مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره بیست و ششم، زمستان ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۱

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲

صفحات: ۲۰۲ - ۱۸۵

مقاله (علمی پژوهشی)

تعیین الگوی مورفولوژیک نمای مدارس در جهت کنترل نفوذ گرد و غبار (نمونه موردی: دزفول)

فاطمه فرخیان[۱]، بهزاد وثیق*[۲]، محمد دیده بان[۳]

۱. کارشناس ارشد معماری دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

۲*. استادیار گروه معماری دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

۳. استادیار گروه معماری دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

چکیده

گرد و غبار در سال‌های اخیر به عنوان یکی از مهمترین عوامل مخاطره ساز سلامت و کیفیت محیط مطرح شده است. در استان‌های جنوب غربی بالاخص خوزستان به علت تکرار و طولانی بودن روزهای آلودگی این موضوع بیشتر به چشم می‌خورد. در این تحقیق تلاش می‌شود تا با اتکا به روش شبیه‌سازی جریان باد با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی سیالات به بررسی راه‌های طراحی نمای ساختمان-های آموزشی در شهر دزفول جهت کاهش اثر مخرب گرد و غبار پرداخته شود. از این رو با استفاده از نمای دو پوسته و تعیین متغیرهایی مانند فاصله‌ی بین پوسته‌ها و میزان سطح بادگذر، تلاش شده تا علاوه بر حفظ شرایط تهویه‌ی طبیعی به کمک عناصر معماری میزان نفوذ گرد و غبار به فضای درونی کاهش یابد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش فاصله‌ی بین دو پوسته منجر به کاهش سرعت جریان باد در این فضای و نشست ذرات غبار می‌گردد، اما این کاهش سرعت تنها تا فاصله‌ی ۲۰۰ سانتی‌متر موثر خواهد بود و پس از آن تغییر محسوسی در سرعت باد اتفاق نمی‌افتد. همچنین استفاده از لوورهایی در مسیر باد ورودی از طریق هدایت جریان باد به بخش زیرین فضای بین دو پوسته و کاهش سطح مقطع ورود هوا منجر به کاهش سرعت باد و نشست ذرات می‌گردد. بررسی استفاده از لوورها با زاویه‌ی متغیر نشان می‌دهد حالت بهینه برای ایجاد شرایط تهویه‌ی طبیعی و کاهش نفوذ ذرات معلق به فضای داخلی زمانی رخ می‌دهد که زاویه‌ی لوورها نسبت به افق ۵۰ درجه باشد.

واژگان کلیدی: واژگان کلیدی: گرد و غبار، مخاطرات محیطی، دزفول، مدرسه، نمای دو پوسته.

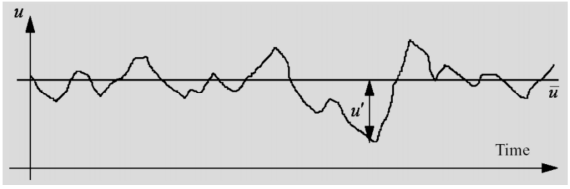
* این مقاله برگرفته از پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد خانم فاطمه فرخیان تحت عنوان «طراحی جدار خارجی مدرسه ابتدایی در دزفول با رویکرد کاهش اثرات ریزگرد» با راهنمایی آقای بهزاد وثیق و مشاوره آقای محمد دیده‌بان می‌باشد.

*- بهزاد وثیق (نویسنده مسئول) Email: vasiq@jsu.ac.ir

مقدمه

پدیده‌ی گرد و غبار[1] از ذرات ریز خاک معلق در هوا تشکیل شده است. این ذرات باقیمانده‌ی گرد و خاکی است که بر اثر طوفان‌های شن از سرزمین‌های خشک برخاسته و همراه با باد پراکنده شده‌اند. طوفان گرد و غبار هنگامی رخ می‌دهد که باد قوی و دارای جریان آشفتگی روی سطح خشک، غیرقابل انعطاف و با مواد سطحی ریزدانه که در آن پوشش گیاهی کم است و گاهی اوقات در دسترس نیست جریان می‌یابد (Middleton and Kang, 2017). بنابراین اگر خشکسالی سبب خشکی خاک شود و پوشش گیاهی سطح، که به طور طبیعی به جلوگیری از فرسایش زمین کمک می‌کرد؛ از دست برود؛ گرد و خاک تولید می‌شود (ریوندی و همکاران، ۱۳۹۲). وزش بادهای جهانی در مقیاس بزرگ منجر به برخاستن و حرکت ذرات ریز گرد و غبار و انتقال هزاران کیلومتری آن از منبع اصلی است. حدود ۲۵ درصد از مساحت ایران روی کمربند خشک و بیابانی جهان[2] قرار دارد؛ لذا از جانب غرب تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار به ویژه از صحرای سوریه، صحراهای شمال عربستان و بیابان‌های جنوب عراق می‌باشد (غفاری و مصطفی‌زاده، ۱۳۹۴). علاوه بر منابع آلاینده خارجی، صحراهای متشکل از رسوب‌های بادرفتی و آبرفتی غرب خوزستان مانند تالاب هورالعظیم نیز از منابع تولید آلاینده‌ها در داخل کشور است (زراسوندی و همکاران، ۱۳۹۰ و قربانیان و کردوانی، ۱۳۹۳). گرد و غبار موجود در هوا می‌تواند یکی از عوامل مهم بیماری زا شناخته شود. سازمان جهانی بهداشت در ۲۵ مارس ۲۰۱۴ اعلام کرد طبق برآوردهای جدیدی که امروز منتشر شد، در سال ۲۰۱۲ حدود ۷ میلیون نفر جان خود را در اثر مواجهه با آلودگی هوا از دست دادند که این به معنای یک مورد در هر هشت مورد از مرگ و میر جهانی است و تأیید می‌کند که آلودگی هوا اکنون بزرگترین خطر بهداشت محیط زیست در جهان است و کاهش آلودگی هوا می‌تواند جان میلیون‌ها نفر را نجات دهد. نوزادان و کودکان از جمله گروه‌های پرخطر در شرایطی که شاخص آلودگی هوا بیشتر از حد مجاز است؛ به شمار می‌آیند. در معرض قرار گرفتن ایشان با آلاینده-های سمی هوا، بر رشد و توسعه‌ی سیستم تنفسی، اعصاب، غدد و سیستم ایمنی بدن اثرگذار است و خطر سرطان را افزایش می‌دهد (پیشکار و همکاران، ۱۳۸۵). علاوه بر آثار مخرب آلودگی ناشی از ریزگردها بر سلامت کودکان باید به این نکته توجه کرد که کاهش شرایط آسایش جسمی در کلاس درس منجر به کاهش تمرکز و یادگیری می‌شود. آثار تعطیلی مدارس بر کیفیت آموزش نیز محرز است، چرا که برای جبران روزهای عدم حضور دانش آموزان در کلاس‌های درس اغلب تقویم آموزشی فشرده‌تر می‌گردد و این منجر به کاهش کیفیت آموزش و افت تحصیلی دانش آموزان نسبت به زمانی است که مطالب درسی با فاصله‌های مناسب و با امکان تمرین به کودکان ارائه می‌گردد. از سوی دیگر عدم بهره بردن از تهویه‌ی طبیعی در فضاهای سربسته‌ی داخلی علاوه بر افزایش مصرف انرژی جهت ایجاد سرمایش، منجر به انباشت آلودگی‌های تولید شده از منابع داخلی می‌گردد. در مورد منابع متنوع تولید آلودگی در فضای داخلی آموزشی یزدان‌داد و مجربان (۱۳۸۹) بیان می‌کنند، گاز متصاعد شده از دستگاه فتوکپی و تمیزکننده‌های الکترواستاتیکی هوا، سرب[3]، رادون، آزبست، قارچ و کپک‌های ایجاد شده از نشتی‌های سقف و غبار دیوارها، رنگ روغن و حلال‌ها، مواد شیمیایی مانند رادون و فرمالدهید متصاعد شده از مواد مصنوعی در ساخت مدارس و وسایل آن و باکتری‌های موجود در سیستم‌های تهویه از منابع آلودگی هوای داخل کلاس‌ها هستند. نبود تهویه‌ی مناسب و گردش هوا منجر به افزایش غلظت آلاینده‌ها می‌شود. در نتیجه با وجود شرایط نامطلوب باد که باید ورود آن به ساختمان و فضای داخلی را محدود کرد؛ بسته نگه داشتن فضا و پرهیز از ورود هوای خارجی به دلیل

جلوگیری از ورود آلودگی موجود در هوای آزاد، نمی‌تواند راه مناسبی برای بهبود کیفیت هوای داخل باشد و تنها راه، تصفیه کردن هوای ورودی است. وجود پارامترهایی در جریان هوا منجر به پراکنش و انتقال یا نشست و حذف ذرات غبار می‌گردند. بر این اساس مطالعات پیشین سرعت باد را در میزان غلظت آلاینده‌ها و ریزگردها در محیط موثر می-داند. در نتیجه‌ی تحقیقات نظری و همکاران (۱۳۹۲)، با افزایش درصد و سرعت باد غالب میزان غلظت PM_{10} [۴] افزایش می‌یابد؛ در حالی‌که افزایش درصد باد آرام، غلظت PM_{10} در جو زمین را کاهش می‌دهد. می و همکاران (۲۰۱۸) نیز در پژوهشی تحت عنوان تاثیر سرعت باد در جریان هوا و انتقال ذرات ریز در طرح‌های ساختمان‌های مختلف یک شهر صنعتی، افزایش سرعت باد را موجب انتقال بیشتر ذرات معلق می‌دانند. همچنین پوردیهیمی و بینا (۱۳۹۳)، بیان می‌دارند؛ کاهش جریان هوا در بالابردن سرعت ته نشست ذرات معلق بسیار مؤثر است. زاده‌حسین (۱۳۹۵)، نشان داد سرعت باد با ته نشست ذرات رابطه‌ی عکس دارد. در معماری سنتی ایران نیز در مناطق پر غبار راهکارهایی برای تهویه‌ی هوا در ضمن کاهش نفوذ ذرات معلق به فضای داخل اندیشیده شده است. به عنوان مثال در گناباد، مقطع کانال بادگیر نسبت به مقطع بالایی آن قدری عریض‌تر می‌گیرند تا سرعت باد کاهش یابد و غبار و خاک رسوب کند (قبادیان، ۱۳۹۳). ذرات گرد و غبار منطقه‌ی خوزستان دارای اندازه‌های مختلف در محدوده‌ی میکرومتر می‌باشند. اندازه‌ی متوسط غالب این ذرات بین۱۰ تا ۲۲ میکرومتر است، البته پراکندگی ذرات بازه‌ای وسیع‌تر از ۲ تا ۵۰ میکرومتر را شامل می‌شود(زراسوندی و همکاران، ۱۳۹۰). طبیعتا پتانسیل حذف ذرات سنگین‌تر از جریان هوا توسط نیروی جاذبه بیشتر است و ذرات سبک‌تر تا مسافت‌های بیشتر حمل می‌شوند. در این تحقیق هدف کاهش سرعت باد تا حد ممکن برای حذف هر چه بیشتر این ذرات از جریان هوا در مقیاس خرد و جلوگیری از نفوذ آن‌ها به فضای داخلی است. علاوه بر این آشفتگی جریان نیز در پراکندگی و حرکت ذرات معلق حین انتقال و همچنین ته‌نشست آن‌ها تاثیرگذار است. شکل ۱ نمودار سرعت بر حسب زمان در جریان آشفته را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نوسانات سرعت سیال در یک نقطه در جریان متلاطم بر حسب زمان؛ منبع: (آقایی و همکاران، ۱۳۹۵)

با توجه به نمودار بالا، سرعت لحظه‌ای ذره برابر با سرعت متوسط به علاوه‌ی نوسانات سرعت است (فرمول ۱). بنابراین هرچه نوسانات سرعت بر اثر آشفتگی بیشتر باشد؛ سرعت ذره بیشتر خواهد بود. همچنین در جریان آشفته مولفه‌های سرعت در هر جهت و یا در خلاف جهت سقوط ذره بر آن وارد شده و منجر به پراکندگی و کاهش نشست ذره‌ی معلق می‌شود.

$$u = \bar{u} + \acute{u} \qquad (۱)$$

محققان بسیاری در رابطه با آشفتگی جریان و حرکت ذرات در آن مطالعه کرده‌اند. خضری و میرفتاح (۱۳۹۵) به بررسی جریان‌های ناشی از تغییر دانسیته در مخازن ته‌نشینی پرداخته و یافتند که این جریان‌ها سبب آشفتگی درون حوض‌های ته‌نشینی شده و باعث افزایش کل جامدات معلق در خروجی و کاهش ۵ الی ۲۵ درصدی راندمان حذف

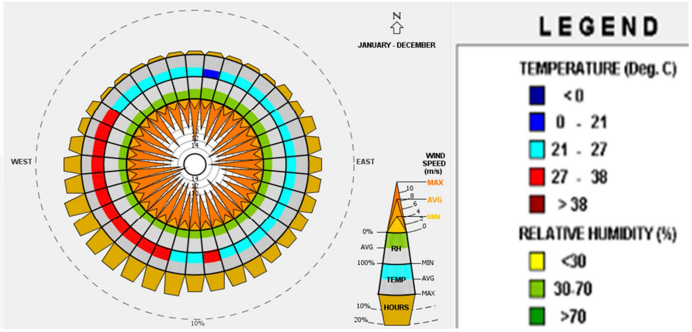
جامدات معلق گشته است. در دستگاه‌های مختلف حذف ذرات معلق به وسیله‌ی انواع نیروها، بررسی‌ها حاکی از این است که آشفتگی کمتر منجر به افزایش راندمان حذف ذرات معلق از جریان می‌گردد. به عنوان مثال در اتاقک ته-نشینی ثقلی برای اینکه ذرات بهتر رسوب کنند؛ حرکت هوا باید یکنواخت باشد (وارک، ۱۳۹۱؛ به نقل از زاده‌حسین، ۱۳۹۵). همچنین یو و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند شدت آشفتگی می‌تواند عملکرد دستگاه تصفیه‌ی هوای یونی[۵] (NAL)را تحت تاثیر قرار دهد، به ترتیبی که در شدت آشفتگی کمتر، عملکرد دستگاه بهتر می‌شود. نظری و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی پدیده‌های تأثیرگذار بر رسوب ذرات آسفالتین با استفاده از دیدگاه اویلر-لاگرانژ در پیشگرمکن‌های نفت خام به تأثیر آشفتگی جریان حامل بر حرکت و پراکندگی ذرات اشاره می‌کنند و بیان می‌دارند آشفتگی‌های جریان در فرآیند نشست ذرات تأثیر به‌سزایی دارد؛ چرا که نوسانات نزدیک سطح می‌تواند ذرات را به سطح برساند. نظری و صالحی نیشابوری (۱۳۹۴) نیز در مطالعه‌ای به شبیه‌سازی انتقال رسوب در کانال مستقیم و آبگیر جانبی پرداخته و بیان می‌دارد مسیر حرکت ذرات معلق به‌ویژه ذرات با قطر و چگالی کوچک متاثر از آشفتگی است و برخی از ذرات ته‌نشست شده به علت الگوی چرخشی جریان، می‌چرخند و دوباره وارد جریان می‌شوند. همچنین چن و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی با بیان این که ذرات معلق در جو منبع جدی آلودگی هوا در مناطق شهری است و اثرات نا مطلوبی بر سلامت انسان دارد و ذرات آلوده کننده در پکن بیشتر در محدوده‌ی PM_{10} هستند، به بررسی فرورانش این ذرات توسط کمربندهای گیاهی به عنوان پناهنده‌ی آلاینده‌های هوا در این شهر می-پردازند و نتیجه می‌گیرند در بعضی از ساعات شبانه روز غلظت ذرات در پناهگاه‌ها بیشتر است. در این دوره سرعت باد کم، تبادل آشفتگی کم، انتشار ذرات آهسته و غلظت PM افزایش یافته است.

داده‌ها و روش‌ها

این بخش با مقدمه‌ای در مورد شرایط اقلیمی منطقه‌ی مورد مطالعه برای به دست آوردن داده‌های مفید در بخش تحلیل شروع می‌شود، سپس به روش تحقیق و ابزارهای مورد استفاده پرداخته خواهد شد.

الف-داده‌های اقلیمی محدوده‌ی مورد مطالعه

شهر دزفول از شهرهای استان خوزستان در جنوب‌غربی ایران و در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰ متر می‌باشد. آب و هوای منطقه گرم و نیمه‌مرطوب و دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل می‌باشد. باد غالب منطقه از جنوب‌غرب می‌وزد. شکل ۲ گلباد شهرستان دزفول و بر اساس آن جهت باد غالب را نشان می‌دهد.



شکل ۲: گلباد دزفول، برگفته از نرم افزار کلایمت کنسالتنت؛ منبع: (حسینی، ۱۳۹۷)

اطلاعات مربوط به سرعت باد غالب منطقه توسط ایستگاه هواشناسی صفی‌آباد دزفول در بازه‌های زمانی سه ساعته ثبت می‌شود. جدول ۱ میانگین ماهانه‌ی سرعت باد غالب منطقه را در طول یک سال جمع‌آوری کرده است: همچنین، دما و رطوبت دو عامل مهم در شرایط آسایش حرارتی و میزان تهویه‌ی مورد نیاز برای دست‌یابی به این شرایط هستند. بیشینه‌ی دمای شهر دزفول به صورت میانگین ماهانه ثبت شده توسط ایستگاه هواشناسی دزفول در جدول ۲ بیان شده است. همچنین میانگین رطوبت نسبی هوا در شهر دزفول به صورت ماهانه طبق آمار ایستگاه هواشناسی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۱: الف: میانگین ماهانه سرعت باد غالب دزفول، ب: میانگین ماهانه دمای ماکزیمم دزفول(سایت فروش اطلاعات هواشناسی ایران)

tmax_m	data	region_nam	region_id	station_name	station_id
19.7613	01/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
21.975	02/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
29.3613	03/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
30.5967	04/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
37.6548	05/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
45.2733	06/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
47.9387	07/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
46.4885	08/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
43.3429	09/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
34.6129	10/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
23.3833	11/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
19.4742	12/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794

ب

ff_dom	data	region_name	region_id	station_name	station_id
2.61237	01/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.78333	02/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.77473	03/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.745	04/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.97849	05/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
3.88238	06/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
4.46183	07/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.51882	08/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.72833	09/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.66935	10/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
2.35667	11/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794
1.96774	12/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad (Dezful)	40794

الف

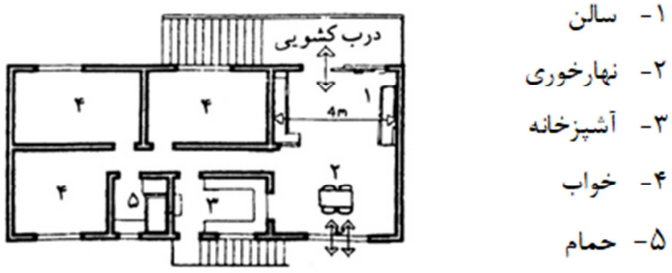
جدول۲: میانگین ماهانه رطوبت نسبی دزفول؛ منبع: (همان)

umm	data	region_nam	region_id	station_name	station_id
70.2258	01/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
76.0268	02/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
60.6452	03/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
60.2655	04/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
41.7056	05/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
23.3208	06/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
22.6192	07/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
29.202	08/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
36.0073	09/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
55.4798	10/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
85.2458	11/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794
87.9931	12/01/2018 00:00	Khuzestan	OIAW	Safiabad	40794

ب- روش و ابزار تحقیق

استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی سیالات برای حل مسائلی که پاسخگویی به آن‌ها به کمک سایر روش‌ها دشوار است؛ متداول شده است. در این پژوهش از نرم‌افزار Solidworks Flow simulation (SFS)، تحت لایسنس نسخه

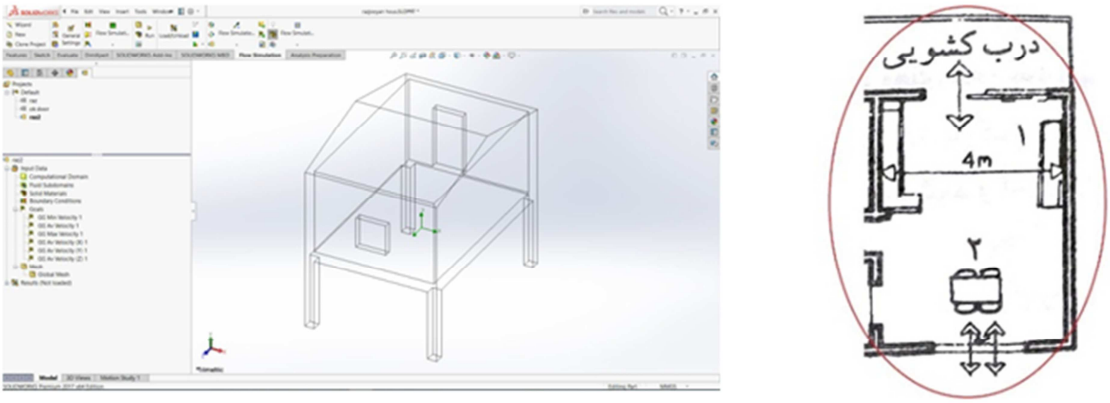
۲۰۱۷ برای تحلیل استفاده شده است. این نرم‌افزار با قابلیت شبیه‌سازی جریان و تحلیل دینامیکی سیالات می‌تواند مسائلی همچون انتقال حرارت دوبعدی و سه‌بعدی، جریان سیال، سرعت، فشار و... را مورد تحلیل و بررسی قرار داد. از جمله پژوهشگرانی که در سال‌های اخیر با استفاده از نرم‌افزار SFS به تحلیل مسائل پرداخته‌اند؛ ترشلیکوف و زریکوف (۲۰۱۷)، می‌باشند که به بررسی تعامل مخزن بخار گاز و هوا بر روی سیستم زهکشی وسایل نقلیه موتوری پرداخته و توزیع سرعت جریان، فشار و حرارت را مورد بررسی قرار داده‌اند. محبوبر رحمن و محمد مسعود (۲۰۱۴)، به شبیه‌سازی ویژگی‌های سیال برای جریان بیش از یک پروانه مورد استفاده در هواپیما پرداخته و نرم‌افزار اعتبارسنجی شده و از این طریق صحت نتایج را تصدیق کرده‌اند. دریس و همکاران (۲۰۱۵)، جریان متلاطم در اطراف توربین‌های باد با استفاده از شبیه‌سازی جریان در نرم‌افزار SFS مورد پژوهش قرار داده‌اند و بیان می‌دارند نتایج تجربی بر روی یک تونل باد باز مجهز به توربین باد مورد تحلیل، تطابق خوبی با نتایج عددی حاصل از شبیه-سازی رایانه‌ای داشته و از این طریق اعتبار روش عددی تایید می‌شود. وکتریس و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از نرم‌افزار SFS به شبیه‌سازی عددی یک جریان تکانشی در انژکتور پرداخته‌اند. راجکومار و همکاران (۲۰۱۵)، به تجزیه و تحلیل جریان هوای بهینه‌سازی شده از لوورها، (کرکره)، با استفاده از SFS پرداخته‌اند. با اینکه هزینه‌های بالای اجرای آزمایشات فیزیکی، نبود زیرساخت‌های لازم آزمایشگاهی و دشواری ساخت مدل‌ها با ابعاد واقعی محققان و طراحان را به سمت استفاده از مدل‌سازی و تحلیل رایانه‌ای سوق می‌دهد، ولی برای اطمینان از درستی نتایج به-دست آمده، باید نتایج حاصل از نرم‌افزار با شرایط واقعی یا از طریق محاسبات، اعتبارسنجی شود. برای این منظور پیش از شروع روند مدل‌سازی و شبیه‌سازی به بررسی یک مسئله در رابطه با عبور جریان هوا از میان ساختمان و تهویه‌ی فضای داخلی پرداخته می‌شود. رازجویان (۱۳۹۳)، پلان یک خانه روی پیلوت با سقف شیب‌دار دوطرفه را مطابق شکل ۳ معرفی می‌کند. این ساختمان در منطقه‌ای با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه واقع شده است. باد غالب در این منطقه از سوی شمال‌شرقی می‌وزد و سرعت میانگین آن ۲ متر بر ثانیه می‌باشد. اطلاعات مربوط به بازشوها به این ترتیب است: درب کشویی در دیوار شمالی ساختمان دارای ابعاد ۲ در ۱ متر، بازشوی ورودی است. دو درب کشویی در دیوار جنوبی ساختمان هرکدام دارای ابعاد ۱ در ۰/۵ متر که در مجموع یک متر مربع سطح خالص دارند پنجره‌ی خروجی هوا به حساب می‌آید. مساحت مقطع عرضی سالن با توجه به عرض ۴ متر و ارتفاع ۳ متر، ۱۲ مترمربع است.



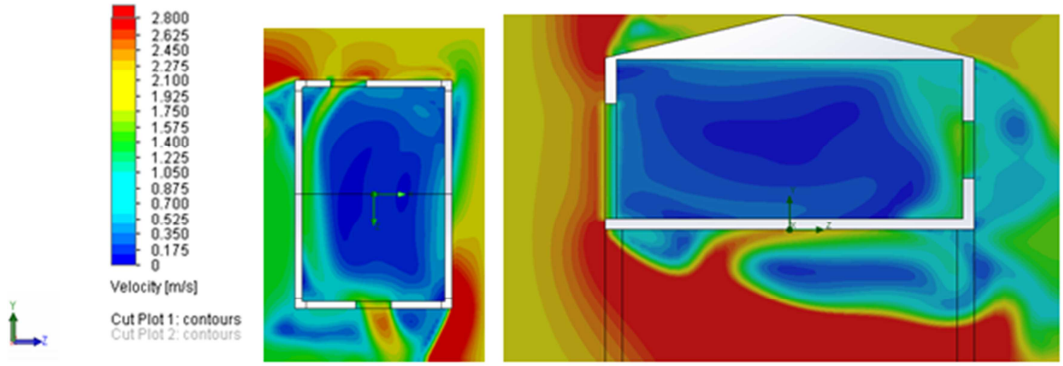
شکل ۳: پلان یک ساختمان روی پیلوتی (رازجویان، ۱۳۹۳)

محاسبه‌ی اندازه سرعت باد از طریق فرمول بده‌ی حجمی در نزدیکی بازشوهای ورود و خروج هوا به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۸۹ متر بر ثانیه و دیوار مشترک بین سالن و اتاق خواب بیشترین جریان عبوری هوای فضای داخل را دریافت می-

کند (رازجویان، ۱۳۹۳). براساس داده‌های مسئله، هندسه‌ی موردنظر در فضای نرم افزار مدل‌سازی و مسئله به کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌گردد.



شکل ۴: راست: بخشی از پلان مورد بررسی چپ: نمونه مدلسازی شده در SFS بر اساس پلان و مشخصات داده شده

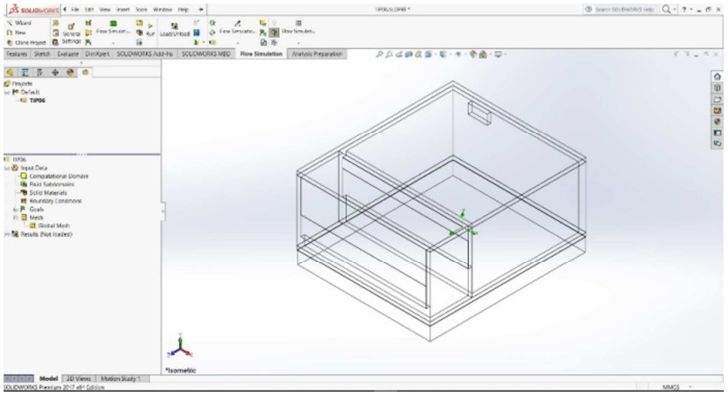


شکل ۵: راست: نمایش خروجی بر اساس سرعت جریان در مدل چپ: نمایش سرعت جریان در پلان

نتایج حاصل از شبیه‌سازی جریان با سرعت باد ورودی ۲ متر بر ثانیه از جبهه‌ی شمال شرقی در شکل ۵ نمایش داده شده است. براساس خروجی نرم‌افزار میانگین سرعت به‌دست آمده در کنار پنجره‌ی ورودی ۰/۵۸ متر بر ثانیه است. این سرعت در کنار پنجره‌ی خروجی هوا افزایش یافته و به حدود ۰/۸۲ متر بر ثانیه می‌رسد که با نتایج حاصل از محاسبات ریاضی همخوانی دارد. همچنین با توجه به شکل، همان‌گونه که انتظار می‌رفت بیشترین جریان عبوری در کنار دیوار غربی است.

کلاس درس مهم‌ترین فضای حضور دانش‌آموزان در مدرسه است. آن‌ها بیشترین زمان خود را در این مکان می‌گذرانند. کیفیت هوا و شرایط آسایش دانش‌آموزان در کلاس علاوه بر حفظ سلامتی آن‌ها منجر به بهبود کیفیت آموزش می‌گردد. در فضاهای آموزشی جهت دریافت نور مطلوب اغلب از جبهه‌ی شمالی و جنوبی ساختمان بهره می‌گیرند. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مناسب‌ترین نور طبیعی جهت کلاس درس را نور شمال و جنوب معرفی می‌کند. با توجه به اینکه باد غالب و پر گرد و غبار منطقه از جانب جنوب‌غرب می‌وزد، نمای جنوبی بحرانی-

ترین حالت ممکن در دریافت باد حاوی ریزگرد خواهد بود. بنابراین به منظور شبیه سازی جریان باد و تحلیل رفتار آن، در نرم افزار SFS از زبانه‌ی scketch، کلاس با ابعاد ۷ در ۶ متر[۶] به همراه بازشوی تهویه در جبهه‌ی جنوبی در بالاترین بخش نزدیک به سقف به عرض ۵۰ سانتی‌متر در طول اتاق مدل‌سازی شد و بازشوی دوم به ابعاد ۵۰ سانتی متر در ۱ متر در طرف دیگر به منظور ایجاد تهویه‌ی دوطرفه قرار گرفت. سپس پوسته‌ی دوم برای جلوگیری از ارتباط مستقیم بازشوی اصلی با محیط بیرون و کنترل جریان هوای آلوده و کاهش میزان ذرات معلق در آن قبل از ورود به فضای اصلی با فاصله‌ی متغیر از پوسته‌ی اول و سطح بازشوی یک متر در طول اتاق به ارتفاع متغیر از سطح زمین طراحی گشت. علت انتخاب این بازشوها امکان گردش هوا در بین پوسته‌ها به ترتیبی است که جریان از بخش پایین پوسته‌ی بیرونی وارد شده به سمت پایین حرکت کرده و با کاهش سرعت امکان رسوب ذرات در پایین‌ترین بخش از فضای میانی را فراهم کند؛ سپس به بالا جریان یافته و از بازشوی تهویه وارد فضای داخلی گردد. شکل ۶ مدلسازی انجام شده در نرم افزار را نشان می‌دهد.



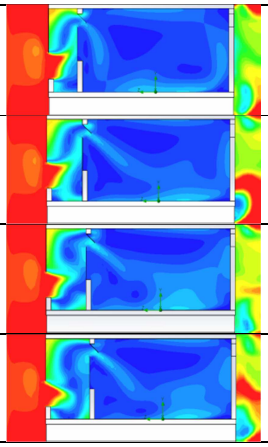
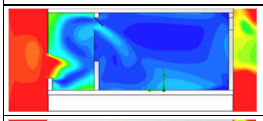
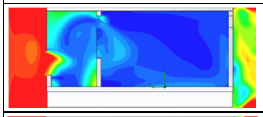
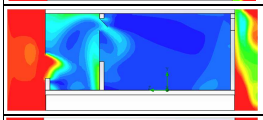
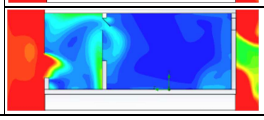
شکل ۶: نمونه مدل سازی در نرم افزار SFS

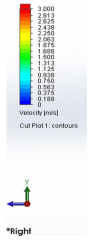
شبیه سازی جریان باد در کلاس درس

پس از ساخت مدل با بررسی متغیرهایی در رابطه با شرایط پوسته‌ی دوم که در مدل ساخته شده اعمال خواهد شد و با استفاده از شبیه‌سازی جریان هوا توسط زبانه‌ی Flow simulation تغییرات سرعت و جهت باد در قسمت‌های مختلف فضا بررسی می‌شود. در این بخش هدف کاهش سرعت باد ورودی به فضای بین دو پوسته است تا امکان نشست ذرات در این فضا توسط نیروی جاذبه فراهم آید. علاوه بر این در هر تغییر شرایط تهویه‌ی فضای داخلی بررسی خواهد شد تا کاهش سرعت جریان ورودی و انحراف آن از ورود مستقیم به فضای داخلی آموزش آسیبی به این مهم وارد نسازد. در ابتدا فاصله‌ی بین پوسته‌ها بررسی خواهد شد و بر اساس خروجی نرم‌افزار مناسب‌ترین مکان برای به کار بردن پوسته‌ی دوم انتخاب خواهد شد؛ سپس با کاهش سطح بازشوی ورود هوا در پوسته‌ی دوم مرحله‌ی دوم کاهش سرعت جریان هوا در فضای بین دو پوسته بررسی می‌شود. قابل ذکر است این کاهش سطح مقطع توسط افزودن لوورهایی با زاویه‌ی متغیر نسبت به صفحه‌ی افق فراهم خواهد شد تا به صورت ضمنی سبب هدایت جریان باد به پایین‌ترین بخش فضای بین دو پوسته شده و موجب نشست ذرات معلق جریان هوای کند در نزدیکی سطح زمین گردد. آخرین متغیر در این بخش، فاصله‌ی بازشوی پوسته‌ی دوم از سطح زمین خواهد بود که در دو حالت مورد بررسی قرار گرفته و حالت بهینه‌ی نهایی معرفی می‌گردد. سرعت باد ورودی بر اساس داده‌های دریافتی از

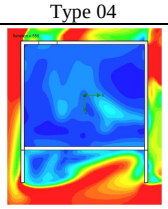
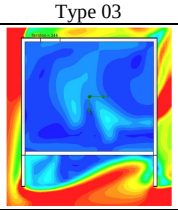
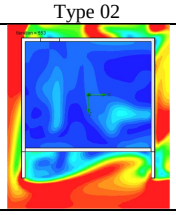
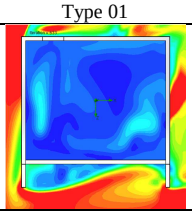
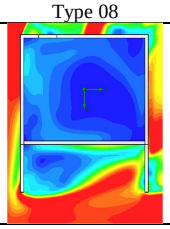
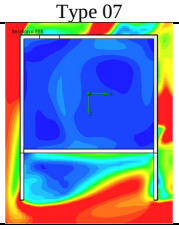
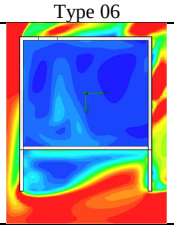
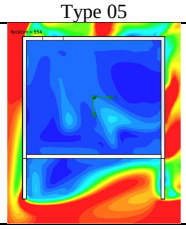
ایستگاه هواشناسی صفی‌آباد دزفول بر گرفته از جدول۱ به عنوان شرایط اولیه در نرم‌افزار وارد شده است. بر این اساس، میانگین سرعت باد غالب در ماه‌های حضور دانش آموزان در مدرسه ۲/۷۵ متر بر ثانیه و این باد از جانب جنوب غرب می‌باشد. در مرحله‌ی اول شبیه سازی بازشوی ورودی با فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر از کف در نظر گرفته شد و متغیر در این مرحله، فاصله‌ی بین پوسته‌ها است. کمترین فاصله به دلیل امکان حرکت انسانی، تعمیر و نگه‌داری و نصب برخی تجهیزات ۹۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در زیر نتایج گرافیکی شبیه سازی جریان هوا آمده است. با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود در حالت‌هایی که فاصله‌ی پوسته‌ها کمتر است، جریان تمایل دارد مستقیما به بالا حرکت کند. این پدیده تا فاصله‌ی ۱۴۰ سانتی‌متر مشاهده می‌گردد و در فاصله‌های بیشتر جریان به سمت پایین تمایل پیدا می‌کند.

جدول ۴: سرعت جریان هوا؛ منبع: نگارنده، برگرفته از نرم افزار SFS

مدل	فاصله بین پوسته‌ها	شکل	مدل	فاصله بین پوسته‌ها	شکل
Type 01	۹۰ سانتی متر		Type 05	۱۸۰ سانتی متر	
Type 02	۱۲۰ سانتی متر		Type 06	۲۰۰ سانتی متر	
Type 03	۱۴۰ سانتی متر		Type 07	۲۲۰ سانتی متر	
Type 04	۱۶۰ سانتی متر		Type 08	۲۴۰ سانتی متر	



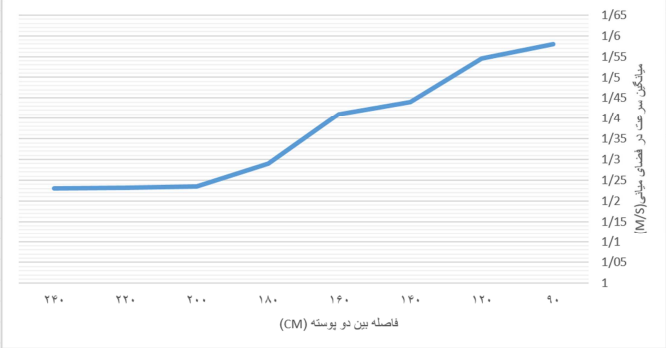
جدول ۵: سرعت جریان هوا در فضای میان پوسته‌ها و فضای داخلی

Type 04	Type 03	Type 02	Type 01
			
Type 08	**Type 07**	**Type 06**	**Type 05**
			

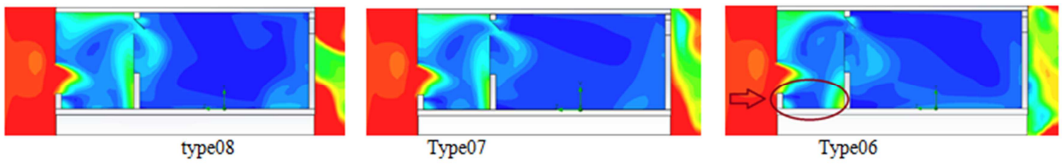
جدول بالا سرعت جریان باد را در فضای میانی پوسته‌ها و فضای داخلی نشان می‌دهد. بر اساس این جدول میانگین سرعت باد در هر مدل به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۶: میانگین سرعت باد در فضای میان پوسته‌ها و فضای داخلی SFS

مدل	میانگین سرعت در فضای میانی $\frac{m}{s}$	میانگین سرعت در فضای داخلی (در ارتفاع نشستن دانش آموز در کلاس درس) $\frac{m}{s}$	مدل	میانگین سرعت در فضای میانی $\frac{m}{s}$	میانگین سرعت در فضای داخلی (در ارتفاع نشستن دانش آموز در کلاس درس) $\frac{m}{s}$
Type01	۱/۵۸	۰/۵۵۰	Type 05	۱/۲۹۰	۰/۴۶۱
Type 02	۱/۵۴۵	۰/۵۴۱	Type 06	۱/۲۳۵	۰/۴۲۲
Type 03	۱/۴۴۰	۰/۵۴۰	Type 07	۱/۲۳۲	۰/۴۲۰
Type 04	۱/۴۱۰	۰/۵۲۳	Type 08	۱/۲۳۱	۰/۴۲۰



شکل ۷: نمودار میانگین سرعت در فضای میانی بر حسب فاصله‌ی بین دو پوسته



شکل ۸: مقایسه‌ی سرعت جریان در سه حالت اخیر، متغیر، فاصله‌ی پوسته‌ها است.

بر اساس نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود با افزایش فاصله‌ی میان دو پوسته میانگین سرعت کاهش می‌یابد. اما این کاهش سرعت بعد از رسیدن به فاصله‌ی ۲۰۰ سانتی‌متر محسوس نمی‌باشد. علاوه بر این در حالتی که فاصله‌ی بین پوسته‌ها ۲۰۰ سانتی‌متر است؛ فضای پایین و نزدیک به کف نسبت به فاصله‌های بیشتر حاوی جریان کندتری است. در حالیکه در حالت‌هایی که فاصله‌ها ۲۲۰ و ۲۴۰ سانتی‌متر است؛ فضای پایین سرعت بیشتری داشته و نزدیک به جداره با حرکت سریع‌تری به سمت بالا سوق پیدا می‌کند. در نتیجه با توجه به مجموع تحلیل‌های بالا حالت بهینه زمانی رخ می‌دهد که فاصله‌ی دو پوسته از هم حدود ۲۰۰ سانتی‌متر باشد.

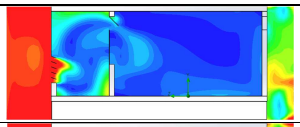
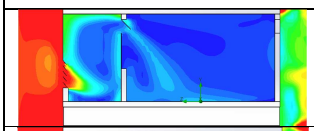
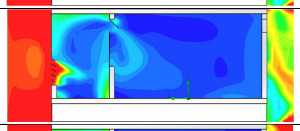
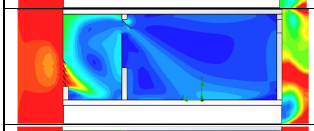
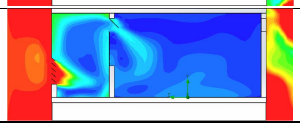
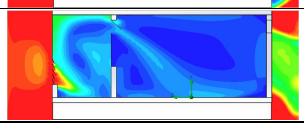
جدول ۷: میانگین سرعت باد در فضاهای مختلف هنگامی که فاصله‌ی پوسته‌ها از هم ۲۰۰ سانتی‌متر است

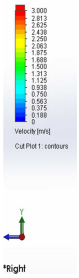
میانگین سرعت در حالتی که فاصله‌ی پوسته‌ها ازهم ۲۰۰ سانتی‌متر است $(\frac{m}{s})$	فضای میانی و در بخش ورود جریان	نزدیک به کف در بخش میانی (محل نشست ذرات)	هنگام ورود جریان به فضای داخلی	فضای داخلی کلاس در محل نشستن دانش‌آموزان
	۱/۲۳۵	۰/۶۵۰	۰/۸۰۳	۰/۴۲۲

کاهش سطح مقطع بازشوی ورود هوا

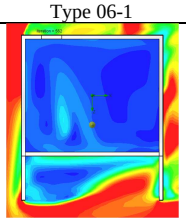
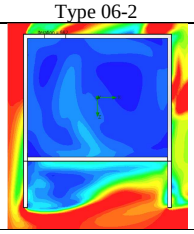
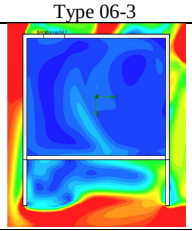
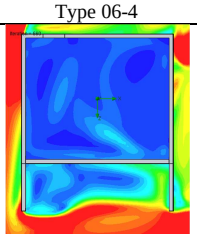
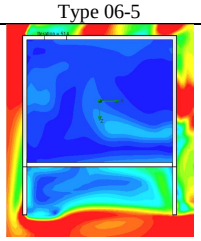
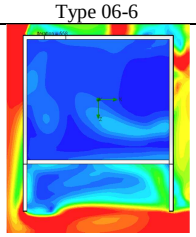
در مرحله‌ی بعد، افزودن لوورهایی در بخش ورود جریان، کاهش سطح مقطع ورودی و هدایت جریان باد به سمت پایین را موجب شد. برای این منظور لوورهایی با زاویه‌ی متغیر از ۲۰ تا ۷۰ درجه نسبت به خط افق مدل‌سازی شدند. علت انتخاب زاویه‌ی ۲۰درجه برای شروع این است که طبق تحقیقات پیشین در کمتر از این زاویه تغییر محسوسی در سرعت و جهت باد ایجاد نمی‌شود (Koenigsberger, 1975؛ به نقل از رازجویان، ۱۳۹۳)۷. نتایج شبیه سازی جریان هوا برای لوورهای با زاویه‌ی متغیر در جدول زیر گردآوری شده است. با توجه به تصاویر جدول ۸، انحراف جریان هوا به سمت پایین پس از زاویه‌ی ۴۰ درجه کاملا مشهود است.

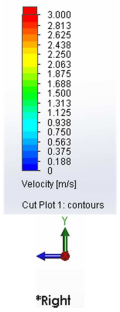
جدول ۸: سرعت جریان هوا؛ منبع: نگارنده، برگرفته از نرم افزار SFS

مدل	زاویه لوورها نسبت به افق	شکل	مدل	زاویه لوورها نسبت به افق	شکل
Type 06-1	۲۰ درجه		Type 06-4	۵۰ درجه	
Type 06-2	۳۰ درجه		Type 06-5	۶۰ درجه	
Type 06-3	۴۰ درجه		Type 06-6	۷۰ درجه	



جدول ۹: سرعت جریان هوا در فضای میان پوسته‌ها و فضای داخلی

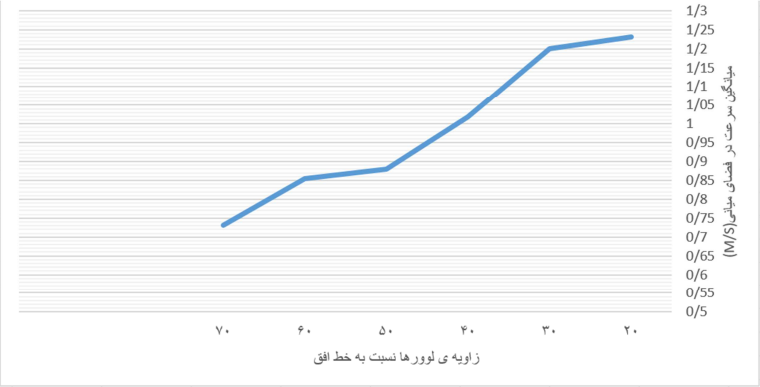
Type 06-1	Type 06-2	Type 06-3	
			
Type 06-4	Type 06-5	Type 06-6	
			



با توجه به جدول بالا انحراف جریان باد از ورود به فضای میانی با افزایش زاویه‌ی لوورها افزایش می‌یابد و این انحراف تا زاویه‌ی ۵۰ درجه کاملا مشخص است. بر اساس این جدول میانگین سرعت باد در هر مدل به صورت زیر می‌باشد:

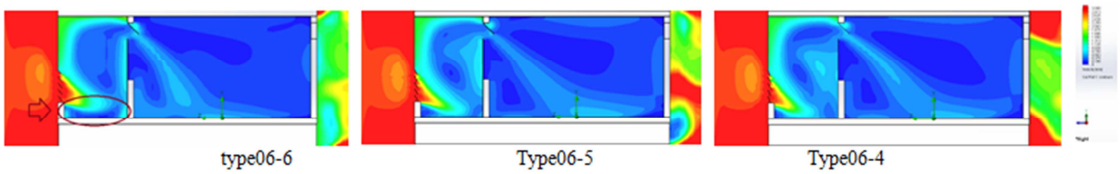
جدول ۱۰: میانگین سرعت باد در فضای میان پوسته‌ها و فضای داخلی

مدل	میانگین سرعت در فضای میانی $\frac{m}{s}$	میانگین سرعت در فضای داخلی (در ارتفاع نشستن دانش آموزان در کلاس درس) $\frac{m}{s}$	مدل	میانگین سرعت در فضای میانی $\frac{m}{s}$	میانگین سرعت در فضای داخلی (در ارتفاع نشستن دانش آموزان در کلاس درس) $\frac{m}{s}$
Type06-1	۱/۲۳۱	۰/۴۱۲	Type 06-4	۰/۸۷۹	۰/۳۸۲
Type 06-2	۱/۲۰۰	۰/۴۰۵	Type 06-5	۰/۸۵۴	۰/۳۶۰
Type 06-3	۱/۰۱۹	۰/۳۹۹	Type 06-6	۰/۷۳۱	۰/۳۵۱



شکل ۹: نمودار میانگین سرعت در فضای میانی بر زاویه‌ی لوورها نسبت به افق

نمودار بالا کاهش چشمگیر سرعت هوا در بخش میانی هنگام افزایش زاویه‌ی لوورها را نشان می‌دهد. براساس تصاویر زیر در حالتی که زاویه‌ی لوورها ۵۰ درجه هست جریان یکنواخت‌تر و آهسته‌تری در بخش نشست ذرات مشاهده می‌شود.

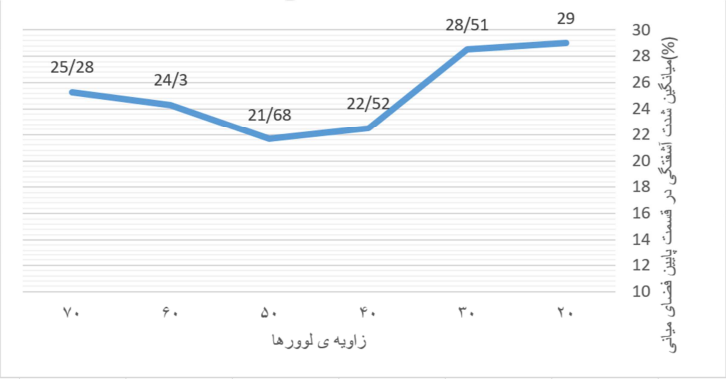


شکل ۱۰: مقایسه‌ی سرعت جریان در سه حالت اخیر، متغیر زاویه‌ی لوورها نسبت به افق است

از آن‌جا که آشفتگی بیشتر موجب پراکنش ذرات معلق و کاهش نشست آن‌ها می‌گردد شدت آشفتگی نیز مورد بررسی قرار گرفت. میزان شدت آشفتگی در قسمت پایین بازشوی ورودی در هر مدل به ترتیب جدول ۱۱ است.

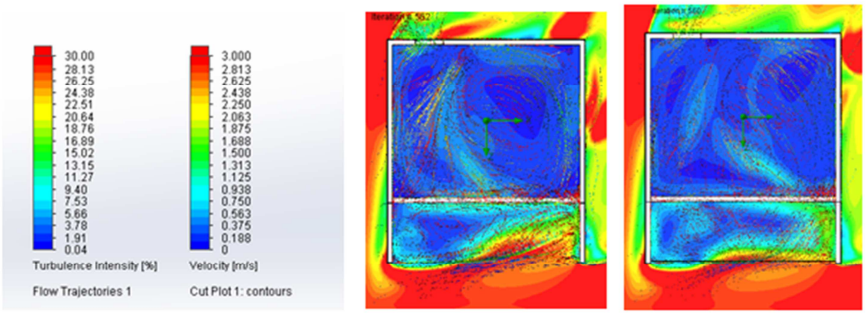
جدول ۱۱: میانگین شدت آشفتگی در بخش نشست ذرات در فضای میانی

مدل	میانگین شدت آشفتگی در قسمت پایین فضای میانی (%)	مدل	میانگین شدت آشفتگی در قسمت پایین فضای میانی (%)
Type06	۲۹/۰۰	Type 06-4	۲۱/۶۸
Type06-1	۲۹/۰۰	Type 06-5	۲۴/۳۰
Type 06-2	۲۸/۵۱	Type 06-6	۲۵/۲۸
Type 06-3	۲۲/۵۲		



شکل ۱۱: نمودار میانگین شدت آشفتگی در بخش نشست ذرات در فضای میانی

همانطور که مشاهده می‌شود با افزودن زاویه‌ی لوورها تغییراتی در شدت آشفتگی در کنار بازشوی ورودی پدید می‌آید. به گونه‌ای که با افزایش زاویه‌ی لوورها تا حدود ۵۰ درجه شدت آشفتگی کم می‌گردد ولی با افزایش بیشتر زاویه از افق شدت آشفتگی نیز افزایش می‌یابد. از آن‌جا که بر اساس مبانی نظری هنگامی که شدت آشفتگی جریان کمتر باشد ذرات معلق فرصت نشست بیشتری می‌یابند، زاویه‌ی ۵۰ درجه حالت بهینه تشخیص داده شد. نمونه‌ای از خطوط جریان بر اساس شدت آشفتگی در شکل زیر نمایش داده شده است. جدول ۱۲ میانگین سرعت باد را در فضاهای مختلف در حالتی که زاویه‌ی لوورها بهینه است نشان می‌دهد. از طرفی باتوجه به میانگین سرعت باد در فضای داخلی کلاس در مواردی که زاویه لوور بیش از ۵۰درجه هست(۰/۳۶۰ متربرثانیه برای زاویه ۶۰درجه و ۰/۳۵۱متربرثانیه برای زاویه۷۰درجه) احتمال کاهش تهویه مناسب در فضای داخلی وجود دارد.



زاویه ی ۵۰ درجه Type06-4 زاویه ی ۳۰ درجه Type06-2

شکل ۱۲: نمایش خطوط جریان بر اساس شدت آشفتگی، مقایسه‌ی دو زاویه‌ی ۳۰ و ۵۰ درجه

جدول ۱۲: میانگین سرعت باد در فضاهای مختلف هنگامی که زاویه‌ی لوورها نسبت به خط افق ۵۰ درجه است

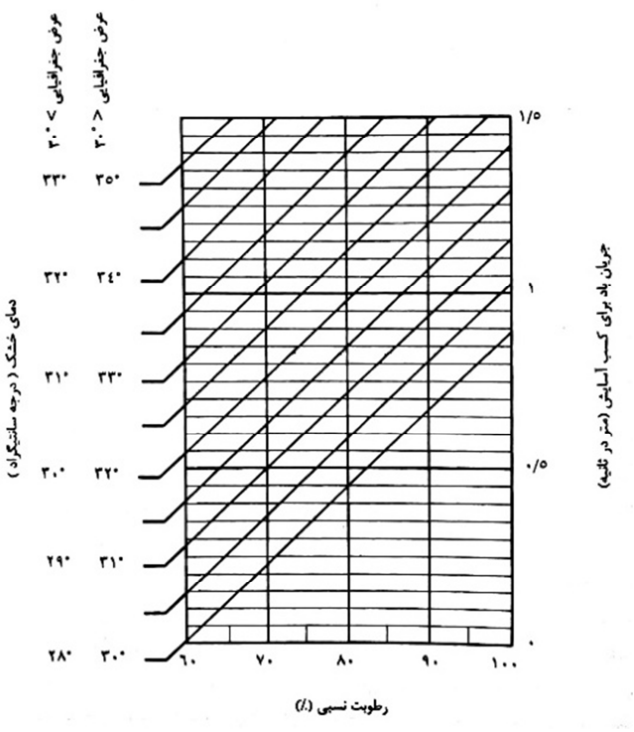
میانگین سرعت در حالتیکه فاصله پوسته‌ها ازهم ۲۰۰ سانتیمتر و زاویه لوورها ۵۰ درجه است ($\frac{m}{s}$)	فضای میانی و در بخش ورود جریان	نزدیک به کف بخش میانی(محل نشست ذرات)	هنگام ورود جریان به فضای داخلی	فضای داخلی کلاس در محل نشستن دانش‌آموز
	۰/۸۷۹	۰/۵۸۵	۰/۶۹۷	۰/۳۸۲

در مبحث پایین به محاسبه‌ی سرعت باد مناسب برای احساس آسایش در فضای داخلی می‌پردازیم. رازجویان (۱۳۹۳)، مشخصات منطقه‌ی آسایش را چنین بیان می‌کند: ۱-رطوبت نسبی تا حدود ۶۰ درصد ۲-سرعت نامحسوس جریان هوا ۳-مجهز بودن ساختمان به عایق حرارتی و سایبان مناسب به گونه‌ای که دمای تابشی متوسط از ۳۸ درجه سانتی گراد تجاوز نکند. در این صورت درجه‌ی حرارت برای احساس آسایش مطابق جدول زیر خواهد بود:

جدول ۱۳: مشخصات منطقه‌ی آسایش؛ منبع: (رازجویان،۱۳۹۳ :۴۰)

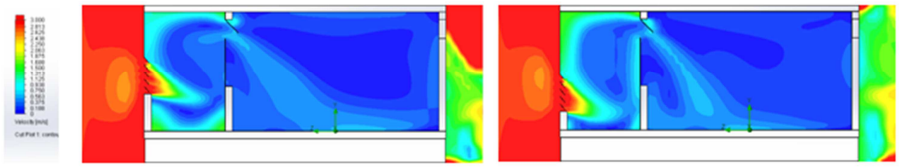
مشخصات مکان	منطقه ی آسایش زمستان	منطقه ی آسایش تابستان
عرض جغرافیایی بالاتر از ۳۰ درجه	۲۵-۲۰	۲۸-۲۱
عرض جغرافیایی پایین تر از ۳۰ درجه	۲۸-۲۱	۳۰-۲۴

زمانی که شرایط متفاوت از شرایط بالا باشد برای اصلاح معیار دستورالعمل‌های زیر توصیه می‌گردد. ۱-برای رطوبت نسبی بیش از ۶۰ درجه به ازای هر ۱۰ درصد افزایش ۰/۸ درجه‌ی سانتی گراد از دمای منطقه‌ی آسایش کم شود.۲- در صورت تجاوز دمای تابشی محیط از ۳۷ درجه سانتی‌گراد به ازای هر ۲/۸ درجه‌ی سانتی گراد، ۰/۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد از دمای منطقه‌ی آسایش کاسته شود.۳- برای جریان محسوس باد به ازای هر ۰/۱۵ متر بر ثانیه، ۰/۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به دمای منطقه‌ی آسایش افزوده شود، به شرطی که سرعت جریان هوا از ۱/۵ متر بر ثانیه و دمای هوا از ۳۷ درجه‌ی سانتی گراد تجاوز نکند.مجموعه‌ی شرایط موثر در احساس آسایش انسان در داخل بنا به صورت نمودار زیر بیان شده است:



شکل ۱۳: معیار آسایش درون ساختمان؛ منبع: (همان)

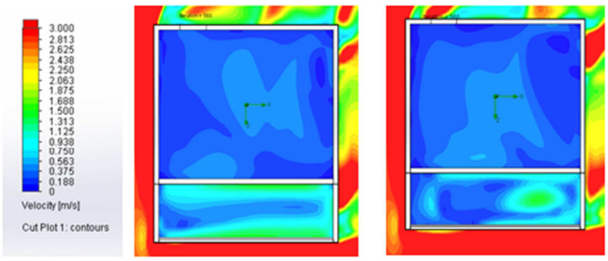
به منظور محاسبه‌ی میزان سرعت باد مورد نیاز برای آسایش در داخل بنا در دزفول میانگین دمای ماکزیمم و میانگین رطوبت نسبی هوا در ماه‌های حضور دانش آموزان در مدرسه از اطلاعات سازمان هواشناسی دزفول دریافت شد. بر اساس جداول ۲ و ۳ میانگین دمای ماکزیمم دزفول ۲۹/۱۱درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی۶۲/۳۱درصد می‌باشد. باتوجه به عرض جغرافیایی دزفول که ۳۲درجه و ۲۴دقیقه است براساس نمودار معیار آسایش درون ساختمان سرعت باد موردنیاز برای احساس آسایش حدود ۰/۳۵متربرثانیه است. در مرحله‌ی آخر شبیه سازی با تغییر فاصله‌ی بازشوی پوسته‌ی بیرونی از کف، این متغیر نیز سنجیده شد. بر این اساس این بار ارتفاع بازشو از ۵/ متر به ۱متر افزایش یافت. شکل زیر تصاویر سرعت جریان را برای هر دو حالت نشان می‌دهد.



شکل ۱۴: مقایسه‌ی سرعت جریان در دو حالت اخیر، متغیر ارتفاع بازشوی بیرونی از کف است

با توجه به تصاویر مشاهده می‌شود در حالتی که ارتفاع بازشو از کف در حدود ۵۰ سانتی‌متر باشد جریان نزدیک به کف و در محل نشست ذرات کندتر است. شکل ۱۵سرعت جریان باد را به صورت پلان و در نزدیکی کف نشان داده

است. در حالتی که ارتفاع بازشو از کف ۱متر است میانگین سرعت هوا در بخش پایینی ۰/۶۷ متربرثانیه می‌باشد که در مقابل حالت قبل (۰/۵۸۵ متر بر ثانیه) افزایش یافته است. به این ترتیب حالت بهینه زمانی رخ می‌دهد که ارتفاع بازشو از کف ۵۰ سانتی‌متر باشد.



ارتفاع بازشو ۵۰ سانتی‌متر از کف ارتفاع بازشو یک متر از کف

شکل ۱۵: مقایسه‌ی سرعت جریان با تغییر ارتفاع بازشوی بیرونی از کف است

نتیجه گیری

ایران کشوری است که هم تحت تاثیر ذرات معلق وارد شده از کشورهای منطقه قرار دارد و هم خود در مقیاس کوچک‌تر به یکی از منابع تولید ریزگرد تبدیل شده است. با توجه به منشاء این آلاینده‌ها و دامنه‌ی تخریب بزرگ آنها، برای حل این مشکل در سطح کلان قطعا همت محققین بسیاری از شاخه‌های علوم و عزم دولتمردان را می-طلبد. پدیده‌ی گرد و غبار در دهه‌های اخیر از جمله مسائل مهم اقلیمی است که تاثیرات سوء فراوانی بر زندگی مردم جنوب غرب ایران داشته است. با توجه به آسیب‌پذیری بیشتر کودکان از معضل گرد و غبار، در این مطالعه هدف کاهش نفوذ ذرات معلق به فضای داخلی آموزشی است. بر اساس یافته‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین کاهش سرعت و آشفتگی جریان هوا منجر به رکود ذرات معلق توسط نیروی جاذبه و حذف آنها از جریان هوا می‌گردد. بنابراین در این پژوهش با استفاده از نمای دو پوسته به شناخت هندسه‌ی مناسب جدار ساختمان پرداخته شد. یافته‌های حاصل از تحقیق بیان می‌دارد که با افزایش فاصله‌ی پوسته‌ها تا حدود ۲۰۰ سانتی‌متر کاهش قابل ملاحظه‌ی در سرعت جریان هوا و در نتیجه نشست ذرات معلق در فضای بین دو پوسته به وجود می‌آید. همچنین با بهره‌گیری از لوورهایی جهت کاهش سطح مقطع ورودی هوا و نیز هدایت جریان باد به فضای پایین بین دو پوسته نشان داده شد که بهترین زاویه‌ی قرارگیری لوورها جهت کاهش سرعت باد در حین بهره بردن از تهویه‌ی مناسب و نیز کاهش آشفتگی جریان، ۵۰ درجه نسبت به افق می‌باشد. از طرفی با بررسی صورت گرفته در مورد ارتفاع بازشوی ورود هوا از سطح زمین، ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع مناسب تشخیص داده شد.

پی نوشت

1- Dust haze

۲- اکثریت گردوغبارهای دنیا از نواحی محدودی مانند بیابان بزرگ افریقا، خاورمیانه، آسیای جنوب‌غربی، مرکز استرالیا، مغولستان و بخشهایی از قاره اروپا و آمریکا منشاء می‌گیرند که از این منطقه به‌عنوان کمربند غبار نام برده می‌شود که در نیمکره شمالی واقع است.

۳- ساختمان‌های قدیمی ممکن است با رنگ‌هایی که دارای بنیان سربی هستند رنگ‌آمیزی شده باشند. پوسته شدن رنگ‌ها باعث انتشار آن به صورت گرد و غبار می‌شود. گرد و غبار حاوی سرب بوده و می‌تواند برای سلامتی ساکنین ساختمان مخاطراتی به همراه داشته باشد.
۴- ذراتی که دارای قطر کمتراز ۱۰ میکرومتر هستند.

5- negative air ionizer

۶- کلاس درس با مساحت معمول برگرفته از ضابطه‌ی شماره‌ی ۶۹۷ (طراحی ساختمان‌های آموزشی) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۷- تاثیر کرکره و امثال آن بر مسیر باد زمانی محسوس است که پره‌ها از حالت باز به وضعیت نیمه باز درآیند و زاویه‌ی پره‌ها با صفحه‌ی افق یا صفحه‌ی قائم بیش از بیست درجه باشد (Koenigsberger, 1975؛ به نقل از رازجویان، ۱۳۹۳).

منابع

آقایی، بهروز، ترابی آزاد، مسعود، اکبری وکیل آبادی، مسلم، خان معصومی، شهروز (۱۳۹۵) بررسی فرسایش در پایه‌های با مقاطع مربعی و مستطیلی اسکله‌های عمود بر دهانه ورودی بندرگاه، دو فصلنامه دریا فنون. بهار و تابستان ۱۳۹۵، سال سوم، ص ۸۸-۷۹.

پوردیهیمی، شهرام، بینا، محسن (۱۳۹۳) بررسی تأثیر جهت ساختمان بر کاهش آلودگی ناشی از ریزگردها در مجموعه‌های ساختمانی، مورد مطالعاتی: بناهای شهر دزفول، مطالعات معماری ایران. پاییز و زمستان ۱۳۹۳، سال سوم، شماره ۶، ص ۶۳-۴۱.

پیشکار، احمدرضا، توکلی، کمال، جزایری، راشد. «آلودگی هوای محیط و خطرات بهداشتی ناشی از آن بر کودکان». نهمین همایش ملی بهداشت محیط (۱۳۸۵).

حسینی، مریم. (۱۳۹۷). طراحی بام سبز متناسب با اقلیم گرم و نیمه مرطوب (دزفول) در ساختمان‌های مسکونی، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول.

خضری، سید مصطفی، میرفتاح، فرانک (۱۳۹۵) تأثیر جریان ناشی از تغییر دانسیته بر روی عملکرد مخازن ته‌نشینی آب و ارایه راهکارهایی جهت حذف آثار منفی آن، علوم و تکنولوژی محیط زیست. پاییز ۱۳۹۵، دوره هجدهم، ویژه نامه شماره ۲، ص ۱۲۷-۱۱۷.

رازجویان، محمود. (۱۳۹۳). آسایش در پناه باد. مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. چاپ سوم. ۲۴۶ صفحه.

ریوندی، امیر، میررکنی، مجید، محمدیها، امیر (۱۳۹۲) بررسی تشکیل و انتشار طوفان‌های گرد و خاک ورودی به غرب و جنوب غرب ایران با استفاده از مدل پخش لاگرانژی ذرات HYSPLIT، نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. بهار و تابستان ۱۳۹۲، سال ۴، ش ۱۳ و ۱۴، ص۱۶-۱.

زاده‌حسین، نرگس. (۱۳۹۵). طراحی مجتمع مسکونی با رویکرد مقابله با پدیده‌ی ریزگردها. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول.

زراسوندی، علیرضا، مر، فرید، نظرپور، احمد (۱۳۹۰) ترکیب کانی شناختی و ریختشناسی ذرات تشکیل دهنده‌ی پدیده‌ی گرد و غبار در استان خوزستان با تکیه بر آنالیزهای XRD و تصاویر SEM، بلورشناسی و کانی شناسی ایران. سال ۱۹، ش ۳، ص۵۱۸ – ۵۱۱.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۹۵). ضوابط طراحی ساختمان‌های آموزشی (برنامه‌ریزی معماری همسان مدارس ابتدایی و متوسطه)، ضابطه ش ۶۹۷.

سایت فروش اطلاعات هواشناسی. ایران www.irimo.ir

غفاری، دیمن، مصطفی زاده، رئوف (۱۳۹۴) بررسی منشاء، اثرات و راهکارهای پدیده‌ی گرد و غبار در ایران، نشریه حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی. ۱۳۹۴، ج ۴، ش ۲، ص ۱۲۵-۱۰۷.

قبادیان، وحید. (۱۳۹۳). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ نهم. ۴۰۶ صفحه.

قربانیان، جبرئیل، کردوانی، پرویز (۱۳۹۳) آنالیز بافت ریزگردهای اهواز به روش پرتو ایکس و رابطه‌ی تشدید این طوفان‌ها با تخریب تالاب هورالعظیم، اکولوژی تالاب، تابستان ۱۳۹۳، سال ۶، ش ۲۰، ص ۱۰۲-۹۳.

نظری، امیرحسین، هیهات، محمد مهدی، ترابی فارسانی، اشکان، مداحیان، رضا (۱۳۹۷) بررسی پدیده‌های تأثیرگذار بر رسوب ذرات آسفالتین با استفاده از دیدگاه اویلر-لاگرانژ در پیش گرمکن‌های نفت خام، مجله مهندسی مکانیک مدرس. خرداد ۱۳۹۷، دوره ۱۸ ، ش ۳، ص ۲۱۸-۲۰۸.

نظری، زینب، خراسانی، نعمت الله، فیض نیا، سادات، کرمی، محمود (۱۳۹۲) بررسی تغییرات زمانی غلظت (PM_{10}) و تأثیر پارامترهای هواشناسی بر آن طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۴، محیط زیست طبیعی، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، بهار ۱۳۹۲، دوره ۶۶ ، ش۱، ص ۱۱۱-۱۰۱.

نظری، نرگس، صالحی نیشابوری، سید علی اکبر (۱۳۹۴) شبیه سازی انتقال رسوب در کانال مستقیم و آبگیرجانبی، مجله عمران مدرس. بهار ۱۳۹۴، دوره ۱۵، ش ۱، ص ۱۱-۱.

یزدان داد، حسین، مجریان، فرزانه. «آلودگی محیط‌های مسکونی و اداری در فضاهای شهری و راه‌های پالایش آن». نخستین همایش ملی توسعه‌ی پایدار شهری (دانشگاه گیلان، اسفند ۱۳۸۹).

Driss, Zied, Olfa Mlayeh, Slah Driss, Dorra Driss, Makram Maaloul, Mohamed SalahAbid, (2015), Study of the bucket design effect on the turbulent flow around unconventional Savonius wind rotors, Energy, September 2015; Volume 89, pp 708-729, https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.06.023

Mei, Dan, Meng Wen, Yuzheng Zhu, Xuemei Xu, Futang Xing, (2018), The influence of wind speed on airflow and fine particle transport within different building layouts of an industrial city, Air & Waste Management Association, Apr 2018, pp 1-37, DOI:10.1080/10962247.2018.1465487

Middleton, Nick, Utchang Kang, (2017), Sand and Dust Storms: Impact Mitigation, Editors: Domenico M. Doronzo and Ali M Al-Dousari, Sustainability, June 2017, pp 1-22, 1053 DOI:10.3390/su9061053

Rahman, Mahbobur, Mohammad Mashud, (2014), Simulation investigation on flow characteristics for the flow over a propeller used in VTOL RC aircraft, International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering, 2014, 26-27 December, Khulna, Bangladesh

Rajkumar, S.A. Wilfred, V. Vijayaraghunathan, S. Karthikeyan, I. Sharon Marishka, (2015), CFD Analysis of airflow optimization of the louver, National Conference Erams, 2015

Trushlyakova, V, K. Zharikova, (2017), Interaction of the gas-vapor mixture and air on the condition drainage system of space launch vehicles when filling cryogenic propellant, Procedia Engineering, 2017; 174, pp 11 – 18

Vekteris, Vladas, Andrius Styra, Vadim Mokšin, Irina Grinbergienė, Mindaugas Jurevičius, Vytautas Turla, Gyula Mester, (2018), Numerical simulation of a pulsating flow generated in an ejector, Transactions of Famena XLII-2, 2018, https://doi.org/10.21278/TOF.42208

World Health Organization, (2014), https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/

Yu, Kuo-Pin, Hui-Chi Shih, Yen-Chi Chen, Xuan-En Yang, (2017), Effect of turbulence intensity and particle characteristics on the deposition of submicron particles enhanced by the ionic air purifier, Building, and Environment, 2017; 114, PP 166-177.

Research Article

Determination of the Morphological Pattern of Educational Building Facades to Control the Dust Haze

Fatemeh Farrokhian[1], Behzad Vasigh[2*], Mohammad Didehban[3]

1. M.Sc. of Architecture, Jundi-Shapur University of Technology. Dezful, Iran.
2*. Assistant Professor, Department of Architecture, Jundi-Shapur University of Technology Dezful, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Architecture, Jundi-Shapur University of Technology Dezful, Iran.

Received: 22-12-2019 Final Revised: 30-04-2020 Accepted: 13-06-2020

Abstract

In recent years, the Dust haze has been a major health threat in southern and southwestern provinces of Iran, and Children suffer the most from Dust haze. Therefore, it is necessary to design educational centers to prevent the negative effects of walnut Dust haze. Exterior walls and windows are the most important routes for Dust haze to enter the classroom. Therefore, initially using simulation software, in addition to maintaining natural ventilation conditions, architectural elements reduce the amount of Dust haze penetration into the interior. The most important variables in this study are the distance between the walls and the amount of surface area. results show that increasing the distance between the two crusts results in a decrease in the wind flow velocity in this space and the Dust haze particle saturation. Slowing down will only work up to a distance of 200 cm, and then no change in wind speed will occur. Besides, the use of louvers in the inlet wind direction by directing the wind flow to the underside of the space between the two shells and reducing the level of air inlet leads to reduced wind velocity and particle saturation. Examination of the use of variable-angle louvers shows that the proper condition for creating natural ventilation conditions and reducing the penetration of indoor particles occurs when the louvers are angled relative to the 50-degree horizon.

Keywords: Dust haze, Environmental hazards, Dezful, Educational spaces, Double surface walls.

* Corresponding Author Email: vasiq@jsu.ac.ir

References

References (in Persian)

Aghaei, Behrouz-Torabi Azad, Masoud-Akbari Vakilabadi, Moslem-Khan Masoumi, Shahrouz, (2016), Evaluation of erosion at bases with rectangular and rectangular sections of inlet docks perpendicular to the harbor entrance. Marine Technology, pp.88-79[In Persian]

Hosseini, Maryam, (1977), Design of Green Roof Appropriate to Warm and Semi-Humid Climate (Dezful) in Residential Buildings, M.Sc. [In Persian]

Iran Management and Planning Organization, Designing Educational Buildings (Architecture Planning for Primary and Secondary Schools), 697[In Persian]

Iran Meteorological Information Sales Website www. irimo.ir [In Persian]

Ghafari, Diman; MostafaZadeh, Raouf, (2015), Investigation of the Origin, Effects and Strategies of Dust Phenomena in Iran, Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 4, No 2, pp. 125-107[In Persian]

Ghobadian, Vahid, (2014), Climatic Survey of Traditional Iranian Buildings, University of Tehran Publications, [In Persian]

Ghorbanian, Jabrayel, Kordvani, Parviz, (2014), X-ray Analysis of Ahwaz Microprocessors and the Relationship of These Storms with Hurricane Dam Destruction, Journal of Wetland Eco biology, Vol. 6, No. 20, pp. 102-93[In Persian]

Khezri, Mostafa-Mirfatah, Frank, (2016), The Impact of Density Changes on the Performance of Water Reservoirs and Proposing Solutions to Eliminate Negative Impacts, Journal of Environmental Science and Technology (JEST), No.2, pp. 127-117[In Persian]

Pishkar, Ahmad Reza-Tavakoli, Kamal-Jazari, Rashad, (2006), Environmental Pollution and its Health Risks on Children, 9th National Conference on Environmental Health. [In Persian]

Pourdiehimi, Shahram ؛ Bina, Mohsen, (2014), Investigating the Effect of Building Orientation on Reducing Pollution Due to Microelements in Building Complexes, Journal of Iranian Architecture Studies, No. 6, Pp. 63-41[In Persian]

Razjouyan, Mahmood, (2014), Comfort in the Refuge of the Wind, Shahid Beheshti University Press and Publication Center, Third Edition, 2014[In Persian]

Rivandi, Amir؛ Mirrokni, Majid؛ Mohammadi, Amir, (2013), Investigating the Formation and Diffusion of Dust Storms Influencing West and Southwestern Iran Using HYSPLIT Particle Lagrangian Distribution Model, Journal of Climate Research, No. 13 and 14, p16-1[In Persian]

Nazari, Amir Hossein-Hayat, Mohammad Mehdi-Torabi Farsani, Ashkan-Madahian, Reza, (1397), Investigation of Effects on Asphaltene Particle Deposition Using Euler-Lagrangian Perspective on Crude Oil Preheaters, Modares Mechanical Engineering, Vol 18, No. 3, pp. 218-208[In Persian]

Nazari, Narges-Salehi Neyshabouri, Ali Akbar, (2015), Simulation of Sediment Transport in Direct Canal and Sewer Canal, Journal of Civil Modares, Vol 15, Issue 1, pp. 11-1[In Persian]

Nazari, Zeinab; Khorasani, Nematollah; Feiznia, Sadat; Karami, Mahmood, (2013), Investigation of Temporal Changes in Concentration and the Impact of Meteorological Parameters on it during the Years 1389-1384, Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, Vol. 66, No. 1, pp. 111-101[In Persian]

Yazdan Dad, Hossein-Moherian, Farzaneh, (2010), Pollution of Residential and Office Buildings in Urban Spaces and Its Purification Paths, First National Conference on Sustainable Urban Development, University of Guilan, [In Persian]

Zadeh Hossein, Narges, (2016), Designing Residential Complex with Approach to Coping with the Phenomena, Master's Thesis the Dezful Jundi-Shapur University of Technology [In Persian]

Zarasvandi, Alireza ؛ Mor, Farid ؛ Nazarpour, Ahmad, (2011), Mineralogical and Morphological Composition of Dust Phenomena in Khuzestan Province Based on XRD Analysis and SEM Images, Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, No 3, pp. 518 - 511[In Persian]

References (in English)

Driss, Zied, Olfa Mlayeh, Slah Driss, Dorra Driss, Makram Maaloul, Mohamed SalahAbid, (2015), Study of the bucket design effect on the turbulent flow around unconventional Savonius wind rotors, Energy, September 2015; Volume 89, pp 708-729, https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.06.023

Mei, Dan, Meng Wen, Yuzheng Zhu, Xuemei Xu, Futang Xing, (2018), The influence of wind speed on airflow and fine particle transport within different building layouts of an industrial city, Air & Waste Management Association, Apr 2018, pp 1-37, DOI:10.1080/10962247.2018.1465487

Middleton, Nick, Utchang Kang, (2017), Sand and Dust Storms: Impact Mitigation, Editors: Domenico M. Doronzo and Ali M Al-Dousari, Sustainability, June 2017, pp 1-22, 1053 DOI:10.3390/su9061053

Rahman, Mahbobur, Mohammad Mashud, (2014), Simulation investigation on flow characteristics for the flow over a propeller used in VTOL RC aircraft, International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering, 2014, 26-27 December, Khulna, Bangladesh

Rajkumar, S.A. Wilfred, V. Vijayaraghunathan, S. Karthikeyan, I. Sharon Marishka, (2015), CFD Analysis of airflow optimization of the louver, National Conference Erams, 2015

Trushlyakova, V, K. Zharikova, (2017), Interaction of the gas-vapor mixture and air on the condition drainage system of space launch vehicles when filling cryogenic propellant, Procedia Engineering, 2017; 174, pp 11 – 18

Vekteris, Vladas, Andrius Styra, Vadim Mokšin, Irina Grinbergienė, Mindaugas Jurevičius, Vytautas Turla, Gyula Mester, (2018), Numerical simulation of a pulsating flow generated in an ejector, Transactions of Famena XLII-2, 2018,

https://doi.org/10.21278/TOF.42208
World Health Organization, (2014), https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/
Yu, Kuo-Pin, Hui-Chi Shih, Yen-Chi Chen, Xuan-En Yang, (2017), Effect of turbulence intensity and particle characteristics on the deposition of submicron particles enhanced by the ionic air purifier, Building, and Environment, 2017; 114, PP 166-177.