دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری
سال هفتم، شماره ۱، پیاپی ۱۳، بهار و تابستان ۱۳۹۵ (۶۷- ۸۰)

Biannual Journal of Urban Ecology Researches
Vol.7, No.1, Spring & Summer 2016 (67-80)

ارزیابی اثر بلندمرتبه سازی بر عملکرد جریان باد شهری، پژوهش موردی: منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

اسماعیل صالحی[۱]، احمدرضا یاوری[۲]، *فرانه وکیلی[۳]، پرستو پریور[۴]

۱. دانشیار گروه برنامه ریزی و مدیریت و آموزش محیط زیست ، دانشگاه تهران.
۲. دانشیار گروه برنامه ریزی و مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشگاه تهران.
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.
۴. دکتری برنامه ریزی و مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۱۹ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۵/۲۷

Assessing the Impact of Urban High-rise Building on Wind Flow Performance, Case Study: Tehran, District 22

Esmaeel Salehi[1], Ahamreza Yavari[2], *Farane Vakili[3], Parasto Parivar[4]
1. Associate Professor of Planning Management Department, University of Tehran.
2. Associate Professor of Planning Management Department, University of Tehran.
3. M.A Student of Planning and Environmental Management, University of Tehran.
4. Ph.D Planning and Environmental Management, University of Tehran.
Received: (09/06/2015) **Accepted:** (18/08/2015)

چکیده

امروزه روند رو به رشد شهرها و افزایش جمعیت باعث برهم زدن نظم طبیعت و تغییر ساختار اصلی و اولیه سرزمین شده است. در سال‌های اخیر در جهت جلوگیری از رشد افقی شهرها ایده ساخت بناهای بلند در شهرهای جهان و همچنین کلانشهر تهران مطرح شده است. یکی از اثرات منفی بلندمرتبه سازی تغییر جریان باد شهری می‌باشد. بر این اساس هدف این مطالعه ارزیابی اثر ساختمان‌های بلند بر علمکرد جریان باد شهری با استفاده از روش قیاسی- استنتاجی است. در این تحقیق منطقه ۲۲ کلانشهر تهران به علت روند روبه رشد بلندمرتبه سازی به عنوان پژوهش موردی انتخاب شده است. نتایج ارزیابی اثر بلندمرتبه سازی بر جریان باد در سطح منطقه ۲۲ بیانگر این موضوع می‌باشد که به دلیل مکان‌یابی نادرست و غیر اصولی ساختمان‌های بلند در این منطقه الگوی طبیعی وزش باد تغییر یافته و در نتیجه موجب بروز اثرات ثانویه ناشی از رکود یا تشدید جریان باد شده و کریدور ورودی هوا به شهر تهران را با مشکل جدی مواجه ساخته است. بر این اساس رعایت اصول و معیارهای مناسب مکان‌یابی و ارزیابی بلندمرتبه سازی توسط مدیران شهری زمینه‌ای برای اقدامات صحیح مدیریتی در جهت کاهش اثرات فراهم می‌نماید.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی، اثر بلندمرتبه سازی، توسعه شهری، جریان باد، منطقه ۲۲ تهران.

Abstract

Increasing population has disrupted the order of nature and led to restructuring of the original land. In recent years, in order to prevent the horizontal growth of cities, the idea of constructing high-rise buildings in cities around the world such as Tehran metropolis has been proposed. One of the negative impacts of high-rise building is the change in urban wind flow. Therefore, this study aims to assess the impact of high-rise buildings on the performance of urban wind flow using an inductive-comparative method. In this study, District 22 in Tehran was selected as the case study due to its increasing trend of high-rise construction. The findings of the study showed that the natural pattern of wind flow changed due to the incorrect and non-normative positioning of tall buildings; thereby, this led to the secondary effects resulted from stagnation or intensification of wind flow causing serious problems for air inlet corridor of Tehran. Therefore, appropriate principles and criteria for both the site location as well as the assessment of high-rise building observed by urban managers seem to provide bases for accurate management actions and reduce the side effects.

Keywords

Assessment, High-rise building effects, Urban development, Wind flow, Tehran district 22.

.

* **نویسنده مسئول:** فرانه وکیلی
*Corresponding Author: Farane Vakili

E-mail: Farane.vakili@gmail.com

مقدمه

رشد سریع شهرها و کمبود منابع از جمله زمین برای توسعه افقی، سیاست افزایش تراکم ساختمانی و بلندمرتبه سازی را به‌عنوان راه حل مناسبی برای مشکل مسکن و فراهم کردن پایداری در شهرهای جهان مطرح نمود (Thi van, 2008; Daniel Jun Chung, et al., 2011).

بلندمرتبه سازی اثرات محیطزیستی زیادی از قبیل دگرگونی الگوی طبیعی وزش باد، تغییر تصنعی دما، ایجاد خرد اقلیم و سایه‌های وسیع، آلودگی سفره‌های آب‌های زیرزمینی و خاک، کاهش سطح اشغال زمین، کاهش سطوح نفوذ ناپذیر شهری و غیره را به شهر و نواحی شهری تحمیل کرده است (Mabhot , et al. 2014, & et al).

بنابراین به دلیل تأثیرات زیاد توسعه متراکم ساختمانی و بلندمرتبه سازی بر اقلیم محلی یک شهر (García, et al. 2009 & et al) باید متغیرهایی مانند باد، گرما و تابش خورشیدی را در فرآیندهای تصمیم‌گیری برای انواع توسعه های شهری در نظر گرفته شود(Marsh, 2010; Tsou, et al. 2012).

جریان باد، به عنوان عنصر اقلیمی نقش مهمی در کیفیت فضاهای شهری و مسکونی، پایداری فضاهای عمومی و دستیابی به توسعه پایدار شهری دارد. همچنین این پدیده اثرات اولیه و ثانویه شدیدی از جمله تغییر جریان هوا، آسایش حرارتی، آلودگی هوا و غیره را به همراه دارد(Montazeri, et al, 2014& & et al).

تاثیر باد بر روی ساختمان بلندمرتبه عملی دینامیکی است و بستگی به عوامل مختلف محیط از قبیل ناهمواری و شکل زمین اطراف ساختمان، اندازه و ارتفاع ساختمان‌ها، ترکیب نمای سازهٔ مورد نظر و نحوهٔ قرار گرفتن و توزیع فضایی ساختمان‌ها، فاصله بین ساختمان‌ها، ، فضاهای باز و سبز شهری و میزان پوشش زمین به وسیله ساختمان‌ها دارد(Cengiz, 2013 & et al). بنابراین مهم‌ترین ویژگی‌های باد در رابطه با طراحی ساختمان عبارتست از آشفتگی باد (توفانی بودن)، سرعت باد، جهت باد ، وزش باد در سطح زمین و تداوم باد.(Chauhan, et al. 2013).

امروزه مطالعات بسیاری در جهان و ایران در ارتباط با اثر بلندمرتبه‌سازی بر جریان باد شهری انجام گرفته است(Heidarinejad, 2015 & et al). در این مطالعات به منظور شبیه سازی جریان باد حول ساختمان، از روش تونل باد یا دینامیک سیالات محاسباتی [1] استفاده شده است. به طور کلی برای بررسی جریان حول یک ساختمان و ارزیابی میزان تاثیرگذاری ساختمان‌های بلندمرتبه بر عابرین بیش‌تر از روش تونل باد استفاده می‌شود(Hui, et al. 2013 & et al).

اما ابزار دینامیک سیالات محاسباتی امروزه به دلیل گسترش کامپیوترها بسیار مورد توجه است(Sabbagh, et al. 2007). مزیت اصلی روش‌های عددی کاهش هزینه‌های استفاده از تونل باد است، اما دارای این عیب بزرگ نیز هستند که برای اعتبارسنجی نتایج هنوز نیاز به نتایج تونل باد دارند و محدودیت‌های پردازش کامپیوتری در روش‌های دقیق‌تر بسیار جدی به‌نظر می‌رسد(Montazeri, et al. 2014 & et al).

