محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٤، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۷، صفحهٔ ۶۵۹-۶۴۳

تأثیر بناهای بلندمرتبه بر آسایش حرارتی و زیستی عابران پیاده (نمونهٔ موردی: خیابان بوعلی شهر همدان)

عرفان خداویسی[۱]، حسن سجادزاده[۲]*، محمد معتقد[۳]

۱. کارشناس‌ارشد طراحی شهری، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران. eierfan.kh@ gmail.com
۲. دانشیار، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
۳. دانشجوی کارشناسی‌ارشد طراحی شهری، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
m.motaghed74@gmailcom

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

چکیده

امروزه در اکثر کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ رشد و توسعهٔ ساختمان‌های بلندمرتبه مشهود است و آثار مثبت و منفی زیادی را برجای گذارده است. در این میان، یکی از جنبه‌های اصلی تأثیرگذاری بناهای بلندمرتبه، تأثیر برآسایش اقلیمی و زیست‌محیطی است. در انجام این پژوهش نخست مؤلفه‌های مؤثر بر آسایش حرارتی و اکولوژیکی با مطالعه و بررسی دیدگاه صاحب‌نظران به دست آمد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Autodesk Flow Design و Autodesk Ecotect استفاده شد. نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می‌دهد، برج آریان در فصل پاییز باید از تمهیدات بیشتری برای ایجاد سایه استفاده کرد و در فصل زمستان باید شرایط بهره‌گیری بیشتر از آفتاب و کاهش جریان باد را دنبال کرد، اما در برج زاگرس در فصول بهار تابستان و پاییز باید تمهیدات بیشتر را برای بهره‌گیری از سایه و جریان باد به کار گرفت و در فصل زمستان شرایط برای بهره‌گیری از آفتاب بیشتر کاهش جریان هوا استفاده شود، که این دو بنا، از ساختمان‌های مهم و تأثیرگذار در حدفاصل خیابان بوعلی و میدان جهاد همدان هستند. ازاین‌رو در پژوهش حاضر تلاش می‌شود تا پس از بررسی تجارب عملی و نظری مطرح در این حوزه، اصول و رهنمودهای طراحی را در مبحث آسایش حرارتی و اکولوژیکی ارائه کند.

کلیدواژه

آسایش حرارتی، آسایش زیستی، خیابان بوعلی همدان، ساختمان‌های بلند.

۱. سرآغاز

فضاهای شهری اهمیت زیادی در کیفیت زندگی شهری دارند و نقش مهمی در فعالیت‌های ساکنین ایفا کرده و به تقویت روابط متقابل اجتماعی شهروندان کمک می‌کنند(Thorsson, 2004). کیفیت این فضا می‌تواند به کیفیت زندگی در شهر کمک کنند یا برعکس جدایی اجتماعی را افزایش دهد (Nikololoulou, 2001). بر این اساس فضاهای شهری چنان طراحی می‌شوند که تقریباً در تمامی شرایط آب و هوایی و هر ساعت از روز و سال به لحاظ محیطی، آسایش بخش باشند. فضاهای شهری قلب تپندهٔ شهر و عامل سرزندگی و آسایش محیطی هستند. فقدان آسایش محیطی در فضاهای شهری باعث شده مردم برخی شهرها به دنبال آسایش در فضاهای تهویه شدهٔ داخلی باشند و بیشتر وقت خود را در فضاهای داخلی بگذرانند. واقعیتی که سبب می‌شود حیات فضاهای شهری و زندگی اجتماعی جاری در آن، روزبه‌روز بیشتر

* نویسنده مسئول: Email: h.sajadzadeh@gmail.com

موردخطر واقع شوند. ادامهٔ این روند به فرسودگی و مرگ حیات جمعی در شهرها می‌انجامد. به همین منظور فراهم‌کردن شرایط آسایش حرارتی و زیستی در فضاهای شهری اجتناب‌ناپذیر است. با فراهم کردن آسایش محیطی می‌توان حضور مردم در فضاهای شهری، مدت زمان حضور و نوع فعالیت‌های فردی و جمعی را تحت تأثیر قرار داد. پناه گرفتن از خورشید یا مسیری که به نور خورشید منتهی می‌شود عامل اصلی استفاده از فضاهای شهری است(Carmona, 2007) . در طول سال‌ها مشاهده شده است مکان‌هایی که متناسب با شرایط اقلیمی طراحی نشده‌اند فرصت بسیار کمی برای تبدیل به مکانی مهم برای افراد را خواهند داشت و در طول زمان دوام‌آور و تاب‌آور نخواهند بود.

۱. ۱. تعریف ساختمان‌های بلندمرتبه

به‌طور کلی، ساختمان‌های بلند را می‌توان بر اساس دو شاخصه زیر تعریف کرد:

الف. براساس تعیین حد ارتفاع آن: ارتفاع ساختمان متأثر از مسائلی مانند: نحوهٔ خدمات‌رسانی در زمان آتش‌سوزی و به‌طور کلی تأسیسات ساختمان است. در نشریه ۱۱۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور می‌گوید هر بنایی که فاصلهٔ قائم بین تراز کف بالاترین طبقه قابل تصرف تا تراز پایین‌ترین سطح قابل دسترسی برای ماشین‌های آتش‌نشانی از ۲۳ متر بیشتر باشد، ساختمان بلند محسوب می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور،۱۳۷۴ نشریه شماره ۱۱۲)، از طرفی عوامل محیطی مانند باد، سیل و زلزله نیز در این تعریف مؤثر است. با توجه به تعاریف ارائه شده، این تعریف با گذشت زمان تغییرپذیر است، زیرا ممکن است ارتفاع نردبان‌های آتش‌نشانی با پیشرفت تکنولوژی تغییر یابد، به همین دلیل این تعریف مقبولیت کمتری دارد.

ب. بر اساس مکان استقرار آن در شهر و منطقه: این نوع تعریف بر اساس ویژگی‌های ساختمان یا مکان استقرار آن در شهر و منطقه است. یکی از تعاریفی که به این مطلب اشاره دارد این است که ساختمان‌های بلند مشخصاً به وسیلهٔ تعداد طبقات یا ارتفاع آن‌ها مشخص نمی‌شود، بلکه ویژگی مهم این ساختمان‌ها طرح یا عملکرد ساختمان به وسیلهٔ نمادی از بلندی یا بلندبودن است. طبقهٔ نظریهٔ شورای ساختمان‌های بلند و اسکان شهری در آمریکا، ساختمان بلند بدون مشخص کردن ارتفاع یا تعداد طبقات ساختمانی است که بلندی آن به‌طور چشمگیری بر یکی از جنبه‌های استفاده از فضا یا برنامه‌ریزی ساخت آن تأثیر می‌گذارد (امین‌زاده،۱۳۹۴). این تعریف به علت توجه به ویژگی‌های منطقه و مکان استقرار ساختمان بلند در شهرهای مختلف، کاربردی‌تر و قابل قبول‌تر به نظر می‌رسد.

۱. ۲.آسایش حرارتی

آسایش حرارتی و زیستی، احساس رضایت و راحتی حاصل از هماهنگی جنبه‌های فیزیولوژیکی و روان‌شناختی انسان و محیط اطراف است، که طیف وسیعی از شرایط آسایش حرارتی، صوتی، بصری، بویایی و کیفیت هوا تا زیبایی را شامل می‌شود. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی و زیستی که در پژوهش‌های مختلف به آن اشاره شده، کیفیت حرارتی محیط است. هر یک از عوامل محیطی از طریق متغیرهای همانند: سرما، گرما و نور روی حواس تأثیر می‌گذارند و این پاسخ به محرک‌های محیطی است که تعیین‌کنندهٔ میزان آسایش به‌صورت موردی و عمومی است. شرایط محیطی ارزش اولیه شاخص‌های آسایشی را تعیین می‌کنند (Nagano, 2005). یافته‌های پژوهش‌های آسایش محیطی نشان می‌دهند که هرچند عوامل مؤثر بر آسایش، دارای وزنی یکسانی نیستند، ولی اکثر آن‌ها بر اهمیت شرایط حرارتی به‌عنوان تأثیرگذارترین موضوع بر رضایت از فضا و مهم‌ترین معیار آسایش عمومی تأکید دارد و محاسبهٔ آسایش حرارتی و زیست‌محیطی را متقدم بر آسایش صوتی و بصری کردند تا

آنجا که در برخی از پژوهش‌ها، منظور از آسایش در فضای باز، آسایش حرارتی است (Frontzak & Wargocki, 2011).

