مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹
وصول: ۱۳۸۸/٤/۳۰ پذیرش: ۱۳۸۹/۱/۳۱
صص ۸۲-٦۱

تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری مطالعه موردی شهر اصفهان

رعنا شیخ‌بیگلو: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان ، ایران*
جمال محمدی: استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، ایران

چکیده

شهر و اقلیم، دو سیستم انسان‌ساخت و طبیعی هستند که تأثیرگذاری تنگاتنگی بر یکدیگر دارند. اقلیم، تا آنجا که با آسایش انسان رابطه برقرار می‌کند، نتیجه عواملی، چون: تابش آفتاب، دما و رطوبت هوا، وزش باد و میزان بارندگی است. اقلیم هر مکان جغرافیایی، شرایط مناسب ویژه‌ای دارد که در عین حال، محدودیت‌هایی را نیز در زمینه طراحی شهری به همراه دارد. در طراحی فضاهای مختلف شهر؛ نظیر: ساختمان‌ها، فضاهای سبز، معابر و غیره، علاوه بر توجه به کیفیت‌های عملکردی، بصری و زیباشناختی، عنایت به نوع اقلیم شهر و رعایت ضوابط طراحی اقلیمی ضروری است؛ و بی توجهی به این مسأله، مشکلات خاصی را در شهر اصفهان و فعالیت‌های شهری آن ایجاد کرده است؛ مواردی نظیر: جلوگیری از جریان هوای مطبوع در فضاهای شهری و ساختمان ها و آب‌گرفتگی معابر و غیره. پژوهش حاضر از نوع تحلیلی است که در آن، نوع اقلیم شهر اصفهان و نیز وضعیت عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر ملاحظات طراحی شهری مورد بررسی و تحلیل شده است. برای تحلیل عناصر اقلیمی از داده‌های سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۳ ایستگاه سینوپتیک اصفهان استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: طراحی اقلیمی، عناصر اقلیمی، طراحی شهری، فضای شهری

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

امروزه، شهرها طی بیش از یک قرن تغییرات اساسی که در فعالیت‌ها و کالبد آنها رخ داده، ارتباط حیاتی خود را با طبیعت از دست داده‌اند. آلودگی هوا و صدای ناشی از تمرکز صنایع و وسایل نقلیهٔ موتوری، توسعهٔ بی رویه و نامحدود شهرها به صورت افقی و عمودی، تولید بی‌سابقه‌ی مواد زاید، پدیدار شدن تاثیرات گلخانه‌ای و جزایر حرارتی، تنها بخشی از نتایج عمومی این تغییرات است. کیفیت زندگی در این کانون‌های متمرکز شهری، فوق‌العاده پایین آمده است؛ به طوری که شرایط حاصل، نه تنها زندگی انسان، بلکه حیات کلیهٔ موجودات زنده را نیز تهدید می‌کند. مسلم است که ادامهٔ حرکت در مسیر حاضر، به شکست‌های عظیم در ساختار اجتماعی، کالبدی و بیولوژیک منجر خواهد شد. مسایل، آنقدر جدی است

*نویسنده مسؤول: ۰۹۱۳۲۰۷۷۵٦۳
Email: r-baygloo@yahoo.com

که بررسی دقیق مفهوم یک شهر اکولوژیک؛ یعنی شهری که توجه به منابع حیاتی که بستر آن بوده و به شدت به آن متکی است، در دستور کار قرار گرفته است. چنین شهری، دارای حداقل چهار خصوصیت خواهد بود که عبارتند از: حداقل دخالت در محیط طبیعی، حداکثر تنوع از نظر کاربری‌ها و فعالیت‌ها، حتی‌المقدور به عنوان یک نظام بسته، و تعادل بهینه بین جمعیت و منابع.

مناسبترین راه برای تحقق شهر اکولوژیک، این است که هر شهر یا مجموعهٔ شهری، آثار خود را به منطقهٔ زیستی خود محدود نموده، تنها از منابع موجود آن منطقه بهره‌برداری کند. شهرهای ما در گذشته از نظر توجه به محدودیت‌های اکولوژیک محل، نظیر آب، توسعهٔ متناسب و سازگار با طبیعت، صرفه‌جویی در منابع، استفاده از مواد و مصالح بومی، ابداع روش-های مؤثر و مناسب برای ادامهٔ حیات، نظیر: قنات و بادگیر و استفادهٔ هنرمندانه از آب و گیاه برای تلطیف هوا و ایجاد مناظر مطبوع، ایجاد باغ‌ها و باغچه‌ها در حیاط‌ها، فضاهای عمومی و اطراف شهرها نمونه‌های خوبی بوده‌اند، لیکن امروز شهرسازی ما به تبع از الگوی کلاسیک توسعه و پیروی کورکورانه از مدل-های کلیشه‌ای توسعهٔ شهری که نسبت به شرایط و خصوصیات بومی، بی‌اعتنا ست، نه تنها شرایط ناپایداری را در شهرها پدید آورده، بلکه ناپایداری مناطق اطراف را نیز به دنبال داشته است (بحرینی، ۱۳۸۲، ۱۵٤-۱۵٦).

نقطهٔ آغازین رعایت ضوابط طراحی اقلیمی، دستورالعمل‌های طرح‌های جامع و تفصیلی شهری است. متأسفانه، مطالعات اقلیمی در این طرح‌ها جایگاه چندان مناسبی نداشته و در اکثر موارد، به صورت تعیین موقعیت شهر در تقسیمات اقلیمی کشور و معرفی گونه‌شناسی معماری متناسب با آن (البته، به صورت کلی) انجام شده است. با وجود پیشرفت‌های بسیار در زمینهٔ مطالعات اقلیمی و امکانپذیر بودن اندازه‌گیری دقیق بسیاری از شاخص-های اقلیمی، ارتباط اقلیم و شهر تاکنون به شیوه شایسته‌ای تحلیل و بررسی شده است؛ در حالی که درک صحیح این ارتباط سبب می‌گردد در طراحی شهری از امکانات اقلیمی مناسب موجود استفاده شود و خصوصیات نامناسب و شرایط اقلیمی ناراحت کنندهٔ آن تخفیف یابد.

عوارض ناشی از شهرنشینی، به صورت تقلیل نفوذ آب سطحی (بارانی) و افزایش و تشدید رواناب ظاهر می‌شود و به نقطهٔ اوج طغیانی و افزایش بده جریان‌های سطحی در مناطق شهری منجر می‌گردد که مشکلات ناشی از آن در خیابان ها و معابر شهری، نمود بیشتری دارد. وضعیت بارش در چند سال اخیر در شهر اصفهان، نارسایی سیستم‌های جمع‌آوری و تخلیهٔ رواناب را بخصوص در بزرگراه های دارای تقاطع غیرهمسطح، کاملاً نمایان ساخته است. مشاهدات نشان داده است که فقدان یا نارسایی شبکهٔ مناسب دفع رواناب، عبور و مرور وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها و نیز تردد افراد را در برخی معابر و خیابان های شهر را با مشکلات جدی رو به رو کرده است. از موارد عینی مشاهده شده می‌توان به بزرگراه های شهید میثمی، شهید خرازی، شهید آقابابایی، زیرگذر میدان خوراسگان و خیابان بی‌سیم اشاره نمود که در مواقع بارندگی، بخصوص بارندگی با شدت زیاد،

نارسایی شبکهٔ هدایت رواناب در آنها کاملاً مشهود است. عنصر اقلیمی باد نیز در طراحی بسیاری از فضاهای شهری به شیوه شایسته‌ای مورد توجه قرار نگرفته و همین امر، باعث بروز مشکلات و عدم کارایی بسیاری از فضاهای شهری و ساختمانها شده است. در پژوهش حاضر، نوع اقلیم شهر اصفهان و نیز وضعیت عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر ملاحظات طراحی شهری بررسی و تحلیل شده است.

۱-۲- اهمیت و اهداف

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و تأثیرات آن بر مکان و تراکم، طراحی خانه‌های مسکونی و واحدهای همسایگی در حصول توسعهٔ پایدار نقش بسزایی دارد (Bulkeley and Betsill, 2003, 176). یکی از ویژگی‌های اساسی محیط‌های شهری پایدار، سازگاری و هماهنگ بودن آنها با ویژگی‌های اقلیم محلی است.(IPENZ, 2007, 3) بنابراین، شناخت، درک و کنترل تاثیرات اقلیمی مناطق شهری، پیش‌نیازی اساسی برای برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای شهری به شمار می‌رود که لازم است قبل از عملیاتی کردن طرح‌ها و پروژه‌ها، مورد توجه ویژهٔ برنامه‌ریزان و طراحان قرار گیرد (Biket, 2006, 262).

تفاوت در الگوهای رفتاری انسان ها تا حد زیادی به تأثیر شرایط اقلیمی نسبت داده می‌شود (Pressman, 2000, 5).احساس آسایش در محیط زیست انسان بدون شک بر کیفیت رفتار و فعالیت وی مؤثر است؛ از این رو، توجه به منطق آسایش افراد در طراحی فضاهای مختلف شهری، در سلامت جسم و روح آنها تأثیر بسزایی دارد. بالاترین میزان انعطاف‌پذیری فضاهای داخلی بنا زمانی تأمین می‌شود که بتوان به طور طبیعی شرایط محیطی آن را از نظر تهویه و نور تنظیم نمود (بنتلی، ۱۳۸۲، ۱۷۹).از طرفی، گسترهٔ فعالیت‌ها و دامنهٔ انعطاف‌پذیری آن در یک مکان بیرونی تا حدودی به شرایط خرداقلیم آن، بویژه وضعیت تابش خورشید و سرعت باد بستگی دارد (بنتلی، ۱۳۸۲، ۲۲۰). بنابراین، ارائهٔ راهکارهای مناسب برای ایجاد آسایش محیطی در فعالیت‌های انسانی و پیرو آن در توسعهٔ اقتصادی مؤثر خواهد بود. همچنین، توجه به پتانسیل‌های اقلیمی و استفادهٔ بهینه از آنها تا حد زیادی موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های غیر طبیعی می‌گردد وهمین عامل، گامی به سوی توسعهٔ پایدار شهری خواهد بود.