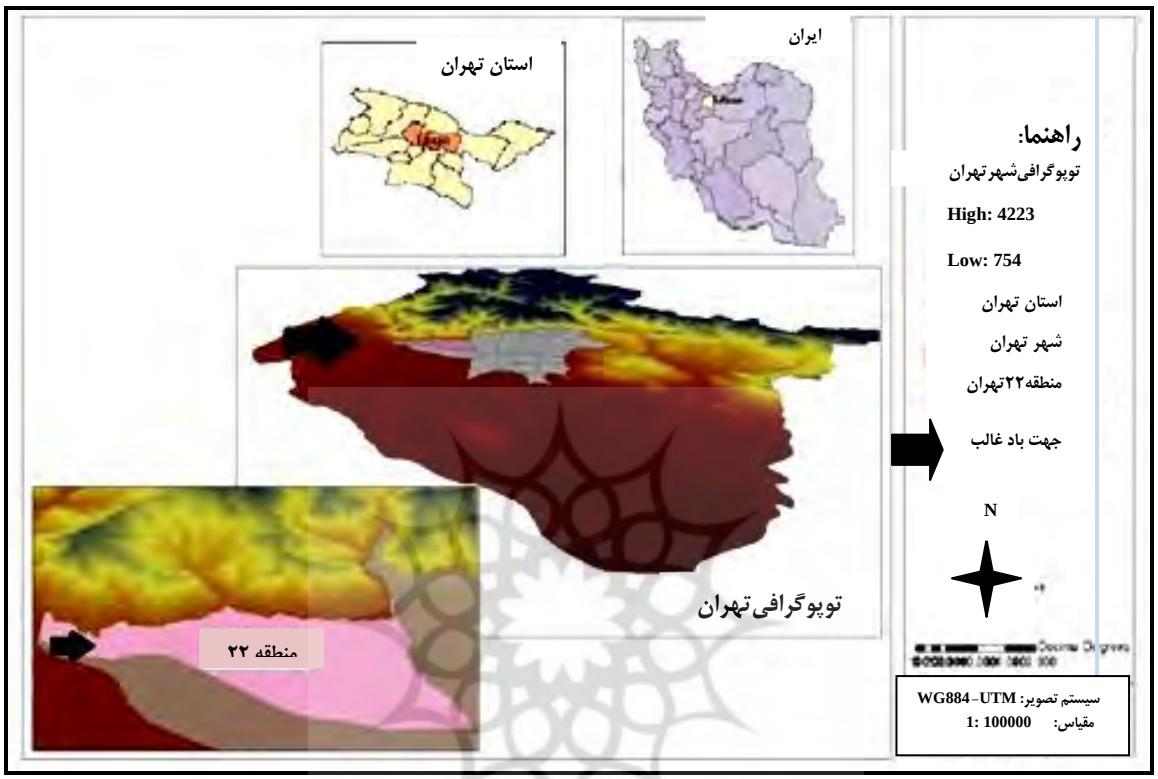
در این مقاله منطقه ۲۲ شهر تهران به‌عنوان پژوهش موردی انتخاب شده است. این منطقه در غرب شهر تهران در مسیر جریان باد غالب شهر و کریدور ورودی جریان هوا به شهر قرار گرفته است. عدم توجه به زاویه وزش باد و انجام ساخت و سازها در مسیر جریان باد غرب به شرق و بادهای شمالی مانع از جریان هوا در فضای شهری شده است، لذا با توجه به اهمیت این منطقه و همچنین روند انبوه‌سازی و بلندمرتبه سازی در منطقه که با رشدی حدود ۰/۴۳ درصد در بین سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۲ افزایش یافته است، ضرورت ارزیابی اثر ساختمان‌های بلند بر جریان باد در سطح منطقه را الزام می‌گردد. از این رو مساله اصلی در این تحقیق نبود ضوابط صحیح و معیارهای مناسب برای مکان‌یابی و ارزیابی اثرات اکولوژیکی بلندمرتبه‌سازی بویژه جریان باد و به وجود آمدن مشکلات زیست‌محیطی شهری و منطقه‌ای از جمله آلودگی هوا و اختلال جریان هوا در منطقه ۲۲ می‌باشد. در این تحقیق تجربیات جهانی در مورد اثر بلندمرتبه‌ها بر جریان باد شهری مورد مطالعه قرار گرفته و بر این اساس سه نوع پهنه اثر بلندمرتبه‌ها بر جریان باد که مربوط به نحوه قرارگیری و چیدمان این سازه می‌باشد، تشخیص داده شده است. سپس با الگوی پراکنش بلند مرتبه‌ها در منطقه مطالعاتی انطباق داده شده و اثر هر یک از این پهنه‌ها و نحوه قرار گیری بلندمرتبه‌ها بر جریان باد در منطقه ۲۲ را بررسی گردیده است. در نهایت اثرات اولیه و ثانویه این ساختمان‌ها بر جریان باد شهری ارزیابی شده است.

محدوده مورد مطالعه

کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت ایران در دامنه جنوبی البرز مرکزی قرار گرفته است. جهت وزش باد در شهر در طول کلیه فصل‌های سال شمال‌غربی، غرب و جنوب‌غربی است. وزش باد غالب در تهران غربی (۲۷۰ درجه) می‌باشد. منطقه ۲۲ شهرداری تهران واقع در غرب تهران در مسیر جریان باد غالب شهر می‌باشد

1. CFD

و از شمال توسط ارتفاعات البرز احاطه گردیده است. جهت باد غالب در منطقه نیز غربی می‌باشد. شکل۱، موقعیت این منطقه در شهر تهران و توپوگرافی شهر و منطقه و جهت جریان باد غالب در شهر را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل۱، مشخص است شهر تهران مانند یک کاسه است که از سه طرف احاطه شده و فقط از طرف غرب شهر امکان وزش باد و تخلیه آلودگی‌ها وجود دارد که متأسفانه در سال‌های اخیر با گسترش ساخت‌و ساز و بلندمرتبه سازی، کریدور جریان هوای منطقه مسدود شده است.