آسایش حرارتی انسان به عوامل متعددی از جمله چهار عنصر اقلیمی: دمای هوا، رطوبت هوا، تابش آفتاب و جریان هوا بستگی دارد. البته احساس نهایی انسان در برابر شرایط محیطی و عوامل اقلیمی و محیطی مانند: نوع لباس، قدرت سازگاری و عادت به شرایط اقلیمی، سن و جنسیت شکل ظاهری، مقدار چربی زیر پوست، وضعیت بدن از نظر تندرستی، غذا و نوشیدنی‌های مصرف شده و رنگ پوست نیز بستگی دارد (کسمایی، ۱۳۷۲). در جمع‌بندی تعاریف مذکور می‌توان به تعریف هوپ برای آسایش حرارتی اشاره کرد. وی برای تعریف اصطلاح آسایش حرارتی سه رویکرد را مطرح می‌نمایند: الف: روان‌شناختی، ب:حرارتی – فیزیولوژیکی، ج: تعادل حرارتی بدن انسان . (Hoppe, 2002) متغیرهای اصلی آسایش حرارتی و زیستی در فضای شهری نیز شامل متغیرهای اقلیمی و فردی می‌باشد. متغیرهای اقلیمی مؤثر: **دمای هوا، جریان هوا، رطوبت نسبی و دمای تابش آفتاب** هستند. در این میان دمای هوا و رطوبت علی‌رغم تأثیرگذاری چشمگیر در شرایط آسایش حرارتی انسان نمی‌تواند به جز در شرایط خاص توسط طراحی شهری دستخوش تغییرات زیادی شوند(Brown, 2010). براین اساس تابش آفتاب و جریان باد مهم‌ترین تأثیر را در طراحی شهری در راستای آسایش محیطی دارند. از برآیند بررسی مطالعات مختلف این نتیجه به دست می‌آیدکه متغیرهایی که بر حرارت بدن و آسایش حرارتی مؤثرند در سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند:

- عوامل محیطی: دمای هوا، جریان هوا، رطوبت، تابش
- عوامل انسانی: میزان سوخت‌وساز (فعالیت) وضعیت سلامتی، قابلیت سازگاری
- دیگر عوامل مؤثر: غذا و نوشیدنی‌ها، فرم بدن، چربی زیرپوست، سن و جنسیت

به‌طور کلی چهار متغیر اساسی که روی پاسخ‌های انسان به شرایط حرارتی محیط، اثر مستقیم دارند دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا هستند. البته عوامل دیگری مثل کیفیت قرارگیری فرد، رفتار، جنس، سن، فرم بدن، غذای مصرفی، فرهنگ اقتصاد و ... نیز از درجهٔ تأثیر بالایی برخوردارند. (Szokolay, 2004).

شکل۱. عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی و زیستی

(منبع: نگارنده)

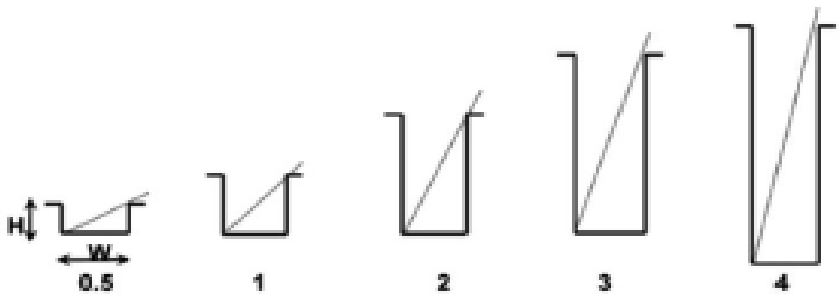
شکل۲. سه متغیر اساسی و مؤثر بر آسایش حرارتی و زیستی

(منبع: نگارنده)

از آنجا که تغییر و کنترل عوامل انسانی و دیگر عوامل مانند شیوهٔ لباس پوشیدن و وضعیت سلامتی افراد میزان سوخت‌وساز و غیره از طریق طراحی شهری تأثیر چندانی ندارد، در نتیجه عوامل و راهکارهای مربوط به آن از حیطهٔ کار این پژوهش خارج است. شایان ذکر است که طبق مطالعات انجام شدهٔ طراحی شهری می‌توان به میزان چشمگیری برکنترل عوامل اقلیمی محیطی در راستای بهبود شرایط خورده اقلیم فضاهای شهری و متعاقباً بهبود شرایط آسایش استفاده‌کنندگان تأثیر بگذارد، ازاین‌رو عمده هدف این پژوهش دستیابی به نحوهٔ کنترل عوامل محیطی است. در این میان دمای هوا و رطوبت به‌رغم تأثیرگذاری چشمگیر در شرایط آسایش حرارتی انسان نمی‌تواند جز در شرایط خاص توسط طراحی شهری دستخوش تغییرات زیادی شوند. بنابراین عوامل مورد بررسی در این پژوهش، عوامل محیطی شامل: تابش آفتاب، نقاب سایه، جریان هوا (باد) خواهد بود.

۳.۱. تابش آفتاب

دمای تابشی یکی از مهم‌ترین متغیرهای ارزیابی آسایش حرارتی و زیستی در فضای باز است. ازاین‌رو میانگین دمای تابشی عبارت است از مجموعه تابش‌های جذب شده توسط بدن انسان از سطوح تابشی مختلف (Matzarakis & Mayer, 2002). از مهم‌ترین ویژگی‌های فضای شهری و تمایز آن از فضای داخلی، تابش خورشیدی در این فضاهاست. آسایش حرارتی انسان در فضاهای شهری ممکن است به همان اندازه که به دمای هوا وابسته است به قرارگیری عابر پیاده در معرض بار تابشی نیز بستگی داشته باشد. علاوه بر این توانایی ما برای کنترل دمای هوا در فضاهای شهری محدود است، در حالی که کنترل قرارگیری در معرض آفتاب، حداقل از لحاظ ایده و مفهوم نسبتاً ساده است. از سویی امکان کنترل تابش در تابستان به معنای سایه‌اندازی و در زمستان به معنای قرارگیری در معرض آن توسط طراحی کاربردی وجود دارد (Erell, 2011). تناسب عرض و ارتفاع و جهت تابش، میزان آسایش حرارتی در سطح خیابان را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای معابر و محصوریت آن‌ها نخستین عامل مؤثر در ایجاد آسایش حرارتی در فضاهای شهری است (Dalman,2011). معمولاً نخست جهت‌گیری خیابان انتخاب می‌شود و سپس نسبت محصوریت با توجه به آن جهت‌گیری تعیین می‌شود. در واقع، یک معبر، زمانی در آفتاب قرار می‌گیرد که خورشید در محدودهٔ آسمان قابل رؤیت از درون معبر قرار گیرد، درغیر این صورت معبر در سایهٔ دیوارهای اطرافش خواهد بود.



شکل۳. نمونه‌ای از محصوریت معابر

منبع:(Toudert,2005)

آنچه محدودهٔ آسمان قابل رؤیت را در معبرتعیین می‌کند، رابطه‌ای است که بین عرض معبر و ارتفاع دیوارهای آن برقرار است. به عبارت دیگر عریض یا کم عرض بودن معبر در اینجا تأثیری ندارد، بلکه عمق معبر یعنی نسبت محصوریت معبر تعیین‌کننده خواهد بود. (Ali toudert & Bensalem, 2001).

۱ .۵. جریان هوا

سرعت و نحوهٔ حرکت باد نیز باعث بروز عوامل زیر می‌شود:

۱. آسایش دینامیکی انسان: نیروی ناشی از وزش باد در زمان و فضا متغیر است و بدن انسان «مانعی» در برابر باد تحت تأثیر این نیروها قرار می‌گیرد، به طوری که حرکت لباس‌ها غیرعادی و راه رفتن مشکل می‌شود.

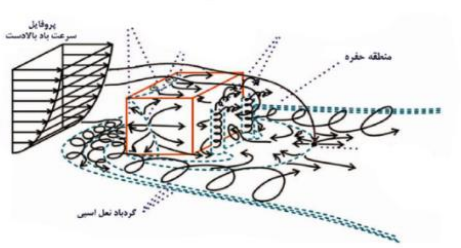
۲. آسایش حرارتی انسان: در تبادل حرارت طبیعی بدن انسان با محیط اطراف اختلال ایجاد می‌کند. سرعت باد در طول زمان تغییر می‌کند، به این ترتیب که وقتی باد از حرکت باز می‌ایستد، عابر پیاده در اثر حالت «پس باد» تحت تأثیر جریان با نیرویی در جهت متفاوت در محدوده‌ای زمانی قرار می‌گیرد. این تغییر حالت باعث می‌شود که عابر پیاده دائماً خود را با حالت جدیدتر تطبیق دهد و دلیل اصلی ناراحتی او همین تغییر ماهیت باد است که مانع از ادامهٔ راه و حفظ تعادل او و باعث آشفته شدن موها و تکان خوردن لباس‌هایش می‌شود. شایان ذکر است در جدول بیوفرت عوامل دیگری مانند: دمای محیط و حالت روحی فرد در نظر گرفته نشده‌اند، پس ناراحتی ایجاد شده، ناشی از پدیدهٔ باد است که در مکانی مفروض با سرعت متوسط و توربولانس مشخص می‌شود (گاندمر،۱۳۷۳).

از آنجا که ساختمان‌ها سه بعدی‌اند و به جریان هوا اجازه می‌دهند که در اطراف اضلاع جانبی‌شان همانند بالای آن‌ها جریان داشته باشد، دو مکانیسم مجزا (در اطراف با فشار) وجود دارد که در جریان باد اختلال ایجاد می‌کند. این اختلال به تولید جریان‌های باد شدید در سطح زمین منجر می‌شود. این نوع جریان توسط توزیع فشار بر سمت رو به باد یک ساختمان ایجاد می‌شود که با ارتفاع افزایش می‌یابد و با فشار باد محلی متناسب است. دومین نوع جریان به دلیل اختلاف فشار میان نواحی کم فشار (سمت‌های جانبی و پشت به باد) و نواحی پرفشار یعنی بخش پایینی ضلع روبه‌رو به وجود می‌آید. جریان بین این دو ناحیه به‌طور مستقیم از طریق کنج‌های اطراف و دالان‌های ساختمان، می‌تواند موجب افزایش بسیار زیاد سرعت باد محلی شود. فشار کم دنباله سایه باد، به سرعت جریان باد آزاد در طول لبهٔ بالایی ساختمان وابسته است. بنابراین هر چه ارتفاع ساختمان‌ها بلندتر باشد، گوشه‌ها و دالان‌ها فشار کمتر و سرعت باد بیشتری ایجاد می‌کنند (Erell, 2011:86).

جدول۱. سرعت باد و آثار آن بر فعالیت‌های مختلف

اثر باد	سرعت باد (متر بر ثانیه)	وضعیت
• آرام • بادی که قابل حس نیست	۰-۱/۵	هوای آرام و ملایم
• حس باد بر روی چهره	۱/۶-۳/۳	نسیم ملایم
• تکان خوردن پرچم سبک • بهم ریختن موها • برآمدن لباس‌ها	۳/۴-۵/۴	نسیم لطیف
• بالا آمدن گرد و خاک • به هوا برخواستن خاک خشک و کاغذ پاره‌ها • بهم خوردن موها	۵/۵-۷/۹	نسیم نسبتاً شدید
• حس فشار باد بر بدن • برخاستن برف‌ها به هوا • محدودیت در مقبولیت جریان هوا و باد • استفاده بسیار مشکل از چتر	۸-۱۰/۷	نسیم شدید/باد ملایم
• راست شدن موها • مشکل در قدم زدن راحت و آسان • صدای گوش خراش باد • برخاستن برف‌های انباشته در نوک ارتفاعات	۱۰/۸-۱۳/۸	باد نسبتاً تند و شدید
• احساس ناراحتی هنگام قدم زدن	۱۳/۹-۱۷/۱	باد تند و شدید
• عموماً طوفان شدت یافته و در اثر بهم خوردن تعادل هوا مشکلات زیادی ایجاد می‌شود.	۱۷/۲-۲۰/۷	طوفان
• مردم در اثر شدت جریان و عدم تعادل هوا . به آسان پرتاب می‌شوند.	۲۰/۸-۲۴/۴	طوفان شدید

منبع: (carmona,2003)



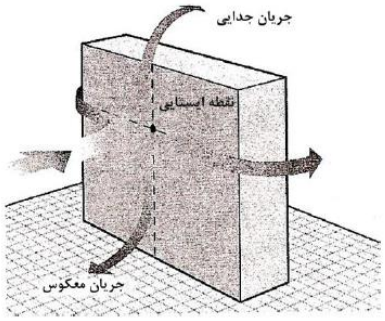
شکل۴. جریان باد در اطراف یک ساختمان

منبع:(Bloken et al,2011)

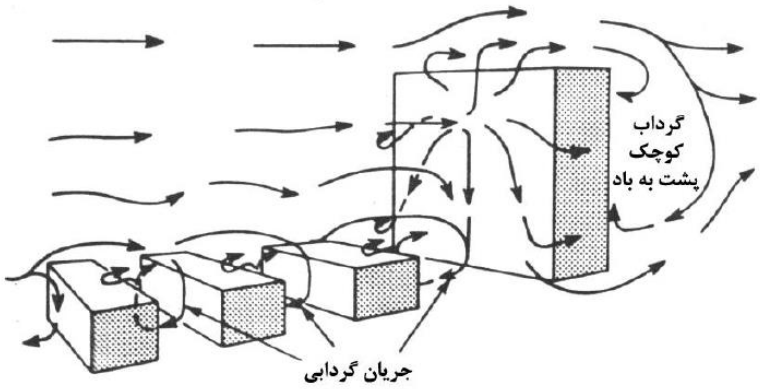
بررسی اثر جریان باد در اطراف ساختمان‌های بلند و مشکلات ناشی از آن توسط نویسندگانی همچون آرنز (۱۹۸۱) پن واردن (۱۹۷۳)، آینسلی (۱۹۷۶)، و ایزیومو و داونپورت (۱۹۷۶) مورد بررسی قرار گرفته است. آینلسی این مسئله را در سه بخش مورد توجه قرار داده است:

- مواردی که به آسایش عابرین پیاده مربوط می‌شود.
- مواردی که به خود ساختمان بلند مربوط می‌شود.
- مواردی که به محیط اطراف بناهای بلندمرتبه مربوط می‌شود.

- همان‌طور که در تصویر روشن است، هوا پس از برخورد به ساختمان نفوذناپذیر به سه طرف منحرف می‌شود: بالای سقف پایین ضلع رو به باد و طرفین ساختمان. هوایی که ساختمان را تحت فشار قرار می‌دهد، فشارهای نسبتاً زیادی را به میانه بالای دیوار نزدیک به سه چهارم ارتفاع دیوار وارد می‌کند. این نقطه در واقع جایی است که باد دچار وقفه می‌شود و از این نقطه، فشار به سمت بیرون کاهش می‌یابد به این نقطه، «نقطهٔ ایستایی» می‌گویند (Erell, 2011:87).



شکل ۵. الگوی جریان هوا در اطراف یک ساختمان، منبع: (Erell, 2011)



شکل۶. جریان باد در اطراف ساختمان‌های بلندمرتبه، منبع: (Abdullah, 2004)

جریان هوا از این نقطه ایستایی به جوانب پخش می‌شود. بخشی از این جریان از بالای سقف عبور کرده و جریان گردابی کوچک پشت باد را در ناحیهٔ حفره ایجاد می‌کند. در حالی که بخش اعظم جریان اصلی به پایین جداره رو به باد منتقل می‌شود، که به افزایش جریان‌های کوچک گردابی پشت به باد به وجود آمده توسط ساختمان‌های کوتاه اطراف می‌شود و جریان گردابی شدیدی را نزدیک سطح زمین به وجود می‌آورد (Oke,1987).

اگر ساختمان دارای گوشه‌های تیز باشد، جریان رو به افزایش باد در بالا و جوانب ساختمان از سطح جدا می‌شود. در نتیجه برای سقف، جوانب و دیوار پشت به باد مکش به وجود می‌آید. از آنجایی که هوا از فشار بالا به فشار پایین جابه‌جا می‌شود، در این مناطق جریان‌های معکوس رخ خواهد داد که این جریان‌های معکوس به تولید جریان‌های گردابی پشت باد خواهند شد که تا منطقهٔ مکش قوی در بالای بام گسترش یابند (Erell, 2011).

۲. مواد و روش‌ها

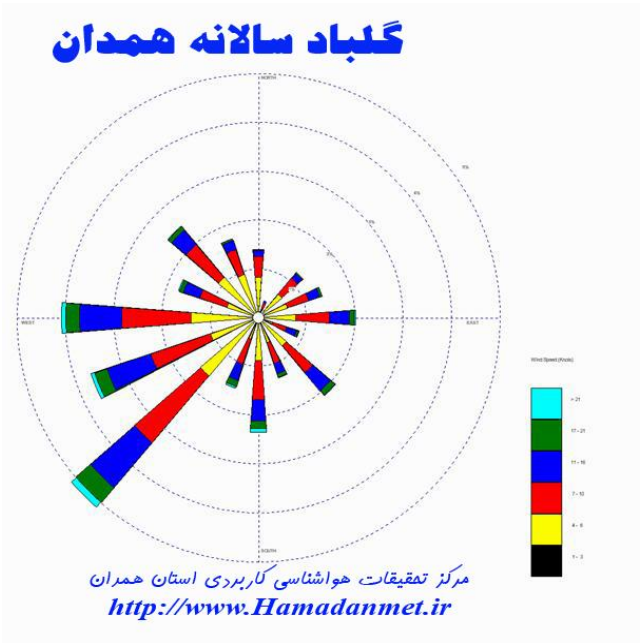
۲. ۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر همدان که مرکز استان همدان است در شرق استان، در مقر کوهپایه‌ای الوند قرار گرفته است. ارتفاع این کوه‌ها به سمت شهر به تدریج کاهش پیدا کرده تا آنکه به دشت برسد. این ارتفاعات مانند کاسه‌ای از سنگ شهر همدان را دربر گرفته است و تنها از سمت شمال شرقی، دهانهٔ باز و آزاد دارند. جادهٔ همدان-تهران از میان این دهانه عبور می‌کند. ارتفاع شهر همدان از سطح دریا ۱۷۴۷ متر است. شرقی‌ترین نقطهٔ شهر همدان ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه، غربی‌ترین آن ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه از نصف النهار گرینویچ فاصله دارد و در حدفاصل ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه،

تـا ۳۵ درجـه عـرض شـمالی واقـع شـده اسـت. از نظـر توپوگرافی در همدان از جنوب وجنوب‌غربی به ارتفاعـاتی از رشته کوه زاگرس ازجمله کوه الوند با ارتفاع۳۵۷۴متر از سطح دریا که این قلـه بـین تویسـرکان و همـدان و در ۱۸ کیلومتری شهر همدان واقع شده اسـت کـه بـه دورهٔ سـوم زمین‌شناسی می‌رسـد و هرچـه بـه طـرف شـمال حرکـت می‌کنیم از میزان ارتفاعات کاسـته شـده و در قسـمت‌هـای شمالی شهر به دشت‌هایی با متوسـط ارتفـاع ۱۵۵۰ متـر از سطح دریا می‌رسیم که ایـن اعـداد نشـان دهنـدهٔ اخـتلاف ارتفاعی در حدود ۲۰۲۰ متر اسـت. شـیب عمـومی قطعـهٔ زمینی که شهر همدان روی آن قرار دارد بـه طـرف شـمال است و تنها در قسمت‌هایی از شمال شرقی شـیب عمـومی در جهت غرب تغییـر مـی‌یابـد. در ایـن پـروژه اطلاعـات هواشناسی از دو ایستگاه هواشناسی فرودگاه و نوژه به دلیل عدم ارائه اطلاعات توسط ایستگاه سد اکباتان استفاده شـده است. (طـرح توسـعه و عمـران مهندسـین مشـاور آمـایش محیط، ۱۳۸۵ ، جلد۱، ص۲۸).

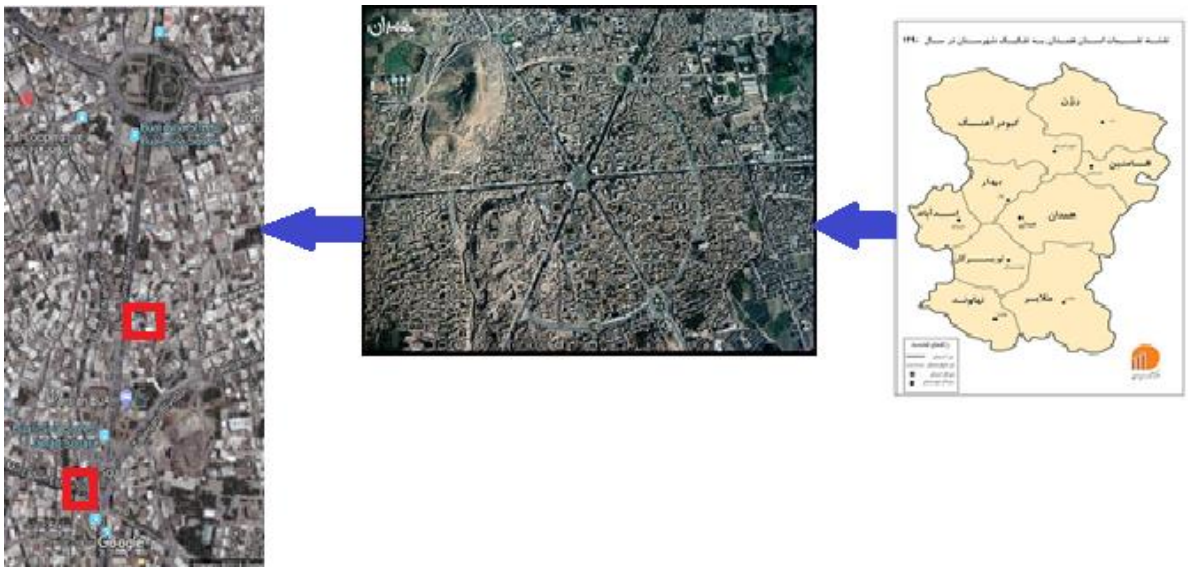
برداشت کاربری اراضی برای محور جهاد در۳ طبقه و تا یک قطعه از لبهٔ محور صورت گرفت. براین اساس شناسایی نوع کاربری در کل واحد ممکن شده و نوع استفاده از معابر در ساعات مختلف روز و در قسمت‌هـای متفـاوت محـور قابل ارزیابی است. برداشـت‌هـای صـورت گرفتـه و نقشـه کاربری اراضی مبین غلبـهٔ کـاربری تجـاری در لبـهٔ محـور بوعلی و نسبت به دیگر کاربری‌ها است.

بررسی فعالیت‌های موجود در محورجهاد، این محور را به‌صورت محوری تجـاری فعـال و بـا ۹۰ درصـد فعالیـت معرفی کرده است. این امر با توجه به قرارگیری محور جهاد در امتداد بازار قدیم شهر همدان توجیه‌پذیر است. بیشترین تمایل در طول محور مربوط به عملکردهای خرده فروشی یا فروش خدمات و در ردهٔ فعالیتی فروش و خدمات مرتبط با کالاهای مصرفی بادوام است. این گونـه از فعالیـت‌هـا ۴۶/۶ درصـد کـل فعالیـت‌هـای موجـود در محـور را بـه خـود اختصـاص دادهانـد. دلیـل انتخـاب ایـن محـور وجـود ساختمان‌های بلندمرتبه تجاری و اداری (برج آریان و بـرج زاگرس) است.



شکل۷. گلباد سالانه شهر همدان

(منبع: سازمان هواشناسی استان همدان)



شکل۸ . موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه

۲ .۳. روش تحقیق

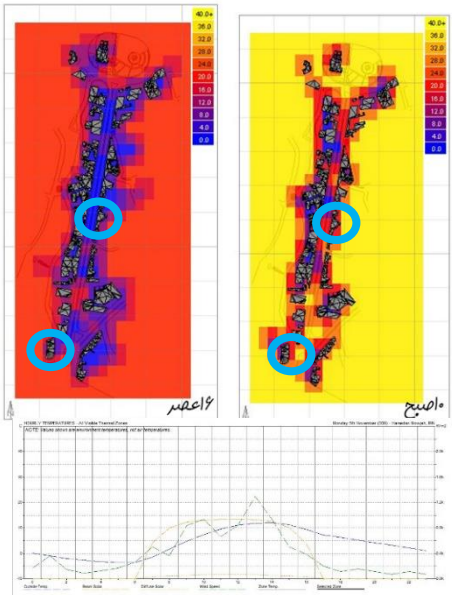
روش تحقیق در این پژوهش روش توصیفی ـ تحلیلی است. در ابتدای این پژوهش به بررسی کتابخانه‌ای بررسی منابع لاتین و فارسی پرداختیم و پس از شناخت عوامل مؤثر بر آسایش از طریق این منابع و تعیین چهارچوب پژوهش در گام بعدی به‌منظور تعیین میزان ارتفاع‌های ساختمان‌های محور جهاد بررسی میدانی صورت گرفت و میزان ارتفاعات تمامی ساختمان‌ها مشخص شد. همچنین آخرین اطلاعات آب و هوایی شهر همدان از سازمان هواشناسی استان (دمای هوا، سرعت و وزش باد ...) تهیه شد. پس از بررسی اطلاعات ارتفاعی ساختمان‌ها تمامی این اطلاعات در نرم‌افزار Auto Cad، سه‌بعدی شد. با توجه به نحوهٔ قرارگیری، توده‌های ساختمانی در طول سال بررسی شد و فاصلهٔ زمانی برای تحلیل‌ها به‌صورت اواسط ماه‌های اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن بررسی شده و در بررسی‌های روزانه نیز ساعت ۱۰ صبح و ۱۶ بعد از ظهر مبنای مطالعه بوده است. بعد از آن ساختمان‌های بلندمرتبه با توجه به مؤلفه‌های ساختمان‌های بلندمرتبه شناسایی شد سپس اطلاعات مربوط به دمای هوا و نقاب سایه در نرم‌افزار Ecotect و اطلاعات مربوط به جریان هوا در نرم‌افزار Air Flow Design تحلیل شد و نتایج این پژوهش به دست آمد.

۲ .۴. تحلیل مؤلفه‌های آسایش حرارتی (برج آریان و برج زاگرس)

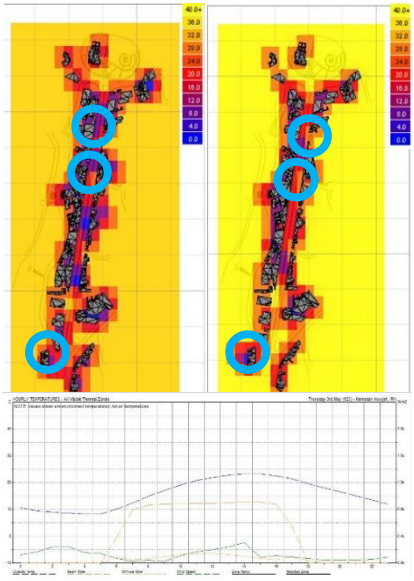
شکل‌های ۱۱ و ۱۲ بیانگر آن است که تأثیرات مختلف دمایی در فصول مختلف را به‌صورت نموداری در ارتباط با دو بنای بلندمرتبه واقع در خیابان بوعلی را نشان می‌دهد که با توجه به طیف رنگی موجود، هر آن‌قدر که از طیف آبی‌رنگ به سمت طیف زردرنگ حرکت شود، میزان سایه‌اندازی کاهش می‌یابد و همان‌طور که مشاهده می‌شود در اردیبهشت ماه در ساعات صبح تأثیر سایه‌اندازی بر ساختمان‌های اطراف کم‌تر بوده است، اما در ساعات عصر این سایه‌اندازی بیشتر می‌شود، که می‌توان نتیجه گرفت که این سایه‌اندازی در مواقع عصر باعث پایین آوردن آسایش حرارتی و محیطی می‌شود. در فصول گرما نیز در اوقات صبح سایه‌اندازی در پایین‌تر سطح خود قرار دارد و در اوقات عصر درصد سایه‌اندازی نسبت به فصل بهار درصد بیشتری دارد، و سایه‌اندازی بیشتر در فصول گرما باعث افزایش درصد آسایش حرارتی می‌شود، زیرا می‌تواند از میزان گرمای فصول گرما کاهش دهد (شکل ۵).

شکل۹. برج زاگرس

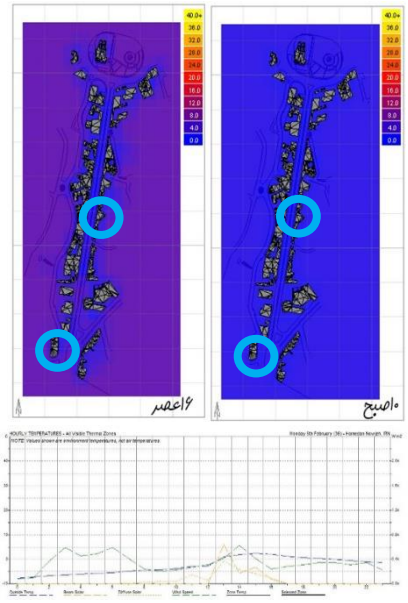
شکل۱۰. برج آریان



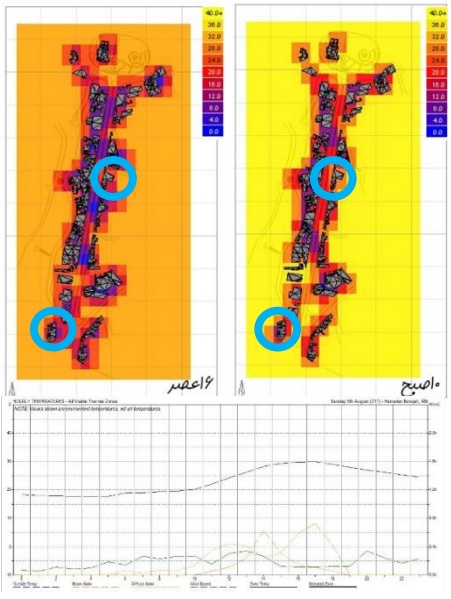
شکل۱۱. شرایط آسایش محیطی پانزدهم اردیبهشت ماه



شکل۱۲. شرایط آسایش محیطی پانزدهم مرداد ماه



شکل۱۳. آسایش محیطی پانزدهم آبان ماه



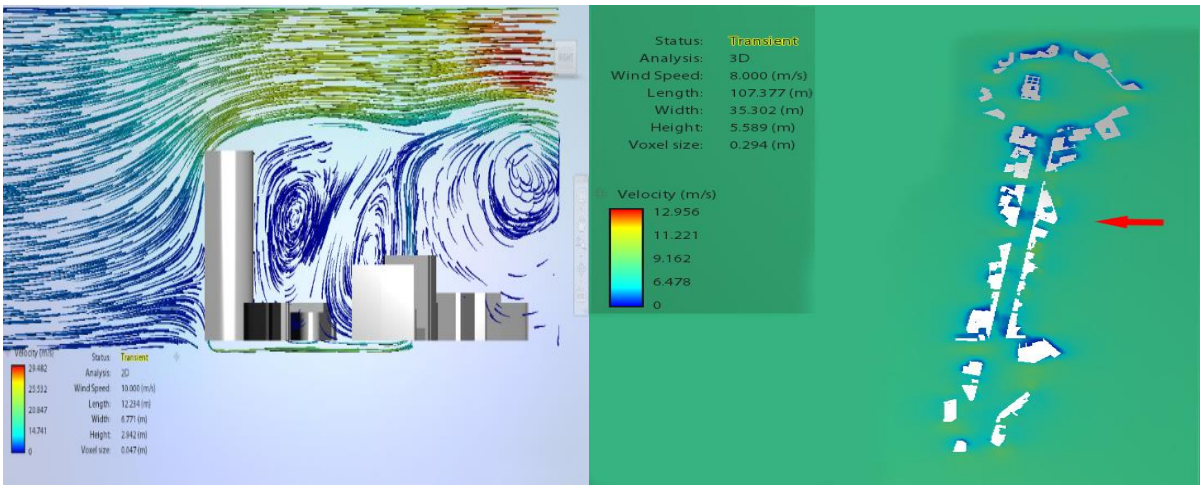
شکل۱۴. شرایط آسایش محیطی پانزدهم بهمن‌ماه

همان‌طور که در شکل‌های ۱۳ و۱۴ مشاهده می‌شود میزان سایه‌اندازی در فصول پاییز و زمستان نسبت به دو فصل دیگر بیشتر است، به طوری که در آبان و بهمن‌ماه در اوقات عصر با سایه‌اندازی بسیار بیشتری در مقایسه با دو فصل دیگر وجود دارد و این درصورتی است که در این دو فصل با توجه به سایه‌اندازی بیشتر، با کاهش دمای زیاد و در نتیجه کاهش چشم‌گیر آسایش حرارتی و محیطی مواجه خواهد شد و زمستان در سایه باعث داشتن روز سرد و نامطبوع می‌شود. شایان ذکر است، با توجه به آنکه در فصول سرد سال، میزان طول تابش سایه بیشتر از فصول گرم سال است، به همین علت میزان سایه‌اندازی بناهای بلندمرتبه روی ضلع مقابل و خیابان‌های اطراف آن‌ها در این فصول بیشتر از فصول گرم سال است.

به منظور بررسی و تحلیل وضعیت گرمایی بافت شهری از معیار آسایش بافت استفاده شد. بدین منظور با انتقال معدل بیشینه و کمینه هر ماه بر محور عمودی و سرعت تند باد موجود در بافت افقی تمامی ماه‌های سال به ارزیابی وضعیت گرمایی برج آریان و برج زاگرس با توجه به منطقهٔ آسایش سایه و آفتاب می‌پردازیم.

جدول۲. اطلاعات هواشناسی شهر همدان، (مأخذ: سازمان هواشناسی استان)

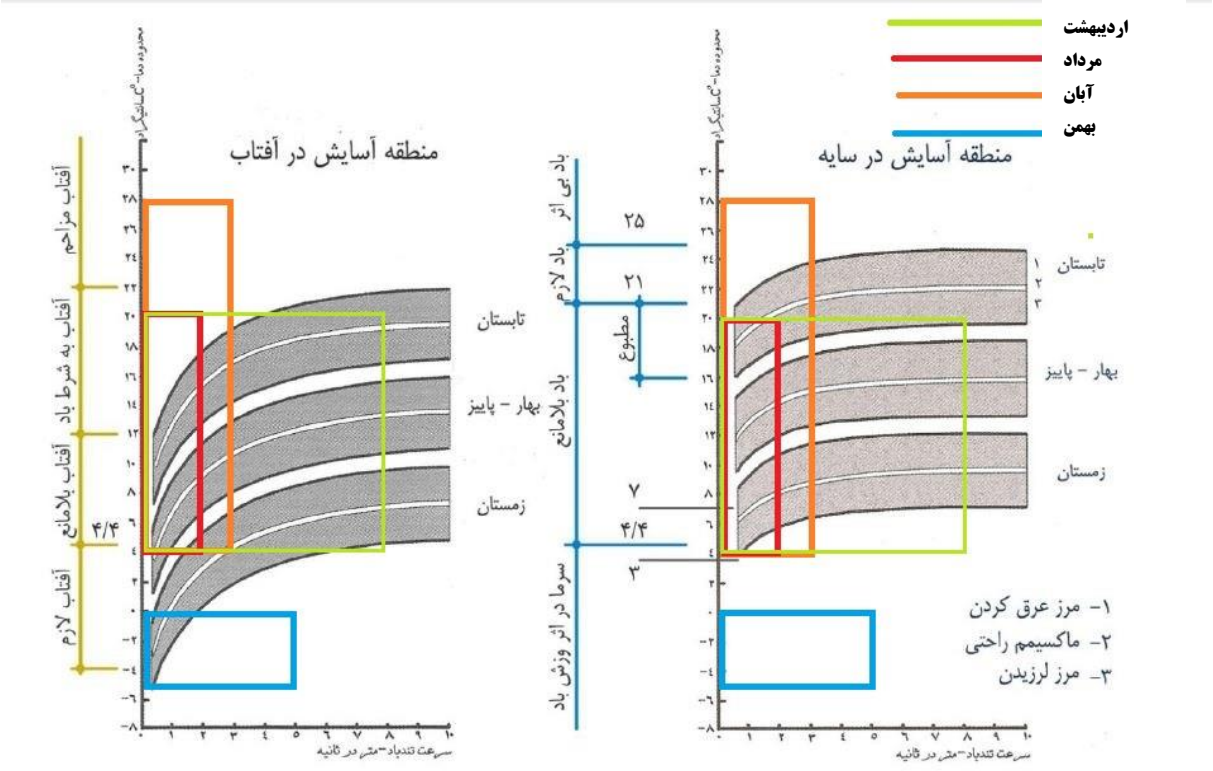
تاریخ شمسی	میانگین دما C	میانگین سرعت باد m/s	میانگین سرعت باد شرقی m/s	میانگین سرعت باد شمال‌شرقی m/s	میانگین سرعت باد شمالی m/s	میانگین سرعت باد شمال‌غربی m/s	میانگین سرعت باد جنوب‌شرقی m/s	میانگین سرعت باد جنوبی m/s	میانگین سرعت باد جنوب‌غربی m/s	میانگین سرعت باد غربی m/s
۱۳۹۵/۲/۱۵	۱۸/۴	۳/۹	۰	۰	۰	۱	۰	۳	۴/۸	۸
۱۳۹۵/۵/۱۵	۲۶/۵	۲/۸	۲	۶	۰	۱	۳	۲/۵	۰	۲
۱۳۹۵/۸/۱۵	۱۰/۲	۱/۱	۲	۰	۰	۰	۱	۳	۳	۰
۱۳۹۵/۱۱/۱۵	-۶/۲	۳/۶	۰	۰	۰	۳/۵	۱/۵	۰	۰	۴/۸



شکل۱۵. تحلیل آنالیز باد غالب برج آریان(راست)-زاگرس(چپ)، در تونل باد با تحلیل نرم‌افزار Air flow design

۲ .۴ .۱. برج آریان

- بهار در آفتاب: از اوایل صبح تا ظهر هوا برای عابر پیاده مطبوع و بعد از ظهر گرم است.
- بهار در سایه: هوای اوایل صبح سرد و مابقی روز با وزش باد با سرعت ۲ متر در ثانیه مطبوع خواهد بود.
- تابستان در آفتاب: هوای اوایل صبح با وزش باد با سرعت ۱ متر در ثانیه مطبوع است و هوای بعد از ظهر نامطبوع و گرم است.
- تابستان در سایه: هوای اوایل صبح سرد و از ظهر به بعد به شرط وزش باد با سرعت ۳ متر در ثانیه هوا مطبوع خواهد بود.
- پاییز در آفتاب: هوای صبح مطبوع بوده و ظهر به بعد گرم است.
- پاییز در سایه: در سایه، صبح و ظهر به شرط وزش باد با سرعت ۳ متر در ثانیه هوا برای عابر پیاده مطبوع بوده و در دیگر مواقع گرم است.
- زمستان در آفتاب : هوای بعد از ظهر به شرط ورزش باد با سرعت ۲متر در ثانیه‌ها مطبوع بود و در بقیهٔ روز برای عابر پیاده نامطلوب خواهد بود.
- زمستان در سایه: هوا در کل روز سرد و نامطبوع است.



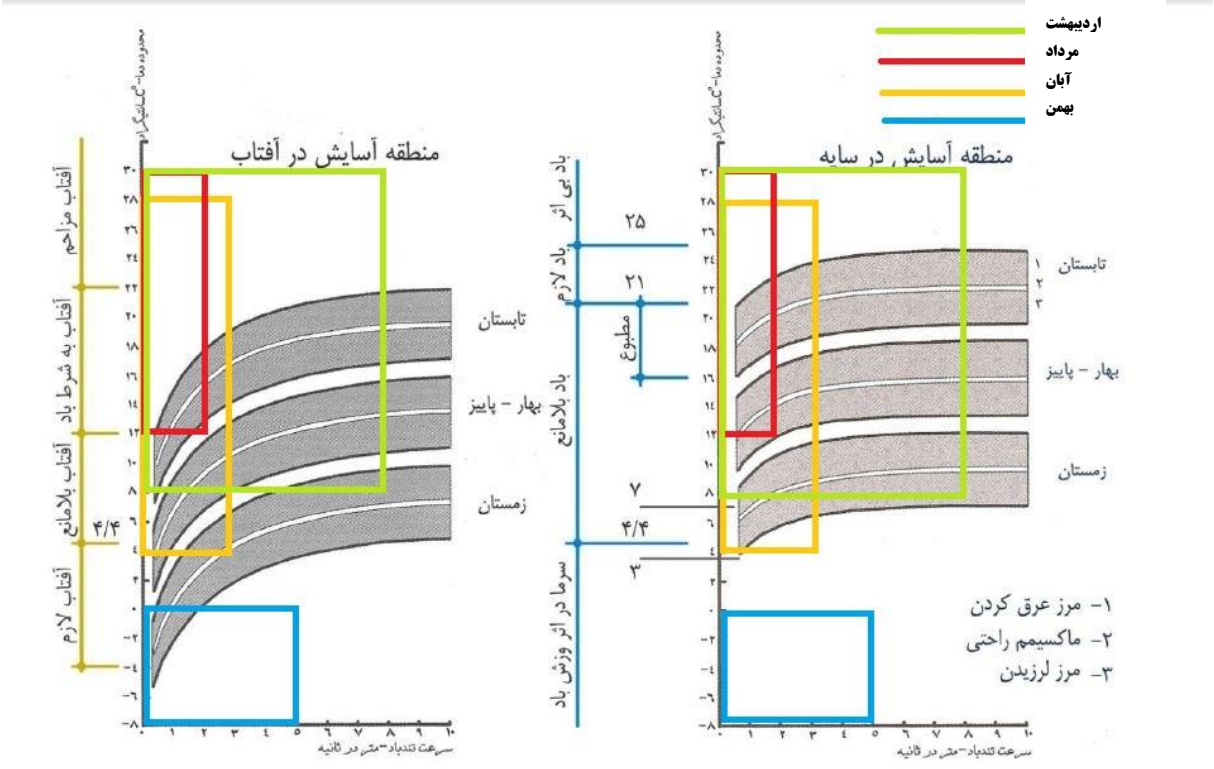
شکل۱۶. نمودار شاخص اکولوژیکی پن واردن برج آریان (منبع: نگارنده)

جدول۳. بررسی آسایش حرارتی و زیستی برج آریان در چهار ماه از سال (مأخذ: نگارنده)

برج آریان	اردیبهشت	مرداد	آبان	بهمن
آفتاب	*	*		
سایه	*	*	*	

۲ .۴ .۲. برج زاگرس

- بهار در آفتاب: هوای صبح به شرط وزش باد با سرعت۳ متر در ثانیه مطبوع خواهد بود اما در دیگر مواقع گرم خواهد بود.
- بهار در سایه: هوای صبح تا نیمروز مطبوع بوده اما در دیگر مواقع گرم و نامطبوع خواهد بود.
- تابستان در آفتاب: هوا فقط در اوایل صبح مطبوع بوده و مابقی روز گرم خواهد بود.
- تابستان در سایه: در شرایط سایه در ابتدای صبح هوا خنک و اوایل ظهر هوا مطبوع و بعد از ظهر هوای گرم حاکم است.
- پاییز در آفتاب : هوا در ابتدای صبح و اوایل ظهر هوا مطبوع و در بعد از ظهر هوای گرم حاکم خواهد بود.
- پاییز در سایه: در شرایط سایه در ابتدای صبح هوا سرد و در ظهر به شرط وزش باد با سرعت ۳ متر در ثانیه هوا مطبوع خواهد بود ولی بعد از ظهر به بعد هوای گرم جریان خواهد یافت.
- زمستان در آفتاب: هوا در شرایط آفتابی در کل روز سرد و نامطلوب خواهد بود.
- زمستان در سایه: هوا همانند شرایط آفتابی سرد و نامطبوع خواهد بود.



شکل۱۷. نمودار شاخص اکولوژیکی پن واردن برج زاگرس (منبع: نگارنده)

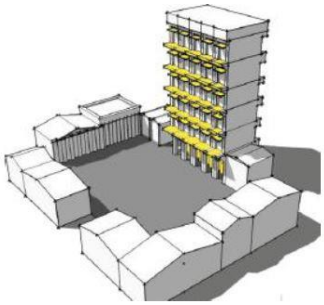
جدول۴. بررسی آسایش حرارتی و زیستی برج زاگرس در چهارماه از سال (مأخذ: نگارنده)

برج زاگرس	اردیبهشت	مرداد	آبان	بهمن
آفتاب				
سایه	❊	❊	❊	

۳. بحث و نتیجه‌گیری

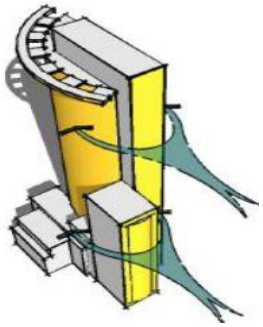
با توجه به نمونهٔ ارائه شده می‌توان دریافت که از طریق شاخص راحتی بافت می‌توان برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک مکان تعیین نیازهای خرد اقلیم آن مکان و در نتیجه تشخیص سیاست‌های مقابله برای کنترل و ارتقای شرایط آسایش حرارتی از راهنمای ارائه شده می‌توان بهره جست. برای مثال اگر از شاخص راحتی بافت چنین استنباط شود که هوای فضای شهری به شرط وجود سایه و جریان باد محسوس در تابستان راحت احساس خواهد شد معنایش این است که برای طراحی فضای شهری مورد نظر می‌بایست از راهکارهای مربوط به تأمین سایه و افزایش سرعت باد و تهویهٔ بیشتر فضا بهره جست و اگر چنین استنباط شود که هوای فضای شهری مورد نظر با وجود آفتاب و نبود جریان محسوس باد در زمستان راحت احساس خواهد شد. معنایش این است که طراح می‌بایست راهنماهای طراحی بخش تأمین آفتاب بیشتر و کاهش جریان باد را برای تأمین آسایش حرارتی فضا به کار گیرند. با توجه به اینکه شهر همدان در اقلیم سرد و کوهستانی قرار دارد نخست به نظر می‌رسید وجود ساختمان‌های بلندمرتبه مخل آسایش عابرین پیاده خواهند بود. اما پس از بررسی ساختمان‌های بلندمرتبه از نظر آسایش حرارتی در محور بوعلی می‌توان به این نتیجه دست یافت که هر یک از این ساختمان‌ها در شرایط محیطی مختلف، شرایط آسایش متفاوتی برای عابرین پیاده فراهم می‌کنند و نمی‌توان ساختمان‌های بلندمرتبه را به‌طور کلی نامناسب برای آسایش عابران پیاده در نظر گرفت. به این منظور برای برج آریان در فصل پاییز باید از تمهیدات بیشتری برای ایجاد سایه استفاده کرد و در فصل زمستان باید شرایط بهره‌گیری بیشتر از آفتاب و کاهش جریان باد را دنبال کرد. اما در برج زاگرس در فصول بهار، تابستان و پاییز باید تمهیدات بیشتر را برای بهره‌گیری از سایه و جریان باد به کار گرفت و در فصل زمستان شرایط برای بهره‌گیری از آفتاب بیشتر و کاهش جریان هوا استفاده شود. در ادامهٔ پژوهش به معرفی راهکارهایی برای بهبود شرایط خواهیم پرداخت.

۱) در صورت ساخت بناهای بلندمرتبه اطراف فضاهای شهری به منظور منحرف ساختن فشار باد ایجادشده توسط این ساختمان‌ها در سطح پیاده می‌بایست سطح رو به فضای شهری این ساختمان دارای پیش‌آمدگی و فرورفتگی باشد.



۲) به منظور کاهش فشار باد ایجاد شده رو به پایین در اطراف ساختمان‌های بلند درون فضاهای شهری توصیه می‌شود فرم ساختمان‌های مرتفع فرم دایره‌ای یا چندضلعی باشد.

۳) برای کاهش اثر گرداب پایین رونده و در نتیجه ارتقاء شرایط آسایش در برابر باد زمستان می‌بایست ساختمان‌های بلند دارای گوشه‌های گرد و آیرودینامیک باشند و نمای باریک آن به سمت باد زمستانی بوده یا نسبت به جهت باد، زاویه‌دار باشد.

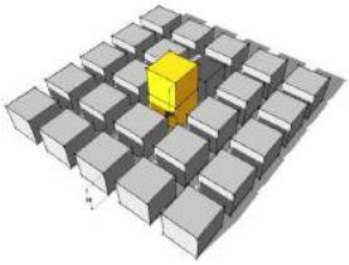


۴) برای جلوگیری از تشدید جریان‌های متلاطم ایجاد شده توسط ساختمان‌های بلند در اطراف یا درون فضاهای شهری می‌بایست از نمای مقعر

برای جبهه رو به سمت وزش باد زمستانی اجتناب شود.

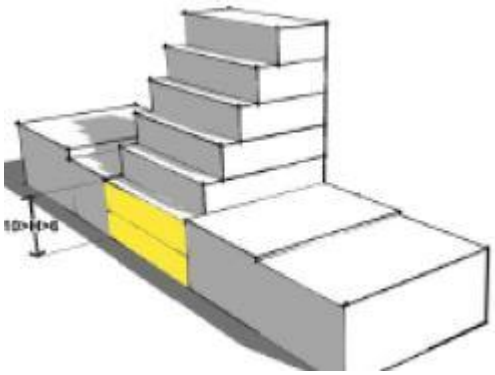
۵) به منظور جلوگیری از تشدید اثر گوشه در اطراف ساختمان‌های بلندمرتبه توصیه می‌شود ساختمان‌ها با صفحات بزرگ (عریض) در مقابل باد غالب جهت‌گیری نکنند.

۶) جهت تضعیف اثر دنباله‌ای ایجاد شده توسط ساختمان‌های بلند، ارتفاع آن‌ها باید کمتر از دو برابر ارتفاع متوسط ساختمان‌های مجاور رو به باد باشد.



۷) در صورت قرار گرفتن پیاده‌رو در کنار ساختمان‌های بلندمرتبه برای محافظت سطح پیاده‌رو از اثر گوشه ایجاد شده توسط ساختمان‌های بلند می‌بایست پیاده‌رو با بادشکن محافظت شود.

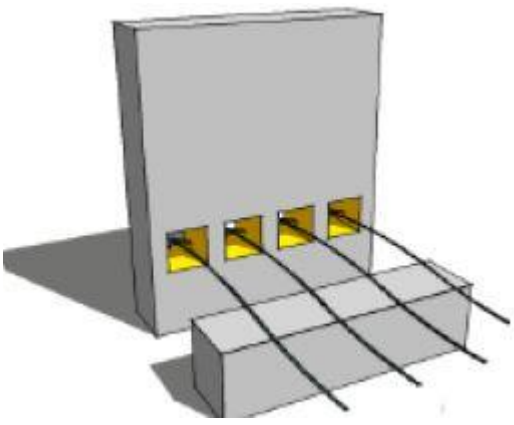
۸) برای کاهش بادهای نامطلوب در فضاهای شهری در فصل سرد برای ساختمان‌هایی که از ساختمان‌های مجاور رو به باد خود خیلی بلندتر هستند باید به‌صورت پله‌دار و عقب‌نشینی طراحی شوند.



۹) توصیه می‌شود طبقات زیرین ساختمان بلندمرتبه پهن‌تر از طبقات بالا طراحی شود به طوری که گویی ساختمان روی سکوی احداث شده است. ارتفاع سکو می‌بایست برابر اندکی بلندتر از ساختمان‌های اطراف باشد تا تغییرات سرعت باد در بالای صفحه برای عابرین پیاده ایجاد مزاحمت نکند.

۱۰) برای جلوگیری از تلاطم باد در سطح پیاده در اطراف ساختمان‌های بلند توصیه می‌شود از ارتباط مستقیم جبهه پشت به باد ساختمان مرتفع و جبهه رو به باد توسط گذر و زیرگذر پیلوتی، کلوناد، راهرو و نظیر آن پرهیز شود.

۱۱) برای جلوگیری از تلاطم باد در سطح پیاده در اطراف ساختمان‌های بلند منطقه توصیه می‌شود دهانهٔ وسیعی از نمای ساختمان بلند منطقه در ارتفاع بلندتر از ساختمان‌های مجاور به‌صورت خالی طراحی شود.



۱۲) حجم ساختمان‌های مجاور فضاهای شهری می‌بایست بر اساس دستورالعمل‌های هندسی دستیابی به لفاف خورشیدی به‌گونه‌ای تعیین شود تا دسترسی خورشید به فضا در ساعات نیمروز تأمین شود.

۱۳) معابر در هر جهتی که باشند می‌بایست به منظور محافظت از گرمای ظهر از سایبان‌های افقی استفاده کنند.

منابع

امین زاده گوهرریزی، ب.۱۳۹۴. ارزش‌ها در طراحی منظر شهری؛ تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمان در برابر آتش‌سوزی، نشریهٔ شمارهٔ ۱۱۲.

کسمایی، م. ۱۳۷۲. پهنه‌بندی اقلیمی ایران مسکن و محیط‌های مسکونی، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهران.

گاندمر ،ژ.۱۳۷۳. تأثیر باد در شکل‌گیری فضاهای شهری، ترجمهٔ فیروزه جناب، مهندسین مشاور نوی، تهران.

مهندسین مشاور آمایش محیط. ۱۳۸۵. طرح توسعه و عمران، سازمان مسکن و شهرسازی همدان، جلد ۱.

Alitoudert, F. and Bensalem, R. 2001. A methodology for a climate urban design,Proc.

Blocken, B., Abuku, M. and Nore, K. 2011.Inter comparison of wind-driven rain composition models based on two case studies with full- scale measurement, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 99.

Brown, D.R. 2010. Design with microclimatic , Island press, Washington.

Carmona, M., Heath,T., Tiesdell, S. and Taner O.C. 2003. Public place urban space dimensions of urban Design ,Architectural press Elsevier.

Carmona, M. and Tiesdell, S. 2007. Urban design reader, Architectural press.

Dalman, M., Salleh, E., Sapian, R., Tahir, M., Dola,K. and Saadatian, O. 2011. Microclimates and thermal comfort of urban forms and coins into additional and northern resident all Fabrics in bandar Abbas Iran international journal of modern applied science, 20(1).

Erell, E., Pearlmutter, D. and Williamson, T. 2011. Urban microclimate designing the space between buildings,Earth scan, London, Washington DC.

Frontczak, M. and Wargocki, P. 2011. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Build.Environ. 46 (4): 922–937.

Hoppe, P .2002. Different aspects of accessing indoor and outdoor thermal comfort. Energy built, 34:661-665.

Khaled A. Al-Sallal, Mohsen M. AboulNaga and Abdullatif M. Alteraifi. 2014. Impact of urban spaces and building height on airflow distribution: Wind tunnel testing of an urban setting prototype in Abu-dhabi city, Architectural Science Review.

Matzarakis, A. and Mayer, h. 2002. Estimation and calculation of the mean radiation temperature whitin urban structures,WCASP-50,WMO/TD No.1026:279-278.

Nagano, K., Shimakura, K. and Mochida, T. 2005. Experiments to determine the convective heat transfer coefficient of a thermal manikin. *Environmental Ergonomics*, 3: 423–429.

Nikolopoulou, M. 2001. The effect of climate on the use of open space in the Urban environment relation to tourism. Proceeding of the Int. workshop on climate, Tourism and Recreation Int. Society of Biometeorology. Commission on climate tourism and pre operation.

Oke, T.R. 1987. Boundary layer climates. Methuen. London

Szokolay, V.S. 2004. Introduction to architectural science the basis of sustainable design, first population 2004, Oxford. Architectural press

Thorsson, S., Lindqvist, M. and Lindqvist, S. 2004. Thermal view climatic conditions and pattern of behavior in and urban park in Goteborg, International journal of Biometeorology 48.