۱-۳- پیشینهٔ تحقیق

توجه به نیروهای طبیعی و استفاده از آنها در انجام برخی کارها و بهبود بخشیدن به فضاهای زیستی، از دیرباز معمول بوده است. از مطالعات علمی که در این زمینه انجام شده است، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- کوانیگزبرگر و همکاران در کتاب " Manual of tropical housing and building" (۱۹۷۲)، ضوابطی برای طراحی مسکن و ساختمان در مناطق گرمسیری ارائه نموده‌اند. طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی، شناخت اقلیم محلی وشیوه تشخیص آن با اقلیم ناحیه‌ای، شرایط آسایش حرارتی انسان، ضوابط طراحی معماری وغیره، مباحث این کتاب را تشکیل می‌دهند.

- رازجویان م. در دوجلد کتاب با عنوان «آسایش به وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم» (۱۳۶۷ و ۱۳۷۹)، به

بحث و بررسی معیارهای سنجش راحتی، تأثیر آفتاب و جریان هوا بر احساس آسایش وشیوه کنترل آن با اجزای ساختمانی و گیاهی محیط، آسایش رفتاری و حرکتی، مبحث ایرودینامیک معماری و مجتمع‌های ساختمانی پرداخته و تأثیر رفتار باد را بر چند گونهٔ متداول از مجتمع‌های ساختمانی، تحلیل کرده است. در این مطالعه، نتایج بررسی‌های مربوط به تونل باد نشان می‌دهد که نحوه‌ی استقرار ساختمان‌ها نسبت به یکدیگر و راستای وزش باد، عامل مهمی است که می‌تواند مبنای گونه‌بندی قرار گیرد.

– کسمایی م. در کتاب اقلیم و معماری (۱۳۷۸)، مباحثی در زمینهٔ شناخت عوامل اقلیمی، اقلیم و انسان، اقلیم و ساختمان وغیره مطرح کرده است.

– بنتلی ای. ین و همکاران در کتاب «محیط های پاسخده» (۱۳۸۲)، در قسمتی از فصل چهارم با عنوان خرداقلیم، شیوه‌ای برای تحلیل تأثیر متقابل شهر و اقلیم، ارائه داده‌اند. در این راستا، بر دو عنصر اقلیمی تابش و باد تأکید شده است. در زمینهٔ تحلیل تأثیر باد، به منظور دست یافتن به بالاترین حد ممکن ارتقای محیطی، استفاده از تجربهٔ تونل باد پیشنهاد شده است. برای انجام چنین تجربه‌ای، به یک مدل آزمایشگاهی از عرصهٔ عملیاتی طرح در مقیاس حدودی ۱:۲۰۰ که شعاع آن حداقل ۱۰۰ متر باشد، نیاز است.

– اَکان ع. در اثر خود با عنوان «هیدرولوژی رگبار در حوضه‌های شهری» (۱۳۸۱)، بارندگی و رواناب ناشی از آن را در حوضه‌های شهری تحلیل نموده است. در تشریح مسائل شهری در رابطه با بارش، ذکر شده است که مناطق شهری عموماً شامل: محل‌هایی غیرقابل نفوذ یا با نفوذپذیری کم، مثل پشت بام، جاده و پارکینگ هستند که توانایی نگهداری و نفوذ آب کمتری نسبت به مناطق روستایی دارند؛ به علاوه، سیلاب در حوضه‌های شهری در سطوح صاف و غیرقابل نفوذ که با سیستم زهکشی مصنوعی توسط بشر ساخته شده است، با سرعت بالا اتفاق می‌افتد. با توجه به این عوامل، حالت شهری یافتن مناطق طبیعی باعث ازدیاد حجم و شدت رواناب و احتمالاً وقوع سیل در مناطق پایین دست می‌شود. از این رو، پدیدهٔ باران– رواناب تجزیه و تحلیل شده است.

– کاویانی م. در کتاب میکروکلیماتولوژی (۱۳۸۰) جرح و تعدیل‌های ناشی از ساختمان‌سازی در اقلیم را بررسی و تغییرات حاصل از استقرار ساختمان را در وضعیت تابش، حرارت، رطوبت و خصوصیات ایرودینامیکی محیط اطراف، تحلیل نموده است.

– Nahiduzzamanو Haas (۲۰۰۸) تأثیرات شرایط اقلیمی بر طراحی شهری را در کشور بنگلادش مطالعه نمودند. در این پژوهش، روند تغییرات آب و هوایی مورد توجه ویژه قرار گرفته است.

– de la Espriella، در مقاله‌ای با عنوان «ارتقای آسایش با استفاده از طراحی اقلیمی» (۲۰۰۲)، عوامل اقلیمی را در ارتباط با محیط‌های شهری، ساختمان ها و شرایط زیست انسان، تحلیل نموده است.

– Schuetze (۲۰۰۸)، هدایت رواناب محیط‌های شهری در کشور هلند را با تأکید بر مدیریت منابع آب بحث و بررسی قرار نموده است. در این راستا، احیای مجراهای عبور آب که در شهرهای سنتی وجود داشته، پیشنهاد شده است.

– Ogunsoteو Prucnal، در پژوهشی با عنوان «شناسایی مناطق اقلیمی نیجریه برای طراحی معماری» (۲۰۰۲)، عوامل اقلیمی مؤثر در طراحی را در نواحی اقلیمی مختلف بررسی نموده‌اند.

– در تحقیقات مشابهی که توسط Essien (۱۹٦۸)، Fitch (۱۹۷۱)، Lacy (۱۹۷۲ و ۱۹۷۷) و Hooper (۱۹۷۵) انجام شده است، بر ضرورت انجام مطالعات اقلیمی برای طراحی محیط‌های شهری مطلوب، تأکید شده است.

تأثیر متقابل اقلیم و طراحی شهری با تأکید بر فرم شهر و تبادل انرژی در نواحی شهری توسط Banister و همکاران (۱۹۹۷)، Jenks و همکاران (۱۹۹٦) و Owens (۱۹۹۲) مطالعه و تحلیل شده است.

۱-٤- روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحلیلی است، که بخش عمدهٔ اطلاعات آن از طریق مطالعات کتابخانه‌ای گردآوری شده و اطلاعات اقلیمی مورد نیاز تحقیق نیز از داده‌های مربوط به سال های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۳ ایستگاه سینوپتیک اصفهان[1] استخراج گردیده است. بر اساس داده‌های ایستگاه مذکور، نوع اقلیم شهر اصفهان با استفاده از روش‌های دومارتن و آمبروژه تعیین و منحنی آمبروترمیک آن ترسیم شد و سپس وضعیت عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری تجزیه و تحلیل گشت.

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- خرد اقلیم شهری

رابطهٔ متقابل و تنگاتنگی بین ساختمان‌ها و محیط خارجی آنها وجود دارد. هر بنا، وضعیت آب و هوایی اطراف خود را تغییر می‌دهد. هندسه و مقطع شهر، شکل، ارتفاع، اندازه بناها، جهت خیابان‌ها و ساختمان‌ها و سطح فضاهای باز، همگی عواملی هستند که اقلیم خرد شهر را تعیین می‌کنند، بنابراین، هر عنصر انسان‌ساخت شهری، نظیر: ساختمان‌ها، خیابان‌ها، فضاهای مخصوص پارکینگ اتومبیل، فرودگاه‌ها، کارخانجات و غیره، در اطراف و بالای خود اقلیم مصنوعی خاصی پدید می‌آورد که همواره با آن در ارتباط متقابل قرار می‌گیرد. گاهی ملاحظه می‌شود که جزییات خاصی در معماری خارجی بناها، اثر تعیین کننده‌ای بر شرایط محیطی اطراف، خصوصاً بر عابران پیاده می‌گذارد، نظیر: محافظت در مقابل باران، آفتاب و یا نور شدید از طریق تعبیهٔ پیش‌آمدگی در سطوح فوقانی بنا و مسلط بر معبر، راهروهای مسقف و سایه بان.

نه تنها شکل شهر و اجزا و عناصر تشکیل دهندهٔ آن می‌تواند بر کیفیت شهر و فضاهای آن اثر بگذارد، بلکه کیفیت هوای شهر را نیز می‌تواند تغییر دهد. تمرکز یا پراکندگی عناصر آلوده کنندهٔ هوا که از مسایل عمدهٔ شهرهای امروز دنیا است به جریانهای جوی و تشکیل جزایر حرارتی در داخل شهر بستگی دارد، لیکن این پدیده‌ها نیز به نوبهٔ خود تحت تأثیر شکل شهر قرار می‌گیرد. بنابراین، می‌توان گفت که با ایجاد تغییراتی در شکل شهر (چه در مقیاس کلان و

[1]– ایستگاه سینوپتیک اصفهان در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ٤۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۵۰/٤ متر از سطح دریا واقع شده است.

چه خرد)، می‌توان جریانهای جوی و در نتیجه، کیفیت هوا را در شهرها بهبود بخشید (بحرینی، ۱۳۸۲، ۱۵۹-۱۵٦).