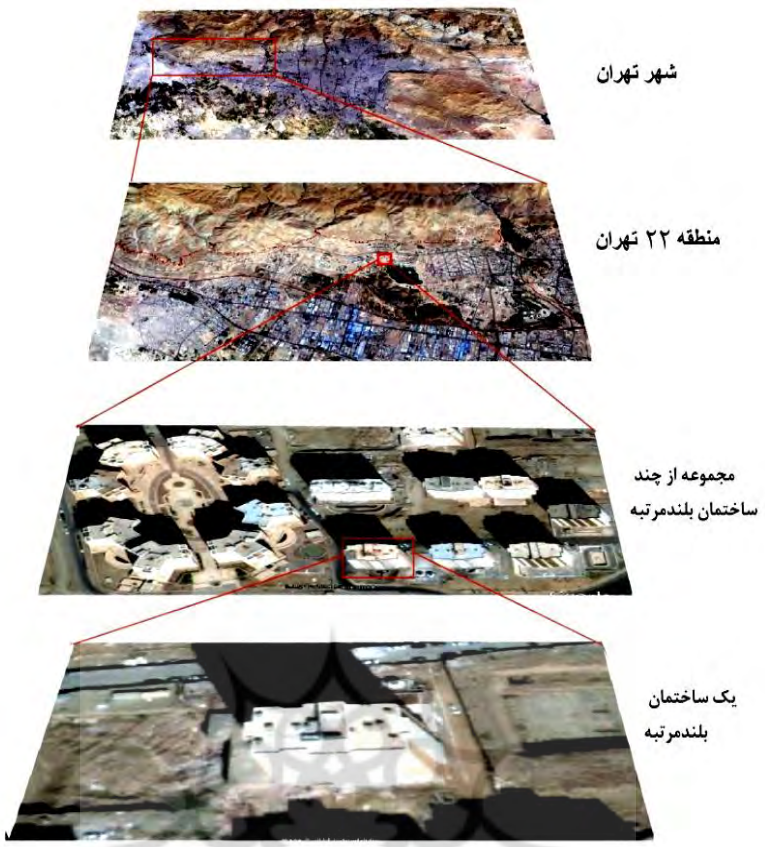


شکل ۱. موقعیت منطقه ۲۲ در شهر تهران

روش تحقیق

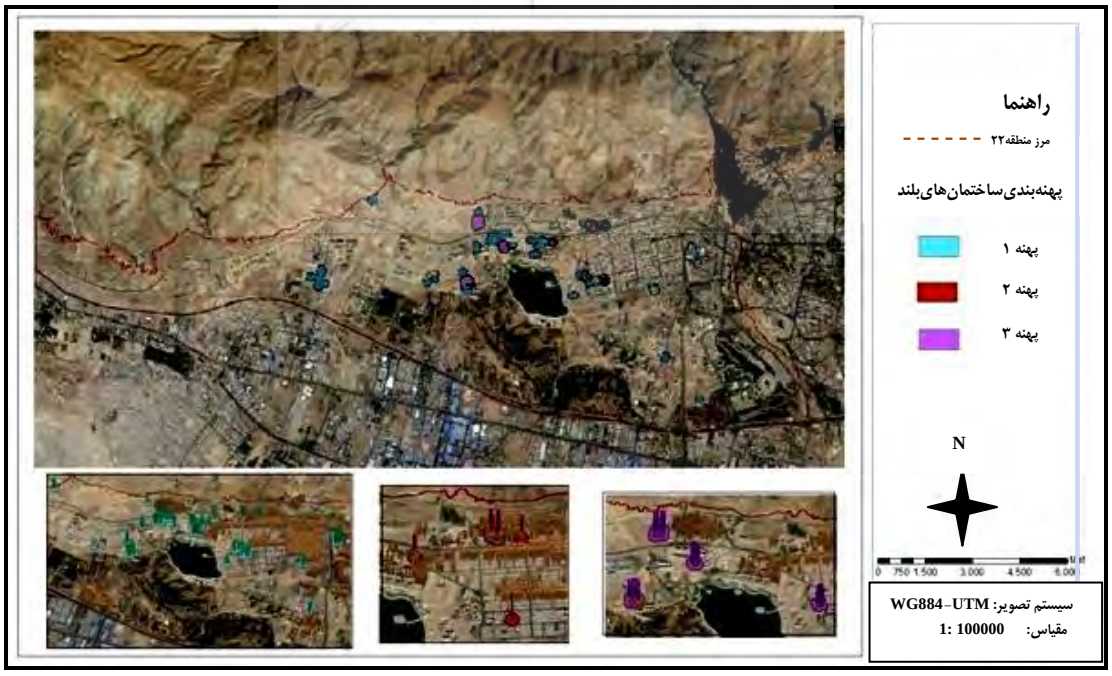
به علت وجود اشکال متفاوت و متنوع پراکنش و چیدمان ساختمان‌های بلند مرتبه در منطقه ۲۲، این تحقیق با روش قیاسی- استنتاجی، بر اساس نتایج پیشینه تحقیقات مرتبط و مشابه، برای ارزیابی اثرات بلندمرتبه سازی بر جریان هوا انجام شده‌است. از این رو، ابتدا مطالعه جامعی در مورد تجارب جهانی در مورد تاثیر اشکال پراکنش بلندمرتبه‌ها بر جریان هوا انجام گرفته شد. براساس آن سه پهنه مختلف از لحاظ نحوه قرارگیری ساختمان‌های بلند و اثرات آن‌ها انتخاب گردید. سپس نحوه پراکنش ساختمان‌های بلندمرتبه در منطقه مطالعاتی با تجارب جهانی تطبیق داده شد و اثر این ساختمان‌های بلند بر جریان باد در منطقه مورد بررسی قرارگرفت. در نهایت، بر اساس نتایج حاصل، اصول و شرایط مناسب برای مکان‌یابی ساختمان‌های بلند مرتبه و راهکارهای کاهش اثر در منطقه مطالعاتی پیشنهاد گردید.

در شکل۲، سلسله مراتب ابعاد مکانی ارزیابی ساختمان‌های بلند بر جریان باد را نمایش داده شده است.



شکل ۲: ابعاد مکانی بلندمرتبه‌سازی در سیمای سرزمین

در شکل ۳، وضعیت پراکنش ساختمان‌های بلندمرتبه در سطح منطقه ۲۲ و پهنه‌بندی انجام شده در این تحقیق نمایش داده شده است.



شکل ۳. پراکنش و پهنه بندی ساختمان‌های بلند مرتبه در منطقه ۲۲

پیشینه تحقیق

بر اساس مرور تجارب جهانی (جدیدی و حیدری‌نژاد، ۱۳۹۲) و (Sabbagh-Yazdi, et al., 2007; Chang, et al., Tamura, 2009; Development 2008; Securities PLC, 2010; Middel, et al., 2014)، سه نوع پراکنش ساختمان‌های بلندمرتبه قابل تشخیص است. اثر هر یک از انواع پراکنش این ساختمان‌ها بر جریان باد در مطالعات مختلفی با نرم افزارهای متفاوت شبیه‌سازی شده است که در ادامه اشاره می‌شود:

نوع اول: در نوع اول چیدمان ساختمان‌های بلندمرتبه به شکل ردیفی در کنار هم است. در این رابطه می‌توان به مطالعاتی از جمله مطالعه بلوکن[۲] و همکاران اشاره کرد. در این مطالعه اثر جریان باد با استفاده از روش شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی ارزیابی شده است(Blockena, et al. 2011). در مطالعه دیگر که توسط بلوکن و کارملیت انجام شده تاثیر آسایش باد بر روی چند ساختمان بلندمرتبه ردیفی در یکی از شهرهای فلاندر (بلژیک) با استفاده از روش تونل باد و مدل سازی دینامیک سیالات محاسباتی مورد ارزیابی قرار گرفته است(Blocken and Carmeliet, 2008). در مطالعه‌ای که توسط داگنو[۳] و همکاران شبیه‌سازی دو ساختمان بلندمرتبه پشت سرهم به وسیله مدل CARRC (نوعی مدل تونل باد) انجام شده است(Dagnew, et al. 2009)، همچنین فدل[۴] و کاردلیس[۵] نیز در مطالعه‌ای به انجام شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی توسط نرم‌افزار فلوئنت[۶] و معادلات RANS در منطقه محوطه دانشگاه کاونتری انگلستان پرداخته‌اند(Fadl and Karadelis 2010). نتایج حاصل از این مطالعات و سایر مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که این نوع نحوه چیدمان ساختمان‌های بلند موجب به وجود آمدن اثر ردیف می‌شود، این پدیده‌ای است که در برخورد جریان باد به ساختمان‌هایی که در یک ردیف قرار دارند. چنان چه ساختمان‌ها در مقابل وزش توده هوا واقع شوند، باد پس از برخورد با آن‌ها به سمت بالا متمایل می‌گردد و از روی ساختمان عبور می‌کند. در چنین حالتی اگر ساختمان‌های بعدی در فاصله خیلی کم قرار گرفته باشد. توده هوا از بالای ساختمان‌های بعدی نیز رد می‌شود. اما اگر فاصله بناهای بعدی قدری بیش‌تر ازهم باشد جریان اصلی هوا از بالای ساختمان‌ها رد می‌شود ولی بین دو ساختمان جریان شبیه تونل باد و شتاب باد (اثر ونتوری) به وجود می‌آید که برای ساکنین بین دو بنا مشکل آفرین می‌شود. اما اگر فاصله بین دو بنا بیش‌تر شود جریان هوا بین دو بلوک تبدیل به یک جریان و الگوی پیچیده‌ای می‌گردد که با جریان هوایی که بین دو بلوک فرو می‌ریزد تداخل پیدا می‌کند. لذا بادها به پایین کشانده می‌شوند و فضاهایی باز به وجود می‌آورند که بالقوه ناراحت کننده‌اند. همچنین در سمت بادپناه از ساختمان، جریان گردابی شکل می‌گیرد، این جریان در دیواره کوتاه ساختمان محصورتر است و در گوشه پشت به ساختمان جریان باد شدت بیش‌تری می‌یابد.

نوع دوم: نوع دوم در مورد چیدمان یک ساختمان بلند در مقابل ساختمان کوتاه و بررسی اثر این پراکنش بر جریان باد است. چندین مطالعه در این رابطه انجام گرفته که می‌توان به مطالعات ذیل اشاره نمود:

بلوکن و کارملیت به بررسی و مرور مبانی در ارتباط با تاثیر ساختمان‌های بلند بر جریان باد در پیاده‌روها، با استفاده از روش تونل باد و مدل سازی عددی آیرودینامیک پرداخته‌اند. در این مقاله چهار نمونه از مشکلات جریان باد در پیاده‌روها و فضای باز بین ساختمان‌ها را نشان داده است، که در آن باد موجب شرایط نامطلوب در عابر پیاده می‌شود و سرعت باد در منطقه اطراف ساختمان افزایش می‌یابد. در سمت بادپناه از ساختمان، جریان گردابی شکل می‌گیرد. در نقطه‌ای که دو جریان هوا به‌هم برخورد می‌کنند، چند شاخه می‌شود. این جریان گردابی در دیواره کوتاه ساختمان محصورتر است. همچنین در مناطق که اطراف دو ساختمان قرار دارند که در نتیجه اثر ونتوری سرعت باد افزایش می‌یابد و موجب تغییر آب و هوا در اطراف پیاده‌رو می‌گردد (Blocken & Carmeliet, 2014).

جانسن[۷] و همکاران در مطالعه‌ای اثر ساختمان بلند بر آسایش جریان باد در پیاده‌رو با روش شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی ارزیابی کرده‌اند ، شبیه‌سازی همراه با آمار باد محلی نشان می دهد که جهت باد جنوب غربی در مزاحمت سالانه باد در سطح عابر پیاده تاثیر بیش‌تری دارد. به این علت جهات باد در اطراف برج به سمت پایین در سطح

2. Blocken
3. Dagnew
4. Fadl
5. Karadelis
6. Fluent
7. Janssen

عابر پیاده منحرف می‌شود. ساختمان‌های اطراف بزرگ‌ترین تاثیر بر جریان باد نزدیک به منطقه، به جای طول زبری آیرودینامیکی دارند(Janssen, et al. 2014).

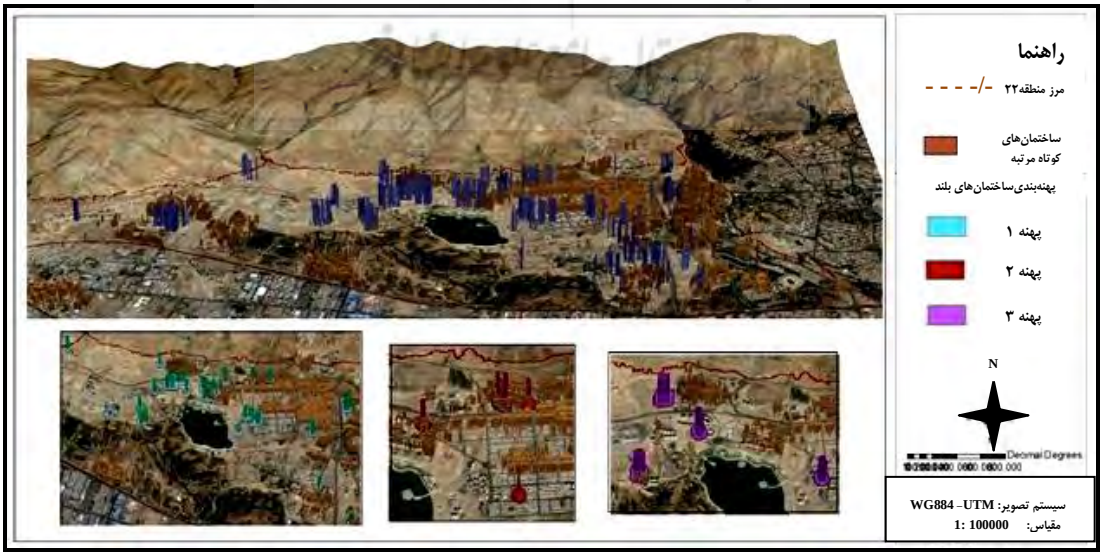
بنابراین نتایج حاصل از این دو مطالعه و نیز سایر مطالعات مرتبط با بررسی تاثیر این نوع چیدمان بلندمرتبه‌ها بر جریان باد، (Givoni, 1998; Coirier & Kim, 2000; Aldeberky, 2005; Tse, & et.al., 2013) نشان می‌دهد که اگر یک ساختمان بلندمرتبه در مقابل یک ساختمان کوتاه‌مرتبه قرار گیرد، سرعت و فرکانس باد را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش سرعت باد در نقاط بحرانی، شتاب جریان باد در گوشه ساختمان پایین ساختمان بلندمرتبه، افزایش سرعت و شتاب باد و ایجاد گرداب گسترده در اطراف سطح پیاده‌رو در فضای بین دو ساختمان و قرار گرفتن ساختمان کوتاه در سایه باد می‌شود. همچنین اثرات ثانویه دیگری از جمله تغییر سرعت و جریان باد در منطقه عابر پیاده، کاهش آسایش اقلیمی در پیاده‌روهای بین ساختمان‌ها و پخش آلاینده‌ها و گسترش و رقت آلودگی و حتی اثر منفی بر تابش خورشید می‌شود.

نوع سوم: نوع سوم تاثیر چیدمان گروه از ساختمان‌های بلند به صورت فضای بسته در کنار یکدیگر است که از مطالعات انجام شده در این مورد را می توان به مطالعه یانگ و همکاران در ارتباط با بررسی جریان باد در محوطه برج مسکونی در منطقه تایلند اشاره کرد. در این مطالعه با انجام شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی توسط نرم افزار فلوئنت/ آنسیس به این نتیجه دست یافتند که قرارگیری مجموعه ساختمان‌ها در فضای بسته موجب تغییر فشار باد در پشت ساختمان بلند می‌شود و سرعت باد در اطراف ساختمان‌های بلند از ۳ متر/ثانیه به ۱ متر/ثانیه کاهش می‌یابد.

همچنین سرعت باد در بین دو ساختمان بلند به میزان بیش‌تر ی کاسته می‌شود، هرچه تعداد ساختمان به صورت ردیفی از موانع در مقابل جریان باد بیش‌تر باشد، میزان سرعت باد بیش‌تر نزول می‌یابد. بنابراین برای بهبود جریان باد در منطقه فضای باز مرکزی مجتمع، با حذف یک ساختمان بلند در مسیر جریان باعث تقویت اثربخشی تهویه باد شهری می‌شود، در نتیجه سرعت باد در فضای باز مرکزی منطقه از ۱ متر/ثانیه به ۲,۵ متر/ثانیه افزایش می‌یابد. همچنین فاصله بین ساختمان‌ها عامل مهمی برای کنترل باد می‌باشد، تهویه شهری طرح تحت تاثیر تراکم و فاصله ساختمان‌های بلند قرار دارد(Yang, et.al. 2013) .

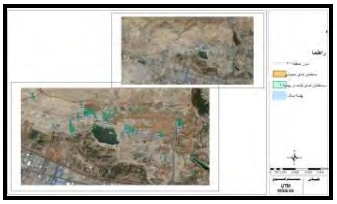
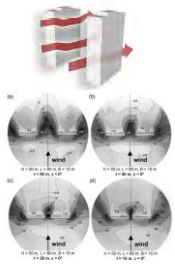
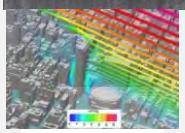
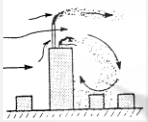
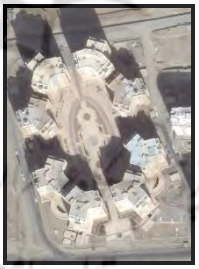
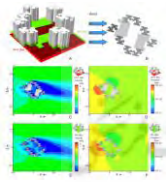
بر اساس این سه نوع چیدمان و موقعیت ساختمان‌های بلندمرتبه در مناطق شهری و تاثیر آن‌ها بر جریان هوا، پراکنش ساختمان‌های بلند مرتبه در منطقه مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته و سه پهنه پراکنش ساختمانی مشابه این مدل‌ها در سطح منطقه ۲۲ شهر تهران به‌عنوان نمونه انتخاب شده است.

سپس نقشه پهنه‌بندی این سه گونه ساختمانی ته ه گردیده است. نقشه پایه مربوط به سال ۱۳۸۲ می‌باشد و داده‌های ساختمان‌های بلندمرتبه بر روی آن بر اساس اطلاعات پروانه ساخت ساختمان‌ها تا اسفند ۱۳۹۲ به‌روز شده است. در شکل۴، موقعیت سه پهنه مورد مطالعه در سطح منطقه ۲۲ نمایش داده شده است.



شکل ۴. موقعیت پهنه‌بندی ساختمان‌های بلندمرتبه در سطح منطقه ۲۲

جدول ۱. تحلیل اثرات ساختمان‌های بلند بر جریان باد در سطح منطقه ۲۲

پهنه	تصویر اثر در سطح منطقه ۲۲	ویژگی پهنه	نمونه شبیه‌سازی شده	اثر
۱		در این پهنه ساختمان‌ها به صورت موازی با فاصله اندک در کنار هم قرار گرفته‌اند.		اگر دو ساختمان یا دو ردیف ساختمان، طوری قرار گیرند که باد را در گوشه ای محصور کنند (به شکل قیف)، سرعت باد در نقطه حساس که باریکترین قسمت است، به حداکثر میرسد.
۲		در این پهنه یک ساختمان بلند روبروی یک ساختمان کوتاه قرار گرفته است.	 	در جبهۀ روبه باد ساختمان توده‌ای گره‌ای شکل از هوا، به وجود می آید که باعث جریان یافتن هوا به سمت بالا و اطراف می شود. در نتیجه، جریان پیچشی یا گرد بادی تولید می‌شود و سرعت باد در فضای بین دو ساختمان و نزدیک گوشه‌های ساختمان‌های بلندمرتبه افزایش می‌یابد.
۳		ساختمان‌ها به شکل مجتمع بسته در کنار هم قرار گرفته‌اند و در فضای میانی آنها فضای باز یا سبز قرار دارد.		اثر سل پدیده‌ای که با مجتمعی از ساختمان‌ها در ارتباط است و همچنین اثر بر آسایش حرارتی برای ساکنان این ساختمان‌ها از ویژگی های این پهنه است. این پهنه، بیانگر فضاهای باز است که با ساختمان‌های اطراف تعریف می‌گردد

در نهایت با توجه به مطالب بیان شده در جدول ۱، اثرات بلندمرتبه‌ها بر جریان باد در منطقه ۲۲ شهر تهران در قیاس با مدل‌های مشابه تحلیل شده است.

یافته‌ها

نتایج این مطالعه نشان میدهد در منطقه مورد مطالعه پهنه یک بیش‌تر ین توزیع را در سطح منطقه دارد و نواحی نزدیک به دریاچه و غرب منطقه که در سال‌های اخیر مورد توجه ساخت-وساز قرار گرفته است، وضعیت آسیب‌پذیرتری نسبت به سایر نواحی دارند. از این رو نتایج مطالعه قیاسی در هر یک از پهنه‌های بررسی شده در این مقاله را می‌توان به‌این صورت تحلیل نمود:

- پهنه اول: قرارگیری ساختمان‌های بلند به‌صورت ردیفی در کنار هم

در این پهنه اثر باد منطقه‌ای در پشت ساختمان‌ها کاهش می‌یابد. در این حالت عمده ساختمان‌ها در سایه باد قرار می‌گیرند و تراکم ساختمانی حتی در مناطق با تراکم پایین‌تر (ساختمان‌های کوتاه و فضاهای باز بزرگ بین آن‌ها) اثر چندانی بر جریان باد نخواهد داشت، چرا که جریان باد مسدود شده است. در مجموع، این نوع اثر که می‌توان به‌گونه‌ای آن را اثر ونتوری نامید در مواقعی اتفاق می‌افتد که ساختمان‌ها حدود ۱۳/۵ متر یا بیش‌تر ارتفاع داشته و طول دو طرف کمتر از ۹۰ متر باشد. مهم‌ترین معیار در ارتباط با مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه

و تاثیر آن‌ها بر جریان باد شهری رعایت فاصله مناسب بین ساختمان‌ها می‌باشد؛ فاصله بین ساختمان‌ها باید در حدی باشد که مناطق آیرودینامیکی هر ساختمان به‌صورت منفرد عمل کند و در این مناطق تداخلی ایجاد نشود. اما چنان‌چه ساختمان‌های مذکور به‌هم متصل و فشرده باشند نقش تونلی را ایفا می‌کنند که ضمن هدایت باد در مسیری مشخص در پاره‌ای از موارد افزایش سرعت باد را نیز در پی دارد ولی اگر ساختمان‌هایی که در دو طرف معابر قرار گرفته‌اند به‌هم چسبیده و پیوسته نباشند و در فاصله‌هایی از هم جدا شوند باعث می‌گردد که باد از مسیرخارج شده و ساختمان‌ها را دور بزند، دور زدن جریان هوا اطراف ساختمان‌ها، باعث بوجود آمدن گرد باد در سطح شهر می‌گردد، در این شرایط معابری که در دو طرف ساختمان قرار دارند در معرض شدید وزش باد قرار می‌گیرند و نمی‌توانند آلودگی‌ها را تهویه نماید. بنابراین قرار گیری این ساختمان‌های بلند به صورت ردیفی در ساختار شهر می‌تواند اثر منفی زیادی بر جریان باد در خیابان‌ها و پیاده‌روها داشته باشد.

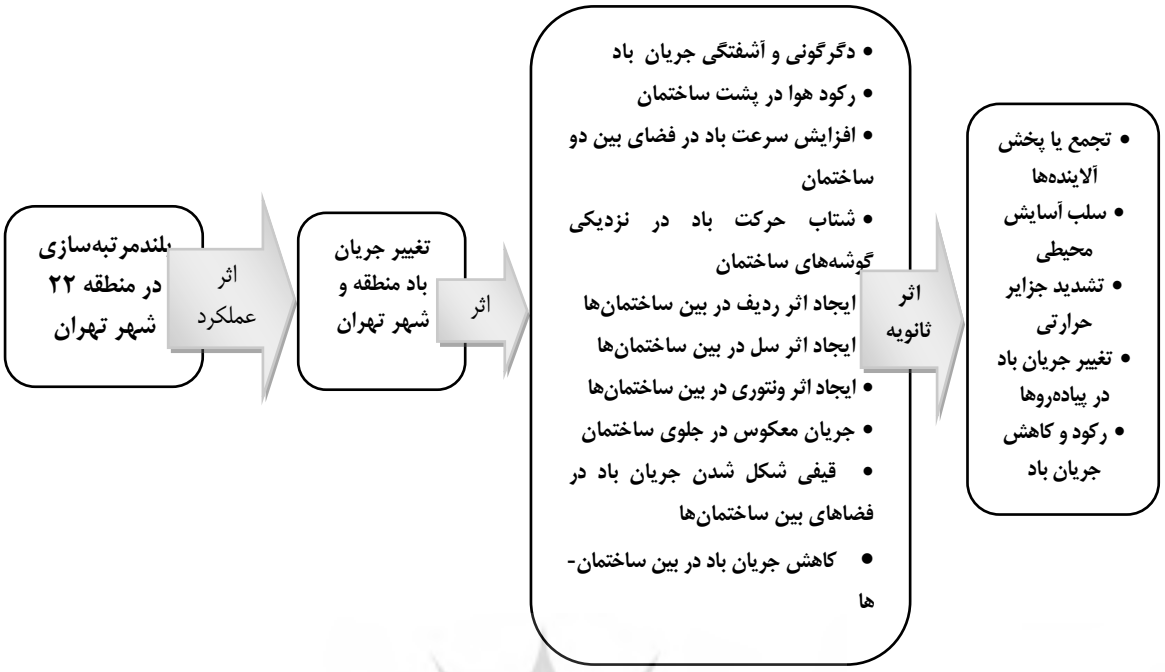
- پهنه دوم: قرارگیری ساختمان‌های بلند در میان ساختمان‌های کوتاه

جریان هوا در بین دو یا چند ساختمان در مجاورت هم، به طور قابل توجه تغییر شکل داده و از طبیعت بسیار پیچیده‌تری معمولا برخوردار است. نحوه قرارگیری ساختمان‌های بلند در مقابل جریان باد در رابطه با ساختمان‌های کوتاه اطراف آن‌ها تأثیر عمیقی بر الگوی جاری شدن باد در شهر دارد. با قرارگیری یک ساختمان کوتاه روبروی یک ساختمان بلند دو نوع اثر در سه منطقه مختلف وارد می‌کند. ۱) تغییر جریان بین دو ساختمان و در سطح پیاده رو بین آن‌ها ۲) تغییر جریان در پشت ساختمان‌های بلند به علت برخورد با جریان باد منطقه‌ای در بالای خیمه اقلیمی شهر، میزان جریان بیش‌تری را اطراف خود ایجاد می‌کند. در پشت جبهه رو به باد این ساختمان‌ها در یک منطقه، فشار بسته ایجاد شده سبب مکش هوا به سمت پایین می‌شود و یک جریان در سطح زمین ایجاد می‌کند.

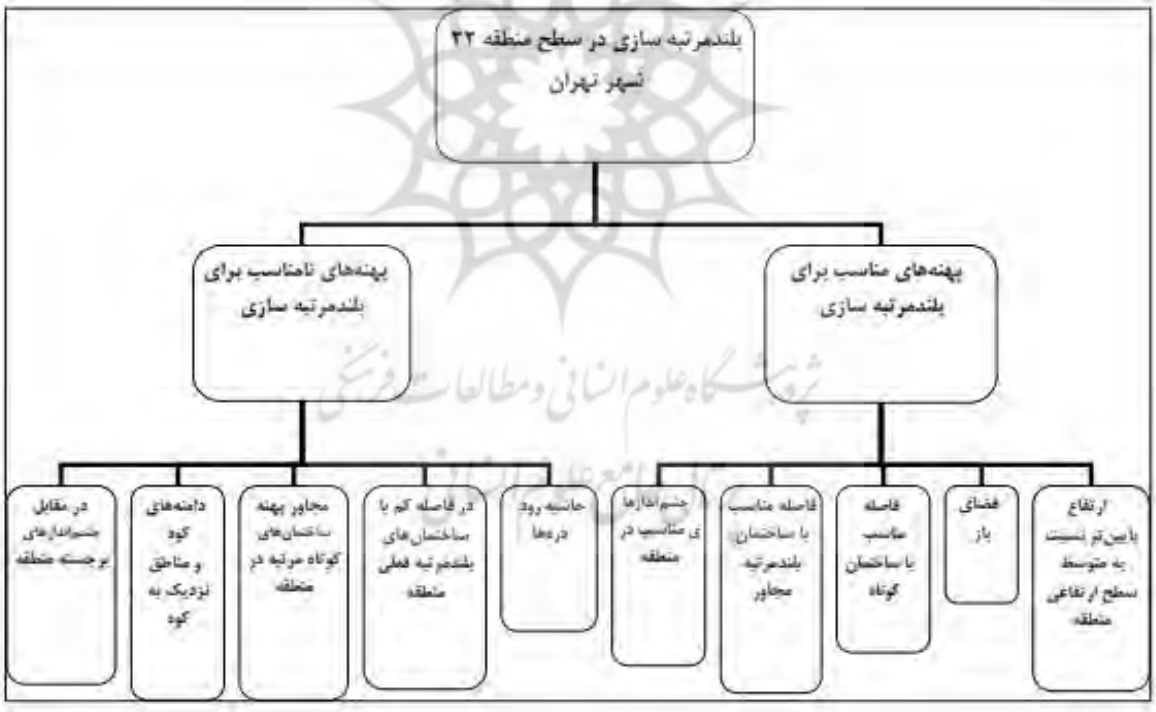
- پهنه سوم: اجتماع ساختمان‌های بلند به صورت فضای بسته در کنار یکدیگر

وقتی ساختمان‌های بلندمرتبه با هم ترکیب شده و بافتی از اجتماع بلندمرتبه‌ها تشکیل شود، محاسبات مربوط به جریان باد در منطقه پیچیده‌تر می‌گردد. این پهنه برای درک بهتر اثر طراحی به هم پیوسته در تغییرات تهویه شهری بررسی می‌شود. از آنجایی که مناطق پوشیده شده با ساختمان‌ها، دیگر قابلیت و زمینه‌ای برای پوشش گیاهی ندارند، لذا فاصله بین ساختمان‌ها اثر مستقیمی بر عوامل اقلیمی نظیر تهویه شهری می‌گذارند. در این مورد سرعت باد در بین دو ساختمان بلند به میزان بیش‌تری کاسته می‌شود، هر چه تعداد ساختمان‌ها به صورت ردیفی از موانع در مقابل جریان باد بیش‌تر باشد، میزان سرعت باد بیش‌تر تنزل می‌یابد به طوری که در پشت آخرین ساختمان، هوا راکد و آرام می‌شود. همچنین در این پهنه اثر زبری سطوح بسیار مهم می‌باشد. در واقع مهم‌ترین نکته در این پهنه ایجاد فضای بسته در بین ساختمان‌ها است که باعث ایجاد اثرات مختلف می‌شود. وجود فضای‌های سبز یا باز در بین این ساختمان‌ها می‌تواند تا حدودی تغییر جریان باد را تعدیل بخشیده و به حذف آلودگی‌ها کمک شایانی کند. این گونه پراکنش ساختمان‌های بلند نیز بر مسیر عابر پیاده در اطراف تاثیر گذاشته و شرایط ناراحت کننده‌ای را برای افراد ایجاد می‌کنند. لازم به ذکر است که این گونه‌های ساختمانی مطرح شده، در سطح منطقه ۲۲کلانشهر شهر تهران کمتر به تنهایی دیده می‌شوند، بلکه معمولا در ترکیبی از گونه‌های مختلف وجود دارند. پس می‌توان نتیجه گرفت پراکنش این ساختمان‌های بلند به صورت اشکال و چیدمآن‌ها مختلف موجب اثرات اولیه و ثانویه‌ای می‌شود که در تمامی پهنه‌های یاد شده در سطح منطقه ۲۲ شهر تهران نیز قابل اشاره است. شکل ۵، بیانگر اثرات اولیه و ثانویه بلندمرتبه سازی بر جریان باد است. به این ترتیب پهنه‌های مناسب برای بلندمرتبه سازی در منطقه شامل مناطقی می شود که از لحاظ پهنه بندی ارتفاعی در ارتفاع پایین‌تر نسبت به متوسط ارتفاع منطقه قرار گیرند و در مناطق با شیب مناسب باشند. در فضاهای باز و مناطقی که امکان ایجاد چشم انداز زیبا برای منطقه را دارند و همچنین پهنه‌های مناسب از لحاظ فاصله قرارگیری ساختمان‌های بلند در کنار یکدیگر و نیز فاصله ساختمان‌های بلندمرتبه در مقابل دیگر ساختمان را می‌توان به عنوان پهنه‌های مناسب بلندمرتبه سازی ذکر کرد.

پهنه‌های نامناسب بلندمرتبه سازی در منطقه شامل مناطق حاشیه رود دره‌ها، مناطق پای کوه و در دامنه‌های کوه با ارتفاع بیش از ۱۸۰۰ متر ، مناطق مجاور به مجموعه‌ای از ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه و مناطق با فاصله نزدیک به ساختمان‌های بلندمرتبه فعلی و همچنین در مقابل چشم اندازهای مهم منطقه و نقاط دید راهبردی می‌باشد.



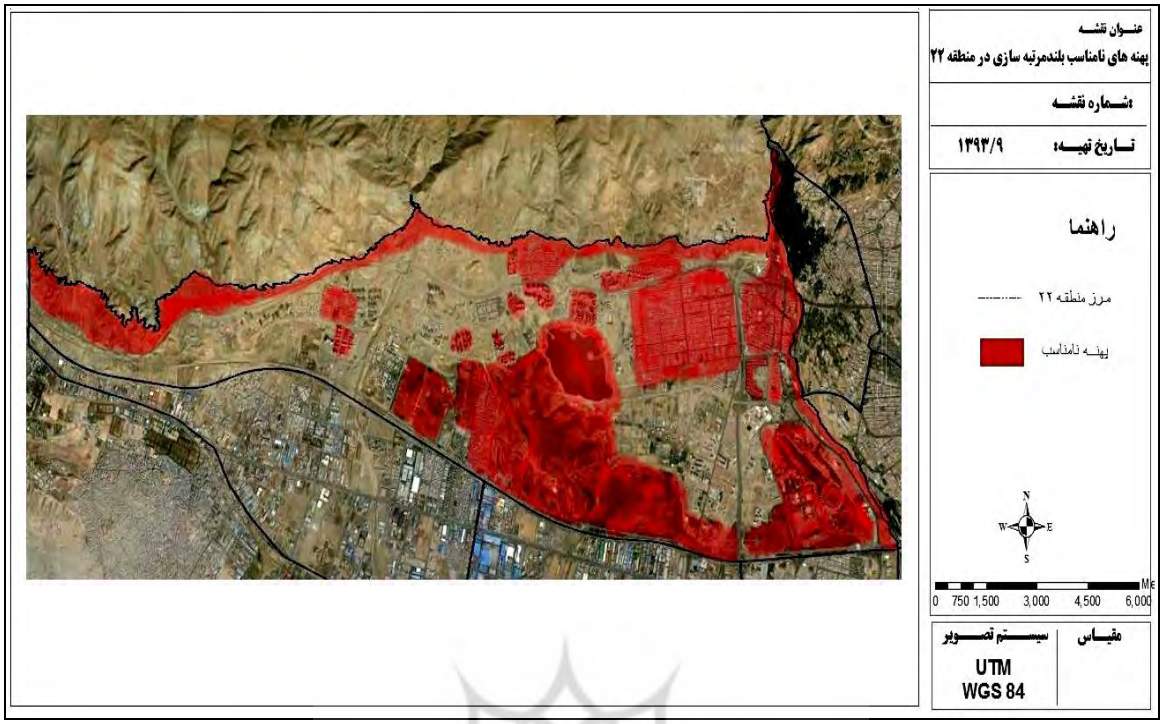
۵. اثرات اولیه و ثانویه ساختمان‌های بلندمرتبه بر جریان باد در منطقه ۲۲ شهر تهران



شکل ۶. معیارهای تعیین پهنه‌های مناسب و نامناسب برای بلندمرتبه سازی در منطقه ۲۲ شهر تهران

لذا بر اساس مطالب بیان شده می‌توان معیارهای تعیین پهنه‌های مناسب و نامناسب برای بلندمرتبه سازی در سطح منطقه ۲۲ را بر اساس شکل ۶ نمایش داد.

در شکل ۷، نقشه پهنه‌های نامناسب بلندمرتبه سازی در سطح منطقه ۲۲، بر اساس معیارهای مذکور نشان داده شده است.



شکل ۷. پهنه‌های نامناسب بلندمرتبه سازی در منطقه ۲۲ شهر تهران

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه به دلیل رشد جمعیت و نیاز به مسکن سیاست بلندمرتبه سازی در مناطق شهری در حال افزایش است ولی عمدتا در احداث این ساختمان‌های مرتفع شرایط جغرافیایی و اقلیمی مناطق شهری از جمله جریان باد شهری در نظر گرفته نمی شود. منطقه ۲۲ شهر تهران به عنوان یکی از مناطق ارزشمند از بعد اکولوژیکی می‌باشد که در سال‌های اخیر با گسترش سریع و روزافزون ساخت و ساز و بلند مرتبه سازی روبه رو شده است. لذا با توجه موقعیت ویژه منطقه ۲۲ کلانشهر تهران، قرار گرفتن در کریدور ورودی هوای شهر تهران، پایین بودن سرعت باد غربی و سایر جریانات باد و افزایش بلندمرتبه‌سازی در منطقه، این مطالعه به ارزیابی اثرات سه گونه پراکنش ساختمان‌های بلند در سطح منطقه ۲۲ بر جریان باد شهری به روش قیاسی- استنتاجی پرداخته است. نتایج حاصل از مطالعه تطبیقی در این تحقیق نشان می‌دهد که ساختمان‌های بلند اثرات اولیه و ثانویه متعددی بر جریان باد وارد می‌کنند، لذا باید مطالعه جامعی از اثرات بلندمرتبه سازی بر پارامترهای اقلیمی از جمله جریان باد در سطح سیمای سرزمین شهری و مقیاس کلان‌تر شهر نیز انجام گیرد؛ همچنین برای ارائه مجوز ساخت و سازها، باید ضوابط زیست‌محیطی در ارتباط با حداکثر سطح اشغال، حداقل تفکیک، تناسب فضای باز نسبت به سطح زیربنا و به خصوص وزش باد را در نظر گرفت.

بنابراین باید توده‌گذاری و بارگذاری این ساختمان‌ها در سطح منطقه متناسب با شرایط اکولوژیکی و جریان باد غالب سامان پیدا کرده و از استقرار حجم‌های بالای ساخت و ساز در این منطقه پرهیز شود تا از تاثیر ساختمان‌های بلند بر جریان باد و آسایش محیطی کاست، و از ورود آلاینده‌ها به سمت شهر تهران ممانعت شود. به این تریتب مسدود کردن جریانات هوا قابل جبران نیست و با بلندمرتبه سازی، محیط زیست به دردی لاعلاج مبتلا می‌شود. لذا با مکان‌یابی صحیح ساختمان‌های بلند در سطح منطقه ۲۲ شهر تهران و تعیین استراتژی‌های کنترل باد توسط مدیران شهری می‌توان بین ساختارهای طبیعی و مصنوع شهر و تاثیر آنها بر عملکردها تعادل مناسبی برقرار کرد.

پیشنهاد می‌شود اقدامات اصلاحی در چارچوبی مناسب و تلفیقی، از نظر ساختار فضائی، اجرائی و عملیاتی پی گیری شوند. همچنین رعایت اصول و پیشنهادات مطرح شده توسط شهرداری‌ها و مدیران و برنامه ریزان شهری زمینه‌ای برای اقدامات صحیح مدیریتی در جهت کاهش اثرات ناشی از آن را فراهم نموده و گامی مؤثر در جهت حفظ زیست‌محیطی شهری و دستیابی به توسعه پایدار شهری برداشته می‌شود.

راهکارها

از استراتژی‌های مربوط به کاهش اثرات بلندمرتبه‌سازی بر جریان باد می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- بلندمرتبه‌ها نباید را بر روی یک خط احداث کرد بلکه بلندمرتبه‌ها باید به صورت متخلل و با نظمی ساخته شوند که اجازه عبور جریان هوا دهند، به‌گونه‌ای که علاوه بر رعایت قاعده مشرفیت از بروز اثرات اولیه و ثانویه جریان باد نیز جلوگیری گردد.
- فاصله قرارگیری ساختمان‌های بلند در کنار یکدیگر معیار مهم می‌باشد و همان‌گونه که در قسمت یافته‌های این تحقیق بیان شده باید فاصله ساختمان‌ها به میزانی باشد که مناطق آیرودینامیکی اطراف آن‌ها در یکدیگر اثر کنند.
- در مجتمع‌هایی با ترکیب چند ساختمان بلندمرتبه مانند آنچه در پهنه سه این مطالعه نمایش داده شده با حذف یک ساختمان بلند در مسیر جریان هوا موجب تقویت اثربخشی تهویه باد شهری و تعدیل سرعت باد در فضای باز مرکزی مجتمع می‌شود.
- تعیین نقاط بحرانی سرعت باد، در بافت‌های کالبدی ساختمان‌های بلندمرتبه و مقابله با آن‌ها، می‌تواند از ایجاد سرعت‌های نامطلوب باد در فضاها و معابر شهری پیشگیری کند.
- نماهای بزرگ ساختمان باید عمودی باشد و نماهای باریک‌تر در موازات جهت باد قرار گیرد. در همین حال، فاصله بین ساختمان باید به اندازه کافی و به گونه‌ای باشد که حرکت باد را مسدود نکرده و گردش باد را بهبود بخشند.
- افزایش عرض ساختمان‌های برج مانند برای افزایش انحراف جریان باد.
- ساخت دیوارهای محدب شکل برای منحرف کردن قسمت عمده‌ای از جریان باد به اطراف و کاهش میزان آشفتگی باد.

REFERENCES

1. Aldeberky, A. .(2005), *Environmental adaptation of urban design for desert settlements in Upper Egypt*, Ph.d. thesis, faculty of engineering, ain-Shams university: 82-117.
2. Allegrini, J., Kämpf, J., Dorer, V., & Carmeliet, J. (2013), *Modelling ondelling the urban microclimate and its influence on building energy demands of an urban*, Cisbat, lausanne, switzerland: 867-872.
3. Bahrainy, H., Arefy, M., Burke Pour, N., & Khvshpvr, H. (1997), *Application of meteorology of air pollution in urban design of the city of tehran*, Journal of environmental studies, Vol.18, No.18: 17-32. (In persian)
4. Balint, B., Andras, R., & Kft., A. M. (2013), *Tall buildings and Sustainability: comprehensive review supported by a practical case study*, Vietnam: BUDAPESTI M SZAKI ۲S GAZDAS GTUDOM NYI EGYETEM, Építészmérnöki Kar, Épül etszerkezettani Tanszék.
5. Berry, B. (2008), *Urbanization. Urban ecology*, An international perspective on the interaction between humans and nature : 25-48.
6. Blocken, B., & Carmeliet, J. (2008), *Pedestrian wind conditions at outdoor platforms in a high-rise apartment building: generic sub-configuration validation, wind comfort assessment*

and uncertainty issues, Wind and structures , Vol.11, No.1: 51-70.

7. Blocken, B., & Carmeliet, J. (2004), *Pedestrian wind environment around buildings: literature review and practical examples*, Thermal envelope and building science, Vol.28, No.2: 107- 159.

8. Blocken, B., Stathopoulos, T., ASCE, F., & Carmelie, J. (2008), *Wind environment conditions in passages between two long narrow perpendicular buildings*. Journal of aerospace engineering: 280-287.

9. Blockena, B., Stathopoulosb, T., Carmelietc, J., & Hensena, J. L. (2011), *Application of CFD in building performance simulation for the outdoor environment: an overview*, Journal of building performance simulation, Vol.4, No.2: 157-184.

10. Cengiz, C. (2013), *Urban ecology*. http://dx.doi.org/10.5772/56314

11. Chang, Y. M., & Chang, H. Y. (2008), *Spatial knowledge construction for the fire accident process of the long road tunnel*, The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences , XXXVII: 309-314.

12. Chauhan, H. M., Pomal, M. M., & Bhuta, G. N. (2013), *A comparative study Of wind forces on high-rise buildings as per is 875-Iii (1987) and proposed draft code (2011)*, Global journal for research analysis, Vol.2, No.5: 2277 - 8160.

13. Coirier, W. J., & Kim, S. (2006). *Summary of CFD-urban results in support of the madison square garden and urban dispersion program field tests*, CFD research corporation, alabama .

14. Dagnew, A. K., Bitsuamalk, G. T., & Merrick, R. (2009), *Computational evaluation of wind pressures on tall buildings*, 11th American conference on wind engineering, San Juan, Puerto Rico.

15. Daniel Jun Chung, H., Chye Kiang, H., Lai Choo, M.-L., Ji, Z., Nazim, I., Yi Chun, H., et al. (2011), *Solar radiation performance evaluation for high density urabn forms in the tropical context*, 12th conference of international building performance simulation association: 2595-2602, Sydney: proceedings of building simulation.

16. Development Securities PLC. (2010), *Tall buildings in london: vision of the future or victims of the past?* London: hugh Jenkins CBE, Chairman of development securities PLC.

17. Fadl, M., & Karadelis, J. (2010), *CFD simulation for wind comfort and safety in urban area: a case study of coventry university central campus*: 374-364.

18. García, O. R., Tejeda, A. M., & Bojórquez, G. (2009*), Urbanization effects upon the air temperature in Mexicali*, B. C., México. Atmósfera , Vol. 22, No.4: 349-365.

19. Givoni, B. (1998), *Climate considerations in building and urban design*. New York.: Van Nostrand Reinhold.

20. Givoni, B. (2003), *Urban design and climate*, In M. G. Hill, Time-Saver for urban designUnited States of America: 7-4

21. Houda, S., Zemmouri, N., Athmani, R., & Belarbi, R. (2011), *Effect of urban morphology on wind flow distribution in dense urban areas*, Revue des Energies Renouvelables, Vol.14, No.1: 85 ˚ 94.

22. Huera-Huarte, F., & Bearman, P. (2011), *Vortex and wake-induced vibrations of a tandem arrangement of two lfexible circular cylinders with near wake interference*, Journal of fluids and structures, Vol. 27: 193–211.

23. Hui, Y., Yoshida, A., & Tamura, Y. (2013), *Interference effects between two rectangular-section high-rise buildings on local peak pressure coefifcient*, Journal of fluids and structures:120–133.

24. Irwin, P., Denoon, R., & Scott, D. (2013), *Wind tunnel testing of. High-rise buildings. Chicago: CTBUH technical guides.*

25. Jadidi, A. M., & Heidarinejad, G. (2015), *Turbulent wind flow simulation over tarbiat modares university*, Modares

mechanical engineering, Vol.14, No.13: 280 -272. (In Persian)

26. Janssen, W., Blocken, B., & Hooff, T. v. (2014), *Computational evaluation of pedestrian wind comfort and wind safety around a high-rise building in an urban area,* International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), 7th Intl, Congress on Env, Modelling and Software, San Diego, CA, USA .

27. Lemoine, R. (2014), *An evaluation of the reduced environmental impact from high density development*, Retrieved from gustfront.ccrfcd.org:http://gustfront.ccrfcd, org/pdf_arch1/NPDES/SSWGWebDocs/An_evaluation_of_the_reduced_environmental_impact_from_high_density_development.pdf.

28. Mabhot, M., Soroush, F., & Rahmani, S. (2014), *The positive and negative effects Impact assessment of high-rise buildings with respect to the objectives of sustainable urban development Case Study: the District 9 of Mashhad,* The 8th symposium on advances in science and technology (8thSASTech), Mashhad, Iran.: 8th SASTech.khi.ac.ir. (In Persian)

29. Marsh, W. M. (2010), *Landscape planning environmental applications*, John wiley & sons, Inc.

30. Middel, A., Häb, K., Brazel, A. J., Martin, C. A., & Guhathakurta, S. (2014), *Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix local Climate zones*, Landscape and urban planning, Vol.122: 16˚ 28.

31. Moncaster, A., & Symons, K. (2013), *A method and tool for 'cradle to grave' embodied carbon and energy impacts of UK buildings in compliance with the new TC350 standards*, Energy and buildings, Vol. 66: 514˚523.

32. Montazeri, H., Blocken, B., & Hensen, J. (2014), *Evaporative cooling by water spray systems: CFD simulation,experimental validation and sensitivity analysis*, Building and environment: 1-13.

33. Nduka, I. C., & Abdulhamed, A. I. (2011), *Classifying urban climate field sites by thermal climate zones*, Research journal of environmental and earth sciences, Vol.3, No.2: 75 -80.

34. Ongoma, V., MUTHAMA, N. J., & GITAU, W. (2013), *Evaluation of urbanization influences on urban winds of kenyan cities*, Ethiopian journal of environmental studies and management, Vol.6, No.3.

35. Rahnama, M. R. & HeraviTorbati, M. H. (2014), *Study of physical-spatial effects of high-rise building*, American journal of engineering research (AJER), Vol.03, No.01: 233-244.

36. Ramponi, R., & Blocken, B. (2012), *A computational study on the influence of urban morphology on wind-induced outdoor ventilation*, Proceedings of the 2012 international congress on environmental modelling and software (iEMSs), Leipzig, Germany: 2693-2700

37. Ramponi, R., & Blocken, B. (2012), *CFD simulation of cross-ventilation for a generic isolated building: Impact of computational parameters*, Building and environment, Vol. 53: 34-48.

38. Rasheed, A. (2009), *Multiscale modelling of urban climate*, PhD thesis 4531, EPF Lausanne.

39. Reiter, S. (2008), *Validation process for CFD simulations of wind around buildings*, proceedings of the uropean built environment CAE conference:18.

40. Sabbagh-Yazdi, S. R., Torbati, M., Azad, F. M., & Haghighi, B. (2007), *Computer simulation of changes in the wind pressure due to cooling towers-buildings interference*,Wseas transactions on mathematics, Vol. 6, No.1: 205-214.

41. Sakr, M., & Karadelis, J. (2013), *Cfd simulation for wind comfort and safety in urban area: a case study of coventry university central campus*, International journal of architecture, engineering and construction, Vol.2, No.2: 1-13.

42. Tamo itien a, J., Gaudutisb, E., & Kra ka, M. (2013), *Integrated model for assessment of high-rise building locations*, Procedia engineering, Vol.57: 1151˚1155.

43. Tamura, T. (2009), *Large eddy simulation on building aerodynamics. The seventh asia-pacific conference on wind engineering*, Taipei, Taiwan: 8-12.

44. Thi Van, T. (2008), *Research on the effect of urban expasion on agricaltural land in ho chi minh city by using remote sensing method*, VNU, Journal of science, Earth sciences, No. 24: 111-104.

45. Tse, K., Wang, D., & Zhou, Y. (2013), *Wind pressure characteristics for a double tower high-rise structure in a group of buildings*, Wind and structures , Vol.16, No 5: 491-515.

46. Tsou, J. Y., Chow, B., Fu, W. (2012), *Wind environment and natural Ventilation simulation for sustainable building design in Hong Kong and other China cities*, 14th international conference on computing in civil and building engineering (ICCCBE) Moscow, russia: moscow state university of civil engineering: 27-29.

47. Wu, H., & Kriksic, F. (2012), *Designing for pedestrian comfort in response to local climate*, Journal of wind engineering and industrial aerodynamics: 104-106, 397-407.

48. Yang, A.-S., Wen, C.-Y., Wu, Y.-C., Juan, Y.-H., & Su, Y.-M. (2013), *Wind field analysis for a high-rise residential building layout in Danhai*, Taiwan. Proceedings of the world congress on engineering , II.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی