

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

عرفان خداویسی<sup>۱</sup>، حسن سجاذزاده<sup>۲\*</sup>، محمد معتقد<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران. eierfan.kh@gmail.com  
۲. دانشیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.  
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران. m.motaghed74@gmail.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

## چکیده

امروزه در اکثر کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ رشد و توسعه ساختمان‌های بلندمرتبه مشهود است و آثار مثبت و منفی زیادی را بر جای گذاشته است. در این میان، یکی از جنبه‌های اصلی تأثیرگذاری بناهای بلندمرتبه، تأثیر بر آسایش 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 تجزیه و تحلیل 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 حفاصل خیابان بوعلی و میدان جهاد همدان هستند. از این رو 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

تمامی شرایط آب و هوایی و هر ساعت از روز و سال به لحاظ محیطی، آسایش بخش باشند. فضاهای شهری قلب تپنده 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 شده 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

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

آن در شهر و منطقه است. یکی از تعاریفی که به این مطلب اشاره دارد این است که ساختمان‌های بلند مشخصاً به وسیله تعداد طبقات یا ارتفاع آن‌ها مشخص نمی‌شود، بلکه ویژگی مهم این ساختمان‌ها طرح یا عملکرد ساختمان به وسیله نمادی از بلندی یا بلندبودن است. طبقه نظریه 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 تعیین‌کننده 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 محاسبه آسایش حرارتی و زیست محیطی را متقدم بر آسایش صوتی و بصری کردند تا

موردخطر واقع شوند. ادامه این روند به فرسودگی و مرگ حیات جمعی در شهرها می‌انجامد. به همین منظور فراهم کردن 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: نحوه خدمات‌رسانی در زمان آتش‌سوزی و به‌طور کلی تأسیسات ساختمان است. در نشریه ۱۱۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور می‌گوید هر بنایی که فاصله 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

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 می‌آید که 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) و 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 درجه تأثیر بالایی برخوردارند. (Szokolay, 2004).

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 می‌نماید: 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



شکل ۱. عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی و زیستی

(منبع: نگارنده)



شکل ۲. سه متغیر اساسی و مؤثر بر آسایش حرارتی و زیستی

(منبع: نگارنده)

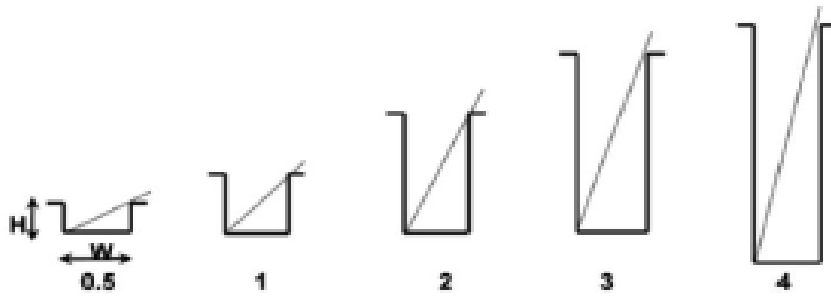
از آنجا که تغییر و کنترل عوامل انسانی و دیگر عوامل مانند شیوه لباس پوشیدن و وضعیت سلامتی افراد میزان سوخت‌وساز و غیره از طریق طراحی شهری تأثیر چندانی ندارد، در نتیجه عوامل و راهکارهای مربوط به آن از حیث کار این پژوهش خارج است. شایان ذکر است که طبق مطالعات انجام شده طراحی شهری می‌تواند به میزان چشمگیری بر کنترل عوامل اقلیمی محیطی در راستای بهبود شرایط خورده اقلیم فضاهای شهری و متعاقباً بهبود شرایط آسایش استفاده‌کنندگان تأثیر بگذارد، از این رو عمده هدف این پژوهش دستیابی به نحوه 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.

از آنجا که تغییر و کنترل عوامل انسانی و دیگر عوامل مانند شیوه 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 حیث کار این پژوهش خارج است. شایان ذکر است که طبق مطالعات انجام شده طراحی شهری می‌تواند به میزان چشمگیری بر کنترل عوامل اقلیمی محیطی در راستای بهبود شرایط خورده اقلیم فضاهای شهری و متعاقباً بهبود شرایط آسایش استفاده‌کنندگان تأثیر بگذارد، از این رو عمده هدف این پژوهش دستیابی به نحوه 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.