۲-۲- طراحی اقلیمی

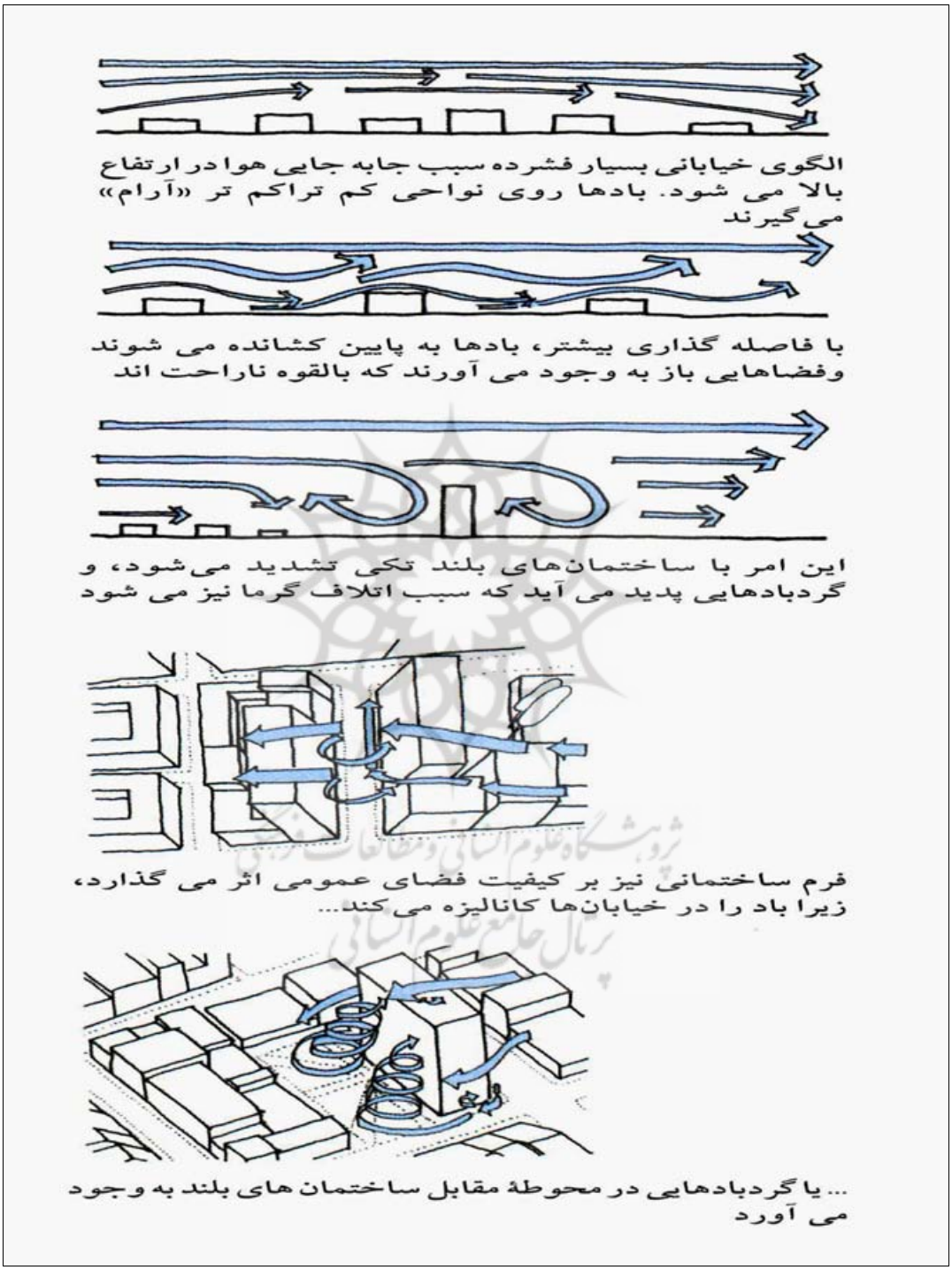
صرف وجود یک شهر بر اقلیم محل تأثیر می‌گذارد و همراه با تغییر شهر، اقلیم آن نیز تغییر می‌کند (علیزاده و دیگران، ۱۳۸٤، ۳٤۸). برخی از عناصر و ویژگی‌های طراحی شهری، نظیر: تراکم ساختمانی و فرم شهر می‌تواند مصرف انرژی را در نواحی شهری کاهش دهد و بر اقلیم محل، تأثیر بگذارد (Bulkeley and Betsill, 2003, 177). عنوان طراحی اقلیمی از حرفهٔ ساختمان سازی فراتر رفته و مورد توجه عام قرار گرفته است. مطلب مهم برای درک ارزش معماری هر عصر و منطقه‌ای، دانستن چگونگی مطابقت ساختمان با اقلیم خاص آن منطقه است. چگونه ساختمان از آفتاب، نسیم و فضای سبز استفاده می‌برد و چگونه معمار، یک اقلیم آب و هوایی کوچک می‌آفریند، همهٔ اینها دلیل و نشانه‌ای از مهارت و اشراف طراح است. به طور کلی، درک موضوع طراحی اقلیمی چندان دشوار نیست. آسایش فیزیکی و کالبدی انسان در ساختمان، حاصل توازن انرژی حرارتی بین ما و فضای اطراف است. زمانی که طراح، شرایط آب و هوایی محل را شناخت، اصول طراحی اقلیمی را که مناسب آن آب و هواست، می‌تواند انتخاب و با یکدیگر مقایسه کند. (واتسون، ۱۳۸۰، ٤-۳)

۲-۳- باد

حرکات افقی هوا موجب می‌شود تا اختلافات مربوط به دما، رطوبت و فشار که در جهات افقی جو وجود دارد، از بین رفته، هوا به حالت تعادل درآید. بنابراین، باد تعدیل کنندهٔ مهمی در طبیعت است (علیزاده و دیگران، ۱۳۸٤، ۱۷۹). گستره فعالیت‌ها و دامنهٔ انعطاف‌پذیری باد در یک مکان بیرونی تا حدودی به شرایط خرد اقلیم آن، بویژه وضعیت تابش خورشید و سرعت آن بستگی دارد. میزان سرعت باد به دلیل تأثیری که بر دمای هوا می‌گذارد، مهم است. اثر برودتی بادی که با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت در دمای یک درجه سانتیگراد زیر صفر بوزد، با شش برابر سرمای هوایی با دمای ۱۲درجه زیر صفر همتراز است (بنتلی و دیگران، ۱۳۸۲، ۲۲۰).

شکل ساختمان، دامنه و شیوه حرکت باد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Camuffo, 1998, 386). باید توجه داشت که شرط عدم اختلال مانع در وضعیت طبیعی باد، شرطی عمده، ولی در عین حال رعایت آن دشوار است؛ زیرا با اندک ساخت و ساز معماری در روی زمین، وضعیت طبیعی باد از لحاظ سرعت، جهت و فشار دچار دگرگونی می‌شود. در این صورت، تعمیم ارزیابی معیاری آسایش مشکل خواهد شد و معلوم نیست که جریان باد مناسب آسایش در وضعیت طبیعی، برای محیط پیرامون ساخت و سازهای معماری نیز مناسب باشد، یا بتوان برای تهویهٔ طبیعی به آن امیدوار بود (رازجویان، ۱۳۷۹: ٦۵). برای رسیدن به آسایش گرمایی باید در مورد مهار، تنظیم و هدایت باد، مهارت کافی کسب نمود. برای این امر باید پیش از هر چیز، از تغییر وضعیت باد در اطراف

ساخت و سازهای معماری و تـأثیرات متعاقـب آن بـه شـــهری در شـــکل ۱ نمـــایش داده شـــده اســـت. اطلاعـات لازم دسـت یافـت. رفتـار بـاد در فضـاهای



شکل ۱- باد در فضاهای شهری مأخذ: دیویس و همکاران، ۱۳۸٤: ۵۲

۲-٤- بارش

بارندگی، اصطلاح مشترکی است که برای باران، برف، تگرگ و شبنم؛ یعنی به طور کلی برای آبی که به انواع مختلف از جو باریده می‌شود، به کار رفته است. مقادیری که نشان دهندهٔ کل میزان بارندگی برای هر ماه از سال هستند (و معدل هر چند سال آمارگیری) الگوی خشکی یا رطوبت فصول را نشان می‌دهند. بیشترین و کمترین مقدار بارندگی اندازه‌گیری شده در دورهٔ آمارگیری، قابل اتکا بودن یا انحراف میزان بارندگی نسبت به مقدار متوسط را نشان می‌دهد. حداکثر بارندگی در یک شبانه‌روز (٢٤ ساعت) راهنمای مفیدی برای پیش‌بینی وقوع سیل و طراحی دفع آب های سطحی (پشت بام‌ها، پیاده‌روها، آبروها و لوله‌های ناودان) است. حداکثر شدت بارندگی در یک ساعت (میلیمتر در ساعت) بهتر است معلوم باشد (کوانیگزبرگر، ١٣٦٨، ٢٥).

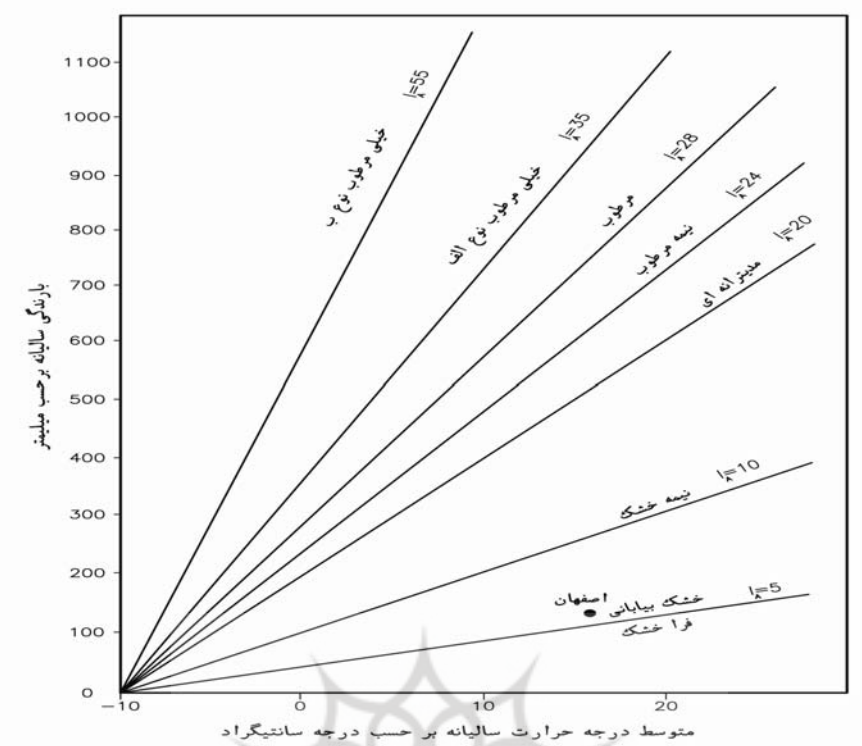
در مناطق شهری، رواناب ناشی از بارش، از سطوحی مانند: چمن، پیاده‌رو و جاده شروع می‌شود تا زمانی که آب به مجرایی چون کانال یا جوی آب برسد؛ سپس جریان به شکل جریان مجرایی حرکت می‌کند و معمولاً ممکن است از طریق یک مجرای ورودی به سیستم زهکشی بپیوندد. مناطق شهری، عموماً شامل محل‌هایی غیر قابل نفوذ یا نفوذپذیری کم، مثل: پشت‌بام، جاده و پارکینگ هستند که توانایی نگهداری و نفوذ آب در آنها، به مراتب کمتر از مناطق روستایی است. به علاوه، سیلاب در حوضه‌های شهری در سطوح صاف و غیر قابل نفوذ که با سیستم زهکشی مصنوعی توسط بشر ساخته شده است، با سرعت بالا اتفاق می‌افتد. با توجه به این عوامل، حالت شهری یافتن مناطق طبیعی باعث ازدیاد حجم و شدت رواناب و احتمالاً وقوع سیل در مناطق پایین دست می‌شود. عوارض ناشی از شهرنشینی، به صورت تقلیل نفوذ آب سطحی (بارانی) و افزایش و تشدید رواناب ظاهر می‌شود و به نقطهٔ اوج طغیان جریان‌های سطحی در مناطق شهری منجر می‌گردد. بدین جهت، طراحی دقیق شبکه زهکشی شهری در تمامی محلات و مناطق با در نظر گرفتن میزان و بارندگی و شرایط محیطی، ضروری است.

