Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.12, Issue 36, June 2023

# Investigating the effect of the "sedimentation chamber" on reducing the dust pollution in house interior (Case Studies: A House in Dezful)

**Mohsen Bina[1*], Narges Zadehosein[2]**

1. *Corresponding Author,* Assistant Professor, Architectural Department, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran
2. M.A., Architectural Department, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran

**Article Info**

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
**Received:** 07 May 2022
**Revised:** 09 November 2022
**Accepted:** 21 November 2022

**Keywords**:
Sedimentation chamber, Dust, Dust purification, Dezful, Concentration of the particles, Building interior.

**ABSTRACT**

One of the most important natural hazards in the southwest is dust pollution. Dust pollution increase in recent years and became a serious problem in the region. This pollution situation in southwestern Iran is also noticeable. The continued presence of dust pollution can impose irreparable damage on the health of the community and the environment over the next few years. Therefore, it is necessary to use measures to deal with the problem. Due to the difficulty of reducing air pollution in the city and outdoors, paying attention to the indoor area will have a major contribution to health. In these circumstances, the main goal of the research is to find a solution that can remove dust from an indoor area (without applying harmful chemicals). In this research, while studying the conventional methods of dust purification, the "sedimentation chamber" method has been selected. In this research, an experimental sample of a sedimentation chamber in the house was built and tested, and from these experiments, daily data on the amount of dust collected in different spaces (Including Inside the sedimentation chamber, the research room, the adjacent room, the yard space, the amount of wind speed entering the chamber) were collected and measured. Analyzing the data collected, the results were inspected. Eventually, the effect of the sedimentation chamber has been proven in the purification of dust inside the house (in comparison with not using it). Also, the correlation between room air purification with western wind velocity (positive pressure) in 73% of cases there was a direct correlation. As a result, the use of the chamber is suggested as a way to deal with the Dust pollution in the interior of the house.

**Cite this article:** Bina, M., & Zadehosein, N. (2023). Investigating the effect of the "sedimentation chamber" on reducing the dust pollution in house interior (Case Studies: A House in Dezful). Journal of Natural Environmental Hazards, 12(36), 115-128. DOI: 10.22111/jneh.2022.42323.1901

© Mohsen Bina.
Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2022.42323.1901

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

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۲، شماره ۳۶، تیر ۱۴۰۲

# تأثیر « اتاقک سکون» در کاهش غبار هوای داخلی مسکن (مورد مطالعاتی: یک خانه در دزفول)

محسن بینا[1*]، نرگس زاده حسین[2]

۱. استادیار گروه معماری، دانشگاه صنعتی جندی‌شاپور دزفول (نویسنده مسئول)
۲. کارشناسی ارشد معماری از دانشگاه صنعتی جندی‌شاپور دزفول

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۱/۰۸/۱۸

**تاریخ پذیرش :** ۱۴۰۱/۰۸/۳۰

**واژه‌های کلیدی:**
اتاقک سکون، تصفیه غبار، معماری دزفول، غلظت غبار داخلی.

**چکیده**

پدیده‌ی گردوغبار یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در جنوب غربی ایران است که در سال‌های اخیر افزایش قابل‌توجه داشته و به‌صورت یک معضل جدی درآمده است که ادامه حضور و گسترش بیشتر این پدیده می‌تواند طی چند سال آینده آسیب‌های جبران ناپذیری بر سلامت جامعه و محیط زیست وارد کند. بنابراین، به‌کارگیری تمهیداتی جهت مقابله و رفع این مشکل ضروری به‌نظر می‌رسد. از آنجا که کاهش آلودگی هوای شهر کار دشواری است، پس توجه به هوای داخلی خانه‌ها، سهم عمده‌ای در ایجاد سلامت خواهد داشت. که هدف از این پژوهش یافتن راه‌کاری معمارانه است که بتواند هوای داخلی خانه را بدون تولید گازهای مضر تصفیه کند. سوالی که برای این پژوهش مطرح است، این است که میزان غلظت غبار در اتاقی که مجهز به اتاقک سکون است با غلظت غبار در دیگر فضاها چه تفاوت‌هایی دارد؟ در این پژوهش از بین سه روش متداول تصفیه غبار، روش استفاده از "اتاقک سکون" تعیین شده و مورد بررسی قرار گرفت که به‌صورت تجربی یک نمونه آزمایشی از این اتاقک در یک اتاق از خانه‌های دزفول تعبیه شد و مورد آزمون قرار گرفت. این آزمایش حدود یک ماه به طول انجامید. در طول این زمان میزان ته‌نشست غبارها به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شدند. با تحلیل این داده‌ها، تأثیر اتاقک سکون در تصفیه غبار فضای داخل ساختمان نسبت به عدم استفاده از آن اثبات شده است. همچنین، نتایج این داده‌ها نسبت به جهت وزش باد مشخص شده است و تأثیر آن (داده‌ها ) در ۷۳ درصد از موارد با موفقیت موجب تصفیه هوا گردیده است. در نتیجه، استفاده از اتاقک سکون به‌عنوان راه‌کاری جهت مقابله با ریزگردها در فضای داخلی ساختمان پیشنهاد شده است.

**استناد**: بینا, محسن, زاده حسین, نرگس. (۱۴۰۲). تأثیر « اتاقک سکون» در کاهش غبار هوای داخلی مسکن(مورد مطالعاتی: یک خانه در دزفول). مخاطرات محیط طبیعی, ۱۲(۳۶)، ۱۲۸-۱۱۵. DOI: 10.22111/jneh.2022.42323.1901

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© محسن بینا*، نرگس زاده حسین.

*- محسن بینا (نویسنده مسئول)
Email: bina@jsu.ac.ir

**مقدمه**

پدیده گردوغبار از سالیان بسیار دور در برخی نقاط جهان از قبیل شمال آفریقا، شمال چین، استرالیا، غرب آمریکا و خاورمیانه وجود داشته است (گیس[1]، ۲۰۱۳). از این پنج منطقه‌ی جهان، خاورمیانه بیشترین میزان تولید گردوغبار را دارد (رضا زاده[2] و همکاران، ۲۰۱۳). این پدیده ناشی از فرآیندهای فرسایش بادی و بیابان‌زایی بوده و به‌طور عمده در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان رخ می‌دهد (واگونر[3] و همکاران، ۲۰۱۰). از معضلات آلودگی هوا می‌توان به ایجاد مشکلاتی ازجمله کاهش دید افقی، بروز تصادفات جاده‌ای، اختلال در حمل‌ونقل هوایی، تأثیر بر سلامتی انسان از نظر قلبی، تنفسی، گوارشی و غیره اشاره کرد (دل انگیزان، جعفری مطلق، ۱۳۹۲). سازمان جهانی بهداشت برآورد نموده است که سالیانه بیش از سه میلیون نفر در جهان به‌علت عوارض ناشی از آلودگی هوا با مرگ زودرس جان خود را از دست می‌دهند (لدویک[4] و همکاران، ۲۰۱۵). از آن جایی که کشور ایران نیز در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است، گردوغبار از معضلات اصلی آن به شمار می‌آید (شهراینی[5] و همکاران ۲۰۱۴ ). در بخش غربی ایران نیز هر ساله به‌طور مکرر تحت تأثیر پدیده گردوغبار قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر جنبه‌های مختلفی از زندگی مردم را در این منطقه متأثر ساخته است (نبوی، و همکاران، ۱۳۹۸). شهرستان دزفول در نیمه غربی ایران است که هر ساله به میزان قابل‌توجهی مورد هجوم بادهای غبارآور قرار می‌گیرد و از این جهت مورد مطالعاتی مناسبی برای این پژوهش محسوب می‌شود.

به‌صورت عمومی سه وسیله اتاقک سکون، سیکلون و فیلتر، برای حذف غبار از هوا وجود دارد که نیازمند مصرف برق یا سوخت نیستند. در این پژوهش استفاده از اتاقک سکون مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین، در این پژوهش ضمن توجه به عوامل اقلیمی در دزفول، سعی بر آن است تا با استفاده از اتاقک سکون در ساختمان در جهت ارتقاء کیفیت هوای فضای داخلی ساختمان و مقابله با معضل ریزگردها با روش تصفیه هوا به روش غیرفعال گامی برداشته شود.

مطالعات متعددی در زمینه معرفی، کنترل و مقابله با آلودگی هوا و ریزگردها صورت گرفته است. ازجمله مواردی که می‌توان بیان نمود پژوهشی است تحت عنوان " تأثیر جهت ساختمان بر کاهش آلودگی ناشی از ریزگردها در مجموعه‌های ساختمانی" نام برد. نتیجه‌ی این پژوهش جهت‌گیری مناسب برای ساختمان و روزنه‌هایش ارائه شده است (پوردیهیمی و بینا، ۱۳۹۴). در پژوهشی دیگر، تعیین الگوی مورفولوژیک نمای مدارس در جهت کنترل نفوذ گردوغبار (نمونه موردی: دزفول) مورد بررسی قرار گرفته است (فرخیان و همکاران، ۱۳۹۹). در این پژوهش راه‌کارهایی از تصفیه طبیعی هوای داخلی مورد مطالعه قرار گرفته است. در مبحث استفاده از گیاهان، نمونه‌هایی از قبیل: کاهش میزان گردوغبار (حجه فروش نیا، خداقلی ؛ ۱۳۹۷) و " طراحی کمربند سبز جنوب غرب شهر زاهدان با رویکرد کاهش ریزگردها (گلچین و همکاران، ۱۳۹۶)" که فضای سبز را برای تصفیه هوا مورد بررسی قرار داده‌اند؛ این محققین مسائل مرتبط با معماری و فضاها را از لحاظ مقابله با آلودگی ذرات معلق در هوا بررسی نموده‌اند . همچنین می‌توان به پژوهش‌هایی ازجمله: طراحی نمای ساختمان‌هایی که آغشته به ماده خودتمیزشونده‌ی تیتانیوم دی‌اکسید است، پهبادهای مجهز به ماده پاک‌کننده‌ی دود، بیلبوردهای تصفیه کننده هوا و مواردی از این قبیل اشاره

1. GEAS
2 . Rezazadeh
3 . Waggoner
4 . Ludovic
5 . Shahraiyni

کرد که برای اصلاح برخی از آثار نامطلوب در معماری تلاش نموده‌اند (زاده حسین و تابان ۱۳۹۴). در یک دسته از پژوهش‌های دیگر، جهت مقابله با ریزگردها راهکارهای گوناگونی در مبدأ ریزگردها ازجمله: مالچ پاشی، شن پاشی، درخت‌کاری و حتی ایجاد بادشکن، پیشنهاد شده است ( سازمان محیط ملل متحد[1]، ۲۰۰۵). ولی پژوهش‌های اندکی جهت اصلاح کیفیت هوای مناطق مسکونی درگیر ریزگرد (مقصد) صورت پذیرفته است که قسمتی از این راه‌کارها در حوزه معماری و شهرسازی صورت می‌پذیرد. براین اساس شایسته است معماران با مشارکت مؤثر خود، برای رفع این معضل نهایت تلاششان را به‌کار ببرند (پوردیهیمی و بینا، ۱۳۹۳). از طرفی، معماران باید شناخت کامل از وضعیت و موقعیت جغرافیایی، جهت و وزش بادهای غالب و موسمی داشته باشند. آنها با طراحی مناسب اجزا ساختمان مانند نحوه قرارگرفتن درب و پنجره‌ها، ارتفاع سقف، دو لایه بودن پنجره‌ها، زاویه دیوارها نسبت به جهت وزش باد، مصالح فرش کف، فیلترهای جاذب آلودگی و به‌کارگیری مصالح مناسب، بهره‌گیری از روش‌های جدید مکانیکی و برقی، استفاده از گیاهان زینتی در داخل ساختمان و مواردی از این قبیل می‌توانند با معضل گردوغبار مقابله کنند (شیعه، ۱۳۹۲).

## داده‌ها و روش‌ها

روش‌های متداول تصفیه غبار شامل: اتاقک سکون: که در آن سیال (هوا) متوقف می‌شود تا ذرات سنگین هوا ته-نشست شوند (رسوب). سیکلون‌ها: در این روش با استفاده از خاصیت نیروی گریز از مرکز ذرات سنگین را از هوا (سیال) جداسازی می‌کنند، فیلترهای پارچه‌ای: فیلترها ذرات با حجم بزرگ‌تر از استاندارد را از هوا جدا می‌کنند، جمع‌کننده‌های مرطوب: در این روش ذرات با مرطوب شدن بسیار سنگین‌تر می‌شوند و به‌سرعت ته‌نشست می‌کنند و رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک: که با خاصیت الکتریسیته ذرات قطب‌دار هوا را جذب کاتدهای غیر هم نام می‌کنند.

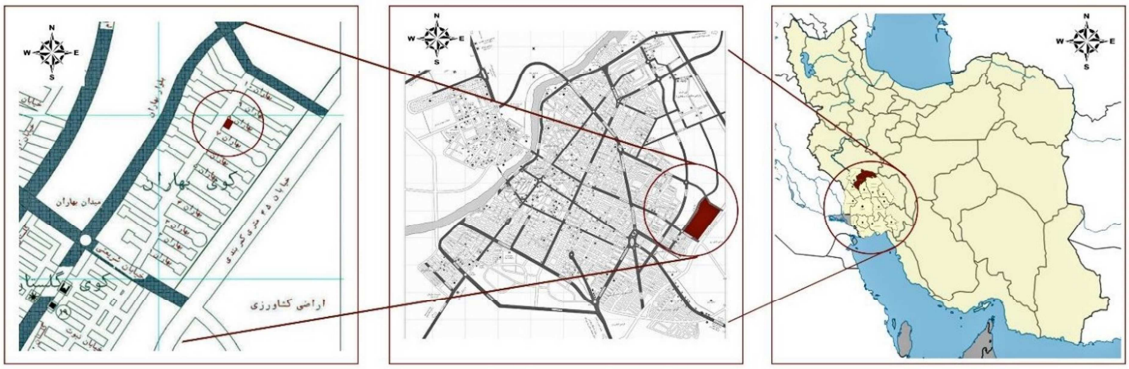
در این مقاله شیوه‌ی "اتاقک سکون" با توجه به محدوده‌ی زمانی و تطابق پذیری‌اش با ساختمان انتخاب شده است. گفتنی است در کتب مختلف از این روش به نام‌های دیگری همچون: اتاقک رسوب‌دهی وزنی، اتاقک ته‌نشین ثقلی نیز نام برده شده است. این روش که بر مبنای نیروی ثقل عمل می‌کند، در محفظه اتاقکی که تقریبا جریان هوا وجود ندارد و سرعت باد به صفر نزدیک می‌شود، این امکان به‌وجود می‌آید که ذرات معلق در هوا در آن آرامش نسبی بگیرند و با استفاده از نیروی ثقل قادر به ته‌نشینی در کف اتاقک شوند؛ به این ترتیب هوا تصفیه و عاری از غبار شود. بررسی صحت عملکرد این اتاقک در نشست ذرات غبار و خروج هوای پاک به درون اتاق، مهم‌ترین بحث این پژوهش است.

### الف) بستر پژوهش

در این پژوهش آزمایش‌ها در فضای داخلی یک خانه در دزفول (به‌عنوان مورد مطالعاتی) با مشخصات شکل‌های ۱ و ۲ که موقعیت قرارگیری آن را در ایران و شهر دزفول نشان می‌دهد، به‌صورت واقعی طراحی و نمونه‌برداری شده‌اند. برای سنجش ذرات با توجه به محدودیت دستگاه‌های موجود و مطابق پژوهش پوردیهیمی و بینا (۱۳۹۳)، از شیوه

[1]. United Nations Environment

کدورت‌سنجی سوسپانسیونِ آب مقطر و غبارهای جمع‌آوری‌شده، با [۱]، در مکان آزمایشگاه مرکز بهداشت دانشگاه علوم پزشکی دزفول استفاده شده است[۲]. وضعیت روزانه غبار تصفیه‌شده در اتاقک بر حسب «میزان ذرات جمع‌آوری-شده بر سطوح افقی برحسب میکروگرم بر مترمربع در واحد زمان اندازه‌گیری شد.




