

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

## ارزیابی کاربرد نیروی باد در تهويه‌ی طبیعی شهرهای استان فارس

سهراب قائدی<sup>۱</sup>

### چکیده

تهويه‌ی هوا برای تأمین آسايش دمایي انسان با کاربرد سوخت‌های فسیلی، علاوه بر ایجاد هزینه موجب آلودگی هوا و تغیيرات آب و هوایی شده است. در اين نوشتار با بررسی ویژگی‌های دمایي، تندی و سمت باد و موقعیت شهرها نسبت به ناهمواري‌های کناري‌شان در گستره‌ی استان فارس تلاش شده است، تا تهويه‌ی طبیعی با نیروي باد که از ديرباز در معماری ايران رايچ بوده است، بررسی و ارزیابی گردد. بررسی تندی و سمت باد چيره و موقعیت شهرها نسبت به ناهمواري‌ها اين امكان را ايجاد می‌کند که با طراحی جهت ساختمان‌ها و اجزاي آنها برای تهويه‌ی طبیعی در جهت مرتفع ترین مناطق کوهستانی و ديگر عوامل ميكروکليمائي سطح زمين از هواي مطبوع اين مناطق برای تهويه طبیعی بهره جست. شيو دماهای کمينه و بيشينه‌ی استان در بهار و تابستان بيانگر افزایش آن از شمال شرق به جنوب غرب است. به نظر مى‌رسد که جز در ايستگاه شيراز در ساير ايستگاهها بين سمت باد چيره و موقعیت ناهمواري‌های مرتفع همچواني وجود ندارد. با اين حال مى‌توان از سمت مناسب سازه‌ها برای استفاده از هواي مطبوع در زمان دمایي کمينه محیط بیرونی و از سمت نامناسب برای مقابله با گرمبادها، گردوغبار و يا ساير شرایط نامساعد محیطي آگاه شد.

**واژگان کلیدی:** نیروی باد، تهويه طبیعی، آسايش دمایي، استان فارس.

## مقدمه

لزوم استفاده از انرژی برای تهویه مطبوع و تأمین آسایش دمایی انسان از یک سو و استفاده ای بیش از حد از سوخت های فسیلی و در نتیجه تغییرات آب و هوایی از سوی دیگر، انسان را به فکر استفاده از نیروهای طبیعی و انرژی های پاک برای داشتن زندگی راحت تر و توسعه ای پایدار با کمینه ای آسیب به محیط واداشته است. یکی از مسائل جهان امروز، مسئله ای صرفه جویی در مصرف انرژی هایی است که قابل تجدید نیستند. استفاده از نیروهای طبیعی نه تنها محیط زندگی را به فضای آسوده تبدیل خواهد کرد بلکه در کاهش مصرف انرژی نیز تأثیر فراوانی خواهد داشت (طاووسی و همکاران، ۱۳۸۷). در صورتی - که بتوان از نیروی طبیعی باد برای ایجاد آسایش دمایی بهره برد، هر دو هدف که ایجاد آسایش دمایی و بهره گیری از نیروهای طبیعی برای کاهش تأثیر بر آب و هوا و گرمایش جهانی است، دست یافتنی می گردد. تغییرپذیری شرایط محیطی تأمین آسایش دمایی برای انسان را با دشواری هایی روپردازد، انسان را به طراحی مسکن برای کاهش تأثیرات تغییرپذیری شدید محیط بر زندگی خود واداشته است. طراحی مسکن بر اساس شرایط آب و هوایی یک منطقه اولین خط دفاعی در مقابل عوامل خارجی ساختمان است (قبادیان و مهدوی، ۱۳۷۲). در گذشته شدت و جهت وزش بادها در شکل گیری شهرها نقش مهمی داشته است (قبادیان، ۱۳۹۰) و در بافت سنتی معماری ایرانی از اصول آب و هوایی باد در ساختار شهر استفاده می شده است (عباسزاده و همکاران، ۱۳۹۳). توجه به سمت و تندی باد در نواحی که این عنصر آب و هوایی نسبت به بقیه ای عناصر اقلیمی اثرات آسایشی مثبت و منفی عمیق تری دارد، اهمیت بیشتری دارد (سلیقه، ۱۳۸۲). یکی از ویژگی های اساسی محیط های شهری پایدار، سازگاری و هماهنگ بودن آنها با ویژگی های آب و هوای محلی است (Ipenz, 2007). آگاهی و شناخت نسبت به ویژگی های نیروی طبیعی باد و طراحی سمت ساختمان، دریچه ها و سایر اجزای بکار رفته در ایجاد تهویه طبیعی همواره مورد توجه انسان بوده است. از دیرباز بهره جستن از بادگیرها در معماری کوه ایران به ویژه در مناطق گرم برای تهویه طبیعی مرسوم بوده است و در سفرنامه ها از جمله ناصرخسرو (قرن پنجم هجری) در نایین اصفهان و مارکوپولو گردشگر ونیزی در هرمز (قرن هفتم هجری) به آن اشاره نموده اند، هرچند در کنکاش های باستان شناسی به وجود این بادگیرها قبل از اسلام پی برده اند و اولین سند تاریخی در مورد آنها به هزاره چهارم پیش از میلاد در ایران باز می گردد (محمودی و مفیدی شمیرانی، ۱۳۸۷). با این حال بادگیرها تنها اجزای معماری برای تهویه طبیعی بیشتر از خنک کننده های آبی استفاده می شود و با توجه به کمبود آب در استان، بحران های زیست محیطی و خشکسالی های رخداده در سال های اخیر، لازم است تا در همه زمینه ها مصرف آب کنترل شود. هدف از این نوشتار، بررسی ویژگی های دمای کمینه و بیشینه ای استان فارس در دوره گرم سال است تا شرایط آسایش دمایی در استان مشخص گردد و سپس با ارزیابی رفتار باد و شرایط ناهمواری و ویژگی های فیزیکی سطح زمین، امکان استفاده از نیروهای طبیعی در این زمینه سنجیده شود. بنابراین ویژگی های دمای کمینه و بیشینه استان، رفتار باد در ایستگاه های مورد مطالعه، شرایط ناهمواری و میزان انطباق آنها با یکدیگر سوالات تحقیق در پژوهش هستند.

## مبانی نظری و پیشینه تحقیق

شرایط آسایش دمایی به محدوده ای از دما و رطوبت گفته می شود که در آن سازوکار تنظیم دمای بدن در کمینه ای کار کرد خود باشد (Givoni, 1976). آسایش حرارتی انسان نتیجه تعادل انرژی بین سطح بدن و محیط زیست است که بر فیزیولوژی، روانشناسی و رفتار انسان اثرگذار هستند (McGregor, 2012). بر اساس آسایش دمایی اولگی، محدوده ای آسایش دمایی بین ۲۱

تا ۲۷/۷ درجه سانتی گراد و نم نسبی بین ۳۰ تا ۶۵ درصد است (Olgyay, 1973) و در ایالات متحده ای آمریکا این استاندارد از دمای ۲/۲ تا ۲۵/۶ درجه سانتی گراد و نم نسبی ۲۰ تا ۸۰ درصد است (Ashrae, 1985).

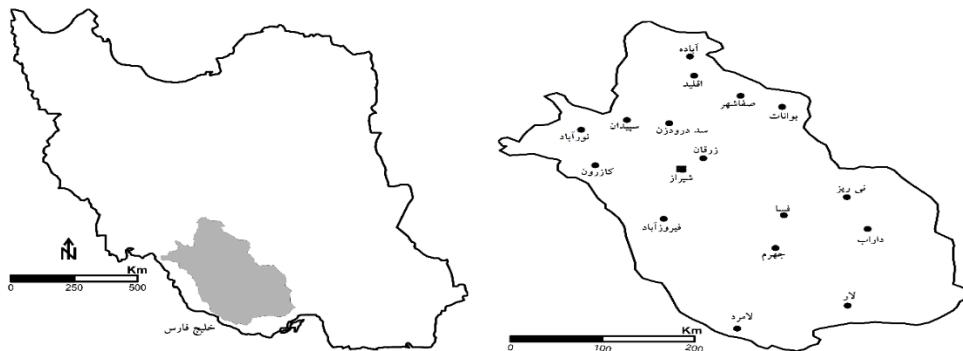
تهویه‌ی هوا به عمل جانشین کردن یا جابجایی هوا در یک فضا گفته می‌شود که به منظور تأمین هوای تازه، خارج کردن هوای گرم و مرتبط و خنک کردن فضا و تأمین آسایش دمایی انسان انجام می‌شود (واتسون، ۱۳۸۷). نیروهایی که باعث تهویه‌ی طبیعی می‌شوند، در دو عامل کلی باد و ویژگی شناوری خلاصه می‌شوند (Cibse, 2005). مک کارتی (۱۳۸۵) بر این باور است که تهویه‌ی طبیعی بر سه عامل تنفس باد و اختلاف دمایی مبنی است. برای استفاده از تهویه‌ی طبیعی از راهکارهای مختلفی از جمله بادخور، بادخان، دودکش‌های خورشیدی، پنجره‌های تهویه‌دار یک یا دو طرفه، نماهای یک یا دو طرفه و استفاده از آتريوم بر پایه‌ی اثر دودکشی می‌توان استفاده کرد (Allard and Ghiaus, 2005). در ایران در زمینه‌ی آسایش دمایی کارهای گوناگونی صورت گرفته است ولی کمتر به تهویه‌ی طبیعی پرداخته شده است که از آن جمله می‌توان به این موارد پرداخت. رنجبر و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی طراحی اقلیمی متناسب با جریان باد در شهر بوشهر دریافتند که طراحی اقلیمی متناسب با جریان باد در بافت قدیم این شهر، در ویژگی‌هایی همچون مکانیابی و تنظیم طبقات ارتفاعی بافت، شکل میدان و معابر شهری، جهت‌گیری معابر و مقطع عرضی معابر در جهت کوران بیشتر، شکل فضای معماری و جزئیاتی همچون شناسیر، طارمه، بون و ... تبلور پیدا می‌کند. احدي و عليرضائي (۱۳۹۳) با مطالعه‌ی فرم مناسب سقف و بادخورها و بادگیرها در تهویه طبیعی شهر چابهار دریافتند که کشیدگی ساختمان‌ها و جهت دریچه‌های تهویه‌ی هوا در چابهار بهتر است به سمت جنوب شرق تا جنوب غرب باشد و همچنین سقف‌های شبیدار در سمت مخالف باد و پس از آن سقف‌های منحنی، کارایی بهتری در سرعت و حجم تهویه‌ی هوا دارد.

## مواد و روش تحقیق

برای بررسی ویژگی‌های دمایی استان فارس، میانگین دمای کمینه و بیشینه استان در دوره‌ی گرم سال (شش ماهه‌ی نخست سال) در دوره‌ی آماری موجود در هر یک از ایستگاه‌ها (از ابتدای پایه‌گذاری ایستگاه‌ها تا پایان شهریور سال ۱۳۹۶) بررسی گردید. به این منظور از داده‌های ۱۸ ایستگاه همدید استان شامل آباده، اقلید، بوئانات، جهرم، داراب، زرقان، سپیدان، سد درودزن، شیراز، صفاشهر، فسا، فراشبند، فیروزآباد، کازرون، لار، لامرد، نورآباد، نی‌ریز و ۶ ایستگاه در استان‌های همسایه شامل بوشهر، بندرلنگ، سیرجان، شهرستان، یاسوج و یزد به منظور میان‌یابی داده‌ها استفاده شد. برای ترسیم خطوط هم تراز دما از روش کریجینگ بهره برده شد. برای تعیین ویژگی‌های رخداد باد نیز از داده‌های سرعت و جهت باد چیره (غالب) روزانه (از ابتدای پایه‌گذاری ایستگاه‌ها تا پایان شهریور سال ۱۳۹۶) در دوازده شهر فارس شامل (آباده، جهرم، داراب، زرقان، سپیدان، شیراز، فیروزآباد، فسا، کازرون، لار، لامرد و نی‌ریز) که پراکندگی جغرافیایی مناسبی داشتند، استفاده شد. برای شهرهایی قرار گرفته در مناطق شمالی با آب و هوای سرد مانند آباده و سپیدان از داده‌های اردیبهشت تا پایان شهریور، برای شهرهایی با آب و هوای معتدل شامل زرقان، شیراز، فسا، فیروزآباد و نی‌ریز از داده‌های فروردین تا پایان شهریور و برای شهرهای گرم استان شامل جهرم، داراب، کازرون، لار و لامرد از داده‌های فروردین تا پایان مهرماه استفاده شد. نقشه‌ی ناحمواری‌های استان نیز با هدف تعیین موقعیت مناطق مرتفع کوهستانی نسبت به شهرهای استان برای استفاده از هوای مطبوع کوهستانی جهت تهویه طبیعی بکار گرفته شد.

محدوده مورد مطالعه

استان فارس در جنوب غربی ایران و در محدوده‌ی بین  $۳۱^{\circ} ۴۵' ۰$  (شهرستان آباده) عرض شمالی و  $۳۴^{\circ} ۵۰'$  (شهرستان ممسنی) تا  $۳۶^{\circ} ۵۵'$  (شهرستان لارستان) طول شرقی قرار گرفته است. طول آن در جهت شمال به جنوب حدود  $۵۰۰$  و عرض آن حدود  $۴۸۳$  کیلومتر است. در این گستره‌ی پهناور جغرافیایی، علاوه بر عامل عرض جغرافیایی، ارتفاع و توده هوایی گوناگون موجب تنوع آب و هوایی استان شده است. شکل ۱ موقعیت استان فارس در ایران و ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شکل ۱ موقعیت استان فارس در ایران (سمت راست) و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد.

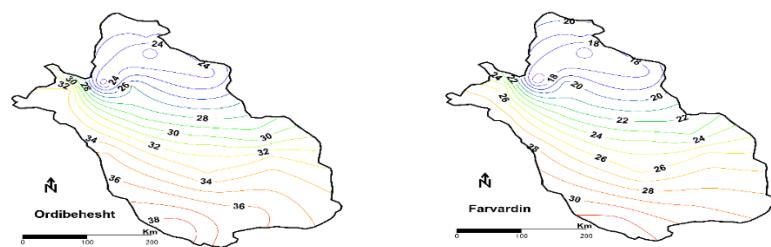


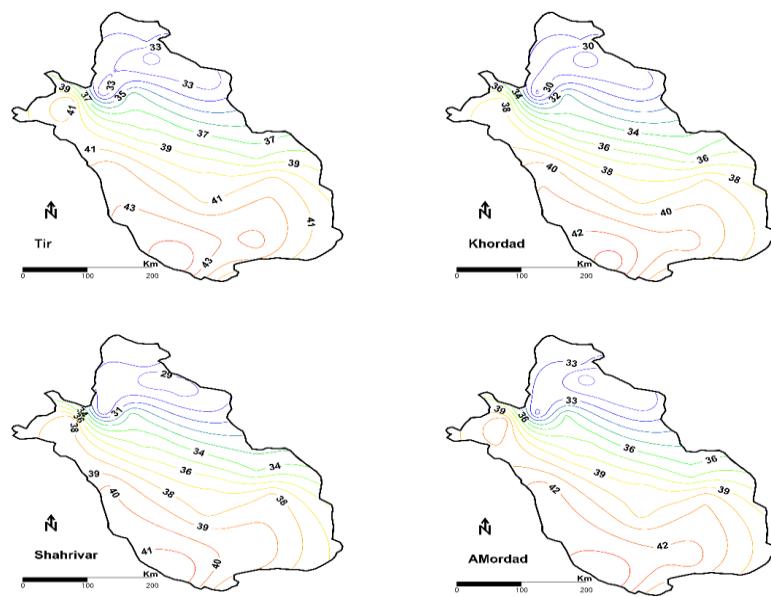
شکل (۱): موقعیت استان فارس در ایران (سمت راست) و ایستگاه‌های مورد مطالعه (سمت چپ)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

الف- دمای بیشینه‌ی استان

شکل ۲ میانگین بیشینه‌ی دمای استان را در شش ماهه‌ی نخست سال نشان می‌دهد. شبی دمایی جهتی شمالی - جنوبی دارد و کمترین دماها در مناطقی از شمال استان که شامل سپیدان، اقلید، آباده، صفاشهر و بوانات می‌باشد، دیده می‌شود. از این مناطق به سمت مناطق مرکزی استان دما افزایش یافته و بیشترین دماها در مناطق جنوب غربی استان مشاهده می‌شود. مناطقی از غرب استان که مربوط به فراشبند، کازرون و ممسنی است نیز جزو مناطقی با دمای بیشنه هستند که کمی ارتفاع این مناطق مهم‌ترین دلیل این دمای بالاست. ماهه‌ای خرداد تا مرداد دماهای بالاتری که در مناطق جنوب غربی این دما به ۴۳ درجه سانتی‌گراد می‌رسد را نشان می‌دهند. با توجه به محدوده‌ی دمای آسایش در فروردین در نیمه شمالی استان تقریباً همه‌ی مناطق، دما مناسب بوده و نیازی به خنک کننده‌ها وجود ندارد. در ادبیه‌شت این محدوده تنها به قسمت شمالی استان محدوده شده و سایر مناطق نیاز به تهویه هواست. در سایر ماهه‌ای سال آسایش دمایی در زمان بیشینه‌ی دما وجود ندارد.

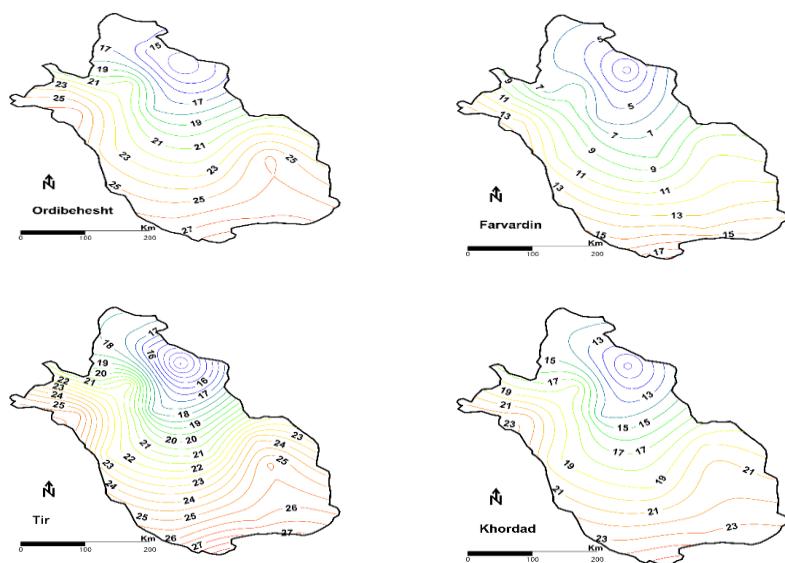


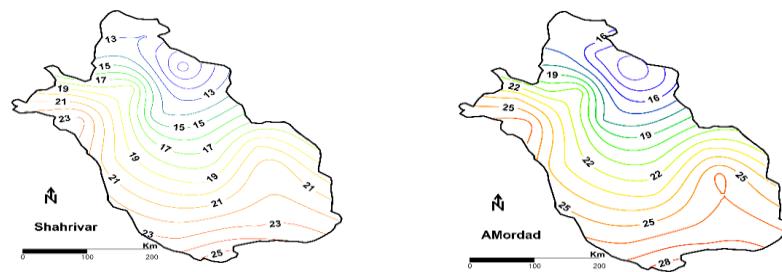


شکل (۲): میانگین پیشینه‌ی دمای استان فارس در شش ماهه‌ی نخست سال

#### ب- دمای کمینه‌ی استان

در شکل ۳ میانگین کمینه‌ی دمای استان آورده شده است. معمولاً کمترین دمای شبانه روز پیش از طلوع آفتاب ثبت می‌گردد، یعنی زمانی که تابش خورشیدی وجود ندارد و بیشترین بازتابش زمینی در آن زمان رخ داده است (کاویانی، ۱۳۸۰). کمینه‌ی دما از آن نظر اهمیت دارد که از این جریان هوای خنک و مطبوع می‌توان برای تهویه‌ی هوا بدون هرگونه تغییر در آن در ساعت‌های اولیه‌ی روز استفاده کرد. در مناطق شمالی استان در تمام ماه‌ها این هوای مطبوع قابل استفاده است ولی به سمت جنوب و به‌ویژه در ماه‌های تیر و مرداد استفاده‌ی مستقیم از این دماهای کمینه کاهش می‌یابد. دمای کمینه از آن‌رو دارای اهمیت است که در ساعت‌های ابتدایی روز در صورت شرایط مناسب می‌توان از آن برای تهویه طبیعی ساختمان استفاده کرد.





شکل (۳): میانگین کمینه‌ی دمای استان فارس در شش ماهه‌ی نخست

#### پ- بررسی طبیعی رفتار باد و موقعیت ناهمواری‌ها در شهرهای استان

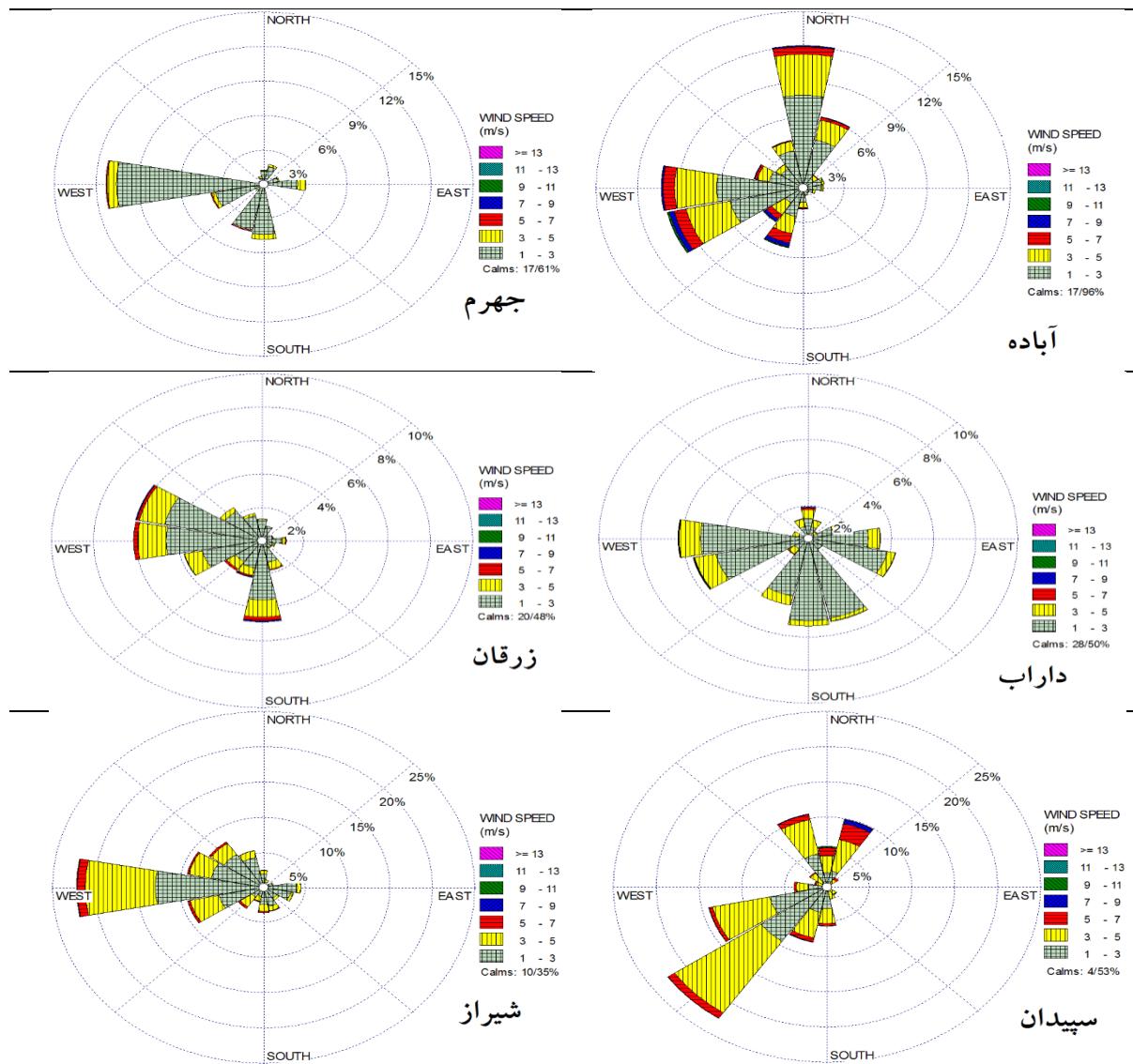
باد حرکت افقی هوا است که بیش از یک متر بر ثانیه تندی داشته باشد و بین مناطق ناهمسان فشار ایجاد می‌شود (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۹۶). در شرایط متفاوت دمایی در سطح زمین، باد از مناطق سردتر (پرفشار) به سوی مناطق گرم‌تر (کم فشار) می‌وزد تا اختلاف دما را کاهش داده و منجر به موازنی دما گردد. شناسایی تندی، سمت و منشأ وزش باد در یک گستره‌ی جغرافیایی این امکان را ایجاد می‌کند که بادهای مطلوب شناخته شود و از آن در تهويه‌ی طبیعی سازه‌ها استفاده گردد. با این هدف گلبادهای مربوط به ۱۲ ایستگاه همدید استان که پراکنش جغرافیایی آن بگونه‌ای انتخاب شده است که مناطق مختلف استان را در برگیرد، ترسیم گردید (شکل ۴). هدف از ترسیم این گلبادها تعیین تندی و سوی باد در دوره‌ی گرم هر یک ایستگاه‌ها و مقایسه‌ی آن با موقعیت ناهمواری‌های مرتفع (شکل ۵) در نزدیکی هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه است. هرچند که وزش باد بین بلندی‌ها و مناطق پست همیشگی نبوده و در طول روز با تغییر شیوه دما بین این مناطق جهت باد نیز تغییر می‌کند؛ اما از آنجا که عموماً هوای جریان یافته از مناطق کوهستانی مرتفع خنک‌تر و مطبوع‌تر از مناطق کم‌ارتفاع است، تعیین موقعیت ناهمواری‌های مرتفع نسبت به ایستگاه‌های مورد مطالعه، می‌تواند سوی ساختمان‌ها و اجزای تهويه در آنها را تعیین کند. جهت ساختمان‌ها، دریچه‌ها و دیگر اجزا می‌تواند به یک یا چند سمت در جهت ناهمواری‌های مرتفع منطقه قرار گیرد. سمت باد چیره در آباده، شمالی، غربی و جنوب‌غربی است و در سایر جهت‌ها نیز بادهای محدودی می‌وزد. بیشترین ارتفاع در این منطقه مربوط به ناهمواری‌های غربی با ارتفاع ۳۰۰۰ متر است. در شمال‌شرق، شمال‌غرب و جنوب‌غرب آن نیز ناهمواری‌هایی با ارتفاع ۲۵۰۰ متر دیده می‌شود. شاید چنین تصور شود که بهترین جهت بادگیرها در این منطقه سمت غرب است که در ۱۰٪ موارد باد چیره از آن سوی می‌وزد، اما بیابان‌های قرار گرفته در این منطقه که ناهمواری‌های منطقه را احاطه کرده‌اند و تا سمت استان یزد و اصفهان نیز امتداد یافته‌اند، این ارتفاعات را نامناسب ساخته‌اند. ارتفاعات اقلید در جنوب آباده مناسب‌تر از سایر مناطق به نظر می‌رسند و پس از آن می‌توان از جهت‌های شمال‌شرق، شمال‌غرب و جنوب‌غرب نیز برای جهت اجزای تهويه‌ی ساختمان استفاده کرد. وجود بیابان گستره‌ای ایزدخواست در حدفاصل آباده تا شهرضای اصفهان، بی‌شک موجب وزش بادهای نامطبوعی در منطقه می‌گردد که بایستی در طراحی‌ها در نظر گرفته شود. در ایستگاه کناری آن یعنی اقلید شرایط مناسب‌تری حکم‌فرماست و ارتفاعاتی با بلندی بیش از ۳۵۰۰ متر (چکاد بل با ارتفاع بیش از ۳۹۰۰ متر) در جنوب و بیش از ۳۰۰۰ متر در غرب، شرایط استفاده از تهويه طبیعی باد مناسب‌تر است. تندی بادها در منطقه‌ی جهرم نشان می‌دهد که این منطقه بادخیز نیست و بیشینه‌ی تندی باد در این منطقه از ۵ متر بر ثانیه بیشتر نمی‌شود. سمت باد چیره در آن غربی و سپس جنوبی است. بلندی ناهمواری‌های دور آن بیانگر بیش ترین ارتفاع در شمال‌غرب و جنوب‌شرق با بیش از ۲۵۰۰ متر است. در داراب طیف گستره‌ای از باد چیره از غرب تا شرق دیده می‌شود که البته بیشتر مربوط به غرب، جنوب، غرب-جنوب‌غرب و جنوب - جنوب‌شرق است. برخلاف سمت باد چیره، بلندترین ارتفاعات مربوط به شمال‌غرب تا شمال‌شرق داراب است؛

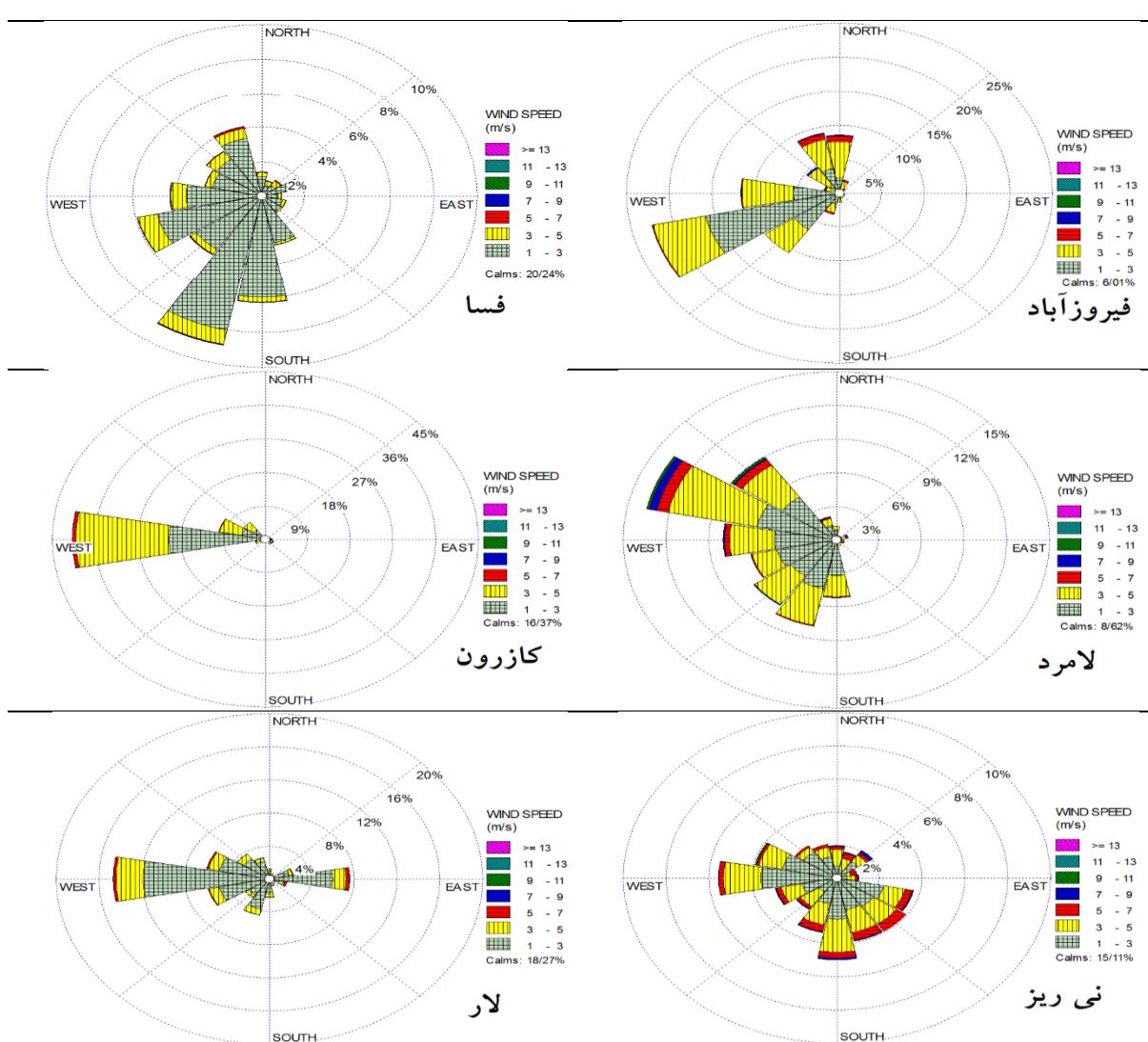
هرچند در شرق آن نیز ارتفاعاتی (حدود ۲۰۰۰ متر) دیده می‌شود. بنابراین بهترین جهت اجزای تهويه‌ی هوا در شهر داراب از شرق تا جنوب‌شرق آن است که با توجه نزدیکی بلندی‌های شرقی به شهر، اثرات آن بر شهر می‌تواند بیش از سایر جهتها باشد. بیش‌ترین تندری و سمت باد شهر زرگان مربوط به غرب، غرب شمال‌غرب و جنوب است؛ که در بیشتر موقعیت‌ها کمتر از ۷ متر بر ثانیه است و به ندرت به ۹ متر بر ثانیه نیز می‌رسد. بلندترین ارتفاعات در این منطقه در سمت جنوب‌غربی قرار گرفته است و ارتفاعات پراکنده‌ای نیز با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر از شرق تا غرب آن و ناهمواری‌هایی نیز در با همین حدود در شمال آن به چشم می‌خورد. در گذشته تالاب‌های ایجاد شده بوسیله‌ی رود که در گستره‌ای از شمال‌غرب تا جنوب‌شرق منطقه موجب اعتدال دما در منطقه گشته بود که با خشک شدن و از میان رفتن آنها و در نتیجه باقی ماندن گرما در محیط که قبلًا صرف تبخیر می‌شد (گرمای نهان تبخیر)، از شرایط اعتدال دمای منطقه کاسته شده است. از این‌رو می‌توان گفت که بهترین سمت بادهای مطبوع در منطقه جنوب شهر است. ارتفاع زیاد شهر سپیدان و موقعیت این شهر در میان ارتفاعات بلند منطقه، استفاده از نیروی باد را بسیار آسان نموده است. جهت باد چیره جنوب‌غربی است ولی بیش‌ترین ارتفاع در این منطقه در شمال و شمال‌غربی منطقه دیده می‌شود. در شمال شهر ارتفاع کوه رُنج به بیش از ۳۷۰۰ متر می‌رسد. از این‌رو با تعییه‌ی اجزای تهويه ساختمان به سمت شمال می‌توان از نیروی باد برای تهويه سازه‌ها بهره برد. سمت باد چیره در شیراز با بیش‌ترین ارتفاعات منطقه هم‌خوانی دارد و هر دو در سمت غرب قرار گرفته‌اند. از سمت غرب به دلیل افزایش ارتفاعات و قرار گرفتن بلندی‌های بسیار از جمله کوههای دراک و ارتفاعات قلات در سمت غرب با بیش از ۲۹۰۰ متر می‌تواند مناسب‌ترین سو برای جهت سازه‌ها و دیگر اجزای تهويه‌ی طبیعی باشد. سمت باد چیره در شهر فیروزآباد غرب - جنوب‌غرب است، اگرچه در سمت غرب، جنوب‌غرب، شمال و شمال - شمال‌غرب نیز وزش باد مشاهده می‌شود. با وجود اینکه این شهر در میان منطقه‌ای کوهستانی قرار گرفته است ولی بلندترین ناهمواری‌ها در سمت جنوب‌شرق و شمال‌غرب آن قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد ارتفاعات پیوسته شرق تا جنوب‌شرق منطقه تا میان فیروزآباد و شهر میمند قرار گرفته‌اند و فاصله‌ی بسیار کمی از شهر دارند، مناسب‌ترین جهت را برای ایجاد اجزای تهويه طبیعی فراهم نموده است. در شهر فیروزآباد بهترین جهت شرق و جنوب‌شرق است که بر خلاف سمت وزش باد چیره در منطقه است.

گستره‌ای از سمت چیره باد از جنوب - جنوب‌شرق تا شمال - شمال‌غرب با غلبه‌ی باد جنوب - جنوب‌غرب در شهر فسا مشاهده می‌شود که تندي آنها در بیشتر جهت‌ها از ۵ متر بر ثانیه بیشتر نمی‌شود. بررسی ناهمواری‌های اطراف شهر نیز بیانگر قرار گرفتن ارتفاعات بیش از ۳۱۰۰ متری خرمن کوه در شمال شهر و سپس ارتفاعاتی در شمال‌غرب و شمال‌شرق شهر است. هرچند ناهمواری‌های شمالی بسیار مرتفع‌تر هستند، اما نسبت به مناطق غربی فاصله‌ی بیشتری دارند. بنابراین بهتر است در وهله‌ی نخست از جهت‌غربی و سپس سمت شمال در این شهر استفاده کرد.

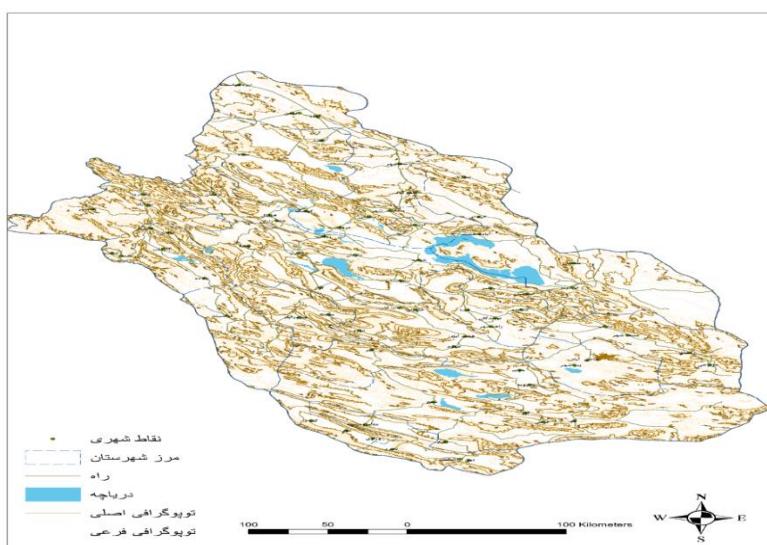
حدود ۴۰ درصد از بادهای شهر کازرون در دوره‌ی گرم سال از سمت غرب می‌وزد که سرعت آن گاه تا ۷ متر بر ثانیه می‌رسد. در این سمت ارتفاع ناهمواری‌ها کم است و به حدود ۱۵۰۰ متر می‌رسد و به مناطق گرم و خشک میان استان‌های فارس و بوشهر متنه می‌شود. بیش‌ترین ارتفاعات مربوط به شمال تا شرق شهر کازرون است که به مناطق مرتفع و ییلاقی دشت ارزن می‌رسد. بنابراین، بهتر است که سمت ساختمان‌ها، دریچه‌ها و دیگر اجزای تهويه طبیعی هوا در سمت شرق شهر قرار گیرند. گستره‌ی سمت باد شهر لامرد در جنوب استان فارس از جنوب تا شمال‌غرب ادامه دارد که غلبه با سمت غرب شمال‌غرب، شمال‌غرب و غرب است. این شهر با آب و هوایی گرم و خشک در ارتفاع حدود ۴۸۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است، ارتفاعات چندانی نیز در کثار خود ندارد و ارتفاعات اطراف آن به حدود ۱۰۰۰ متر در شمال و جنوب شهر می‌رسد. بنابراین، شاید بتوان در زمان‌هایی از ارتفاعات شمالی و جنوبی آن هم بصورت ترکیبی و با استفاده از عناصر دیگری از تهويه‌ی طبیعی بوسیله‌ی باد استفاده کرد. سمت باد چیره در ۱۵ درصد از موقعیت سال در شهر لار غربی است و سمت وارون

آن یعنی شرق نیز در رتبه‌ی بعدی قرار گرفته است. اگرچه این شهر در محاذره‌ی ارتفاعات قرار گرفته است، ولی بیشترین ارتفاعات مربوط به غرب شمال‌شرق شهر است که به حدود ۲۰۰۰ متر ارتفاع می‌رسد؛ بنابراین می‌توان از این سمت بیشتر بهره بردا. گلبد مریبوط به شهر نیز بیانگر وزش باد از تمام جهت‌های جغرافیایی است که تسلط با جهت غرب و جنوب است. بررسی نقشه‌ی ناهمواری‌ها نیز نشانگر قرار گرفتن ارتفاعاتی با بیش از ۲۵۰۰ متر از سمت شرق تا غرب شهر و همچنین در شمال آن است. وضعیت ناهمواری و فاصله شهر تا ارتفاعات چنین می‌نماید که سمت جنوب‌غربی برای جهت‌گیری بادگیرها در این شهر مناسب‌تر از سایر جهت‌های است. قرار گرفتن بیابان قطرویه در سمت شرق و دریاچه‌ی خشک شده بختگان در سمت غرب، خطر توفان‌های گردوغبار را افزایش می‌دهد که باستی مورد توجه قرار گیرد. در گذشته باغ‌های گسترده در اطراف شهر آن را تبدیل به یک باغ شهر بزرگ نموده بود که با گسترش شهر، بروز خشکسالی‌ها و کاهش تراز آب‌های زیرزمینی و سطحی منطقه، بسیاری از آنها از میان رفته‌اند.





شکل (۴): گلbad شهرهای مورد مطالعه در دوره‌ی گرم سال



شکل (۵): ناهمواری‌های استان فارس

## نتیجه‌گیری

تهویه‌ی درونی سازه‌ها بصورت طبیعی و بدون مصرف انرژی که علاوه بر کاهش هزینه‌های بسیار زیاد خانوارها در بازه‌ی کلان، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه کاهش گرمایش جهانی و تغییر اقلیم را به دنبال دارد، می‌تواند به عنوان هدفی بلند در راستای برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای مورد نظر قرار گیرد. از دیرباز در ایران با هدف استفاده از نیروی باد در این زمینه، بادگیرهایی با معماری‌های متفاوت در سکونتگاه‌های مناطق مختلف طراحی و اجرا گردیده است تا بتوان از آن استفاده کرد. در این تحقیق تلاش گردیده است تا با استفاده از مقادیر تنדי و سمت باد در شش ماهه‌ی نخست سال و موقعیت شهرها نسبت به ناهمواری‌های اطراف آن، استفاده از نیروی باد در تهويه‌ی طبیعی شهرهای استان ارزیابی و جهت مناسب قرارگیری بادگیرها پیشنهاد گردد. تغییرات دمای کمینه و بیشینه در استان فارس بیانگر شیوه دما از شمال‌شرق به جنوب‌غرب است، به‌طوری‌که هرچه از سمت شمال‌شرق به جنوب‌غرب پیش برویم بر مقادیر دما افزوده می‌گردد. گلیادهای استان نشان می‌دهد که بیشترین هوای آرام در استان مربوط به داراب (۲۸/۵٪) و کمترین آنها مربوط به سپیدان (۴/۵٪) است و تندي وزش باد در آباده، سپیدان، لامرد و نی‌ریز بیش از سایر مناطق استان است. هرچند تعیین بهترین سمت ساختمان‌ها، دریچه‌ها و سایر اجزای تهويه طبیعی با استفاده از نیروی باد در هر منطقه نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد، ولی با توجه به جهت ناهمواری‌های هر منطقه می‌توان پیشنهادهایی ارائه نمود. در آباده بهترین سمت جنوبی و با توجه به موقعیت بیابان ایزدخواست در شمال منطقه و هوای نامطبوع و گرد و غبار ناشی از آن نامناسب‌ترین جهت، شمال می‌باشد. در جهرم با توجه به ارتفاعات شمال‌غربی و همچنین پوشش گیاهی و باغ‌های گستره‌ی منطقه خفر، جهت شمال‌غربی مناسب‌تر به نظر می‌رسد. در سمت غرب منطقه احداث سد و تبخیر آب از سطح دریاچه آن موجب هوای شرجی برای منطقه شده است که بایستی به آن توجه نمود. در شهر داراب در مناطق شرقی و جنوب‌شرقی علاوه بر ناهمواری‌ها می‌توان از هوای مطبوع باغ‌های مرکبات میان داراب تا جنت شهر نیز بهره برد. در شهر زرقاران با توجه به قرارگیری ارتفاعات در جنوب این شهر و همچنین منطقه حفاظت شده بمو با پوشش گیاهی مناسب در همین سمت، می‌توان گفت که بهترین سمت برای اجزای تهويه‌ی سازه‌ها رو به جنوب است. در شهر سپیدان هرچند سمت باد چیره جنوب‌غربی است، ولی ارتفاعات شمالی برای تهويه مطلوب‌تر است، البته بایستی در نظر گرفت که در فصل سرد بادهای بسیار سردی در منطقه می‌وزد. سمت باد چیره و موقعیت ناهمواری‌های مرتفع در شهر شیراز همسان بوده و از این‌رو براحتی می‌توان از نیروی باد در این منطقه استفاده کرد. سمت باد در شهر فسا از جنوب‌شرق تا شمال‌غرب متغیر است که غلبه با سمت جنوب - جنوب‌غرب است و موقعیت ناهمواری‌های مرتفع در سمت غرب، شمال‌غرب و شمال است. سمت باد چیره در کازرون غربی بوده و با مناطق مرتفع کوهستانی که در سمت شرق قرار گرفته‌اند، هم‌خوانی ندارد و وارون یکدیگرند. باد چیره در شهر لامرد غرب شمال‌غرب است و با توجه به کمی ارتفاع منطقه و نیز ناهمواری‌هایی در شمال و جنوب منطقه که ارتفاع آنها به حدود ۱۰۰۰ متر می‌رسد، استفاده از باد برای تهويه با دشواری‌هایی همراه است. بیشترین رخداد وزش باد در شهر لار در دوره‌ی گرم سال از غرب و شرق است، ولی مرتفع‌ترین ناهمواری‌ها در سمت شمال - شمال‌شرق شهر قرار گرفته‌اند. گستره‌ی وزش باد در نی‌ریز بسیار گستره‌ده و با غلبه غرب و جنوب است ولی جهت ناهمواری‌ها مرتفع از جنوب‌شرق تا جنوب‌غرب منطقه است.

آنچه مشخص است تنها باید به ارتفاع ناهمواری‌های یک منطقه توجه نمود، بلکه گستردگی و حجم ناهمواری، ویژگی‌های آب و هوایی منطقه، گستره‌های آبی، پوشش گیاهی و ویژگی‌های مناطق مجاور نیز بایستی در برنامه‌ریزی‌ها مربوطه در نظر گرفته شود.

## منابع

- احمدی، امین‌اله؛ علیرضايی ورنو سفادرانی، بابک، (۱۳۹۳)، «بررسی فرم مناسب سقف و سودمندی استفاده از بادخور و بادگیر در تهويه طبیعی مسکن چابهار»، مسکن و محیط رosta، ۱۴۸، ۳۳-۴۴.
- واتسون، دونالد، لیز، کنت، (۱۳۸۷)، طراحی اقلیمی: اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان، مترجمان: قبادیان وحید و مهدوی محمد فیض، دانشگاه تهران، تهران.
- رنجبر، احسان؛ پورجعفر، محمدرضا؛ خلیجی، کیوان، (۱۳۸۹)، «خلاقیت‌های طراحی اقلیمی مناسب با جریان باد در بافت قدیم بوشهر»، باغ نظر، ۷، ۱۳، ۱۷-۳۴.
- سلیقه، محمد، (۱۳۸۲)، «توجه به باد در ساخت کالبد فیزیکی شهر زابل»، جغرافیا و توسعه، ۱۴، ۱۰۹-۱۲۲.
- طاووسی تقی، عطایی هوشمند، کاظمی آزیتا، (۱۳۸۷)، «اقلیم و معماری مدارس نوساز شهر اصفهان»، جغرافیا و توسعه، ۹۷-۱۱۳.
- عباسزاده، شهاب، ذولفقاری، قاسم؛ پژوهان کیا، محمدعلی، (۱۳۹۳)، «بررسی نقش باد در آرایش ساختار فضایی -کالبدی شهرهای مناطق گرم و خشک - گرم و مرطوب (نمونه موردنی شهرهای زابل و بوشهر)»، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۴، ۱۵، ۵۳-۶۹.
- عزیزی، قاسم؛ یاراحمدی، داریوش، (۱۳۹۶)، «مبانی آب و هواشناسی، مفاهیم و مهارت های پایه»، دانشگاه تهران، تهران.
- قبادیان، وحید؛ مهدوی محمد فیض، (۱۳۷۲)، «طراحی اقلیمی»، دانشگاه تهران، تهران.
- قبادیان، وحید، (۱۳۹۰)، «بررسی اقلیمی ابنيه سنتی ایران»، تهران، دانشگاه تهران.
- کاویانی، محمدرضا، (۱۳۸۰)، «میکروکالیماتولوژی»، انتشارات سمت، تهران.
- محمودی، مهناز؛ مفیدی شمیرانی، سید مجید، (۱۳۸۷)، «هویت ایرانی بادگیر و پیشینه یابی آن در معماری ایران»، هویت شهر، ۲، ۲-۳۳.
- مک کارتی، بتل، (۱۳۸۵)، «بادخان (ملاحظات کالبدی باد در ساختمان)»، ترجمه: احمدی نژاد، محمد، نشر خاک، اصفهان.
- Ashrae Handbook, (1985), "Fundamental", American Society of heating refrigerating air conditioning engineers, Atlanta.
- Allard, f., Ghiaus, c. (2005), "Natural Ventilation in the Urban Environment: Assessment and Design". Earthscan, UK.
- CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers). (2005), "Natural ventilation in non-domestic buildings", CIBSE, London.
- Givoni, B. (1976), "Man, Climate and Architecture", Elsevier press, New York.
- McGregor GR, (2012), "Human biometeorology", Progress in physical geography, 36(1), 93-109.
- Ipenz, (Institution of Professional Engineers New Zealand Incorporated), (2007), "Urban Design, Institution of Professional Engineers", New Zealand Incorporated, New Zealand.
- Olgay, V. (1973), "Design with Climate", princeton university press, USA.