۳- تعیین نوع اقلیم شهر اصفهان

۳-۱- نوع اقلیم شهر اصفهان بر اساس روش دومارتن[1]

بارندگی سالیانهٔ اصفهان معادل ١٢٥/٦ میلیمتر و درجه حرارت متوسط سالانه معادل ١٦/٣ درجه سانتیگراد است. بدین ترتیب، ضریب خشکی ٤/٨ خواهد بود و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن، خشک محسوب می‌شود. موقعیت شهر اصفهان در تقسیم‌بندی اقلیمی به روش دومارتن، در شکل ٢ نشان داده شده است.

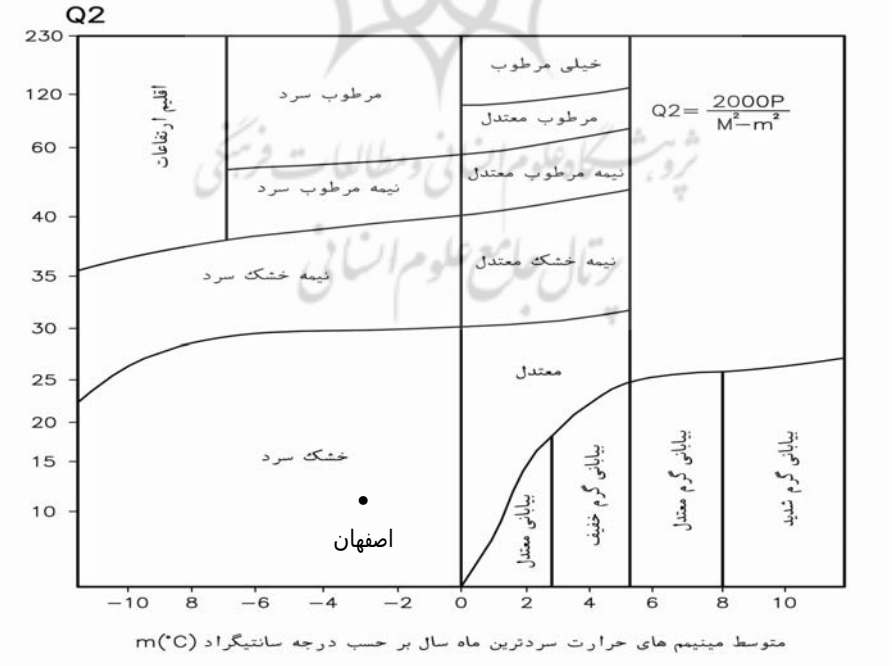
1- De Martonne



شکل ۲- موقعیت شهر اصفهان در تقسیم‌بندی اقلیمی به روش دومارتن مأخذ: نگارندگان

۳-۲- نوع اقلیم شهر اصفهان بر اساس روش آمبرژه

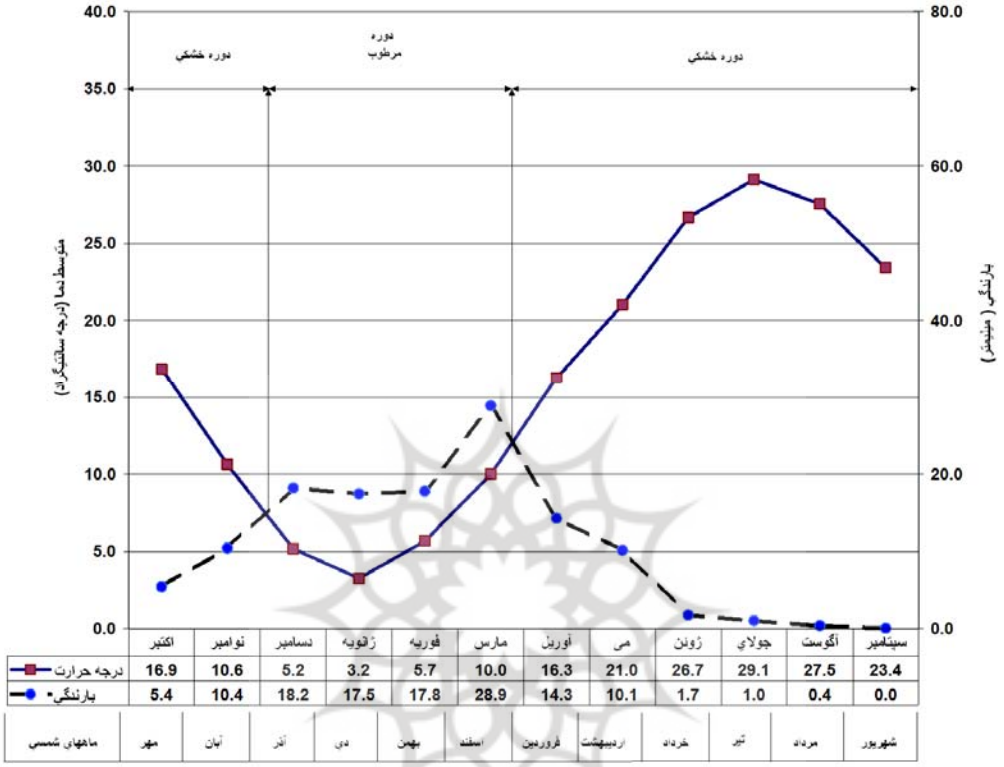
براساس اقلیم‌نمای آمبرژه، شهر اصفهان در اقلیم خشک سرد واقع می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- موقعیت شهر اصفهان در اقلیم نمای آمبرژه مأخذ: نگارندگان

۳-۳- منحنی آمبروترمیک شهر اصفهان

بر اساس آمار بارندگی و درجه حرارت ایستگاه سینوپتیک اصفهان، منحنی آمبروترمیک در شکل ٤ ارایه گردیده است. براین اساس، دوره مرطوب از اوایل آذرماه تا اوایل فروردین است و بقیه سال در دوره خشکی قرار می‌گیرد.



ماههای شمسی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
	اکتبر	نوامبر	دسامبر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر
درجه حرارت	16.9	10.6	5.2	3.2	5.7	10.0	16.3	21.0	26.7	29.1	27.5	23.4
بارندگی	5.4	10.4	18.2	17.5	17.8	28.9	14.3	10.1	1.7	1.0	0.4	0.0

شکل٤ - منحنی آمبروترمیک ایستگاه سینوپتیک اصفهان مأخذ: نگارندگان

٤- باد در شهر اصفهان

باد از عوامل مهم هواشناسی است که در پروژه‌های عمرانی به دلیل تأثیر میزان، جهت باد و نیروهای ناشی از آن در ساختمان های مختلف کاربرد دارد. در ایستگاه سینوپتیک اصفهان سرعت باد در هشت جهت، تعداد هوای آرام، توزیع سرعت باد و سمت و سرعت و روز و ساعت سریعترین باد ثبت شده است. تحلیل‌های صورت گرفته پیرامون داده‌های این ایستگاه نشان می‌دهد که به غیر از ماههای تیر، مرداد و شهریور که جهت باد غالب، شرقی و آبان که جهت باد غالب، جنوب غربی است، در سایر ماه های سال جهت باد غالب از غرب است و متوسط سرعت باد غالب ٤/٥ متر بر ثانیه است. متلاطم‌ترین ماه سال، فروردین و آرامترین ماه سال، آذرماه است.

در فصل بهار، الگوی وزش باد تغییر چندانی نمی‌کند و بادهای غربی وجنوب غربی، همچنان اهمیت ویژهٔ خود را دارند. در فصل تابستان با گرم شدن هوا، بادهای جبهه غربی ضعیف می‌شوند و در عوض، بادهای جبهه شرقی (شمال شرقی، شرق و جنوب شرقی) شدت می‌گیرند. این بادها که عمدتاً از سمت

کویر می‌وزند، با شدت یافتن گرما بر مقدار وزش آنها افزوده می‌شود و خشکی، گرما و گرد و غبار کویر را به همراه خود به منطقه می‌آورند. در فصل پاییز، به طرز چشمگیری از مقدار وزش باد کاسته می‌شود و می‌توان این فصل را یکی از آرامترین فصل‌های سال دانست. در این زمان، بتدریج شدت ودوام بادهای جبهۀ شرقی کاهش می‌یابد و بر شدت وزش بادهای جبهۀ غربی افزوده می‌شود.

در فصل زمستان نیز منطقه به شدت تحت تأثیر بادهایی است که از سمت غرب می‌وزند. این بادها که غالباً سرعت و درصد وزش بالایی دارند، در برخورد با ارتفاعات موجود در منطقه، اندکی تغییر مسیر می دهند و در نقاط مختلف در یکی از جهت‌های شمال غربی، غرب و جنوب غربی شدت می‌گیرند. به هر حال، بادهای غربی و جنوب غربی، مهمترین بادهای تمام فصول را تشکیل می‌دهند.

باد زمستانی در سرعت از دست دادن حرارت ساختمان، مؤثر است. این تأثیر توسط افزایش میزان نفوذ هوای سرد خارج و نیز افزایش هدایت حرارت از بدنۀ خارجی ساختمان ایجاد می‌گردد. در واقع، میزان انتقال حرارت به حدی افزایش می‌یابد که سبب اتلاف حرارت داخل ساختمان از سطوح خارجی آن می‌گردد. بدیهی است که قبل از طراحی ساختمان، باید جهتی که بادهای زمستانی از آن جهت می‌وزند (در اصفهان: جهت غرب) مورد توجه واقع شود، تا با طراحی و محوطه سازی و قرارگیری صحیح ساختمان بتوان سطوح در معرض باد را به حداقل رساند. عملکرد ساختمان در مقابل باد با استفاده از پوشش گیاهی و یا بادشکن می‌تواند تا حد زیادی افزایش یابد. فشردگی فرم و پلان ساختمان ها اولین قاعده در کم کردن سطح تماس با جریان باد است. جهت قرارگیری بنا نیز به همین اندازه اهمیت دارد. بنابراین جهت‌گیری ساختمان در راستای شرقی – غربی با کشیدگی پلان در همین راستا مناسب است؛ زیرا سبب می‌گردد سطوحِ در معرض وزش باد مزاحم (باد غرب) کاهش یابد.

بر اساس خصوصیات باد غالب و توزیع سرعت باد در شهر اصفهان، جهت باد غالب در اکثر ماه های سال، جهت غربی است. متوسط سرعت باد غالب نیز در کل سال ٤/٥ متر بر ثانیه است که در ماه فروردین، پرتلاطم‌ترین ماه سال، به ٥/٨ متر بر ثانیه می‌رسد. بالاترین میزان این شاخص بعد از فروردین ماه، به ترتیب مربوط به ماه های اسفند (٥/٧ متر بر ثانیه) و اردیبهشت (٥/٦ متر بر ثانیه) است.

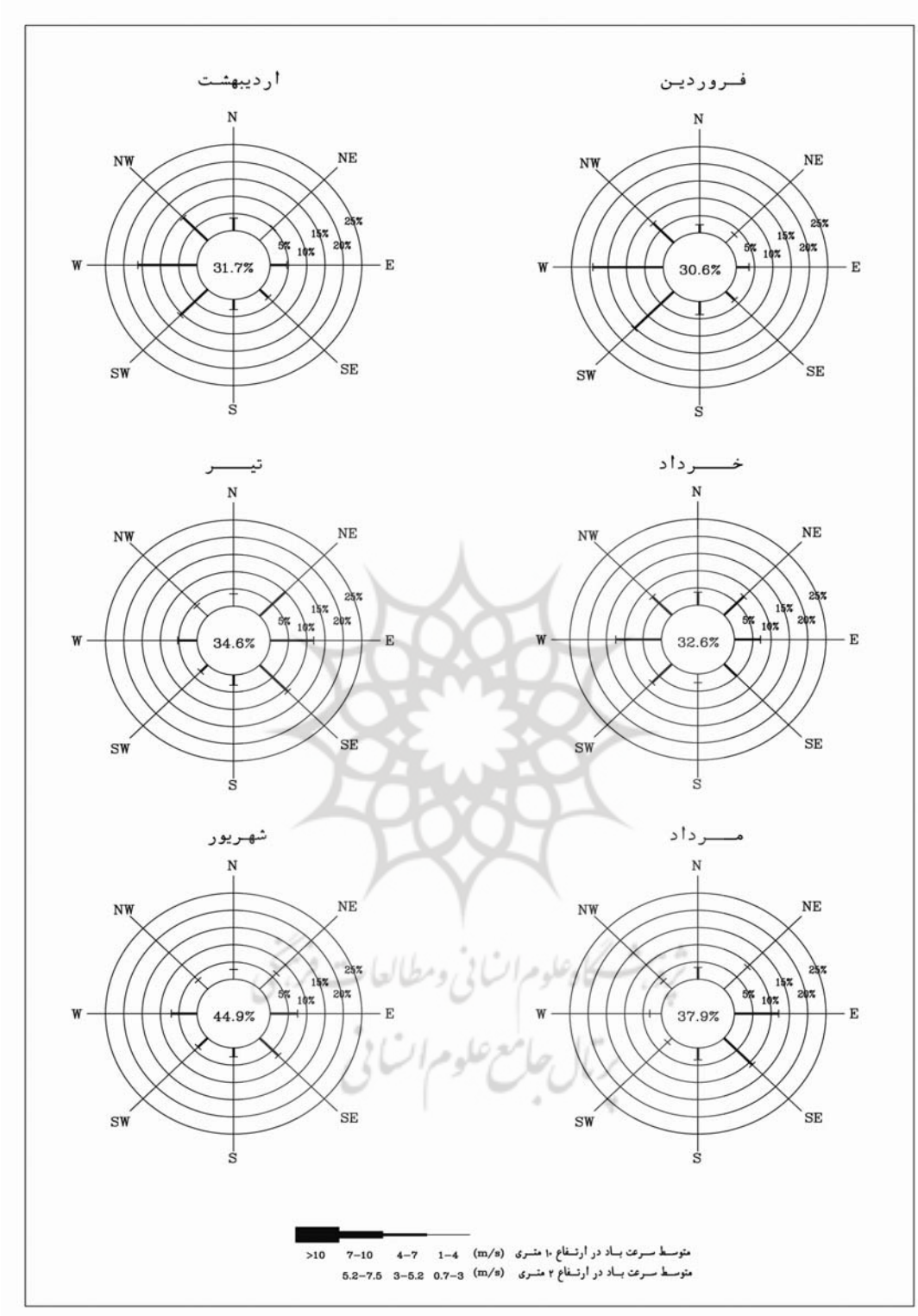
بادهایی با سرعتِ بیشتر از ٦ متر بر ثانیه که اغلب در ماههای بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت و از سمت غرب می‌وزند، بخصوص در هوای سرد زمستان، مشکلاتی را در رفت و آمد و فعالیت افراد در فضاهای بیرونی ایجاد می‌کنند. با توجه به وضعیت و اثر باد و نیز نمودهای ایذایی و حادثه آفرینی باد، سرعت اکثر بادهایی که از سمت غرب اصفهان می‌وزند، به گونه‌ای است که تصمیم گیری برای کاهش آثارِ اذیت کنندۀ آنها را ضروری می‌نماید. از راهکارهای مناسب در این خصوص، به حداقل رساندن تعداد بازشوها در ضلع غربی ساختمان است که در معماری سنتی، بسیار مورد توجه بوده است. نمودهای ایذایی متوسط سرعت باد غالب، ایستگاه سینوپتیک اصفهان در ماه های مختلف در جدول ١ نشان داده شده است.

جدول ۱- نمودهای ایذایی متوسط سرعت باد غالب ایستگاه سینوپتیک اصفهان در ماه‌های مختلف

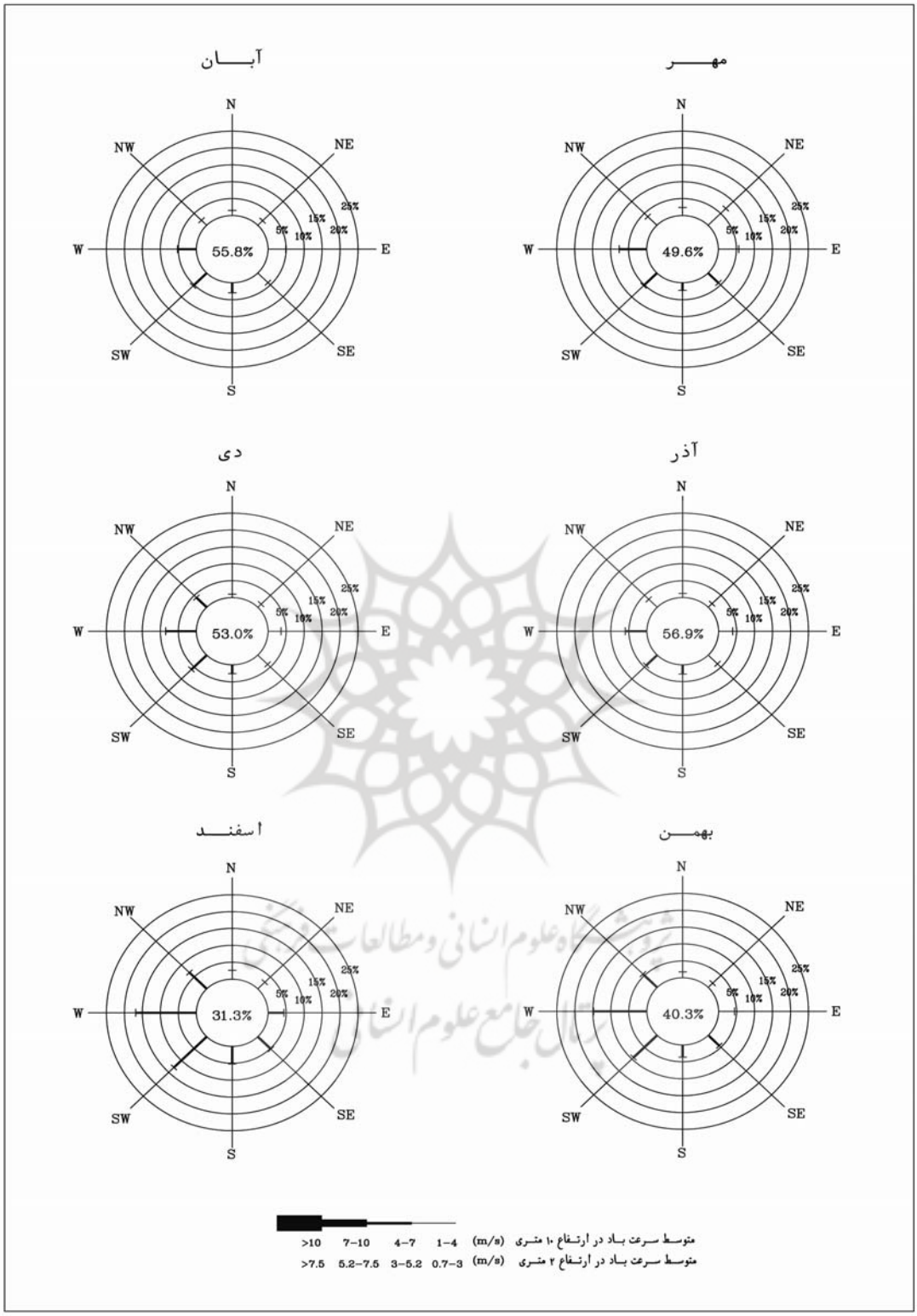
ماه	جهت باد غالب	متوسط سرعت باد غالب (m/s)	نمود ایذایی
مهر	باد غربی	٤/٦	بر هم ریختن موها، برآمدن لباس؛ عابران در گذرگاه‌های سرپوشیده احساس مزاحمت می‌کنند.
آبان	جنوب‌غربی	٤/٧	
آذر	غربی	٤/٢	
دی	غربی	٤/٥	
بهمن	غربی	٥/٢	
اسفند	غربی	٥/٧	بالا آمدن گرد و غبار و به هوا برخاستن خاک، عابران را اذیت می‌کند. اشخاص نشسته در محیط باز احساس مزاحمت می‌کنند.
فروردین	غربی	٥/٨	
اردیبهشت	غربی	٥/٦	
خرداد	غربی	٤/٩	بر هم ریختن موها، برآمدن لباس، عابران در گذرگاه‌های سرپوشیده احساس مزاحمت می‌کنند.
تیر	شرقی	٥/٣	
مرداد	شرقی	٥/١	
شهریور	شرقی	٤/٣	