**شکل ۱: از راست به چپ، موقعیت شهر دزفول در کشور ایران، موقعیت منطقه بهاران در شهر دزفول، موقعیت ساختمان در منطقه بهاران.** *منبع نگارنده*



**شکل۲: محل پژوهش واقع در منطقه بهاران، دزفول.**

### ب) مشخصات اتاقک سکون

در آزمایش‌های این پژوهش یک محفظه مکعب مستطیلی با طول، عرض و ارتفاعِ به ترتیب (۶۰×۳۰×۲۴۰) سانتی‌متر از جنس چوب با ضخامت ۱۶ میلی‌متر، به‌عنوان اتاقک سکون ساخته شد[۳] (برای تعیین ابعاد آن، محاسبه‌های لازم در طراحی، مانند میزان دبی هوای تازه مورد نیاز برای یک اتاق که معمولا از درزِ در و پنجره تأمین می‌گردد، سوراخ‌هایی برای ورودی و خروجی جهت تأمین این میزان دبی تعیین شده و... انجام گردید.[۴] سپس ابعاد

---

۱- دستگاه Hach مدل Q۲۱۰۰

۲ - البته در سال۱۳۹۹ فرخیان، وثیق و دیده‌بان نیز در پژوهش‌شان از همین روش برای اندازه‌گیری‌ها استفاده نموده‌اند.

۳ - البته جهت ساخت غیر آزمایشی لازم است با اجزای ساختمانی ساخته شود.

۴ - این محاسبات شامل جمع مساحت کل بازشوهای پنجره به‌صورت متعارف می‌باشدکه با سطح مقطع در ورودی و خروجی اتاقک سکون مساوی است.

مختلف پیشنهادی برای اتاقک تحلیل‌شده و در نهایت به ارقام و نتیجه قابل‌قبول رسیده است). بعد این اتاقک در کنار پنجره‌ی اتاق قرار داده شد تا بتواند هوایی را که معمولا از درز پنجره به داخل نشت می‌کرده، ابتدا تصفیه کند سپس وارد اتاق نماید. در این اتاقک دو سوراخ در ۲ سمت جداره اتاقک با قطر ۶ سانتی‌متر تعبیه شد. یک سوراخ به‌عنوان ورودی در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر مرتبط با هوای بیرون و دیگری سوراخ خروجی در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری مرتبط با هوای اتاق در دو گوشه قطری مکعب با بیشترین فاصله ممکن (۲۳۰ سانتی‌متر) از هم ایجاد شد تا در فاصله طولانی این ورود و خروج بهتر فرصت ته‌نشست غبار حاصل شود. در این فاصله ۲۳۰ سانتی‌متر به‌دلیل سطح مقطع زیاد اتاقک، سرعت جریان هوا حدوداً ۱۰۰ مرتبه از سرعت آن در محل سوراخ ورودی کمتر می‌شود.[۱] همچنین بازشوهایی روی جداره آن تعبیه شد که ظرف‌های نمونه‌برداری درون اتاقک قرار داده شوند (تا دقیق‌تر مجموع ذرات ته‌نشست‌شده محاسبه شوند ). جهت مشخص شدن تفاوت نشست غبار در مناطق مختلف اتاقک از سه نقطه‌ی متفاوت برای نمونه‌برداری استفاده شده است: ۱-کنار ورودی، ۲-کنار خروجی، ۳-وسط اتاقک (شکل ۳ ). همچنین ظرف‌هایی در داخل اتاق دارای اتاقک سکون، اتاق شاهد[۲] و حیاط نیز برای نمونه‌براری قرار داده شد.




**شکل۳سمت راست: نمایی از اتاقک سکون واقع در اتاق. سمت چپ: جای گذاری ظرف نمونه‌برداری**

برای نمونه‌برداری، تهیه‌ی یک جدول که در ستون‌های آن کد ظرف، محل قرارگیری ظرف، زمان شروع و پایان و ستون دیگر برای ثبت داده‌های دستگاه آزمایشگاهی نوشته شده باشد، لازم است (جدول ۱). با قرارگیری ظرف‌های نمونه‌براری در اتاقک سکون به مدت ۲۴ ساعت، امکان معین شدن میزان رسوب این غبار در واحد سطح به‌وجود می‌آمد. برای اندازه‌گیری این رسوبات، ابتدا به‌وسیله یک پیمانه ثابت آب مقطر مرطوب می‌شدند تا سوسپانسیونی از ترکیب آب‌وخاک تهیه شود؛ سپس با محفظه‌ای مخصوص به آزمایشگاه حمل می‌شدند.

### ج) ابزار اندازه‌گیری

کدورت‌سنج (شکل ۴سمت چپ) که برای اندازه‌گیری میزان کدر بودن آب و مقایسه آن با استاندارد استفاده می‌شود. پس از انجام آزمایش‌های مرحله قبل هر سوسپانسیونِ نمونه را درون سل[۳] ریخته و آن را درون دستگاه قرار

---

۱ _ هرگاه در مسیر سیالی سطح مقطع لوله ۱۰۰ برابر شود، سرعت سیال صد مرتبه کمتر می‌شود.

۲ - به جهت ایجاد امکان مقایسه، اتاق مجاورِ اتاق آزمایش به‌عنوان شاهد انتخاب شده است.

۳ - نام ظرف مخصوص دستگاه کدورت‌سنج.

می‌دهیم. عدد قرائت‌شده روی دستگاه میزان کدورت را[1] بیان می‌نماید که برای هر ظرف در جدول مخصوص ثبت می‌شود.

بادسنج (شکل ۴سمت راست): برای بررسی وجود احتمالی رابطه میزان غبار ته‌نشین‌شده با جریان باد عبوری ( باد وزیده‌شده) در طول مدت آزمایش، هر ۳ ساعت یک بار میزان سرعت باد در فضای بیرون با استفاده از دستگاه بادسنج اندازه‌گیری شد.



**شکل ۴: دستگاه سرعت‌سنج باد ( سمت راست) و دستگاه کدورت‌سنج (سمت چپ)**

## برداشت نمونه و یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، اندازه‌گیری میزان غبار به‌صورت روزانه صورت گرفت. داده‌هایی که در این پژوهش مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفته‌اند، عبارتند از: متغیر مستقل: جهت وزش باد به جبهه‌ی مورد نظر (منطقه فشار مثبت یا فشار منفی) و متغیرهای وابسته شامل: الف) میزان غبار رسوب‌یافته (تصفیه غباری) که در اتاقک سکون اتفاق می‌افتد و به‌صورت روزانه تهیه شده است. ب) تفاوت مقدار غبار نشست یافته در اتاق آزمایش و اتاق شاهد که به‌صورت روزانه گزارش شده است.

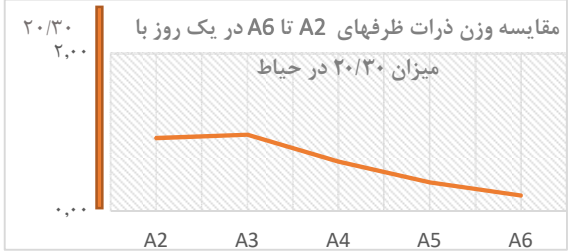
### الف) برداشت میزان ته‌نشست

جهت برداشت میزان ته‌نشست ذرات غبار، در ابتدا به مدت سه روز از ۳۰ام تیر تا یکم مرداد سال ۱۳۹۶، برداشت و اندازه‌گیری برای آزمایش‌های مقدماتی در آزمایشگاه انجام شد. سپس از ۲ام مرداد ، برداشت و اندازه‌گیری آزمایش‌های اصلی از غبار نشست‌یافته در اتاقک سکون آغاز شد. این کار تا ۲۵ام مردادماه ادامه یافت. تمامی داده‌ها با واحد دستگاه کدورت‌سنج بر حسب NTU ثبت و جمع‌آوری شده است.

در هر برداشت که به‌صورت روزانه و به مدت ۲۴ ساعت انجام پذیرفته، غبارهای هر ظرف نمونه‌برداری ثبت و باهم مقایسه شده‌اند. نمونه‌ای از این داده‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است. سپس تمام اطلاعات به این روش صورت پذیرفته و به‌صورت یکجا در جدول ۲ آورده شده است.

[1] - بر حسب NTU واحد مخصوص دستگاه کدورت‌سنج که در این پژوهش با عملیات کالیبراسیون به واحدهای غلظت تبدیل شده است که در مراحل بعد برای مقایسه از صورت و مخرج کسر ساده می‌شود.

**جدول۱: نمونه آمارگیری ذرات غبار درفضاهای مختلف به مدت زمان ۲۴ ساعت**

| زمان | کد | محل قرارگیری ظرف | | (NTU) | نمودار وضعیت ذرات غبار در فضاهای مختلف |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲مرداد۹۶ | A۱ | حیاط | | ۲۰/۳۰ |  |
| ۱۰:۰۰ | A۲ | اتاقک سکون | مجاور ورودی | ۰/۹۳ | |
| الی | A۳ | | وسط اتاقک | ۰/۹۷ | |
| ۳مرداد۹۶ | A۴ | | مجاور خروجی | ۰/۶۳ | |
| ۱۰:۰۰ | A۵ | شاهد | | ۰/۳۷ | |
| | A۶ | د اخل اتاق | | ۰/۲ | |



**جدول ۲: آمار روزانه میزان غبار ته‌نشین‌شده در ظرف‌های نمونه‌گیری برحسب NTU**

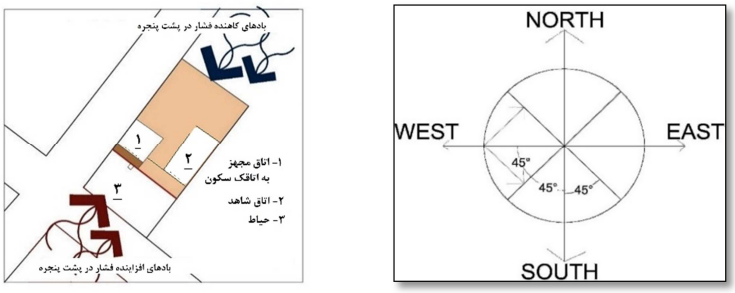
| کد | طول زمان برداشت | | | حیاط | اتاقک سکون | | | اتاق شاهد | داخل اتاق | تفاوت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | مجاور ورودی | وسط اتاقک | مجاور خروجی | (اتاق مجاور) | آزمایش | (آزمایش)- (مجاور) |
| A | ۹۶/۵/۲ | تا | ۹۶/۵/۳ | ۲۰,۳ | ۰,۹۳ | ۰,۹۷ | ۰,۶۳ | ۰,۳۷ | ۰,۲ | ۰,۱۷ |
| B | ۹۶/۵/۳ | تا | ۹۶/۵/۴ | ۱۰۵,۳ | ۱,۵۶ | ۱,۰۶ | ۱,۰۳ | ۰,۵۷ | ۰,۳۶ | ۰,۲۱ |
| C | ۹۶/۵/۴ | تا | ۹۶/۵/۵ | ۳۷,۶ | ۱,۳ | ۱,۳۴ | ۰,۶۴ | ۰,۶۸ | ۰,۵ | ۰,۱۸ |
| D | ۹۶/۵/۵ | تا | ۹۶/۵/۶ | ۲۰,۸ | ۱,۶۶ | ۱,۳۴ | ۰,۵۷ | ۰,۷۵ | ۰,۴۲ | ۰,۳۳ |
| E | ۹۶/۵/۶ | تا | ۹۶/۵/۷ | ۱۸,۴ | ۰,۶۵ | ۰,۴۸ | ۰,۴۹ | ۰,۵ | ۰,۴۲ | ۰,۰۸ |
| F | ۹۶/۵/۷ | تا | ۹۶/۵/۸ | ۲۰,۹۸ | ۰,۸ | ۰,۵۶ | ۰,۵۸ | ۰,۴۹ | ۰,۳ | ۰,۱۹ |
| G | ۹۶/۵/۸ | تا | ۹۶/۵/۹ | ۶,۲۵ | ۰,۶۱ | ۰,۴ | ۰,۴۶ | ۰,۵۴ | ۰,۳۷ | ۰,۱۷ |
| H | ۹۶/۵/۱۲ | تا | ۹۶/۵/۱۳ | ۷,۴۸ | ۰,۸ | ۰,۶۴ | ۰,۵۲ | ۰,۴۶ | ۰,۳۵ | ۰,۱۱ |
| I | ۹۶/۵/۱۳ | تا | ۹۶/۵/۱۴ | ۱۵,۴ | ۱ | ۱,۲۳ | ۱,۰۵ | ۰,۷۵ | ۰,۴۱ | ۰,۳۴ |
| J | ۹۶/۵/۱۴ | تا | ۹۶/۵/۱۵ | ۱۱,۵ | ۰,۸۱ | ۰,۷۱ | ۰,۷۳ | ۰,۷ | ۰,۶۵ | ۰,۰۵ |
| K | ۹۶/۵/۱۵ | تا | ۹۶/۵/۱۶ | ۲۰,۱ | ۰,۴۷ | ۰,۴۵ | ۰,۴ | ۰,۴۳ | ۰,۳۶ | ۰,۰۷ |
| L | ۹۶/۵/۱۸ | تا | ۹۶/۵/۱۹ | ۲۶,۵ | ۰,۶۷ | ۰,۳۹ | ۰,۴۲ | ۰,۶۶ | ۰,۳۸ | ۰,۲۸ |
| M | ۹۶/۵/۱۹ | تا | ۹۶/۵/۲۰ | ۸,۱ | ۰,۶۵ | ۰,۵۴ | ۰,۵۱ | ۰,۵۳ | ۰,۴۸ | ۰,۰۵ |
| N | ۹۶/۵/۲۰ | تا | ۹۶/۵/۲۱ | ۱۲,۵ | ۰,۶۶ | ۰,۵۱ | ۰,۴۶ | ۰,۵۸ | ۰,۴ | ۰,۱۸ |
| O | ۹۶/۵/۲۲ | تا | ۹۶/۵/۲۳ | ۱۲,۴ | ۰,۶۹ | ۰,۵۶ | ۰,۴۲ | ۰,۸۶ | ۰,۴۶ | ۰,۴ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | ۹۶/۵/۲۳ | تا | ۹۶/۵/۲۴ | ۳۳,۲ | ۱,۲۱ | ۰,۷۱ | ۰,۷۳ | ۰,۶۸ | ۰,۶ | ۰,۰۸ |
| Q | ۹۶/۵/۲۴ | تا | ۹۶/۵/۲۵ | ۳۱,۵ | ۰,۵۶ | ۰,۴۵ | ۰,۴۷ | ۰,۵۲ | ۰,۴۲ | ۰,۱ |

**ب) داده‌های باد وزیده‌شده**

باد، یکی از کمیت‌هایی است که در کاهش یا تشدید غلظت آلاینده‌های هوا نقشی اساسی دارد (وارک، ۱۹۷۲) و (هاشمی پرپنچی و همکاران، ۱۳۹۷). اگرچه باد موجب نشر ریزگرد می‌شود، ولی به‌عنوان یک فرصت به آن می‌توان نظر کرد (حیدری، داوطلب، ۱۳۹۹). در حالت کلی هنگام برخورد باد به یک ساختمان، جریان مستقیم هوا در اطراف و بالای ساختمان شکسته و پخش می‌شود. هنگامی که باد به‌طور عمودی بر یک ساختمان مربع و یا مستطیل شکل می‌وزد، دیوارهای مقابل باد تحت فشارمثبت و دیوارهای پشت به باد تحت مکش یا فشار منفی قرار می‌گیرند. درصورتی که باد مایل به ساختمان بوزد، سطوح مقابل باد تحت فشار و دو سطح دیگر تحت فشار منفی هوا قرار خواهند گرفت (قربانیان، شکیبا منش، ۱۳۸۴). گفتنی است که بادهای غالب در دزفول از غرب و جنوب غرب می‌وزند. بادهای شرقی بادهای مطلوب و تهویه‌گر می‌باشند (پور دیهیمی و بینا، ۱۳۹۳). در این پژوهش روی ساختمان مورد نظر، بادهای وزیده‌شده به بنا، هر ۳ ساعت از آمارهای ایستگاه هواشناسی صفی‌آباد دزفول و همچنین با استفاده از دستگاه بادسنج به‌صورت روزانه برداشت و با داده‌های میزان غبار نشست‌یافته در همان روز مقایسه شده است تا روشن شود که میزان غبار ته‌نشست‌شده در فضای داخل، با سرعت و جهت باد چه رابطه‌ای داشته است. در ابتدا لازم است تا جهت وزش باد را نسبت به جهت‌گیری ساختمان مورد نظر تطبیق داده، سپس زاویه انحراف و میزان سرعت باد مؤثر در بنا را تعیین کرد. در رابطه با میزان ته‌نشست ذرات در اتاقک سکون نیز با توجه به سرعت و جهت باد که در منطقه فشار مثبت یا منفی واقع شده است، می‌توان نتایج لازم را کسب کرد.

برای تعیین زاویه انحراف باد، ابتدا جهت‌گیری ساختمان مورد نظر را به‌دست آورده، سپس زاویه آن با محورهای اصلی جغرافیایی تعیین شده است که طبق بررسی‌ها، این ساختمان مطابق با شکل ۵ زاویه ۴۵ درجه به سمت غرب دارد. پس از به‌دست‌آوردن آمار ایستگاه هواشناسی، برای یافتن سرعت و جهت باد در روز و مطابق پژوهش پوردیهیمی و بینا (۱۳۹۳)، لازم است تا این میزان سرعت نسبت به هر دیوار بنا محاسبه شود. ازآنجایی‌که هدف ما رابطه ته‌نشست ذرات در اتاقک سکون با میزان سرعت باد است، بنابراین جبهه‌ی اصلی ما برای محاسبه سرعت باد، جبهه‌ایی است که ورودی هوا برای اتاقک سکون قرار دارد. بنابراین لازم است تا بادهایی که نسبت به این جبهه وزیده شده مورد بررسی قرار گرفته و به این نکته توجه شود که این دیوار ساختمان در ۲۴ ساعت به چه میزان تحت فشار مثبت (بادهایی که از روبرو و مستقیم به پنجره اتاق مورد نظر می‌وزند) و چه میزان در منطقه‌ی فشار منفی (بادهایی که از پشت ساختمان) قرار گرفته شده است. پس محاسبات ما روی دو جبهه صورت می‌گیرد: جبهه‌ای که ورودی اتاقک سکون قرار دارد (جنوب غربی) و جبهه‌ی مقابل یعنی شمال شرقی.




**شکل۵ سمت چپ: دو جبهه مؤثر برای محاسبه سرعت باد و تعیین محدوده‌ی فشار مثبت و منفی. سمت راست: نمایش روابط مثلثاتی مسیر بادهایی که از جهت‌های مختلف جغرافیایی می‌وزند.**

با توجه به شکل ۵ و روابط مثلثاتی، می‌توان بادهایی که از سمت غرب و جنوب می‌وزند را به جبهه‌ی مؤثر در منطقه فشار مثبت یعنی جنوب غربی تبدیل کرد که برای این منظور از COS α یعنی45 COS درجه برای این تبدیل استفاده شده است. همچنین بادهایی که از سمت شمال و شرق می‌وزند جهت تأثیر آن برای محاسبه منطقه فشار منفی یعنی شمال شرقی از همین روش استفاده شده است. باید توجه داشت بادهایی که از سمت شمال غربی و جنوب شرقی می‌وزند ازآنجایی‌که میزان COS α =0 است و باد موازی با جبهه‌های مورد نظر است، بنابران در این ساختمان بسیار ناچیز بوده و صفر در نظر گرفته می‌شود. ازآنجایی‌که تمام داده‌های غبار به‌صورت روزانه ثبت شده، پس برای سرعت باد نیز باید ۲۴ ساعت محاسبه گردد. بنابراین، آماری که به‌صورت هر سه ساعت از هواشناسی دریافت شده را در مدت زمان فواصل آنها یعنی ۳ ساعت ضرب کرده تا سرعت باد در مدت ۲۴ ساعت تعیین شود. سپس با توجه به جهت باد، فشار مثبت یا منفی نیز تعیین می‌شود. در انتها، مجموع ساعات فشار باد به‌صورت جداگانه بررسی شده و رابطه آن با میزان نشست ذرات بررسی شده است. در جدول ۳ نمونه‌ای از محاسبات نشان داده شده است. سپس تمام داده‌ها به‌صورت یکجا برای طول مدت انجام پژوهش در جدول ۴ آورده شده است.

**جدول۳: نمونه آمارگیری روزانه سرعت و جهت باد (۲ الی ۳ مرداد ۱۳۹۶)**

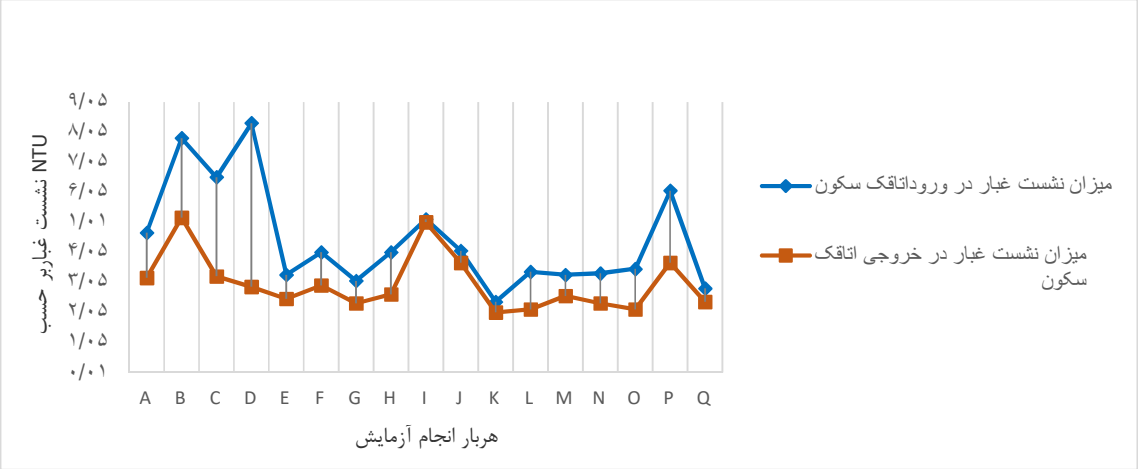
| ساعت | جهت باد | سرعت باد(m /s) | باد مؤثر در جبهه مورد نظر | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | طبق آمار هواشناسی | محاسبات v×h ×cosα | ازمنطقه فشار مثبت | از منطقه فشار منفی |
| 10:30 - 13:30 | جنوب غربی | 3.00 | 3.00 × 3 × cos0 =9.00 | 9.00 | |
| 13:30 - 16:30 | جنوب غربی | 5.00 | 5.00 × 3 × cos0 =15.0 | 15.00 | |
| 16:30 - 19:30 | غربی | 7.00 | 7.00 × 3 × cos45 =14.7 | 14.7 | |
| 19:30 - 22:30 | شمال غربی | 4.00 | 4.00 × 3 × cos90 =0.0 | | |
| 22:30 - 01:30 | غربی | 10.00 | 10.00 × 3 × cos45 =21.0 | 21.00 | |
| 01:30 - 04:30 | شمالی | 5.00 | 5.00 × 3 × cos - 45 = -10.5 | | ۱۰،۵ |
| 04:30 - 07:30 | شمال غربی | 8.00 | 8.00 × 3 × cos90 =0.0 | | |
| 07:30 - 10:30 | شمال غربی | 10.00 | 10.0 × 3 × cos90 =0.0 | | |
| جمع | | 52.00 | | 59.70 | 10.50 |

**جدول۴: آمار روزانه مجموع سرعت باد وزیده‌شده برجبهه مورد نظر و تعیین منطقه فشار مثبت یا منفی**

| تاریخ | | | مجموع سرعت باد طبق آمار هواشناسی هر۳ ساعت | مجموع سرعت باد در ۲۴ ساعت بر حسب (m/s) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | فشار مثبت | فشار منفی |
| ۹۶/۵/۲ | تا | ۹۶/۵/۳ | ۵۲ | ۵۹/۷۰ | ۱۰/۵۰ |
| ۹۶/۵/۳ | تا | ۹۶/۵/۴ | ۵۶ | ۱۰۰/۶ | ۰ |
| ۹۶/۵/۴ | تا | ۹۶/۵/۵ | ۴۱ | ۵۴/۶۰ | ۱۸ |
| ۹۶/۵/۵ | تا | ۹۶/۵/۶ | ۲۳ | ۱۴/۴۰ | ۳۵/۷۰ |
| ۹۶/۵/۹ | تا | ۹۶/۵/۱۰ | ۲۵ | ۲۱ | ۱۱/۱۰ |
| ۹۶/۵/۱۰ | تا | ۹۶/۵/۱۱ | ۲۳ | ۲۴/۳۰ | ۱۸/۹۰ |
| ۹۶/۵/۱۱ | تا | ۹۶/۵/۱۲ | ۳۱ | ۵۴/۳۰ | ۲۱/۶۰ |
| ۹۶/۵/۱۲ | تا | ۹۶/۵/۱۳ | ۲۸/۵۰ | ۳۴/۹۵ | ۱۵/۳۰ |
| ۹۶/۵/۱۳ | تا | ۹۶/۵/۱۴ | ۳۳ | ۵۹/۱۰ | ۲۱ |
| ۹۶/۵/۱۴ | تا | ۹۶/۵/۱۵ | ۳۲ | ۴۴/۱۰ | ۳ |
| ۹۶/۵/۱۵ | تا | ۹۶/۵/۱۶ | ۳۰ | ۵۵/۸۰ | ۱۰/۵۰ |
| ۹۶/۵/۱۸ | تا | ۹۶/۵/۱۹ | ۳۱ | ۳۲/۱۰ | ۱۹/۵۰ |
| ۹۶/۵/۱۹ | تا | ۹۶/۵/۲۰ | ۲۵ | ۱۲ | ۱۹/۵۰ |
| ۹۶/۵/۲۰ | تا | ۹۶/۵/۲۱ | ۲۵ | ۱۸/۹۰ | ۲۳/۸۰ |
| ۹۶/۵/۲۲ | تا | ۹۶/۵/۲۳ | ۲۳ | ۴۲ | ۶/۳۰ |
| ۹۶/۵/۲۳ | تا | ۹۶/۵/۲۴ | ۳۴ | ۲۹/۴۰ | ۳۹/۳۰ |
| ۹۶/۵/۲۴ | تا | ۹۶/۵/۲۵ | ۲۸ | ۲۸/۸۰ | ۲۹/۴۰ |

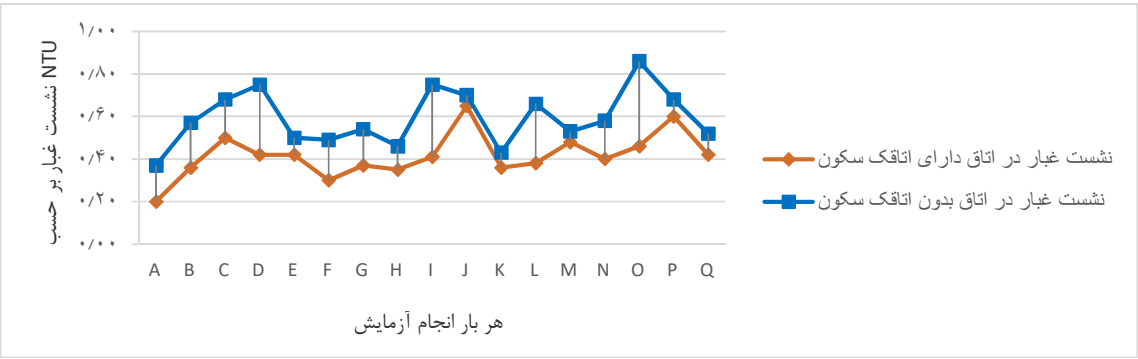
## نتایج و بحث

برای بررسی صحت کارکرد اتاقک سکون، میزان ذرات غبار در کل اتاقک مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این صورت که در ابتدای ورودی اتاقک سکون میزان نشست ذرات غبار نسبت به خروجی آن مقایسه شده است. با بررسی نمودار شماره ۱ که ترکیب دو منحنی میزان ته‌نشست ذرات غبار مجاور ورودی هوا در اتاقک سکون و میزان ذرات غبار مجاور خروجی هوا در اتاقک سکون را نشان می‌دهد، در طول مسیر اتاقک از ورودی تا خروجی هوا، میزان ذرات غبار کاهش یافته است. این نشان‌دهنده ته‌نشست غبار در بدو ورود است که این روند صحت عملکرد اتاقک سکون را اثبات می‌کند.



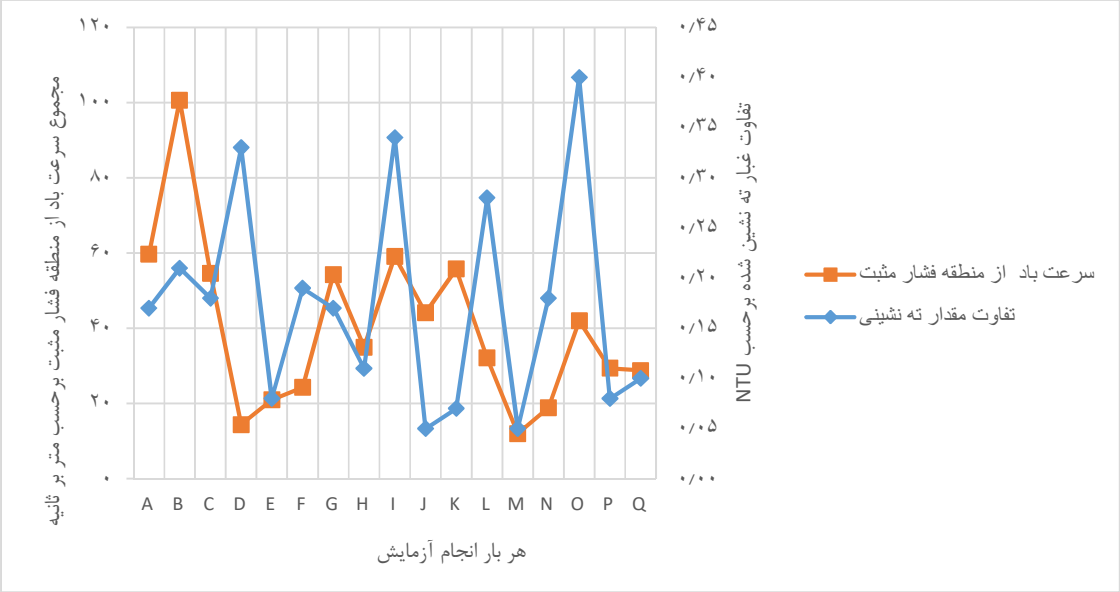

**نمودار۱: مقایسه ته‌نشست غبار در ورودی و خروجی اتاقک سکون**

همچنین برای تأثیر اتاقک سکون در طراحی‌های فضای داخلی ساختمان نیز تمام داده‌ها با هم مقایسه شده و این نشان می‌دهد که میزان ذرات غبار در فضای داخلی اتاقی که دارای اتاقک سکون بوده، نسبت به اتاقی که بدون اتاقک است، کمتر بوده است. نمودار شماره۲ ترکیب دو منحنی، میزان غبار در فضای اتاق دارای اتاقک سکون و میزان غبار در فضای اتاق بدون اتاقک را نمایش می‌هد.




**نمودار۲: مقایسه نشست غبار در اتاق دارای اتاقک سکون و اتاق بدون اتاقک سکون**

از طرفی مقایسه تفاوت مقدار غبار نشست‌یافته در اتاق آزمایش و اتاق شاهد (جدول ۱) با سرعت باد در وضعیت مثبت فشار در پشت پنجره (جدول ۲)، مبین رابطه مهمی در پژوهش است. چنان که در نمودار شماره ۳ ترکیب دو منحنی باد وزیده‌شده از منطقه فشار مثبت و ته‌نشست نشان می‌دهد؛ از ۱۵ بار مقایسه در ۱۱ مرتبه با افزایش سرعت باد افزایش اختلاف ته‌نشست حاصل شده ( شایان ذکر است کاهش ته‌نشست در اتاق به معنی کاهش غبار در هوا می‌باشد) و چهار مرتبه این تغییر رابطه معکوس داشته است. پس در بیش از ۷۳ درصد از مواقع رابطه بهبود کارکرد اتاقک سکون به رابطه مستقیم سرعت باد از جهت فشار مثبت بستگی دارد.




**نمودار۳: مقایسه مجموع سرعت باد از منطقه فشار مثبت (در ۲۴ ساعت) و مقدار تفاوت ته‌نشست‌های فضای بدون اتاقک سکون و با اتاقک سکون.**

در انتها برای مشخص شدن مقدار بهبود هوا در اثر استفاده از اتاقک سکون، میزان اختلاف به‌دست‌آمده برحسب NTU به میکروگرم در متر مربع تبدیل می‌گردد. روش متداول این تبدیل برای دستگاه کدورت‌سنج، کالیبراسیون می‌باشد که معادله ۱ طبق آزمایش (در آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی دزفول) به‌دست‌آمده است (بینا ۱۳۹۴).

$$Y = ۰.۰۰۱۵X + ۰.۰۱۰۱ \quad (۱)$$

در این معادله Y چگالی سوسپانسیون برحسب میکروگرم در سی‌سی می‌باشد و X معرف کدورت آن است که بدین ترتیب وزن غبار ته‌نشست‌شده در هر ظرف نمونه‌برداری مشخص می‌شود. با میان‌گیری ارقام کدورت‌های جدول ۲، میانگین کدورت اتاق آزمایش ۰/۴۲ و اتاق شاهد ۰/۵۹ محاسبه شده که با استفاده از معادله ۱ وزن غبار جمع‌آوری-شده هرکدام روزانه ۰/۰۰۶۵ و ۰/۰۰۹۲ میکروگرم بوده که با احتساب مساحت درب ظرف (۷۹/۳۲ سانتی‌متر مربع)، می‌توان گفت مقدار غبار نشست‌یافته روزانه در کف اتاق‌ها به ترتیب ۸۲۳/۳۷ میکروگرم در متر مربع و ۱۱۵۶/۶۴ میکروگرم در متر مربع بوده است؛ بدین معنی که استفاده از اتاقک سکون تفاوتی معادل ۳۳۳/۲۷ میکروگرم در متر مربع حاصل نموده است.

## نتیجه‌گیری

با نمودارها و جداول تهیه‌شده در یافته‌های این مقاله، تأثیر کارکرد اتاقک سکون در تصفیه غبار فضای داخل ساختمان نسبت به عدم استفاده از آن اثبات شده است؛ به این ترتیب که میزان غلظت ذرات در انتهای اتاقک سکون نسبت به ابتدای ورود هوا در اتاقک سکون کاهش یافته است که این نشان دهنده‌ی صحت کارکرد اتاقک سکون

می‌باشد زیرا با ورود هوای آزاد به اتاقک به‌دلیل داشتن غبار زیاد در بخش ابتدایی بیشترین ته‌نشست حاصل‌شده و به‌تدریج که هوا تصفیه می‌شود در بخش انتهایی کمترین ته‌نشست‌ها به‌وقوع پیوسته است. به این ترتیب با ته‌شست ذرات غبار هوای ورودی، این هوا خالی از غبار و تصفیه می‌گردد. به همین دلیل اتاقی که دارای اتاقک سکون بوده هوای پاک‌تری نسبت به اتاق‌های دیگر ( نمونه شاهد) داشته است و این در تمام روزهای اندازه‌گیری‌شده اثبات شده است. از طرفی، میزان تفاوت ته‌نشست اتاق آزمایش‌شده و فضای شاهد (مجاور) با سرعت باد وزیده‌شده به جبهه مورد نظر ( فشار مثبت) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از آن است که در ۷۳ درصد از مواقع اندازه‌گیری-شده، رابطه افزایش سرعت باد فشار مثبت تأثیر مستقیم بر میزان تفاوت ته‌نشست اتاق آزمایش‌شده و فضای شاهد داشته است. به این صورت، استفاده از اتاقک سکون به‌عنوان راهکاری جهت مقابله با ریزگردها در فضای داخلی ساختمان پیشنهاد می‌شود.

## تقدیر و تشکر

در اینجا مراتب تشکر و قدردانی از دانشگاه علوم پزشکی دزفول برای در اختیار قراردادن آزمایشگاه اعلام می‌گردد.

## منابع

بینا، محسن. (۱۳۹۴). پایان‌نامه دکتری به راهنمایی استاد شهرام پوردیهیمی، با عنوان: بررسی راه‌کارهای کنترل ریزگردهای هوا در معماری (مورد مطالعاتی: منطقه دزفول)، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

پوردیهیمی، شهرام؛ محسن، بینا. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر جهت ساختمان بر کاهش آلودگی ناشی از ریزگردها در مجموعه‌های ساختمانی (موردمطالعاتی: بناهای شهر دزفول)، دوفصلنامه معماری ایرانی، دوره۳، شماره ۶، ۴۱-۶۳.

حجه فروش نیا، شیلا؛ خداقلی، مرتضی. (۱۳۹۷). بررسی وضعیت گیاه دارویی خارشتر در جهت کاهش مخاطرات گردوغبار (مطالعه موردی: دشت سگزی اصفهان). کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی؛ دوره ۶، شماره ۱، صفحه ۳۳ تا صفحه ۴۹.

حیدری، ابوالفضل؛ داوطلب، جمشید. (۱۳۹۹). بررسی و شناخت اثر خارخانه بر میزان سرعت باد در مسکن بومی سیستان. جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای، دوره ۱۰، شماره ۳۵، صفحه ۴۹ تا صفحه ۶۴.

دل‌انگیزان، سهراب؛ جعفری مطلق، زینب. (۱۳۹۲). بررسی اثر ریزگرد بر میزان بستری و مرگ و میر بیماران قلبی و تنفسی (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)، شش ماهه اول سال‌های (۱۳۹۰-۱۳۸۹) سلامت و محیط زیست. دوره۶، شماره۱، صفحه ۶۵-۷۶.

دونورز، نوئل. (۱۳۸۰). مهندسی کنترل آلودگی هوا. ترجمه: ایوب ترکیان و کتایون نعمت‌پور. نشر دانشگاه صنایع و معادن ایران. تهران، ۳۷۱ صفحه.

زاده حسین، نرگس؛ تابان، محسن. (۱۳۹۴). کاربرد فن‌آور نانوفتوکاتالیست در پوسته‌های هوشمند ساختمان‌ها جهت مقابله با ریزگردها، اولین کنفرانس بین‌المللی گردوغبار، ۶۶۶– 672 .

شیعه، اسماعیل. (۱۳۹۲). هوای پاک، انجمن مفاخر معماری ایران، مقالات معماری و شهرسازی، از سایت URL: http://ammi.ir

غفاری، دیمن؛ مصطفی زاده، رئوف. (۱۳۹۴). بررسی منشأ، اثرات و راهکارهای پدیده گردوغبار در ایران. نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی. دوره چهارم. شماره دوم ۱۲۵- ۱۰۷ .

فرخیان، فاطمه؛ وثیق، بهزاد؛ دیده‌بان، محمد. (۱۳۹۹). تعیین الگوی مورفولوژیک نمای مدارس در جهت کنترل نفوذ گردوغبار (نمونه موردی: دزفول). مخاطرات محیط طبیعی. دوره ۹، شماره ۲۶، صفحه ۱۸۵-۲۰۲.

قربانیان، مهشید؛ شکیبا منش، امیر. (۱۳۸۴). تنظیم شرایط محیطی: اصول و مبانی اقلیم‌شناسی. ناشر: هله طحان، تهران. صفحه344.

گلچین، پیمان؛ نارویی، منصوره؛ کاظمی نسب، ابوالفضل. (۱۳۹۶). طراحی کمربند سبز جنوب غرب شهر زاهدان با رویکرد کاهش ریزگردها. محیط شناسی؛ دوره ۴۳، شماره ۴، صفحه ۵۹۵ تا صفحه ۶۰۷.

نبوی، سیدسعید؛ مرادی، حمیدرضا؛ شریفی‌کیا، محمد. (۱۳۹۸). ارزیابی توزیع زمانی توفان‌های ریزگرد و ارتباط عوامل مؤثر با فراوانی وقوع این پدیده در استان خوزستان طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵. اطلاعات جغرافیایی؛ دوره ۲۸، شماره۱۱۱، صفحه ۱۹۱-۲۰۳.

نشاط صفوی، سیدحسین؛ اقبالی، سیدرحمان. (۱۴۰۰). بررسی انتخاب مواد تغییر فازدهنده در سرمایش غیرفعال برای بهبود تهویه طبیعی و آسایش حرارتی در اقلیم گرم‌وخشک. انرژی‌های تجدیدپذیر و نو؛ دوره ۸، شماره۲، صفحه ۱-۱۰.

وارک، کنت؛ دیویس، واین.تی؛ وارنر، سیلیس اف. (۱۳۹۱). آلودگی هوا، اصول و روش‌های کنترل، ترجمه هما کشاورزی و مصطفی کلهر، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۴۵ صفحه.

وزارت راه و شهرسازی، سازمان هواشناسی کشور. (۱۳۸۹). آمار اقلیمی دزفول. دزفول: اداره کل هواشناسی استان خوزستان، اداره هواشناسی صفی‌آباد دزفول.

هاشمی پرپنچی، محمدمهدی؛ مؤیدی، محمدکاظم؛ جباری، احسان. (۱۳۹۷). شبیه‌سازی عددی جریان دو فازی ذرات معلق در هوا و مطالعه پیرامون رفتار ذرات گردوغبار تحت شرایط مختلف جوی و فرآیند رسوب ذرات گردوغبار. مکانیک سازه‌ها و شاره‌ها، شاهرود. دوره ۸، شماره ۲، صفحه ۲۵۱- ۲۶۴.

Ludovic F. Hivin, Holger Pfaender, Dimitri N. Mavris.(2015) Regional climate impact of aerosols emitted by transportation modes and potential effects of policies on demand and emissions - Original Research Article. Volume 41, 24-30.

Rezazadeh M, Irannejad P, and Shao Y. 2013. Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research: 103-109-15.

Shahraiyni, H. T., Karimi, KH., Nokhandan, H. M., Moghadas, H. N. (2014). Monitoring of dust storms and estimation of aerosol concentration in the Middle East using remotely sensed images. Arabian Journal of Geosciences 8(4): 2095-2110.

UNEP global environmental alert service (GEAS), 2013. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8115

United Nations Environment Program, Environmental News Emergencies, Available from URL: http//:www.UNEP.org/depi/programmes/emergencies html, (Accessed: 2005).

Waggoner, D. G., Sokolik, I. N. (2010). Seasonal dynamics and regional features of MODIS- derived land surface characteristics in dust source regions of East Asia. Remote Sensing of Environment 114(10): 2126-2136. URL: http//:www.unep.org/depi/programmes/emergencies html.

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

## References

## References (in Persian)

Bina, Mohsen, (20215) PhD Thesis, Supervisor: Professor Sharam Pordeihimi: Investigation of Architectural Methods for Controlling Air Dust in Building Spaces (Case study: Dezful Area), Shahid Beheshti University. Tehran

De Nevers, Noel. ( 2000). Air Pollution control engineering, Translate by Iran University of Industries & Mines. Tehran .P 371 [In Persian]

Delangizan, Sohrab; Jafari Motlagh, Zainab. (2013). Dust Phenomenon Affects on Cardiovascular and Respiratory Hospitalizations and Mortality "A Case Study in Kermanshah, during March-September 2010-2011. Health and Environment; 6(1), PP. 65-76. [In Persian]

Farrokhian, Fatemeh, Vasigh, Behzad, Didehban, Mohammad; (2020) Determination of the Morphological Pattern of Educational Building Facades to Control the Dust Haze Journal of Natural Environmental Hazards, 9(26), PP 185-202. [In Persian]

Golchin, Peiman; Naroei, Mansoreh; Kazeminasab, Abolfazl; (2018). Southwest Zahedan Green Belt Design with Dust Reduction Approach. Environmental Studies, (43)4, PP 595-607. [In Persian].

Hajehforosh Nia, Shila; Khodagholi, Morteza. (2018). Study of the role of the medicinal herb Alhagi persarum in reduction of dust hazards: A case study of Segesi plain of Isfahan. Geographical Research on Desert Areas, Iran, (6)1, PP 33-49. [In Persian]

Hashemi, M; Moayyedi, M; Jabbari, E; (2018) Numerical Simulation of Two-Phase Flow and Study Behavior of Aerosols and Dust Particles Under Different Weather Conditions and Sedimentation Process of Dusts. Solid and Fluid Mechanics. Iran, 8(2), PP 251-264. [In Persian].

Heydari, Abolfazl; Davtalab, Jamshid; (2020) A Study of the Impact of Kharkhona on Wind Speed in the Vernacular Housing of Sistan Region. Geography and Territorial Spatial Arrangement. Iran, 10(35), PP 49-64, [In Persian]

Kenneth, Wark; Warner, Cecil; Davis, Wayne. (1998). Air pollution: its origin and control. Translate by: Keshavarzi, Homa; Kalhor, Mostafa; Islami, Zahra. Tehran University. Tehran, Iran. P645 [In Persian]

Ministry of Roads and Urban Development, Meteorological Organization, (2010), Dezful Climate Statistics. Dezful: General Meteorological Department of Khuzestan Province Safi Abad Meteorological Department of Dezful. [In Persian]

Nabavi, Seyed Saeid; Moradi, Hamidreza; Shrifikia, Mohamad. (2019). Evaluation of dust storm temporal distribution and the relation of the effective factors with the frequency of occurrence in Khuzestan Province from 2000 to 2015. Journal of Geographical Data. 28(111), PP191- 203. [In Persian]

Safavi; Eghbali; (2020). Investigation of Phase Change Materials Selection in Passive Cooling to Improve Natural Ventilation and Thermal Comfort. Renewable and New Energy; Iran. 8(2), PP1-10. [In Persian]

Qorbanian, Mahshid; Shakiba Manesh, Amir. (2005) Regulation of environmental conditions: Principles and foundations of climatology. Publisher: Heleh Tahan, Tehran. Page 344. [In Persian]

Qafari, Diman, MostafaZade, Raaof, (2015). An investigation on sources, consequences, and solutions of dust storm phenomenon in Iran. Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources. gorgak, Iran, 4(2), PP 107-125. [In Persian]

Shahram Pourdeihimi Mohsen Bina; (2014). A Study of the Effect of Building Orientations on Reducing Dust in Building Groups, Case Study among Buildings in Dezful Urban Areas. Journal of Iranian Architecture Studies.kashan, Iran, 3(6), PP 41-61. [In Persian]

Shieh, Ismail, (2013), Clean Air, Iranian Architectural Honors Association, Architecture, and Urbanism Articles. from URL: http://ammi.ir[In Persian]

Zadehisin, N, Taban, M (2015) Utilization nano photocatalyst technology in smart building shells to deal with micro-organisms, The first international dust conference, 666-672, [In Persian]

## References (in English)

Ludovic F. Hivin, Holger Pfaender, Dimitri N. Mavris.(2015) Regional climate impact of aerosols emitted by transportation modes and potential effects of policies on demand and emissions - Original Research Article. Volume 41, 24-30.

Rezazadeh M, Irannejad P, and Shao Y. 2013. Climatology of the Middle East dust events. Aeolian Research: 103-109-15.

Shahraiyni, H. T., Karimi, KH., Nokhandan, H. M., Moghadas, H. N. (2014). Monitoring of dust storms and estimation of aerosol concentration in the Middle East using remotely sensed images. Arabian Journal of Geosciences 8(4): 2095-2110.

UNEP global environmental alert service (GEAS), 2013. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8115

United Nations Environment Program, Environmental News Emergencies, Available from URL: http//:www.UNEP.org/depi/programmes/emergencies html, (Accessed: 2005).

Waggoner, D. G., Sokolik, I. N. (2010). Seasonal dynamics and regional features of MODIS- derived land surface characteristics in dust source regions of East Asia. Remote Sensing of Environment 114(10): 2126-2136. URL: http//:www.unep.org/depi/programmes/emergencies html.