از آنجا که تغییر و کنترل عوامل انسانی و دیگر عوامل مانند شیوه 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 حیث کار این پژوهش خارج است. شایان ذکر است که طبق مطالعات انجام شده طراحی شهری می‌تواند به میزان چشمگیری بر کنترل عوامل اقلیمی محیطی در راستای بهبود شرایط خورده اقلیم فضاهای شهری و متعاقباً بهبود شرایط آسایش استفاده‌کنندگان تأثیر بگذارد، از این رو عمده هدف این پژوهش دستیابی به نحوه 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. از این رو میانگین دمای تابشی عبارت است از مجموعه تابش‌های جذب شده توسط بدن انسان از سطوح تابشی مختلف



شکل ۳. نمونه‌ای از محصوریت معابر

منبع: (Toudert, 2005)

در جدول بیوفرت عوامل دیگری مانند: دمای محیط و حالت روحی فرد در نظر گرفته نشده‌اند، پس ناراحتی ایجاد شده، ناشی از پدیده باد است که در مکانی مفروض با سرعت متوسط و توربولانس مشخص می‌شود (گاندر، 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 لبه 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).

آنچه محدوده آسمان قابل رؤیت را در معبر تعیین 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, 2001).

### ۵.۱. جریان هوا

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

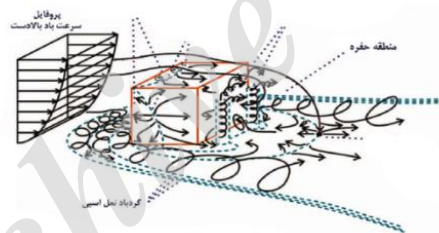
۱. آسایش دینامیکی انسان: نیروی ناشی از وزش باد در زمان و فضا متغیر است و بدن انسان «مانعی» در برابر باد تحت تأثیر این نیروها قرار می‌گیرد، به طوری که حرکت لباس‌ها غیرعادی و راه رفتن مشکل می‌شود.

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 ادامه راه و حفظ تعادل او و باعث آشفته شدن موها و تکان خوردن لباس‌هایش می‌شود. شایان ذکر است

جدول ۱. سرعت باد و آثار آن بر فعالیت‌های مختلف

وضعیت	سرعت باد (متر بر ثانیه)	اثر باد
هوای آرام و ملایم	۰-۱/۵	<ul style="list-style-type: none"> <li>آرام</li> <li>بادی که قلیل حس نیست</li> </ul>
نسیم ملایم	۱/۶-۳/۳	<ul style="list-style-type: none"> <li>حس باد بر روی چهره</li> </ul>
نسیم لطیف	۳/۴-۵/۴	<ul style="list-style-type: none"> <li>تکان خوردن پرچم سبک</li> <li>بهم ریختن موها</li> <li>برآمدن لباس‌ها</li> </ul>
نسیم نسبتاً شدید	۵/۵-۷/۹	<ul style="list-style-type: none"> <li>بالا آمدن گرد و خاک</li> <li>به هوا برخاستن خاک خشک و کانه‌ها</li> <li>بهم خوردن موها</li> </ul>
نسیم شدید/یاد ملایم	۸-۱۰/۷	<ul style="list-style-type: none"> <li>حس فشار باد بر بدن</li> <li>برخاستن برقصا به هوا</li> <li>محدودیت در مقبولیت جریان هوا و باد</li> <li>استفاده بسیار مشکل از چتر</li> </ul>
یاد نسبتاً تند و شدید	۱۰/۸-۱۳/۸	<ul style="list-style-type: none"> <li>راست شدن موها</li> <li>مشکل در قدم زدن راحت و آسان</li> <li>صدای گوش خراش باد</li> <li>برخاستن برف‌های آتشفشان در نوک ارتفاعات</li> </ul>
یاد تند و شدید	۱۳/۹-۱۷/۱	<ul style="list-style-type: none"> <li>احساس ناراحتی هنگام قدم زدن</li> </ul>
طوفان	۱۷/۲-۲۰/۷	<ul style="list-style-type: none"> <li>عصوباً طوفان شدت یافته و در اثر بهم خوردن</li> <li>تبادل هوا مشکلات زیادی ایجاد می‌شود.</li> </ul>
طوفان شدید	۲۰/۸-۲۴/۴	<ul style="list-style-type: none"> <li>مردم در اثر شدت جریان و عدم تعادل هوا</li> <li>به آسمان پرتاب می‌شوند.</li> </ul>

منبع: (carmona,2003)



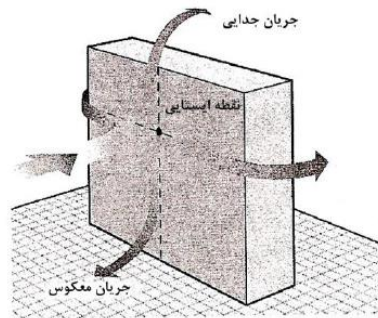
شکل ۴. جریان باد در اطراف یک ساختمان

منبع: (Bloken et al,2011)

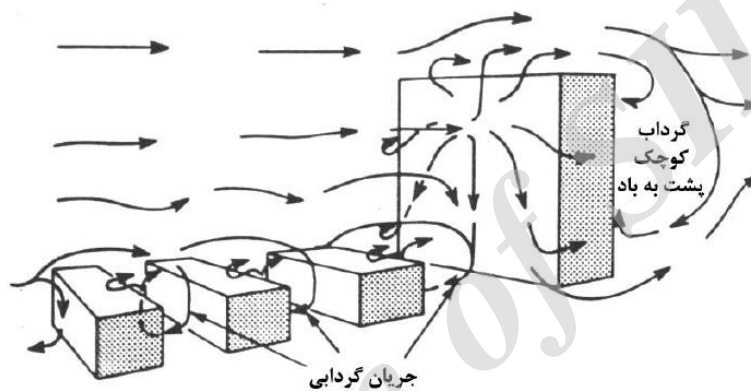
همان‌طور که در تصویر روشن است، هوا پس از برخورد به ساختمان نفوذناپذیر به سه طرف منحرف می‌شود: بالای سقف پایین ضلع رو به باد و طرفین ساختمان. هوایی که ساختمان را تحت فشار قرار می‌دهد، فشارهای نسبتاً زیادی را به میانه بالای دیوار نزدیک به سه چهارم ارتفاع دیوار وارد می‌کند. این نقطه در واقع جایی است که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

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

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



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



شکل ۶. جریان باد در اطراف ساختمان‌های بلندمرتبه، منبع: (Abdullah, 2004)

تولید جریان‌های گردابی پشت باد خواهند شد که تا منطقه 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، دهانه‌ی باز و آزاد دارند. جاده همدان-تهران از میان این دهانه عبور می‌کند. ارتفاع شهر همدان از سطح دریا ۱۷۴۷ متر است. شرقی‌ترین نقطه شهر همدان ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه، غربی‌ترین آن ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه از نصف النهار گرینویچ فاصله دارد و در حداصل ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه،

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 ناحیه 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).

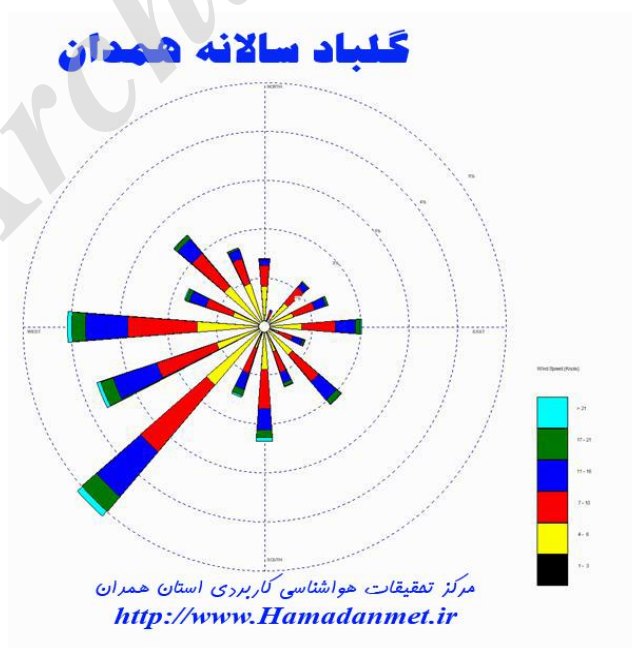
اگر ساختمان دارای گوشه‌های تیز باشد، جریان رو به افزایش باد در بالا و جوانب ساختمان از سطح جدا می‌شود. در نتیجه برای سقف، جوانب و دیوار پشت به باد مکش به وجود می‌آید. از آنجایی که هوا از فشار بالا به فشار پایین جابه‌جا می‌شود، در این مناطق جریان‌های معکوس رخ خواهد داد که این جریان‌های معکوس به

یک قطعه از لبه محور صورت گرفت. براین اساس شناسایی نوع کاربری در کل واحد ممکن شده و نوع استفاده از معابر در ساعات مختلف روز و در قسمت‌های متفاوت محور قابل ارزیابی است. برداشت‌های صورت گرفته و نقشه کاربری اراضی مبین غلبه کاربری تجاری در لبه محور بوعلی و نسبت به دیگر کاربری‌ها است.

بررسی فعالیت‌های موجود در محور جهاد، این محور را به صورت محوری تجاری فعال و با ۹۰ درصد فعالیت معرفی کرده است. این امر با توجه به قرارگیری محور جهاد در امتداد بازار قدیم شهر همدان توجیه پذیر است. بیشترین تمایل در طول محور مربوط به عملکردهای خرده فروشی یا فروش خدمات و در رده فعالیتی فروش و خدمات مرتبط با کالاهای مصرفی بادوام است. این گونه از فعالیت‌ها ۴۶/۶ درصد کل فعالیت‌های موجود در محور را به خود اختصاص داده‌اند. دلیل انتخاب این محور وجود ساختمان‌های بلندمرتبه تجاری و اداری (برج آریان و برج زاگرس) است.

تا ۳۵ درجه عرض شمالی واقع شده است. از نظر توپوگرافی در همدان از جنوب و جنوب غربی به ارتفاعاتی از رشته کوه زاگرس از جمله کوه الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر از سطح دریا که این قله بین تویسرکان و همدان و در ۱۸ کیلومتری شهر همدان واقع شده است که به دوره سوم زمین شناسی می‌رسد و هرچه به طرف شمال حرکت می‌کنیم از میزان ارتفاعات کاسته شده و در قسمت‌های شمالی شهر به دشت‌هایی با متوسط ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریا می‌رسیم که این اعداد نشان دهنده اختلاف ارتفاعی در حدود ۲۰۲۰ متر است. شیب عمومی قطعه زمینی که شهر همدان روی آن قرار دارد به طرف شمال است و تنها در قسمت‌هایی از شمال شرقی شیب عمومی در جهت غرب تغییر می‌یابد. در این پروژه اطلاعات هواشناسی از دو ایستگاه هواشناسی فرودگاه و نوزه به دلیل عدم ارائه اطلاعات توسط ایستگاه سد اکباتان استفاده شده است. (طرح توسعه و عمران مهندسی مشاور آمایش محیط، ۱۳۸۵، جلد ۱، ص ۲۸).

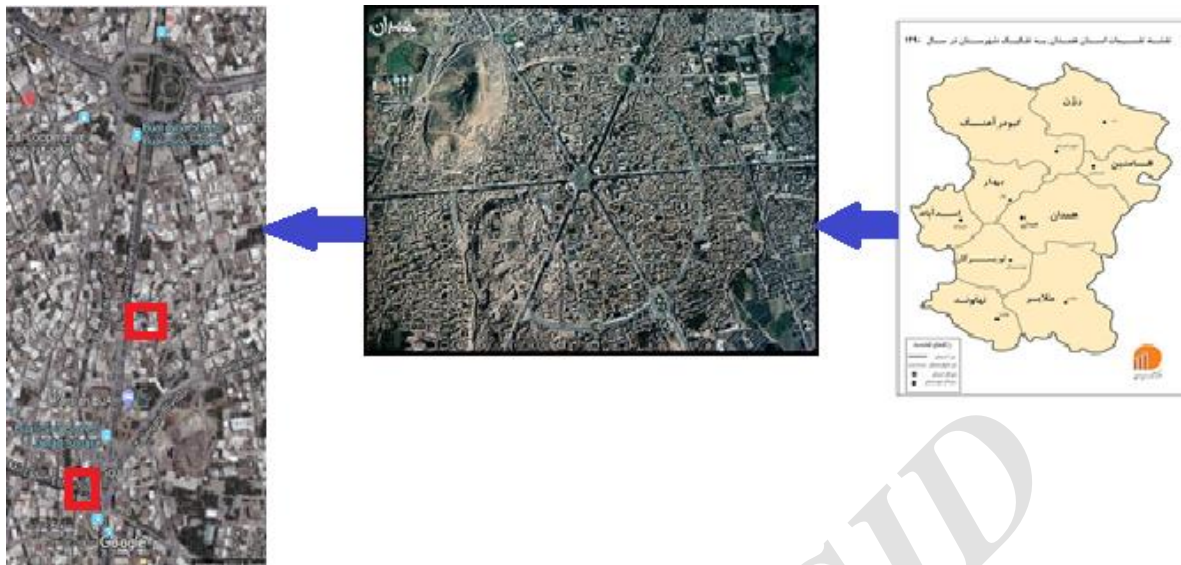
برداشت کاربری اراضی برای محور جهاد در ۳ طبقه و تا



شکل ۷. گلباد سالانه شهر همدان

(منبع: سازمان هواشناسی استان همدان)





شکل ۸. موقعیت محدوده مورد مطالعه

### ۳.۲. روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش روش توصیفی - 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 به منظور 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 نحوه قرارگیری، توده‌های ساختمانی در طول سال بررسی شد و فاصله زمانی برای تحلیل‌ها به صورت 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

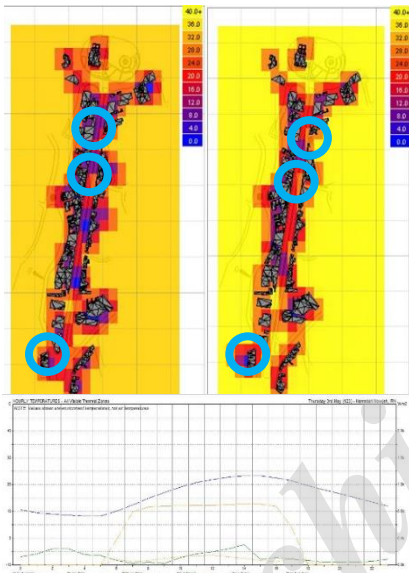
نرم‌افزار Air Flow Design تحلیل شد و نتایج این پژوهش به دست آمد.

### ۴.۲. تحلیل مؤلفه‌های آسایش حرارتی (برج آریان و برج زاگرس)

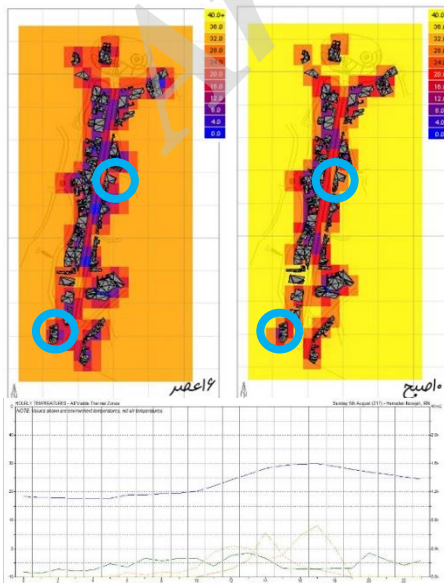
شکل‌های ۱۱ و ۱۲ بیانگر آن است که تأثیرات مختلف دمایی در فصول مختلف را به صورت نموداری در ارتباط با دو بنای بلندمرتبه واقع در خیابان بوعلی را نشان می‌دهد که با توجه به طیف رنگی موجود، هر آن‌قدر که از طیف آبی‌رنگ به سمت طیف زردرنگ حرکت شود، میزان سایه‌اندازی کاهش می‌یابد و همان‌طور که مشاهده می‌شود در 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).



شکل ۱۰. برج آریان



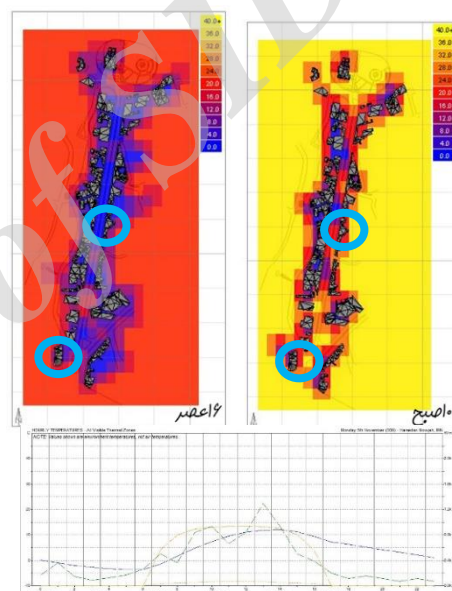
شکل ۱۲. شرایط آسایش محیطی پانزدهم مرداد ماه



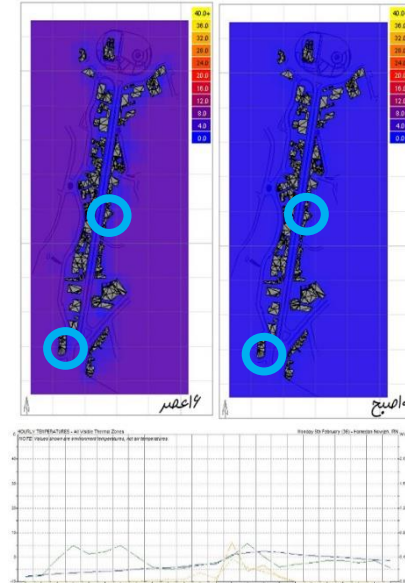
شکل ۱۴. شرایط آسایش محیطی پانزدهم بهمن ماه



شکل ۹. برج زاگرس



شکل ۱۱. شرایط آسایش محیطی پانزدهم اردیبهشت ماه



شکل ۱۳. شرایط آسایش محیطی پانزدهم آبان ماه

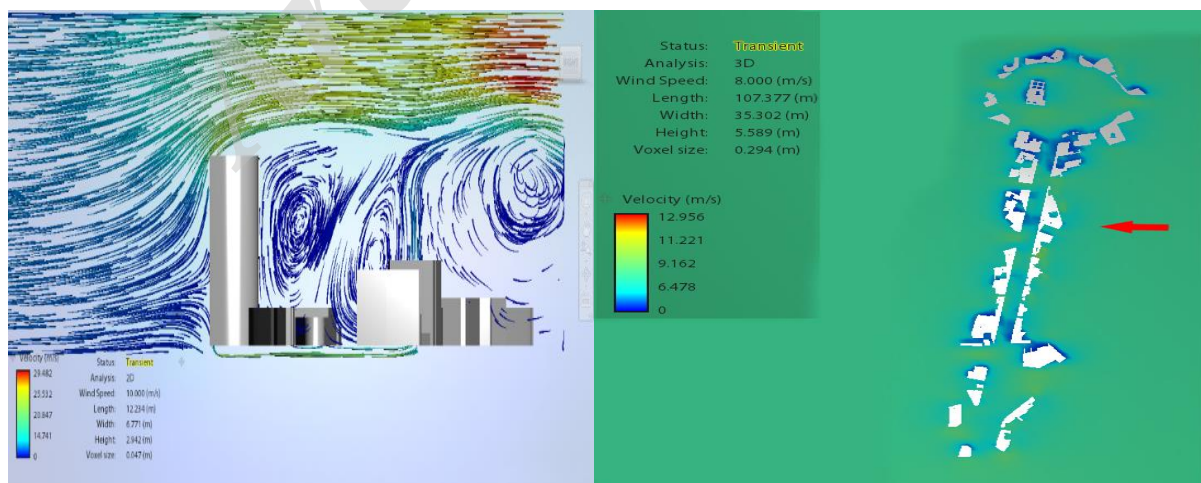
گرم سال است، به همین علت میزان سایه‌اندازی بناهای بلندمرتبه روی ضلع مقابل و خیابان‌های اطراف آن‌ها در این فصول بیشتر از فصول گرم سال است.

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 منطقه آسایش سایه و آفتاب می‌پردازیم.

همان‌طور که در شکل‌های ۱۳ و ۱۴ 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 در صورتی 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

جدول ۲. 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 شمال شرقی m/s	میانگین سرعت باد شمالی m/s	میانگین سرعت باد شمال غربی m/s	میانگین سرعت باد جنوب شرقی m/s	میانگین سرعت باد جنوبی m/s	میانگین سرعت باد جنوب غربی 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

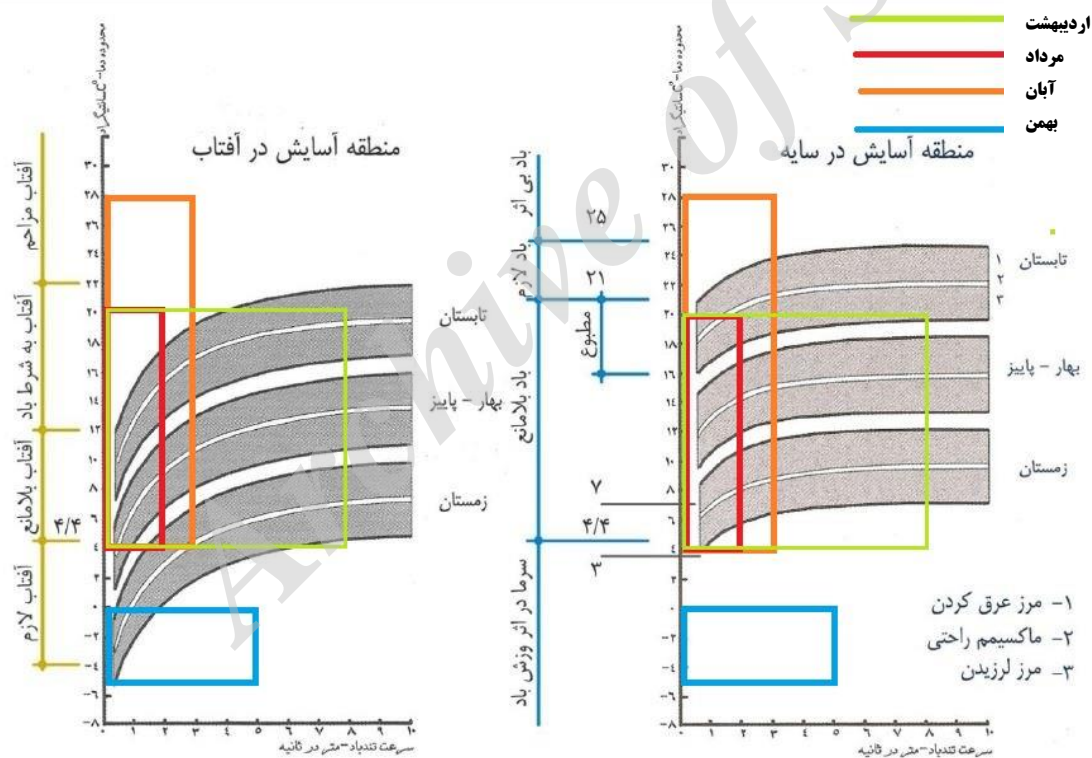


شکل ۱۵. تحلیل آنالیز باد غالب برج آریان (راست)-زاگرس (چپ)، در تونل باد با تحلیل نرم‌افزار Air flow design



## ۱.۴.۲. برج آریان

- 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 وزش باد با سرعت ۲ متر در ثانیهها مطبوع بود و در بقیه روز برای عابر پیاده نامطلوب خواهد بود.
- زمستان در سایه: هوا در کل روز سرد و نامطبوع است.
- 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.



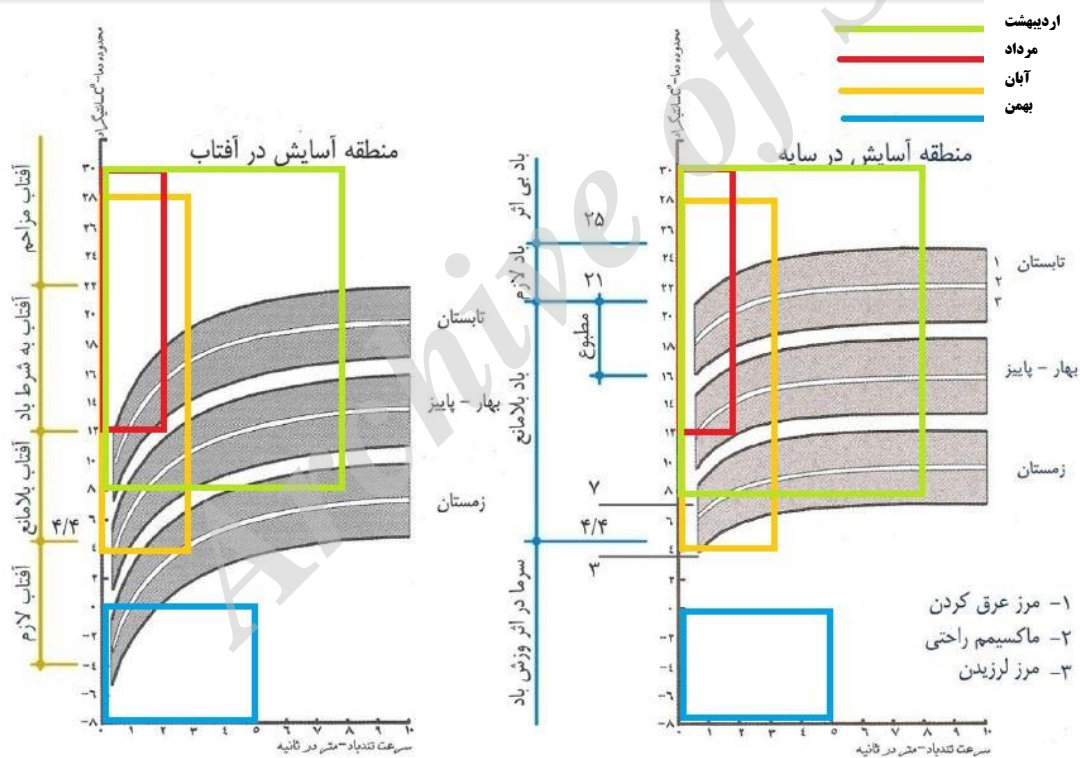
شکل ۱۶. نمودار شاخص اکولوژیکی پن واردن برج آریان (منبع: نگارنده)

جدول ۳. 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

- 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.
- بهار در آفتاب: هوای صبح به شرط وزش باد با سرعت ۳ 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.



شکل ۱۷. نمودار شاخص اکولوژیکی پن واردن برج زاگرس (منبع: نگارنده)

جدول ۴. بررسی آسایش حرارتی و زیستی برج زاگرس در چهارماه از سال (مأخذ: نگارنده)

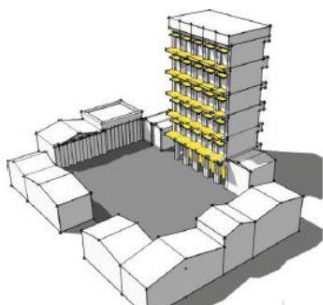
برج زاگرس	اردیبهشت	مرداد	آبان	بهمن
آفتاب	*	*	*	*
سایه	*	*	*	*

### ۳. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نمونه 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 تهویه 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 محل 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 ادامه

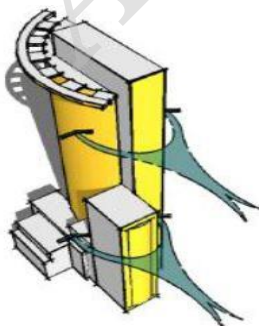
پژوهش به معرفی راهکارهایی برای بهبود شرایط خواهیم پرداخت.

(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.

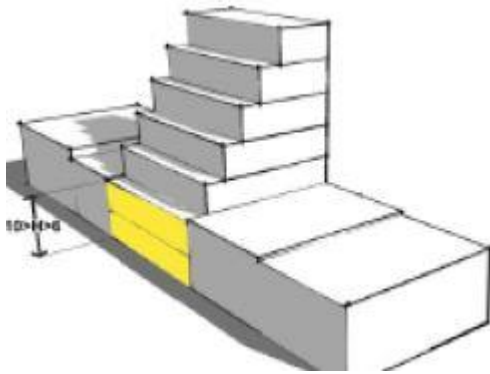


(۲) به منظور کاهش فشار باد ایجاد شده رو به پایین در اطراف ساختمان‌های بلند درون فضاهای شهری توصیه می‌شود فرم ساختمان‌های مرتفع فرم دایره‌ای یا چندضلعی باشد.

(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.



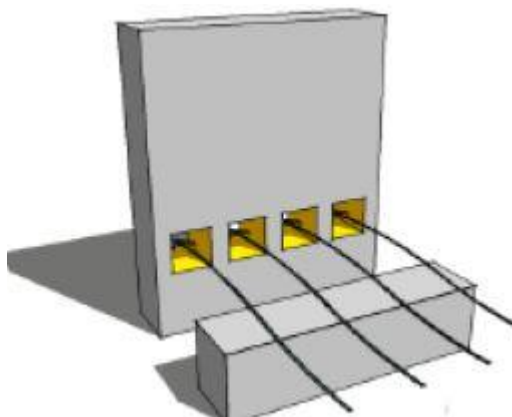
(۴) برای جلوگیری از تشدید جریان‌های متلاطم ایجاد شده توسط ساختمان‌های بلند در اطراف یا درون فضاهای شهری می‌بایست از نمای مقعر



(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.

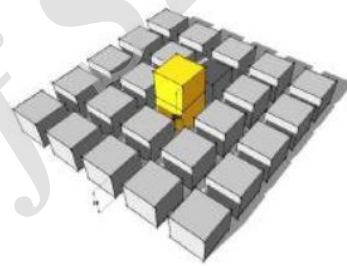
(۱۱) برای جلوگیری از تلاطم باد در سطح پیاده در اطراف ساختمان‌های بلند منطقه توصیه می‌شود دهانه وسیعی از نمای ساختمان بلند منطقه در ارتفاع بلندتر از ساختمان‌های مجاور به صورت خالی طراحی شود.



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 به صورت پله‌دار و عقب‌نشینی طراحی شوند.

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

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

## 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، نشریه شماره ۱۱۲.
- کسمایی، م. ۱۳۷۲. پهنه‌بندی اقلیمی ایران مسکن و محیط‌های مسکونی، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهران.
- گاندر، ژ. ۱۳۷۳. تأثیر باد در شکل‌گیری فضاها‌ی شهری، ترجمه 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.

Archive of SID