اشکال ساختمانی نیز در مواجهه با عنصر اقلیمی باد، اهمیت فراوانی دارند و احداث بناهای بلندمرتبه در ساخت و سازهای شهری جدید بر الگوی رفتار طبیعی باد تأثیر می‌گذارند. بنابراین بایستی ارتفاع و شکل چنین ساختمان‌هایی به شیوه ای باشد که سبب تشدید آثار ایذایی باد نگردند. ساختمان‌های بلند تکی که در جای جای مناطق شهری به چشم می‌خورند، گردبادهایی را در اطراف این بناها، بویژه در محوطه مقابل آنها به وجود می‌آورند.

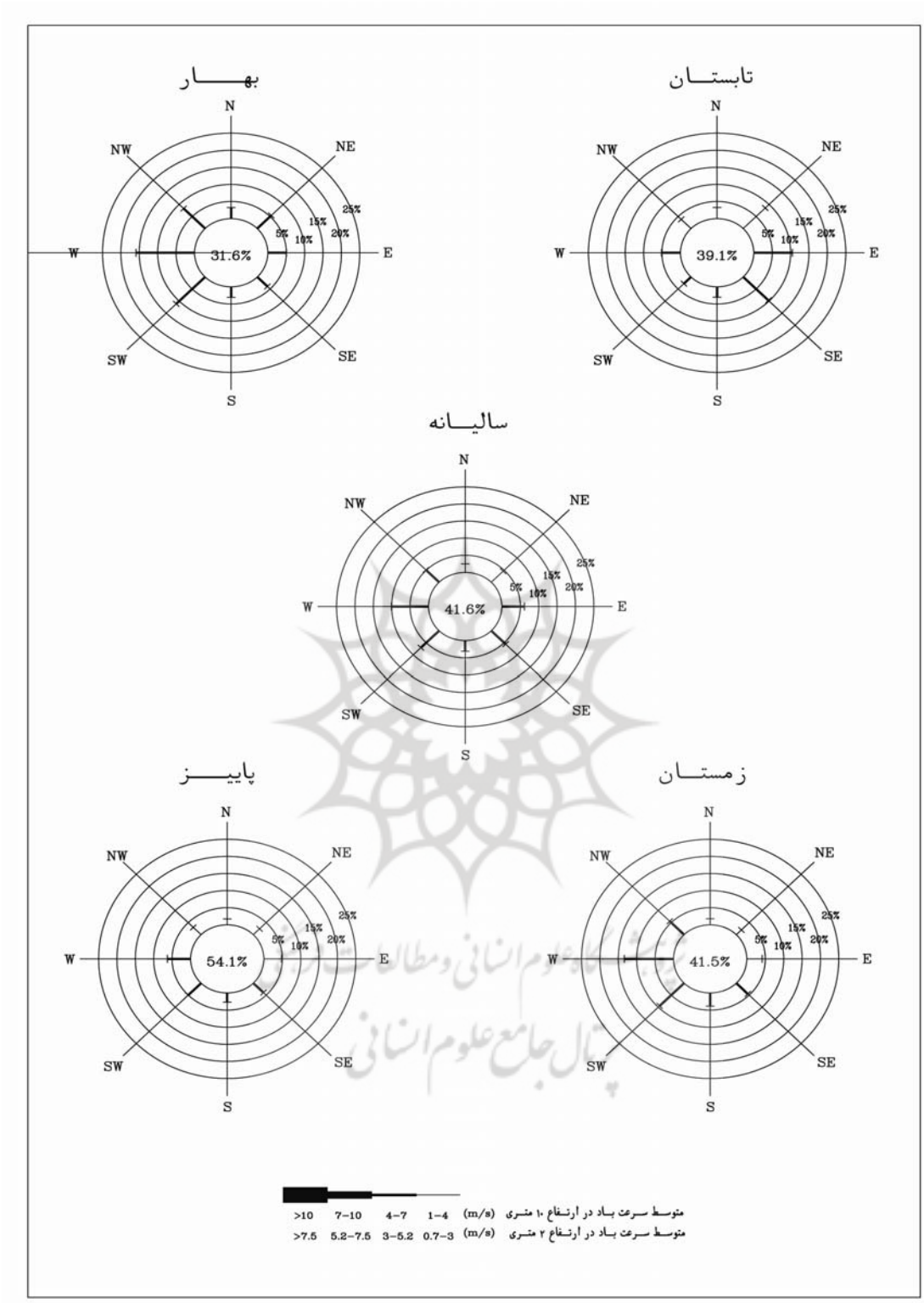
گلبادهای ماهیانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان، در شکل‌های ٥- الف و ٥- ب نشان داده شده است. در شکل ٦، گلبادهای فراوانی جهت باد در فصول مختلف و در کل سال در ایستگاه هواشناسی اصفهان نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود، درصد هوای آرام در این ایستگاه در فصل بهار کمتر از سایر فصول است، بنابراین پرتلاطم‌ترین فصل سال بهار است. جهت باد در کل سال به طور عمده، جهت غربی است.



شکل ۵- الف- گلبادهای ماهیانهٔ ایستگاه سینوپتیک اصفهان (سالهای۱۳۸۳-۱۳۵۰)مأخذ: نگارندگان



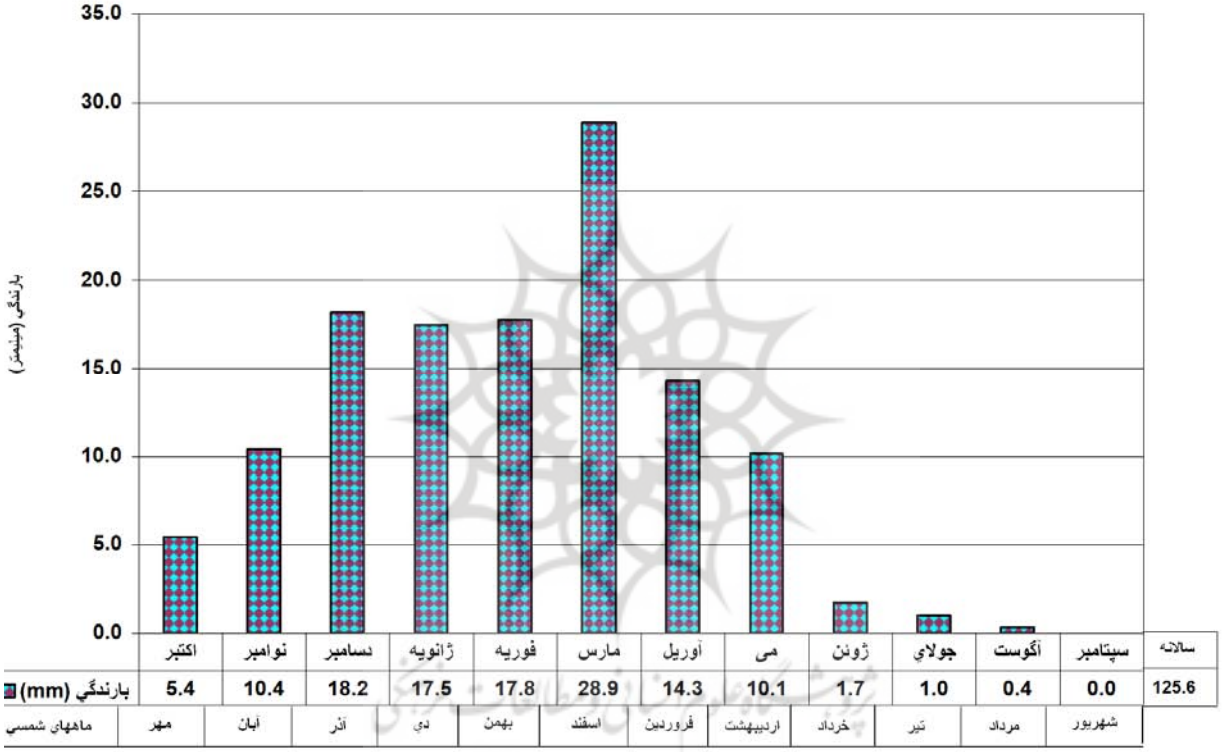
شکل ۵- ب- گلبادهای ماهیانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان (سالهای۱۳۸۳-۱۳۵۰)مأخذ: نگارندگان



شکل ٦- گلبادهای فصلی و سالیانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان (سالهای۱۳۸۳-۱۳۵۰)مأخذ: نگارندگان

۵- بارش در شهر اصفهان

توده‌های هوایی که بیشتر ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد، جریانهای هوای مرطوبی هستند که از روی دریای مدیترانه و جنوب اقیانوس اطلس به ایران کشیده شده، از شمال و شمال غربی وارد کشور می‌شوند. این توده‌های هوا، بارندگی فراوانی را به همراه دارند. تغییرات ماهانه بارندگی ایستگاه سینوپتیک اصفهان در شکل ۷، و توزیع فصلی بارش در ایستگاه سینوپتیک اصفهان در جدول ۲، ارایه شده است. آمار بارندگی این ایستگاه حاکی از آن است که بیشترین میزان بارش در فصل زمستان (حدود ۵۱٪ کل سال) اتفاق می‌افتد و در فصل تابستان بسیار ناچیز است.



