10} می‌تواند در میزان مرگ و میر نیز مؤثر باشد. در این مقاله برای بررسی تأثیر این آلودگی‌ها بر میزان مرگ و میر و مدل‌سازی آن از داده‌های آلودگی هوا و بیمارستانی در استان خوزستان برای دوره زمانی نه ساله (۱۳۸۷-۱۳۹۵) استفاده شد. مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی با ۸ ورودی از جمله رطوبت هوا، دما، PM_{10} ، SO_2 ، CO_2 ، NO_2 ، NO ، CO و خروجی میزان مرگ و میر نشان داد که شبکه با توپولوژی ۱-۱۷-۶ دارای بهترین ضریب همبستگی (۰/۷۱) برای داده‌های ارزیابی) و کمترین میزان خطا (۰/۶۵) را دارد؛ بنابراین با توجه به تأثیر این آلاینده‌ها در میزان مرگ و میر و از آنجایی که بخش قابل توجه این آلاینده‌ها ناشی از گرد و غبار در استان خوزستان می‌باشند، توجه جدی و مطالعات بیشتر برای کنترل گرد و غبار و کاهش آلودگی هوا احساس می‌شود.

کلمات کلیدی: فرسایش بادی، مشکلات تنفسی، پرسپترون چندلایه، آمار مرگ و میر

مقدمه

توفان گرد و غبار، محصول مستقیم توسعه ناپایدار در منطقه است که تا حدود زیادی به جنگ‌های سه دهه اخیر و مداخلات نادرست انسانی در اکوسیستم‌های منطقه مربوط می‌شود. در ظهور این پدیده، همان اندازه که کشورهای ترکیه و سوریه به خاطر بستن سد بر روی رودخانه‌ها و جنگ‌های خلیج فارس به دلیل به هم ریختن تثبیت هزاران ساله شن‌های بیابانی نقش دارند، کشورهای ایران و عراق نیز به خاطر مداخله گسترده در مسیر حرکت آب‌ها و خشکاندن هورها و باتلاق‌ها تأثیرگذار بوده‌اند. به طور کلی، خشک‌سالی، تخریب اراضی در جنگ‌ها، احداث سد بر روی رودخانه‌ها، کشت غیراصولی و کاهش پوشش گیاهی منطقه را می‌توان از دلایل اصلی تشکیل پدیده گرد و غبار در منطقه به شمار آورد (خالدی، ۱۳۹۲). یکی از مهم‌ترین مسائل در تولید گرد و غبار، تأثیر این ذرات بر سلامتی انسان می‌باشد. کلسیم، آهن، آلومینیوم و منیزیم از جمله ترکیبات همراه با ذرات گرد و غبار می‌باشند. آهن ممکن است موجب ورم ملتحمه و آماس شبکیه شود. علاوه بر ورود آهن به بدن از طریق تنفس طولانی‌مدت، سیدرویس را موجب می‌شود. وجود بیش از ۲/۵ گرم کلسیم موجب بروز سنگ کلیه، گرفتگی مجاری کلیه و رگ‌های خونی بدن می‌شود. ورود ذرات حاوی منیزیم به بدن باعث تضعیف بدن، افسردگی و گیجی فرد می‌شود. تنفس کوتاه مدت آلومینیوم نیز منجر به سرفه و تحریک شش‌ها و تنفس طولانی مدت، موجب آسیب رساندن به شش‌ها می‌گردد (جمالی و بیات، ۱۳۹۰). همچنین مطالعه و تحقیق بر روی ترکیب فیزیکی و شیمیایی گرد و غبارهای ورودی به کشور در استان‌های غربی نشان می‌دهد که این گرد و غبارها اثرات سوئی بر مجاری تنفسی و ریه و به طور کلی بر سلامتی انسان دارند (نجیمی و همکاران، ۱۳۸۸). آلودگی هوا باعث بیماری‌های حاد تنفسی، بروز آسم و آلرژی، تنگی نفس، بروز سندرم، همچنین آلودگی آب‌ها می‌شود (Achudume & Oladipo, 2009).

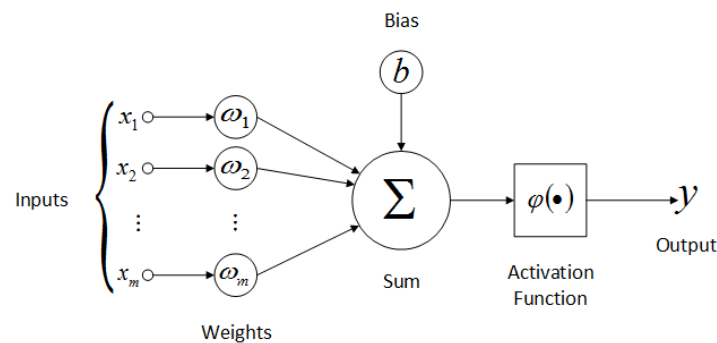
از انواع بیماری‌های تنفسی مرتبط با آلودگی هوا می‌توان آسم، برونشیت، آمفیزم، پنومونی، بیماری‌های انسدادی را می‌توان نام برد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴). در بسیاری از مطالعات به بررسی آمار مراجعات بیماران تنفسی به اورژانس‌های بیمارستانی با تغییر آلاینده‌های هوا اشاره شده است. نتایج مطالعات Chkmak و همکاران (۲۰۱۲) در ۱۱ شهر کانادا تأییدکننده ارتباط بین میزان بستری شدن افراد مبتلا به آسم و ذرات آلوده‌کننده هوا بود که

* ایمیل نویسنده مسئول: D.namamdarkhojasteh@shahed.ac.ir

این ارتباط در روزهای با آلودگی بیشتر هوا تقویت پیدا می‌کند. همچنین بعضی از محققین نشان دادند که با افزایش آلاینده‌ها میزان مرگ افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به مطالب بالا، ضرورت چنین مطالعه‌ای در یکی از استان‌های در معرض توفان‌های گرد و غبار ضروری می‌باشد. هدف از مدل سازی پیش‌بینی تعداد میزان مرگ و میر در سال‌های آینده و مدیریت کنترل منشا گرد و غبار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری، تعداد مراجعات به بیمارستان و میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی مردم شهر اهواز برای دوره نه ساله بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵ می‌باشد. تعداد نمونه بر اساس آمار تعداد مراجعات به بیمارستان‌های مذکور و تعداد مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا به دست می‌آید. روش نمونه‌گیری بر اساس داده‌های ثبت‌شده در بیمارستان‌های مذکور می‌باشد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با نرم‌افزار SPSS V22 انجام شد. بعد از گرفتن اطلاعات، تجزیه و تحلیل با نرم افزار ذکر شده انجام شده و بعد از حذف داده‌های پرت و غیره آنالیز بر روی داده‌ها انجام می‌شود. برای بررسی ارتباط مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا و میزان آلودگی ناشی از گرد و غبار (PM₁₀) از روش همبستگی پیرسون و روش‌های آماری دیگر استفاده می‌شود. مدل سازی رابطه بین آلودگی ناشی از گرد و غبار و مرگ و میر ناشی از آلودگی، با شبکه عصبی مصنوعی در راستای پیش‌بینی تعداد مراجعات به بیمارستان برای سال‌های آینده انجام شد. در طراحی مدل شبکه عصبی مراحل جمع‌آوری داده‌ها، پیش‌پردازش روی آن‌ها، انتخاب توپولوژی و نوع شبکه (تعیین تعداد لایه‌های پنهان، تعداد نرون‌های هر لایه، انتخاب توابع فعال‌سازی)، تقسیم داده‌ها به بخش‌های آموزش، CV و آزمون و ارزیابی مدل و غیره به‌طور سیستماتیک صورت پذیرد. انتخاب بهترین الگوریتم، تعداد ورودی و لایه مخفی بر اساس میزان ضریب تبیین و خطا به دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱- نمایی شبکه عصبی مصنوعی (De Oliveira, 2017)

نتایج و بحث

نتایج آماری مربوط به داده‌های آلودگی هوا و میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی در جداول (۲) و (۱) ارائه گردیده است. این نتایج نشان می‌دهد که میانگین شاخص PM₁₀ ۲۲۳/۶۵ بوده که نشان‌دهنده غلظت بالای این شاخص در شهر خوزستان را نشان می‌دهد. بالا بودن میزان این شاخص به احتمال زیاد مربوط به غلظت بالای گرد و غبار محلی و منطقه‌ای می‌باشد. نتایج سایر شاخص‌های در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آماری مربوط به مرگ و میر روزانه نشان می‌دهد که بیشترین میزان کل مرگ و میر (مرد، زن در تمام سنین) ۱۴ نفر در روز می‌باشد. عوامل دیگری به‌جز میزان آلودگی هوا و گرد و غبار ممکن است بر روی این میزان تأثیرگذار باشد و در این مقاله به این موضوع پرداخته شده است.

جدول ۱- آنالیز آماری داده‌های اقلیمی و آلودگی هوا

شاخص‌ها	رطوبت (درصد)	دما (°C)	CO (ppm)	SO ₂ (ppm)	PM ₁₀ (µg m ⁻³)	NO ₂ (ppm)	NO (ppm)	O ₃ (ppm)
میانہ	۴۰	۲۷/۶	۰/۸۹	۱۴/۱۵	۱۵۰	۱۸/۷۱	۱۵/۸۵	۲۱/۷۳
انحراف معیار	۱۸/۳۴	۹/۴۲	۱/۹۸	۲۲/۰۲	۲۸۴/۴۸	۲۴/۵۹	۲۳/۵۵	۹۰/۳۷
واریانس	۳۳۶/۱۹	۸۸/۷۲	۳/۹۳	۴۸۴/۶۹	۸۰۹۲۹/۱۹	۶۱۴/۶۵	۵۵۴/۵۷	۸۱۶۷/۵۰
کشیدگی	-۰/۵۸	-۱/۳۲	۴۰۸/۱۸	۴۷/۶۴	۵۵/۶۶	۸/۰۲	۵۷/۴۳	۱۱۹۴/۰۶
چولگی	۰/۵۰	-۰/۱۷	۱۶/۲۲	۵/۳۵	۶/۳۴	۲/۲۳	۴/۸۲	۳۳/۳۵
بیشینه	۹۶	۴۷/۸	۵۹/۸۶	۳۴۴/۳۶	۳۲۲۴/۲۱	۲۴۲/۱۸	۴۷۹/۵۴	۳۴۵۹/۴۳
دامنه	۸۹	۴۶/۴	۵۹/۷۷	۳۴۴/۳۴	۴۲۹۹/۴۶	۲۴۱/۳۵	۴۷۸/۷۶	۳۴۵۹/۴۰
میانگین هورمونیک	۳۴/۳۳	۲۲/۸۸	۰/۵۶	۷/۲۳	۱۳۸/۵۱	۸/۲۱	۹/۶۳	۴/۷۹
میانگین هندسی	۳۸/۲۳	۲۵/۰۱	۰/۸۱	۱۳/۵۱	۱۶۶/۶۳	۱۶/۱۵	۱۴/۷۶	۲۰/۸۸
میانگین	۴۲/۲۵	۲۶/۹۰	۱/۲۲	۱۹/۴۲	۲۲۳/۶۵	۲۵/۶۹	۲۲/۱۲	۲۸/۳۲
کمینه	۷	۱/۴۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۲۴/۷۵	۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۰۲
میانگین خطای معیار	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۴۱	۵/۰۹	۰/۴۴	۰/۴۳	۱/۷۰

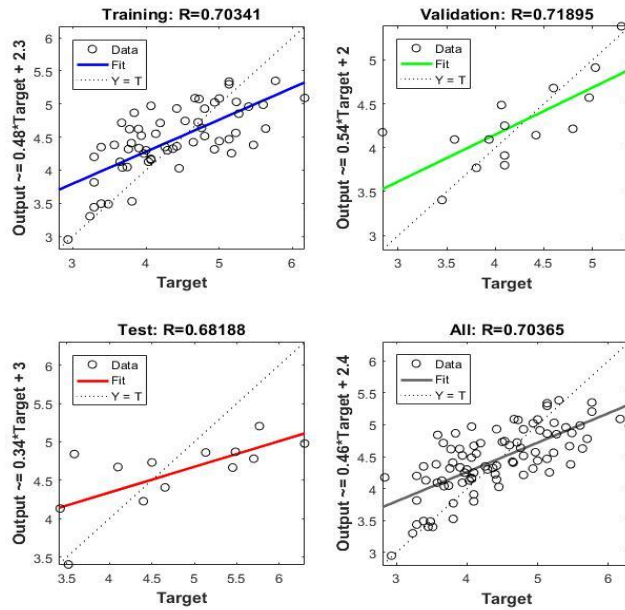
جدول ۲- آنالیز آماری داده‌های بیمارستانی مربوط به مرگ و میر روزانه

میزان مرگ	زنان	مردان	کل
میانہ	۲	۲	۴
انحراف معیار	۱/۴۲	۱/۶۸	۲/۲۷
واریانس	۲/۰۳	۲/۸۳	۵/۱۶
چولگی	۰/۶۹	۰/۶۶	۰/۵۴
کشیدگی	۰/۸۴	۰/۷۴	۰/۶۴
بیشینه	۹	۱۱	۱۴
کمینه	۰	۰	۰
میانگین انحراف معیار	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴

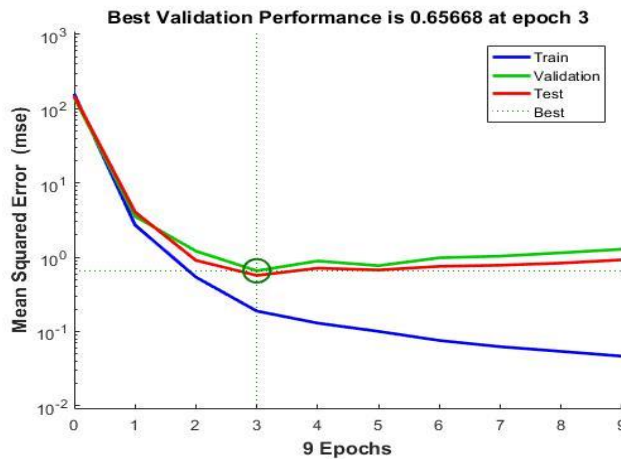
از آنجایی که هیچ شبکه عصبی با ساختار اطلاعاتی مشخص را نمی‌توان به‌طور عمومی به‌عنوان مناسب‌ترین شبکه در نظر گرفت، شبکه‌ها بر اساس سعی و خطا انتخاب و با معیارهای مختلف ارزیابی می‌شوند. نتایج حاصل از مدل‌سازی پیش‌بینی میزان مرگ و میر با شبکه عصبی در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج بررسی کارایی شبکه با توپولوژی ۱-۱۷-۶ نشان داد که میزان ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده برای داده‌های ارزیابی ۰/۷۱ می‌باشد (شکل ۲) و کمترین میزان خطا در Epoch ۳ می‌باشد (شکل ۳). همان‌طور که از مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی مشخص است، مدل شبکه عصبی مصنوعی در این مطالعه ابزارهای قدرتمند به منظور شبیه‌سازی میزان مرگ و میر است.

در تحقیقی Koop و Tole (۲۰۰۴) در برآورد آثار آلودگی هوا بر سلامت و میزان مرگ و میر به اهمیت استفاده از داده‌های سری زمانی در تورنتو کانادا در دوره زمانی ۱۹۹۷-۱۹۹۲ و یکسان نبودن یک الگوی جهت برآورد دقیق آثار آلودگی هوا بر سلامت، اشاره کردند. بر اساس برآورد نقطه‌ای این پژوهش اثر آلاینده‌های مختلف بر مرگ و میر مثبت و درعین‌حال کوچک بود. در پژوهشی Vaneckova و همکاران (۲۰۰۸) در استرالیا به این نتیجه رسیدند که میان مرگ و میر و افزایش دما ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد، اما زمانی که آلاینده‌های همچون ازن و ذرات معلق نیز در نظر گرفته شدند این اثر در نوسان بوده است و هیچ ارتباط معنی‌داری بین مرگ و میر و عناصر آب و هوایی و رطوبت نسبی پیدا نشد. در تحقیقی Di Ciaula و

همکاران (۲۰۱۲) در ایتالیا نشان دادند که همبستگی مثبتی بین پذیرش بیمارستانی افراد کهنسال و آلودگی هوای اطراف نیروگاه وجود دارد. مرشدی و همکاران نیز در بوشهر نشان دادند که بین گرد و غبار و میزان بیماری‌های تنفسی، تغییرات آب و هوا و فصول مختلف سال ارتباط معنی‌داری وجود دارد. جنیدی و همکاران نشان داده‌اند که تماس طولانی‌مدت با PM_{10} منجر به کاهش قابل توجه امید به زندگی در افراد جامعه می‌شود. خانجانی و همکاران در کرمان گزارش دادند که ارتباط معنی‌داری مواجهه با ذرات گرد و غبار، ازن، دی‌اکسید گوگرد و مرگ و میر تنفسی وجود دارد. لذا این احتمال وجود دارد که بسیاری از بیماران تنفسی قبل از مراجعه به بیمارستان و ثبت شدن در لیست بیماران تنفسی فوت نمایند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۲- ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و پیش‌بینی شده برای آموزش، آزمون و ارزیابی



شکل ۳- ارزیابی MSE برای آموزش، آزمون و ارزیابی

نتیجه‌گیری

در این مطالعه به طور خلاصه به مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در ارتباط بین میزان مرگ و میر و آلودگی هوا در استان خوزستان با ۸ ورودی از جمله رطوبت هوا، دما، SO_2 ، CO_2 ، NO_2 ، NO ، CO ، PM_{10} و یک خروجی میزان مرگ و میر با استفاده از داده‌های ۹ ساله پرداخته شد. از آنجایی که تعداد نرون‌های لایه ورودی تابعی از عوامل مؤثر بر خروجی (میزان مرگ و میر) هستند، با آنالیز حساسیت ورودی‌های که بیشترین تأثیر در خروجی داشتند مشخص گردید. در این مطالعه شبکه ۶ ورودی و ۱۷ نرون در لایه میانی بهترین نتیجه را داشت. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان‌دهنده دقت خوب شبکه عصبی در پیش‌بینی میزان مرگ و میر ناشی از گرد و غبار و آلودگی هوا دارد. با توجه به اینکه بیشترین میزان آلودگی هوا در استان خوزستان مربوط به توفان‌های گرد و غبار (PM_{10}) می‌باشد، لذا کنترل گرد و غبار و کاهش آلودگی هوا برای کاهش میزان مرگ و میر ناشی از این آلودگی‌ها امری ضروری بوده و بایستی بیشتر مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

منابع

- جمالی ف؛ و بیات ف. ۱۳۹۰. پیامدهای منفی پدیده گرد و غبار بر سلامت و راهکارهای عملی مقابله با آن، اولین کنگره بین‌المللی پدیده گرد و غبار و مقابله با آثار زیانبار آن، خوزستان، اهواز، ۲۸-۲۶ بهمن‌ماه، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۳۲۷ صفحه.
- خالدی ک. ۱۳۹۲. زیان‌های اقتصادی توفان گرد و غبار بر استان‌های غربی ایران (مطالعه موردی: خوزستان، خوزستان و کرمانشاه). فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال هفتم، شماره سوم، ص: ۱۰۵-۱۲۵.
- رضایی، ش. خانجانی، ن.، محمدی سجده کوه، س.، دارابی فرد، ز. ۱۳۹۴. بررسی اثرات آلودگی هوا بر مراجعه بیماران تنفسی به اورژانس بیمارستان در کرمان. مجله بهداشت و توسعه، ۴(۴)، ۳۱۴-۳۰۶.
- نجیمی ع، احمدی زاده و دیمیادی ع.ا. ۱۳۸۸. قم غرق در گرد و غبار، اداره کل حفاظت محیط زیست استان قم، تیر ماه ۱۳۸۸، ص: ۷.
- Achudume, A. and B. Oladipo. 2009. "Effects of dust storm on health in the Nigerian environment." *Biology and Medicine* 1(4): 21-27.
- Cakmak S, Dales RE, Coates F. 2012. Does air pollution increase the effect of aeroallergens on hospitalization for asthma? *Journal of Allergy and Clinical Immunology*.129(1): 228-31.
- Di Ciaula A.2012. Emergency visits and hospital admissions in aged people living close to a gas fired power plant. *Eur J Intern Med*. 23(2): 53-8.
- Koop G, Tole L.2004, Measuring the health effects of air pollution: to what extent can we really say that people are dying from bad air? *Journal of Environmental Economics and Management*. 47(1):30-54.
- Vaneckova P, Beggs PJ, de Dear RJ, McCracken KW. 2008. Effect of temperature on mortality during the six warmer months in Sydney, Australia, between 1993 and 2004. *Environ Res*. 108(3):361-9.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

Using artificial neural network model to predict mortality related to dust and air pollution

(Case study: Khuzestan province)

Namdar Khojasteh D.^{*1}, G. Goudarzi², R. Taghizadeh-Mehrjerdi³

¹ Assistant Prof. Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahed University, Iran

² Associate Prof. Air pollution and respiratory diseases research center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Iran

³ Assistant Prof. Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Iran

Abstract

The effect of dust and air pollution concentration on human health is very important and causes many respiratory diseases such as asthma, bronchitis, cardiovascular diseases, ocular diseases, and so on. The effect of high concentrations of air pollutants, including PM₁₀, could also be effective in mortality. In this paper, for examining the air pollution on mortality and its modeling, on air pollution and hospital mortality, database in Khuzestan province was used for a period of nine years. The results of ANN model with 8 inputs such as temperature, relative humidity, PM₁₀, CO, NO, NO₂, CO₂, SO₂, and one output (mortality) showed that the network with topology 6-17-1 had the best correlation coefficient (0.71 for evaluation data) and the lowest MSE (0.56). So, due to the impact of these pollutants on mortality rates and since the significant part of these pollutants are related to dust in Khuzestan province, so that the serious attention and more studies are felt to control dust and air pollution.

Keywords: Dust, Artificial Neural Network (ANN), Mortality, Air Pollution

*Corresponding author, Email: D.namdarkhojasteh@shahed.ac.ir