

## ارائه الگوی بهینه استقرار ساختمان‌ها در مجتمع‌های مسکونی ویلایی در شهر رشت با رویکرد بهره‌گیری بهینه از انرژی خورشید و باد

سارا زهری - دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه معماری، تهران، ایران.  
منصوره طاهباز\* - دانشیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.  
ایرج اعتصام - استاد گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

### چکیده

یکی از مسائل اساسی در طراحی مجتمع‌های مسکونی، شناخت نحوه استقرار صحیح واحدها است. بهره‌گیری بهینه از انرژی باد و تابش خورشید از جمله عوامل مهمی هستند، که در استقرار ساختمان‌ها در مجتمع‌های مسکونی باید مورد توجه قرار گیرند. در این مقاله به بررسی نحوه استقرار بهینه ساختمان‌ها شامل فاصله و جهت‌گیری واحدها در مجتمع‌های مسکونی شهر رشت پرداخته می‌شود. در این راستا سه نحوه استقرار ساختمان‌ها شامل استقرار روبروی هم، شطرنجی و با چرخش ۱۰ درجه، با بهره‌گیری از شبیه‌سازی با نرم‌افزار دیزاین بیلدر، از نظر میزان بهره‌گیری از تابش و تهویه و تاثیر آن بر بار سرمایش گرمایش مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در مرحله بعد بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج و اطلاعات به دست آمده از شبیه‌سازی‌های انجام شده، الگوی بهینه استقرار ساختمان‌ها در مجتمع‌های مسکونی در شهر رشت استخراج می‌شود. نتایج شبیه‌سازی انرژی نشان می‌دهد که قرارگیری شطرنجی به گونه‌ای که ساختمان‌ها در خارج از منطقه سایه باد یکدیگر قرار گیرند بهترین نتایج را از نظر تهویه دارد. بعلاوه به دلیل افزایش فاصله ردیف‌های ساختمانی در این نحوه استقرار، میزان تابش دریافتی در کل واحدها نیز افزایش می‌یابد.

**واژگان کلیدی:** الگوی استقرار، مجتمع‌های مسکونی، انرژی باد و خورشید

**The optimal deployment model for building residential complexes of villas in Rasht with a view to optimal utilization of solar and wind energy**

### Abstract

One of the fundamental issues in the design of residential complexes is the understanding of correct deployment of units. Optimal utilization of wind and sun energy is one of the factors that must be considered in the deployment of residential buildings. In this paper, the optimal placement, including distance and orientation of buildings in residential complexes in Rasht will be discussed. Three placement methods of the buildings, including the east- west, checkered and with 10 degrees rotation deployment using Design Builder simulation software are compared in terms of heating and cooling loads. In the next step, optimal deployment model in residential buildings in the city of Rasht is extracted based on analyses of the results and information obtained from simulations. The simulation results show that checkered placement of buildings outside the area of wind shadow has the best results in terms of ventilation. In addition, due to increased distance between building rows, the amount of radiation received in whole units increases.

**Key words:** optimal deployment model, residential complexes, solar and wind energy.

## مقدمه

توسعه پایدار اغلب به صورت گونه‌ای از توسعه که نیازهای امروز را تامین می‌کند و در عین حال امکان تامین نیازهای نسل آینده را برای آن‌ها فراهم سازد تعریف می‌شود (Venhaus, 2012, 4). به نقل از (Brundtland, 1987) این تعریف وابستگی متقابل محیط زیست، سلامتی انسان و اقتصاد را مشخص می‌سازد و در تعیین میزان موفقیت هر سه مورد را در نظر می‌گیرد (Venhaus, 2012, 4). این واقعیت که ما انسانها به واسطه فعالیت‌ها و اعمال غیر مسئولانه‌ی خود در حال تخریب موجودات زنده و سکونتگاه‌های آن‌ها هستیم شاید یک تفکر مایوس کننده باشد، ولی در عین حال باید متذکر شد که ما صاحب دانشی هستیم که ما را در درک آنچه که در حال انجام آن هستیم کمک کرده و می‌تواند ما را در درک آنچه که در حال انجام آن هستیم کمک کرده و می‌تواند ما را در ارائه طریق برای متوقف ساختن فعالیت‌های تخریبی یاری برساند. بوم‌شناسی دانشی است که ما را در این راه هدایت می‌کند (عباس پور و خیامی، ۱۳۸۸، ص ۲۵). بالا بودن پتانسیل بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران و از سوی دیگر افزایش مشکلات اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، همگی بیانگر نیاز مبرم ایران به پرداختن جدی به مقوله پایداری در طراحی مسکن میباشند (رضوانی پور و حاجی زاده ۱۳۸۹، صص ۸-۹). طراحی صحیح مجتمع‌های مسکونی مبتنی بر شناخت دقیق از بستر طراحی (اقلیم و محیط طبیعی) است. آب و هوای استان گیلان معتدل می‌باشد، که ناشی از تأثیر آب و هوای کوهستانی البرز و دریای خزر است. استان گیلان به دلیل نزدیکی به دریای خزر و جاذبه‌های طبیعی، منطقه‌ای گردشگری است. به همین دلیل مجتمع‌های ویلایی و اقامتی زیادی در این استان احداث شده و می‌شود. به دلیل رطوبت بالای هوا در منطقه معتدل و مرطوب، بهره‌گیری از تهویه طبیعی در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی اهمیت زیادی

دارد. از سوی دیگر با توجه به ابری بودن آسمان در بیشتر ماههای سال، بهره‌گیری از تابش خورشید باید به عنوان عاملی اساسی در طراحی مجتمع‌های مسکونی و اقامتی در این اقلیم در نظر گرفته شود. استقرار مناسب ساختمان‌ها طراحان را در دستیابی به این هدف یاری می‌دهد. بنایی که به نحو مناسبی در سایت استقرار یابد، واجد فواید قابل توجهی از نظر سبک زندگی و زیست محیطی است (Your home, 2010, 69). در مقاله حاضر، حالت‌های مختلف فاصله و جهت‌گیری ردیف‌های ساختمان از نظر میزان بهره‌گیری از تابش و تهویه طبیعی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ادبیات تحقیق

### الف- فاصله ساختمان‌ها

فاصله میان ساختمان‌ها باید از نقطه نظر استفاده از تهویه و تابش مورد بررسی قرار گیرد. عدم رعایت فاصله مناسب بین ساختمان‌ها در راستای شمالی- جنوبی موجب ایجاد سایه ناخواسته‌ی ساختمان جنوبی بر روی ساختمان شمالی می‌شود (قیابکلو، ۱۳۹۳، ص ۱۰۴). از سوی دیگر، فاصله ساختمان‌ها از یکدیگر باید به گونه‌ای باشد، که یک ساختمان یا ردیفی از ساختمان‌ها در سایه باد ساختمان‌های دیگر قرار نگیرند.

### ب- جهت‌گیری ساختمان‌ها

جهت‌گیری مناسب در کنار اندازه و شکل مناسب ساختمان‌ها، از عوامل مهم بهره‌گیری مناسب از گرمایش، سرمایش و نور طبیعی است (قیابکلو، ۱۳۹۰، ص ۱۰۴). جهت‌گیری مناسب گرمایش و سرمایش غیرفعال را افزایش می‌دهد، که منجر به ارتقای آسایش و کاهش هزینه‌ها می‌شود، کارایی انرژی را افزایش داده و فضا را برای زندگی راحت‌تر و ارزان‌تر می‌سازد. جهت‌گیری بهینه‌حالتی است که در آن مجموع بار کل سرمایش و گرمایش ساختمان نسبت به سایر حالت‌ها کمتر باشد. منظور از بار کل ساختمان مقدار حرارتی است، که باید از ساختمان بگیریم یا به ساختمان بدهیم تا به دمای آسایش

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری  
Urban Management  
شماره ۴۷ تابستان ۹۶  
No.47 Summer 2017

۲۲

برسد. منظور از بار سرمایش مقدار حرارتی است که باید از ساختمان گرفته شود، تا دمای فضای داخل ساختمان به دمای آسایش فصل سرد برسد و بار گرمایش مقدار حرارتی است که باید به ساختمان بدهیم تا به دمای آسایش فصل گرم برسد. استفاده از جریان باد در مجتمع های مسکونی، مستلزم شناسایی رفتار باد در اطراف ساختمان و بررسی نحوه تاثیرگذاری جریان باد بر میزان بهره گیری از تهویه طبیعی در ساختمان است. جهت گیری واحدها باید به گونه ای باشد، که ساختمان تا حد ممکن از بادهای نامطلوب محافظت شده و از باد مطلوب نیز حداکثر استفاده صورت گیرد. در مناطق مرطوب جهت گیری باید با هدف افزایش دسترسی به نسیم های خنک صورت گیرد. از سوی دیگر، جهت گیری بهینه ساختمان نسبت به خورشید، جهتی است که بیش ترین گرما را در روزهای سرد و کم ترین گرما را در روزهای گرم از آن دریافت کند. این جهت را می توان جهت بهینه نامید (طاهباز، ۱۳۹۰، ص ۱۸).

## ۲. روش شناسی تحقیق

با هدف دستیابی به راهکار بهینه، تاثیر روش های مختلف استقرار ساختمان ها، شامل فاصله ساختمان ها و جهت گیری آن ها، بر میزان بهره گیری از انرژی خورشید و باد مورد بررسی قرار می گیرد. برای مقایسه حالت های مختلف استقرار ساختمان ها از نرم افزار دیزاین بیلدر استفاده شده است. برای بررسی تهویه طبیعی و تابش در مجتمع های مسکونی، شهر رشت به عنوان نمونه انتخاب شده است.

قرار گرفتن واحدها در کنار یکدیگر در عین بهره گیری از تابش و تهویه دو طرفه، موجب کاهش اتلاف انرژی از جداره های غربی و شرقی و حفاظت از جبهه غربی واحدها در برابر کج باران می شود. به همین دلیل در مدل مورد مطالعه واحدها به صورت ردیفی از ساختمان های متصل به هم در نظر گرفته شده است. از سوی دیگر لازمه بهره گیری از

تهویه طبیعی در ساختمان به وجود آمدن اختلاف فشار میان جبهه روبه باد و پشت به باد است. اما در صورت زیاد بودن تعداد واحدهای متصل به هم، در فضای میان ردیف های ساختمانی مکش ایجاد می شود و امکان ایجاد اختلاف فشار میان دو جبهه شمالی و جنوبی در واحدهای عقبی از بین می رود. بر این اساس و با توجه به نمونه های مجتمع های ویلایی موجود در استان گیلان، مدل مورد مطالعه در این مقاله با واحدهای دو طبقه با ردیف هایی متشکل از سه واحد ساختمان متصل به هم در نظر گرفته شد. ابعاد هر ساختمان ۱۰\*۱۰ متر مربع و به ارتفاع ۶ متر با سقف شیبدار با شیب ۳۰ درجه در نظر گرفته شد. دمای آسایش در مدلسازی انرژی مطابق استاندارد اشرفی در نظر گرفته شده است. برای مقایسه حالت های مختلف و یافتن راهکار بهینه از نظر میزان تابش و تهویه سه حالت در نظر گرفته شد.

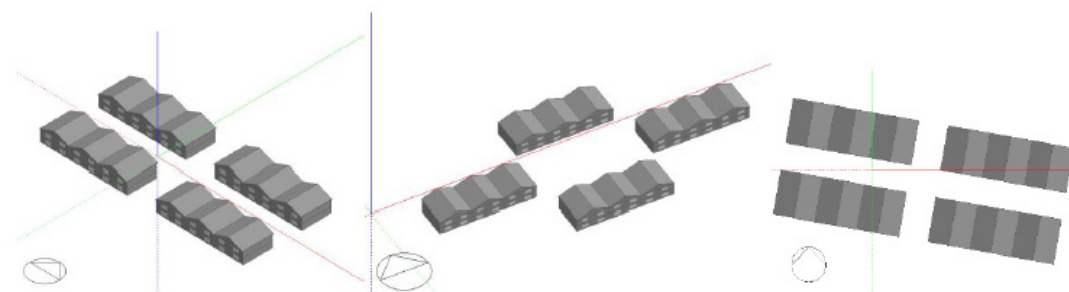
## الف- ردیف های ساختمان روبروی یکدیگر قرار دارند.

اگر در یک مجموعه و محیط باز، ساختمان های یک طبقه بصورت شبکه ای از ردیف های پشت سر هم قرار گیرند، منطقه هوای ساکن پشت به باد اولین ردیف، بر ردیف دوم منطبق می گردد (مهرام و همکاران، ۱۳۹۳، ص ۷). برای بررسی تاثیر قرار گیری ساختمان ها به صورت ردیف های موازی، با مدلسازی انرژی دوازده واحد در ردیف های متشکل از سه ساختمان چسبیده به از نظر تهویه و تابش دریافتی و تاثیر این دو عامل بر کاهش بارکل ساختمان مورد بررسی قرار می گیرد.

## ب- ردیف های ساختمان به صورت شطرنجی قرار گرفته اند.

با توجه به الگوی حرکت باد در اطراف ساختمان ها و ایجاد منطقه دنباله در جبهه پشت به باد، الگوی پیشنهادی به صورت شطرنجی در نظر گرفته شد. در این حالت ساختمان ها مانع نفوذ جریان باد در ساختمان های پشتی نمی شوند. به نظر می رسد





تصویر ۱. حالت های مختلف استقرار ردیف های ساختمان ها مورد بررسی از نظر تهویه، ماخذ: نگارندگان

### ۳. تجزیه و تحلیل نتایج شبیه سازی

نتایج حاصل از شبیه سازی به تفکیک حالت های مختلف در نظر گرفته شده عبارتند از:

الف- قرارگیری ساختمان ها روبروی یکدیگر با کشیدگی شرقی- غربی.

در مرحله اول ساختمان های روبروی یکدیگر با ردیف های ساختمان های سه تایی با فواصل ۱۵، ۱۰، ۷ و ۳۰ متر با نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی شده و میزان تهویه، تابش و بار سرمایش و گرمایش ساختمان در جدول ۱ ارائه شد. بررسی نتایج به دست آمده نشان می دهد که با افزایش فاصله ساختمان ها از ۷ به ۱۰ و سپس ۱۵ متر میزان بهره گیری از تهویه و تابش خورشید در ساختمان ها افزایش می یابد و بار سرمایش ساختمان افزایش و بار گرمایش ساختمان کاهش می یابد. دلیل کاهش بار سرمایش با افزایش فاصله ساختمان ها، بهره گیری بهتر از تهویه طبیعی است. در مقابل، افزایش فاصله ردیف ساختمان ها موجب ورود بیشتر تابش خورشید به ساختمان می شود. این امر علاوه بر فصول سرد، در فصول گرم نیز رخ می دهد، که موجب افزایش بار سرمایش می شود. این امر نشان دهنده آنست که طول سایبان یک متری برای جلوگیری از تابش ناخواسته خورشید در فصول گرم کافی نیست.

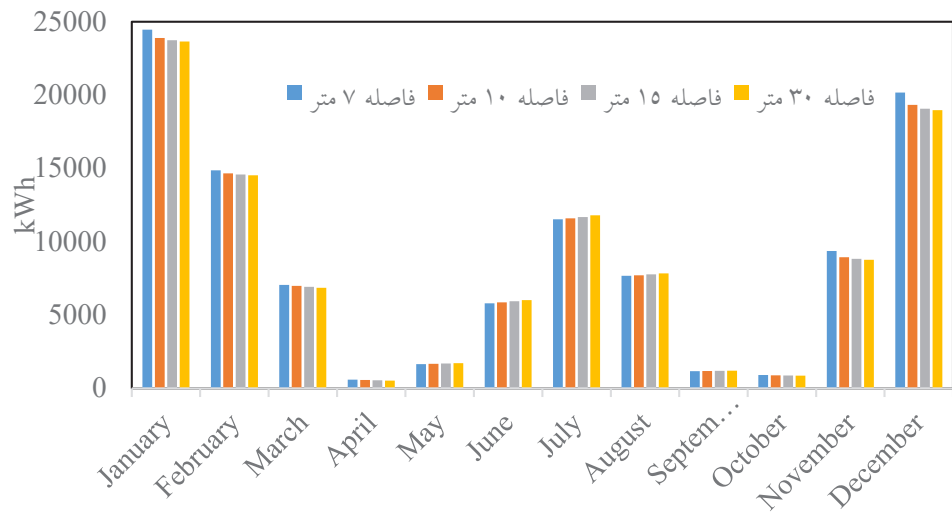
نتایج به دست آمده در حالت شرقی- غربی به عنوان

که این امر به خصوص در ساختمان هایی با ارتفاع بیشتر تاثیر بیشتری بر میزان تهویه و تابش دریافتی داشته باشد.

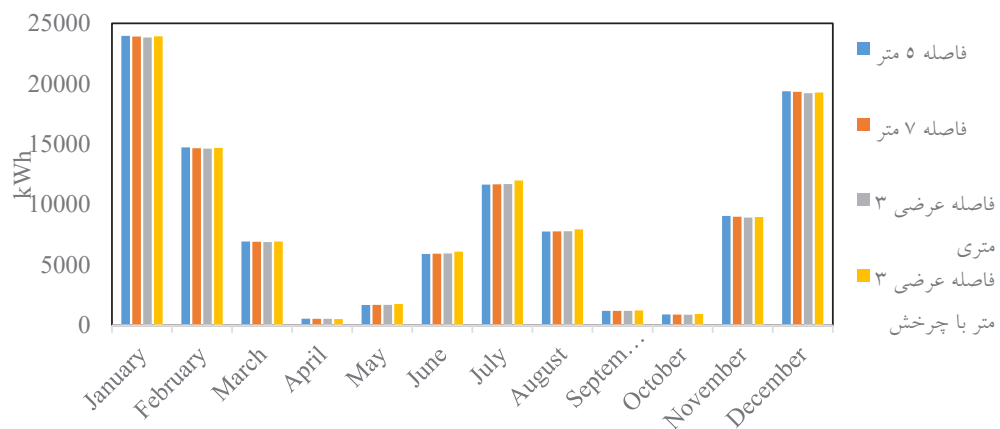
ج- ساختمان ها اندکی به سمت شرق چرخش دارند.

برای بهره گیری از باد مطلوب باید جهت گیری و فاصله واحدها از یکدیگر مشخص شود بر اساس داده های سازمان هواشناسی، باد غالب در شهر رشت در ماههای فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور در طول روز از سمت شمال شرقی و در ماههای سرد سال (آذر، دی، بهمن و اسفند) از سمت غرب می وزد. بنابراین بهره گیری از باد شمال شرقی جهت تهویه طبیعی در فصول گرم مناسب می باشد. از سوی دیگر باد نامطلوب از سمت غرب می وزد، که باید از ساختمان در مقابل آن محافظت شود. بر این اساس استقرار ساختمان های مورد مطالعه با اندکی چرخش به سمت شرق به عنوان یکی از راهکارها مورد مطالعه قرار گرفت. میزان چرخش با زاویه ۱۰ در نظر گرفته شد تا نمای ساختمان بیشتر در معرض وزش باد مطلوب قرار گیرد. به دلیل محافظت از ساختمان در برابر باد نامطلوب از چرخش ساختمان با زوایای بیشتر اجتناب شد.

حالت های مختلف شبیه سازی در تصویر ۱ نشان داده شده است. برای دستیابی به شرایط بهینه در هر حالت فواصل مختلف با هم مقایسه شده است.



نمودار ۱. تغییرات بار کل ساختمان در اثر افزایش فاصله بین ردیف ها



نمودار ۲. تغییرات بار کل ساختمان در حالت های مختلف استقرار شطرنجی ساختمان ها

میزان بهره گیری مجموعه واحدها از تهویه طبیعی و تابش حالت استقرار بهینه مشخص شود. نتایج به دست آمده در جداول زیر ارائه شده است. بر اساس نتایج شبیه سازی موارد زیر مشخص می شوند:

- در حالت استقرار شطرنجی با افزایش فاصله ردیف های ساختمان ها سرمایه گذاری در اثر تهویه افزایش می یابد.
- بر اساس نتایج به دست آمده، ایجاد فاصله عرضی میان ردیف های ساختمان موجب بهبود تهویه طبیعی و سرمایه گذاری در ماه های گرم سال

حالت پایه در نظر گرفته می شود و در حالت های بعدی با ایجاد تغییراتی در زاویه و نحوه استقرار واحدها و مقایسه نتایج، حالت بهینه به دست می آید.

ب- استقرار واحدها به صورت شطرنجی

برای بررسی تاثیر نحوه چینش واحدها بر بار گرمایش و سرمایش ساختمان، استقرار ساختمان ها از حالت روبه روی هم به حالت شطرنجی تغییر می یابد. در این حالت مشخصات واحدها دقیقا مطابق حالت پایه در نظر گرفته شد و تنها استقرار واحدها و فواصل میان آن ها تغییر یافت. با مقایسه

می شود، زیرا با ایجاد فاصله عرضی هوا در اطراف ساختمان به نحو بهتری جریان می یابد.

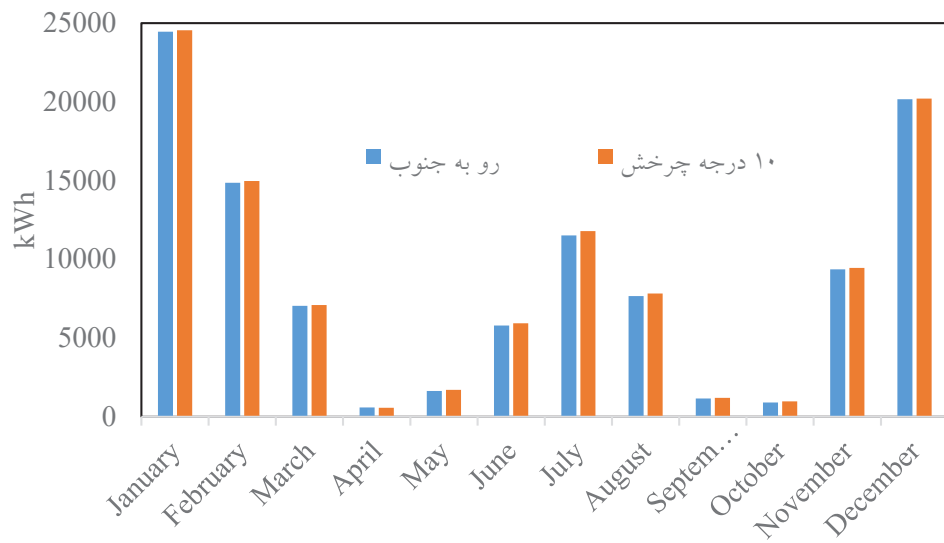
• چرخش ردیف های ساختمانی به سمت شرق در حالت استقرار شطرنجی موجب کاهش تهویه طبیعی و تقلیل اثر تهویه بر سرمایش ساختمان در اثر تهویه می شود. دلیل این امر آنست که در اثر چرخش، واحدهای پشتی به مقدار بیشتری نسبت به حالت بدون چرخش در محدوده دنباله باد واحدهای جلویی قرار می گیرند.

ج- استقرار واحدها با چرخش با توجه به وزش باد مطلوب از شمال شرقی، چرخش ۱۰ درجه به سمت شرق در نظر گرفته شد. به دلیل وزش باد نامطلوب و کج باران از سمت غرب، میزان چرخش کم در نظر گرفته می شود. با مدلسازی

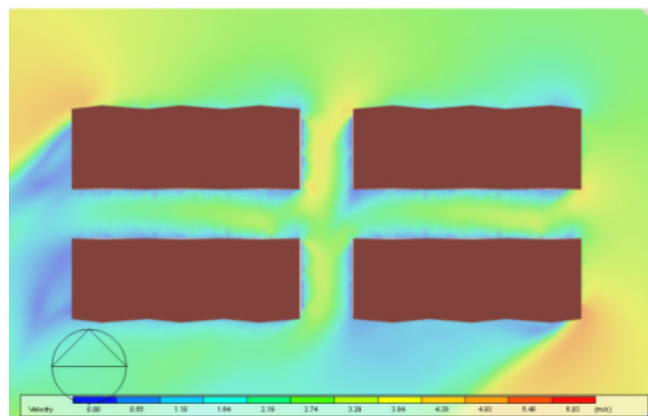
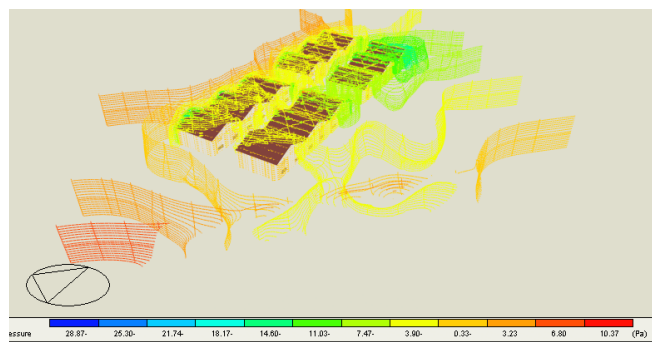
جدول ۳. مقایسه تاثیر حالت های مختلف استقرار ساختمان ها بر میزان مصرف انرژی و تهویه و تابش دریافتی، ماخذ:

#### نگارندگان

مقایسه تهویه و تابش	حالت های استقرار ساختمانیها	سرمایش در اثر تهویه (kWh)	(kWh) بار کل	تابش ورودی (kWh) خورشید
	ردیف های مقابل هم با فاصله ۷ متر	۴۷۷۲۳	۱۰۵۲۱۷	۵۸۴۰۰
	ردیف های مقابل هم با فاصله ۱۰ متر	۴۷۸۲۱	۱۰۳۲۶۲	۶۱۲۶۵
	ردیف های مقابل هم با فاصله ۱۵ متر	۴۷۹۷۴	۱۰۲۸۲۵	۶۳۱۱۶
کمترین مصرف انرژی بیشترین تهویه و تابش	ردیف های مقابل هم با فاصله ۳۰ متر	۴۸۱۴۹	۱۰۲۷۴۵	۶۴۹۲۳
	شطرنجی با فاصله ۵ متر	۴۷۹۶۰	۱۰۳۷۵۴	۶۲۲۳۳
	شطرنجی با فاصله ۷ متر	۴۷۹۹۰	۱۰۳۵۳۱	۶۲۶۷۰
	شطرنجی با فاصله ۷ متر و فاصله عرضی ۳ متر	۴۸۰۲۹	۱۰۳۲۷۹	۶۳۳۴۳
	شطرنجی با فاصله ۷ متر و فاصله عرضی ۳ متر با چرخش	۴۷۹۴۵	۱۰۴۳۰۷	۶۴۰۰۲
کمترین تهویه و تابش بیشترین مصرف انرژی	۱۰ درجه چرخش با فاصله ۷ متر	۴۷۶۲۲	۱۰۶۳۱۸	۵۸۸۸۷



نمودار ۳. مقایسه بارکل ساختمان ها با چرخش ۱۰ درجه با استقرار شرقی - غربی



تصویر ۲. مدلسازی سی اف دی استقرار واحدها به صورت روبه روی هم

رایانه ای تاثیر چرخش ساختمان ها بر میزان تهویه و تابش دریافتی ارزیابی می شود. در مجتمع های مسکونی، ملاک تصمیم گیری درباره استقرار بهینه بر اساس میزان مصرف انرژی در کل واحدها سنجیده می شود. بنابراین با بررسی بار کل ساختمان ها و مدلسازی سی اف دی تاثیر چرخش بر واحدهای عقبی نیز مطالعه شود. مقایسه نتایج شبیه سازی مطابق جدول ۳ نشان

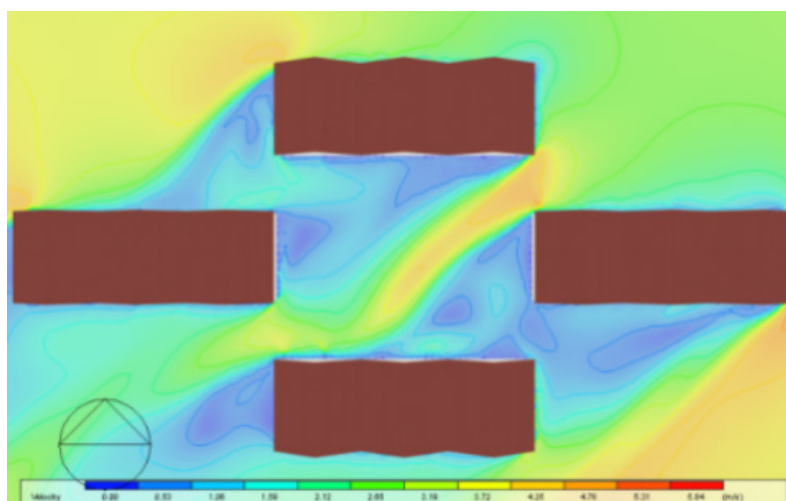
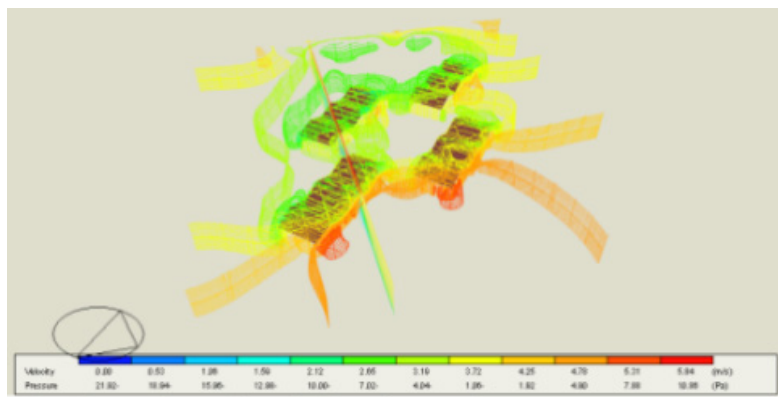


می دهد که قرار گیری شطرنجی واحدها نتایج مورد نظر را تامین نمی کند. همچنین چرخش ۱۰ درجه واحدها موجب افزایش بارکل ساختمان می شود و میزان تابش و تهویه دریافتی را کاهش می دهد. در مرحله بعد، برای بررسی دقیق جریان باد و دستیابی به راهکار بهینه از مدلسازی سی اف دی استفاده می شود.

#### ۴. مدلسازی جریان باد

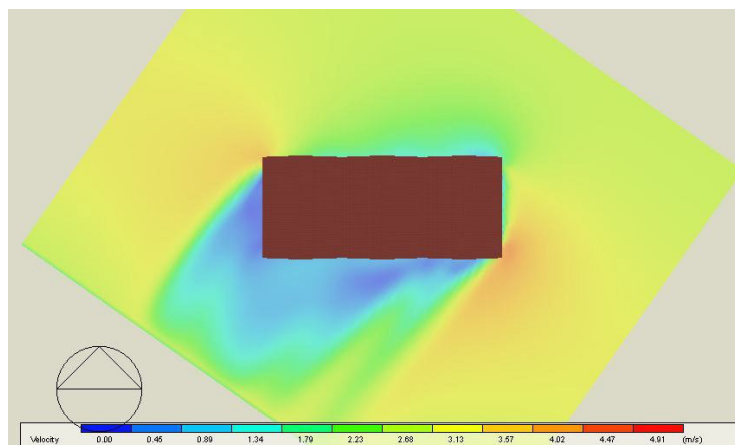
برای بررسی چگونگی جریان هوا در اطراف ساختمان ها، مدلسازی سی اف دی در سه حالت مورد نظر انجام شد. بررسی نتایج به دست آمده نشان می دهد که با قرارگیری ردیف های ساختمانی در مقابل هم، در واحدهای روبه باد سرعت باد در جبهه رو

به باد در حدود دو متر بر ثانیه و در جبهه پشت به باد تقریباً صفر است. این اختلاف سرعت جریان باد باعث می شود که در یک سوی ساختمان فشار و در سمت دیگر مکش ایجاد شود و در نتیجه تهویه طبیعی صورت می گیرد. در واحدهای پشتی (جنوبی) در جبهه شمالی بنا سرعت باد بسیار کم است. دلیل این امر عبور باد مطلوب از فضای میان دو واحد است. در نتیجه باد با سرعت مناسب به بنا نرسیده و فشار لازم در سمت رو به باد ایجاد نمی شود. در مقابل سرعت باد در جبهه جنوبی بنا بین یک تا یک و نیم متر بر ثانیه است. بنابر این تهویه در واحدهای پشتی به نحو مطلوبی انجام نمی شود. به طور کلی جبهه ای که در مجاورت قسمت فشار

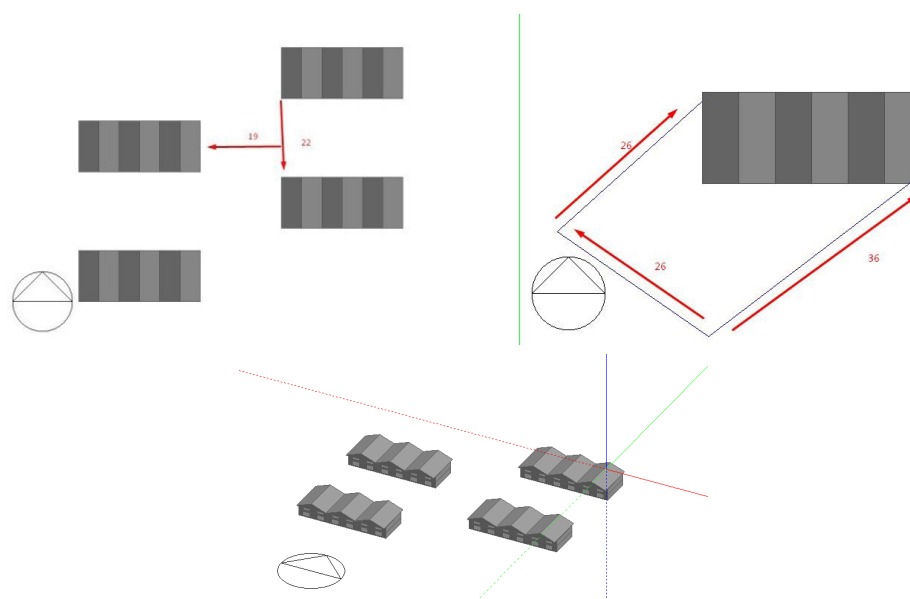


تصویر ۳. مدلسازی سی اف دی استقرار شطرنجی با فاصله ۷ متر





تصویر ۴. مدل‌سازی سی اف دی یک ردیف شامل سه واحد ساختمان دو طبقه



تصویر ۵. مدل استقرار پیشنهادی، ماخذ: نگارندگان.

جنوب و غرب در معرض مکش قرار می‌گیرد. در حالیکه واحدهای پشتی کاملاً در سایه باد واحدهای جلویی قرار دارند. عدم بهره‌گیری از تهویه مناسب در واحدهای عقبی موجب افزایش بار سرمایش در آن‌ها و افزایش بار کل ساختمان می‌شود. در نتیجه در حالت استقرار شطرنجی واحدها کمترین میزان تهویه نسبت به سایر حالت‌ها صورت می‌گیرد.

##### ۵. ارائه راهکار بهینه

نحوه استقرار در مجتمع‌های مسکونی باید به گونه

مثبت قرار دارد، برای قرارگیری پنجره ورود هوا و جبهه مجاور قسمت فشار منفی برای پنجره خروج مناسب است. کانتور سه بعدی فشار نشان می‌دهد که تنها در مجاورت جبهه رو به باد مطلوب فشار مثبت وجود دارد و سایر جبهه‌های اطراف ساختمان‌ها تحت مکش (منفی) است. در نتیجه تهویه در واحدهای پشتی به نحو مناسب صورت نمی‌گیرد. در استقرار شطرنجی واحدها، جبهه شمال و شرق در واحدهای روبه باد در معرض فشار هوا و جبهه

بلکه در واحدهای عقبی نیز به خوبی انجام می شود. از سوی دیگر، به دلیل بیش تر شدن فاصله میان واحدها، میزان تابش دریافتی افزایش می یابد. افزایش میزان تهویه و تابش دریافتی باعث می شود که میزان بار گرمایش و سرمایش ساختمان کاهش یابد.

شبیه سازی انرژی نیز نتایج مدلسازی سی اف دی را تایید می کند. بر اساس نتایج شبیه سازی با این راهکار بار کل دوازده واحد ساختمان به میزان ۲/۳۱ درصد کاهش می یابد. زیرا افزایش میزان تهویه و تابش دریافتی موجب کاهش میزان بار گرمایش و سرمایش ساختمان می شود.

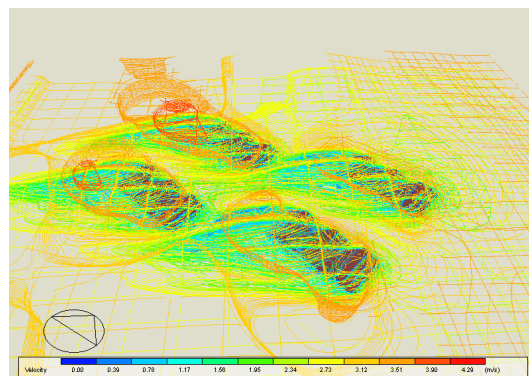
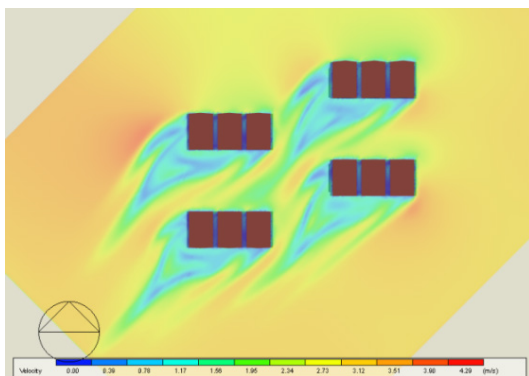
#### ۶. نتیجه گیری و جمع بندی

مقایسه نتایج به دست آمده از شبیه سازی موارد زیر را مشخص می سازد:

- با افزایش فاصله ردیف واحدها، میزان دریافت تابش خورشید افزایش می یابد.
- در استقرار واحدها به فاصله ۳۰ متر به موازات یکدیگر بیشترین میزان جذب تابش و تهویه وجود دارد و در نتیجه در این حالت نسبت به سایر حالت ها کمترین میزان انرژی مصرف می شود.
- در حالت شطرنجی ایجاد فاصله عرضی باعث تسهیل در حرکت جریان هوا شده و میزان سرمایش در اثر تهویه را افزایش می دهد. چرخش واحدها در حالت شطرنجی مانع تهویه واحدهای عقبی می شود و در نتیجه میزان تهویه کاهش می یابد، ولی

ای باشد که حداکثر بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر صورت گیرد و مصرف انرژی کل واحدها کاهش یابد. بر اساس نتایج شبیه سازی و مقایسه راهکارهای مختلف، الگوی بهینه استقرار واحدها در مجتمع های مسکونی مشخص شد.

تصویر ۴ مدلسازی یک ردیف ساختمان متشکل از سه واحد را نشان می دهد. از طریق شبیه سازی جریان هوا در اطراف این ساختمان با بهره گیری از سی اف دی نرم افزار دیزاین بیلدر، طول و عرض دنباله باد در پشت ساختمان مشخص می شود. در این محدوده سرعت حرکت هوا بسیار کم بوده و در صورت قرارگیری ردیف ساختمان بعدی در این محدوده امکان تهویه مناسب در آن وجود ندارد. در مرحله بعد، چهار ردیف ساختمان به گونه ای مدلسازی شدند، که خارج از محدوده سایه باد سایر ساختمان ها قرار گیرند. نتایج شبیه سازی صحت تحلیل های انجام شده را تایید می کنند. مقایسه نحوه استقرار پیشنهادی با حالت استقرار روبه روی هم نشان می دهد که در نحوه استقرار پیشنهادی میزان تهویه و تابش ورودی ساختمان نسبتاً افزایش می یابد. افزایش میزان سرمایش در اثر تهویه به دلیل قرار گرفتن واحدها در خارج از محدوده دنباله باد ساختمان روبروی خود است، زیرا در این حالت اختلاف فشار لازم برای برقراری تهویه مناسب در تمام واحدها به وجود می آید. به همین دلیل تهویه نه تنها در واحدهای رو به باد مطلوب



تصویر ۶. مدلسازی سی اف دی استقرار پیشنهادی، ماخذ: نگارندگان.

جدول ۴. مقایسه حالت استقرار پیشنهادی با حالت مبنا (فاصله ۷ متر)

نحوه استقرار	سرمایش در اثر تهویه (kWh)	بار کل (kWh)	تابش ورودی خورشید (kWh)
هم راستا با فاصله ۷ متر	۴۷۷۲۳	۱۰۵۲۱۷	۵۸۴۰۰
راهکار پیشنهادی	۴۸۰۷۴	۱۰۲۷۸۳	۶۴۱۶۸

دومین همایش ملی معماری، عمران و محیط زیست شهری، همدان.

۴. رضوانی پور، پ.، حاجی زاده، م. (۱۳۸۹) ضرورت رویکرد پایدار در ایران، مجله معماری و شهرسازی، شماره ۱۵۱، ص ۸-۹.

۵. عباس پور، ناصر و مسعود خیامی. (۱۳۸۸). اکولوژی عمومی، انتشارات دانشگاه ارومیه

5. Your home technical manual, 2010, Australia's guide to environmentally sustainable homes, Australian government, Department of climate change and energy efficiency.

6. Venhaus, Heather. (2012). Designing the sustainable site, integrated design strategies for small-scale sites and residential landscapes. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.

7. (<http://www.gilan.ir>)

میزان دریافت تابش خورشید افزایش می یابد. • ایجاد چرخش در مدل روبروی هم باعث کاهش میزان تهویه و تابش می شود. در این حالت ساختمان از کمترین میزان تهویه و کمترین دریافت تابش خورشید برخوردار می شود.

استقرار بهینه از نظر بهره گیری بهینه کل واحدها از تهویه و تابش خورشید حالتی است که ساختمان ها به صورت شطرنجی و با فاصله ۲۲ متر میان واحدهای روبه روی هم و فاصله ۱۹ متر میان واحدهای مجاور هم قرار گیرند. در این حالت، به دلیل قرار گرفتن واحدها در خارج از منطقه دنباله باد واحدهای جلویی بهره گیری بهینه از تهویه طبیعی جهت سرمایش در ماههای گرم سال صورت می گیرد. در عین حال به دلیل افزایش فاصله ساختمان ها نسبت به سایر حالت ها (بجز فاصله ۳۰ متر) استفاده مناسب از تابش خورشید جهت گرمایش استفاده می شود. در نتیجه بار سرمایش و گرمایش ساختمان کاهش و در نتیجه بار کل ساختمان نیز کاهش می یابد.

#### منابع و مآخذ

۱. قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۰) مبانی فیزیک ساختمان ۲ (تنظیم شرایط محیطی). تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.
۲. طاهباز، منصوره. (۱۳۹۲) دانش اقلیمی طراحی معماری. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
۳. سروان مهram، نازلی. روشنایی بدر، تورج پهلوان، لاجین (۱۳۹۳) بررسی تاثیر جانمایی بلوک های ساختمانی مجتمع های مسکونی در کاهش مصرف انرژی و بهره مندی از انرژی های تجدیدپذیر،

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری  
Urban Management  
شماره ۴۷ تابستان ۹۶  
No.47 Summer 2017

■ ۳۱ ■

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری  
Urban Management  
شماره ۴۷ تابستان ۹۶  
No.47 Summer 2017

■ ۳۲ ■