شکل ۷- تغییرات متوسط بارندگی ماهیانه‌ی ایستگاه سینوپتیک اصفهان مأخذ: نگارندگان

جدول ۲- توزیع فصلی بارش ایستگاه سینوپتیک اصفهان

بارندگی	فصول سال				سالانه
	بهار	تابستان	پائیز	زمستان	
مقدار (میلیمتر)	۲٦/۱	۱/٤	۳٤	٦٤/۱	۱۲۵/٦
درصد	۲۰/۸	۱/۱	۲۷/۱	۵۱/۰	۱۰۰

اگـر بـارانی بـا شـدت یکنواخـت و بـرای مـدت طولانی روی حوضه‌ای ببـارد و شـدت بارنـدگی نیـز زیادتر از ظرفیت نفوذ باشد، بلافاصله پس از بارندگی، جریان رواناب ایجـاد مـی‌شـود. بـا تـداوم بارنـدگی، روانـاب حاصـل از بـارش، در قسـمت هـای شـیبدار حوضه، از سطوح بالادست به سـمت سـطوح پـایینی حوضه، حرکـت مـی‌کننـد. در مباحـث هیـدرولوژی، حداکثر زمانی را که طول می‌کشد تـا آب از دورتـرین نقطهٔ حوضه، مسیر خود را طی کرده، به نقطهٔ خروجی برسد، زمان تمرکز می‌نامند. حال، اگر قسـمتی از یـک بزرگراه را که دارای زیرگذر وسـایل نقلیـه اسـت، بـه عنوان یک حوضه در نظر بگیریم (حد فاصـل ابتـدای شیب منفی تا انتهای شیب مثبت نسبت بـه دو انتهـای بزرگراه یا بالعکس)، زمان تمرکز را این طـور تعریـف می‌نماییم: حداکثر زمانی که طول مـی‌کشـد تـا آب از نقاط ابـتدایی و انتهایی بزرگـراه، مسـیر خـود را طـی کرده، به تحتانی‌ترین نقطهٔ آن (محل زیرگـذر) برسـد. سیسـتم جمع‌آوری و هدایت رواناب می‌تواند شـامل؛ مجرایی در طول بزرگـراه باشـد کـه در تحتـانی‌تـرین قسمتِ زیرگذر، رواناب حاصله توسط پمپـاژ، تخلیـه گردد. در برخی از بزرگراه‌های شهری اصفهان، فقـدان و یا نارسایی شبکهٔ جمـع‌آوری آب هـای سـطحی در مواقع بارندگی کاملاً نمایان می‌شود. بنابراین، محاسـبهٔ زمان تمرکـز، بـرای پـیش‌بینـی‌هـای لازم در طراحـی سیستم هدایت و تخلیهٔ بهنگام روانـاب، اهمیـت مـی-یابد.

یکـی از روش‌هـای محاسـبهٔ زمـان تمرکـز، روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک امریکا[1] است کـه بـه روش زمان تأخیر[2] معروف است. زمان تأخیر برحسب تعریف، فاصله زمانی بین مرکـز بـارش (نقطـهٔ زمـانی وسـط بارنـدگی) تـا زمـان اوج هیـدروگراف اسـت (علیزاده، ۱۳۸۱، ٤۲۷).

با استفاده از مشخصات فنی عمومی بزرگـراه هـا[3]، زمان تمرکز عمومی بزرگراه هـا قابـل محاسـبه اسـت. (برای ضریب اطمینان بیشتر، کمترین فاصلهٔ دو تقـاطع غیرهمسـطح را از یکـدیگر بـه عنـوان طـول حوضـه (L=1000m) و حـداکثر شـیب طـولی را بـه عنـوان متوسط شیب حوضه (y=5%) منظور نمودیم.) مقـادیر محاسبه شده برای زمان تأخیر و زمان تمرکز به ترتیب عبارتند از: 0.174 hr و 0.29 hr.

رواناب حاصله از بارندگی را می‌تـوان بـر حسـب ارتفاع یا حجم، توصـیف کـرده، آن را بـه روش‌هـای مختلف برآورد نمود. از جملـه روش‌هـای معمـول در هیدرولوژی، روش پیشنهادی سازمان حفاظـت خـاک امریکاست که برای حوضه‌هایی که در آنهـا داده‌هـای اندازه گیری دبی رواناب وجود ندارد، به کار مـی‌رود. محاسبهٔ ارتفاع روانـاب، بـویژه بـرای بـالاترین میـزان بارش در ۲٤ ساعت، حایز اهمیت است. در بازهٔ زمانی سـال ۱۳۵۰ تـا سـال ۱۳۸۳، بـالاترین میـزان متوسـط بارندگی ماهیانه به ترتیب، مربوط به ماه هـای مـارس،

[1]- SCS
[2]- lag time
[3]- قریب ، ۱۳۸۲ ، ۹٤

دسامبر، فوریه و ژانویه است (شکل ۷)، که مشکلات ناشی از رواناب بارندگی در آنها بیشتر است. از طرفی، بالاترین میزان بارندگی ثبت شده طی ٢٤ ساعت در ایستگاه سینوپتیک اصفهان به صورت ذیل بوده است:

- فوریه ۱۹۸۰ : ۳۳ میلیمتر
- ٤ دسامبر ۱۹۸۹ : ۳۳ میلیمتر
- ۱۳ ژانویه ۲۰۰٤ : ۳۲/۱ میلیمتر

ارتفاع و حجم رواناب محاسبه شده برای بالاترین میزان بارندگی در طی ٢٤ ساعت، به ترتیب برابر ۲۷/٦ میلیمتر و ۱۲٤۲ مترمکعب است.

استفاده از این روش، بیشتر برای حوضه‌های طبیعی پیشنهاد شده است؛ بنابراین برای تحلیل وضعیت رواناب در حوضه‌های شهری، استفاده از شاخصِ حداکثر دبی رواناب نیز لازم است. ساده‌ترین رابطه ای که برای تخمین حداکثر دبی رواناب ارایه شده، معادلهٔ استدلالی[1] است.

در دورهٔ زمانی مورد مطالعه، بالاترین میزان بارندگی ثبت شده طی ٢٤ ساعت در ایستگاه سینوپتیک اصفهان، ۳۳ میلیمتر بوده است. از آنجا که تداوم بارندگی به صورت پیوسته در ٢٤ ساعت جز در مکان ها و اقلیم‌های خاص، دارای احتمال بسیار ضعیفی است، بنابراین به طور معمول مدت زمان ٦ ساعت را برای به دست آوردن شدت بارش در محاسبات مربوط، در نظر می گیرند. شدت بارش و حداکثر دبی رواناب در حالت عمومی برای بزرگراه های اصفهان به ترتیب عبارتند : از ۵/۵ میلیمتر در ساعت و ۰/۰۵۵ مترمکعب در ثانیه. بنابراین، سیستم-هایی که برای هدایت آب های سطحی بزرگراه‌های دارای تقاطع غیرهمسطح (زیرگذر وسایل نقلیه) طراحی می‌گردند، باید به گونه‌ای باشند که در حالت عمومی بتوانند رواناب حاصل از بارش با دبی لحظه‌ای ۰/۰۵۵ مترمکعب در ثانیه را تخلیه نمایند.

٦- نتیجه‌گیری

روش بهینهٔ طراحی اقلیمی، مستلزم استفادهٔ حداکثر از منابع محل، ضمن توقع حداقل از محیط زیست است. این امر، از نگرش درازمدت به تأثیرات احتمالی زیست - محیطی به دست می آید و توجه به نکات مهم ذیل، لازمهٔ آن است:

-چگونه از انرژی خورشیدی بهره‌گیری نماییم؛

-از آب باران و شبکه‌های زهکشی به طور کامل استفاده کنیم؛

-انرژی باد را مهار کنیم؛

-از پتانسیل زمین برای گرمایش یا سرمایش استفاده کنیم؛

-تقاضای انرژی را کاهش دهیم.

بر اساس مشاهدات و تحلیل‌های انجام گرفته بر روی فضاهای شهری اصفهان، چنین نتیجه می‌گیریم که در طراحی بسیاری از فضاهای شهری، اصول و ضوابط طراحی اقلیمی، رعایت نگردیده و پیرو آن، مشکلات خاصی در ارتباط با هر یک از عناصر اقلیمی ایجاد شده است که از میان آنها می‌توان به این موارد اشاره نمود:

[1] - rational

– تعبیه بازشوهای متعدد در ضلع غربی برخی ساختمان ها؛

– احداث ساختمان های بلند تکی که به ایجاد گردباد در محوطهٔ اطراف آنها منجر می شود؛

– مشکل هدایت رواناب‌های ناشی از بارش در معابر و بزرگراه های شهری.

بادهایی با سرعتِ بیشتر از ٦ متر بر ثانیه که اغلب در ماههای بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت و از سمت غرب می‌وزند، بخصوص در هوای سرد زمستان، مشکلاتی را در رفت و آمد و فعالیت افراد در فضاهای بیرونی ایجاد می‌کنند. با توجه به وضعیت و اثر باد و نیز نمودهای ایذایی و حادثه آفرینی باد، سرعت اکثر بادهایی که از سمت غرب اصفهان می‌وزند، به گونه‌ای است که تصمیم گیری برای کاهش آثارِ اذیت کننده باد را ضروری می‌نمایند. از راهکارهای مناسب در این خصوص، به حداقل رساندن تعداد بازشوها در ضلع غربی ساختمان است که در معماری سنتی، بسیار مورد توجه بوده است.

در رابطه با عنصر اقلیمی بارش نیز بر اساس محاسبات انجام شده، سیستم‌هایی که برای هدایت آب های سطحی بزرگراه‌هایِ دارای تقاطع غیرهمسطح (زیرگذر وسایل نقلیه) طراحی می‌گردند، باید به گونه‌ای باشند که در حالت عمومی بتوانند رواناب حاصل از بارش با دبی لحظه ای ۰/۰۵۵ مترمکعب در ثانیه را تخلیه نمایند.

به منظور طراحی شهری متناسب با ویژگی‌های اقلیمی شهر اصفهان و تأمین آسایش حرارتی در فضاهای شهری، رعایت ضوابط ذیل، پیشنهاد می‌گردد:

- جمع‌آوری آب های سطحی نیاز به زیربناهای زهکشی را کاهش می‌دهد. نهرها، رودها، کانال‌ها و مادی‌ها را می‌توان در سیستم‌های ذخیره آب‌های سطحی ادغام نمود و در عین حال، مناظر جذاب و زیستگاه‌های گرانبهای بوم‌شناسانه پدید آورد. همچنین می‌توان آنها را به بازچرخش رواناب بام‌ها و سایر سطوح سخت برای آبیاری گیاهان، وصل کرد.
- باد هم مفید است و هم می‌تواند مضر باشد. در تابستان، نسیم ملایم، ساختمان ها را تهویه می‌کند و موجب راحتی و آسایش می‌شود و در زمستان موجب اتلاف گرما می‌گردد. باید پتانسیل باد را برای تهویه‌ی طبیعی مهار نمود و از آن به عنوان منبع انرژی بهره گرفت. ساختمان‌ها باید طوری طراحی شوند که کانالیزه شدن و ایجاد آب و هوای ناراحت کنندهٔ موضعی به حداقل برسد.
- کار با زمین، چه از لحاظ توپوگرافیک و چه از نظر اقلیمی، هیدرولوژیک و بوم‌شناسانه می‌تواند مزایای اقتصادی داشته باشد و حس مکان را نیز تقویت نماید. بدین منظور، باید ساختمان‌ها، خیابان‌ها و مسیرهای گذر آب را طوری طراحی نمود که با شیب کلی هماهنگ باشند. این امر، باعث کاهش عملیات خاکبرداری و خاکریزی خواهد شد و سبب می‌گردد که زهکشی به صورت طبیعی (ثقلی) صورت پذیرد.

- استفاده از راهروهای مسقف در اطراف میادین یا بخشی از آنها.
- پیش‌بینی هماهنگ پیش‌آمدگی ساختمان‌ها در اطراف فضاها به منظور تأمین سرپناه.
- انتقال کاربری‌های ناسازگار (ایجاد کننده سر و صدا و دود، حرارت و غیره) به مکان‌های مناسب دیگر.
- حفظ هویتِ بخش‌های قدیمی و تاریخی از طریق هماهنگی در مقیاس، مصالح، بافت، و جهت ساختمان متناسب با خرد اقلیم شهری.
- تعیین جهت مناسب برای استقرار ساختمان‌های بلند به گونه‌ای که سایهٔ آنها بر فضای عمومی و نیمه‌عمومی به حداقل برسد.
- طراحی و احداث ساختمان‌های بلند و نزدیک به هم، با ارتفاع و حجم مناسب، به گونه‌ای که امکان رسیدن آفتاب به فضاهای باز باشد.
- ارتقای کیفیت محیطی با استفاده از پوشش گیاهی مناسب و توجه دقیق به عوامل محیطی در طراحی فضاهای سبز و باز.
- انتخاب شیب‌های رو به جنوب برای احداث ساختمان.
- گسترش و کشیدگی بلوک‌های ساختمانی در جهت محور شرقی- غربی.
- اجتناب از احداث ساختمان‌ها در شیب‌های منفی و فرورفتگی‌ها.
- استفاده از درختان خزان‌دار به منظور ایجاد سایه بر روی ساختمان و خنک سازی در مواقع گرم.
- اجتناب از انتخاب شیب‌های رو به شرق یا غرب برای احداث ساختمان.

منابع

۱. اکان، عثمان.(۱۳۸۰). هیدرولوژی رگبار در حوضه‌های شهری، ترجمه سعید برومندنسب، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ اول.

۲. بحرینی.(سیدحسین). ۱۳۸۲، فرایند طراحی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.

۳. بنتلی، ای یِن و همکاران. (۱۳۸۲). محیط‌های پاسخده، ترجمه مصطفی بهزادفر، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ اول.

٤. دیویس، لولین و همکاران. (۱۳۸٤). راهنمای طراحی شهری، ترجمه رضارضایی، تهران: شرکت عمران شهرهای جدید، چاپ اول.

۵. رازجویان، محمود. (۱۳۷۹). تهران: آسایش در پناه باد، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول.

٦. رازجویان، محمود. (۱۳٦۷). آسایش به وسیلهٔ معماری همساز با اقلیم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، چاپ اول.

۷. رهنمایی، محمدتقی.(۱۳۷۱). توانایی محیطی ایران، زمینه‌های جغرافیایی طرح جامع سرزمین، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.

۸. سازمان هواشناسی کشور، سالنامهٔ هواشناسی سالهای ۱۹۷۲ تا ۲۰۰٤.

۹. علیزاده، امین.(۱۳۸۱). اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد: دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ چهاردهم.

۱۰. علیزاده، امین و همکاران.(۱۳۸٤). هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ هشتم.

۱۱. قریب، فریدون.(۱۳۸۲). شبکهٔ ارتباطی در طراحی شهری، دانشگاه تهران، چاپ سوم.

۱۲. کاویانی، محمدرضا.(۱۳۸۰). تهران: میکروکلیماتولوژی، سمت، چاپ اول.

۱۳. کسمایی، مرتضی، ۱۳۷۸، اقلیم و معماری، تهران: نشر بازتاب، چاپ اول.

۱٤. کوانیگز برگر، اتو و همکاران.(۱۳٦۸). راهنمای مسکن و ساختمان در مناطق گرمسیری، ترجمه مرتضی کسمایی، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول.

۱۵. واتسون، دونالد.(۱۳۸۰). طراحی اقلیمی، ترجمه وحید قبادیان، مؤسسهٔ انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ سوم.

16. Banister D., Watson S. and Wood C., 1997, Sustainable Cities: Transport, Eenergy and Urban Form, Environment and Planning: Planning and Design, 24: pp. 125-143.

17. Biket, Asli Pnar, 2006, Architectural Design Based on Climatic Data, 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference, Built Environment & Information Technologies, Ankara, pp. 261-267.

18. Bulkeley Harriet and Betsill Michele M., 2003, Cities and Climate Change, Routledge, London.

19. Camuffo, Dario, 1998, Microclimate for Cultural Heritage, Elsevier, New York.

20. de la Espriella, Carlos, 2002, Improving Comfort by Using Passive Climatic Design: The Case of an Existing Medium-scaled Institutional Building in Bogotá, Colombia, Architecture, Energy & Environment HDM – Housing Development and Management, Lund University, Sweden, pp. 1-14.

21. Essien F., 1968, "Climatic Data for Thermal Environmental Design in Ghana". In: Research Note No. 21, Building and Road Research Institute, Kumasi, Ghana.

22. Fitch. J. M., 1971, American Building – The Environmental Forces That Shape It. New York.

23. Hooper, C., 1975, Design For Climate: Guidelines For The Design of Low Cost Houses For The Climates of Kenya. Housing Research and Development Unit, University of Nairobi, Nairobi, Kenya.

24. IPENZ (Institution of Professional Engineers New Zealand Incorporated), 2007, Urban Design, Institution of Professional Engineers, New Zealand Incorporated, New Zealand.

25. Jenks M., Burton E., Williams K., 1996, Compact Cities and Sustainability, London: E&FN Spon, pp. 3-8.

26. Lacey, R. E., 1972, Survey of Meteorological Information for Architecture and Building. Current Paper 5/72. Building Research Station, Watford, United Kingdom.

27. Lacey, R. E., 1977, Climate and Building In Britain. A Review of Meteorological Information Suitable for Use In The Planning, Design, Construction and Operation of Buildings. Building Research Establishment Report, Her Majesty's Stationery Office, London.

28. Nahiduzzaman, Kh Md and Haas, Tigran, 2008, Micro Climatic House Design: a Way to Adapt to Climatic Change? The Case of

Ghar Kumarpur Village in Bangladesh, Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, Year 3, Number 9, pp. 54-73.

29. Ogunsote, Olu Ola and Prucnal-Ogunsote, Bogda, 2002, Defining Climatic Zones for Architectural Design in Nigeria: A Systematic Delineation, Journal of Environmental Technology 1(2), pp. 1 – 14.

30. Owens S., 1992, Energy, Environmental Sustainability and Land-use Planning in M. Breheny (ed.) Sustainable Development and Urban Form, London: Pion, pp. 79-105.

31. Pressman, Norman, 2000, Climatic Factors in Urban Design, Arch. & Comport. /Arch. & Schav., Vol. 10, no 1, p. 5 – 7

32. Schuetze T., 2008, Climate adaptive urban design with water in Dutch polders; http://www.iwahq.org/uploads/sgs

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی