ORIGINAL ARTICLE

Relationship between CO_2 Concentration and Environmental Parameters with Sick Building Syndrome in School and House Settings in Babol, Iran

Zahra Aghalari[1],
Abdoliman Amouei[2,3],
Ahmad Zarei[4],
Mojtaba Afsharnia[5],
Zahra Graili[6],
Mehdi Qasemi[7]

[1] MSc Student of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
[2] Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
[3] Environmental Health Research Center (EHRC), Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
[4] Assisstant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
[5] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran
[6] Ph.D. Student of Biostatistics, Biostatistics & Epidemiology Department, Babol University of Medical Science, Babol, Iran
[7] Lecturer, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

(Received June 19, 2018 ; Accepted September 30, 2018)

Abstract

Background and purpose: Lack of healthy air in classrooms and homes will reduce the level of health and disrupts students' learning. The aim of this study was to determine the relationship between CO_2 concentration and other environmental parameters with sick building syndrome in schools and homes in Babol, north of Iran, 2018.

Materials and methods: To measure carbon dioxide, temperature, and humidity, the TES 1370 was used. This study was conducted among 85 students in five primary, secondary, and high schools. Selection of schools, classrooms, and students was performed using a multistage random sampling. Data were collected through interviews using MM040EA questionnaire. Chi-square, ANOVA, and T-test were used to determine the relationship between sick building syndrome and environmental parameters.

Results: The most common symptoms of building syndrome were fatigue (45.8%) in winter and headache (35.3%) in spring. T-test showed significant relationships between carbon dioxide and building syndrome signs in winter (P= 0.02) and spring (P= 0.01) in classrooms and homes. But there was no significant relationship between the syndrome and moisture and temperature. Among the risk factors investigated in winter and spring, noise was reported as an annoying risk factor.

Conclusion: The study showed that concentration of carbon dioxide has a significant relationship with development of sick building syndrome in students. The symptoms of sick building syndrome were found to be mild in our samples, but due to poor physical conditions in some schools and even in home settings, optimization of these spaces should be done.

Keywords: air pollution, carbon dioxide, sick building syndrome, schools, houses

J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 29 (171): 31-44 (Persian).

* **Corresponding Author: Abdoliman Amouei**- Faculty of Health, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
(E-mail: iamouei1966@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و نهم شماره ۱۷۱ فروردین سال ۱۳۹۸ (۴۴-۳۱)

ارتباط غلظت دی اکسیدکربن و پارامترهای محیطی با علائم سندرم ساختمان بیمار در مدارس و منازل دانش آموزان شهرستان بابل

زهرا آقالری[۱] عبدالایمان عموئی[۲،۳] احمد زارعی[۴] مجتبی افشارنیا[۵] زهرا گرائیلی[۶] مهدی قاسمی[۷]

چکیده

سابقه و هدف: عدم وجود هوای سالم در کلاس‌ها و منازل، سبب کاهش سطح سلامت و اختلال در یادگیری دانش آموزان خواهد شد. این مطالعه با هدف تعیین ارتباط غلظت دی‌اکسیدکربن و سایر پارامترهای محیطی با علائم سندرم ساختمان بیمار در مدارس و منازل دانش آموزان شهرستان بابل انجام شد.

مواد و روش‌ها: جهت سنجش دی‌اکسیدکربن، دما و رطوبت از دستگاه استاندارد TES 1370 استفاده شد. گردآوری اطلاعات توسط پرسشنامه استاندارد "MM040EA" و به صورت مصاحبه انجام شد. پژوهش حاضر در ۵ مدرسه در مقاطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان و ۲۰ کلاس به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انجام شد. روش نمونه‌برداری دانش‌آموزان در هر کلاس به صورت تصادفی و پرسشنامه‌ها به صورت مصاحبه‌ای تکمیل شدند. برای تعیین ارتباط بین سندرم بیماری ساختمان و پارامترهای محیطی، از آزمون‌های آماری کای دو، ANOVA و T-test استفاده شد.

یافته‌ها: در زمستان بیش‌ترین علائم سندرم ساختمان بیمار، مربوط به خستگی (۴۵/۸ درصد) و در فصل بهار مربوط به سردرد (۳۵/۳ درصد) بود. آزمون T-test نشان داد که در زمستان (P=۰/۰۲) و بهار (P=۰/۰۱) در کلاس‌های درس و منازل دانش آموزان، بین دی اکسید کربن با علائم سندرم مزبور، ارتباط معنی‌داری وجود داشت. اما بین رطوبت و دما با این سندرم، ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. از میان ریسک فاکتورهای مورد بررسی در زمستان و بهار، سرو صدا به عنوان ریسک فاکتور آزاردهنده گزارش شد.

استنتاج: نتایج نشان داد که غلظت دی اکسید کربن با ایجاد علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان ارتباط معنی‌داری دارد. هرچند علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان خفیف بوده، اما با توجه به شرایط نامناسب فیزیکی در بعضی مدارس و حتی منازل، باید بهینه‌سازی در این فضاها انجام شود.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، دی اکسید کربن، سندرم ساختمان بیمار، مدارس، منازل

مقدمه

آلودگی هوا براساس نوع محیط، به دو دسته آلودگی هوا در محیط‌های باز و آلودگی هوا در محیط‌های بسته تقسیم می‌شود. آلودگی هوا در محیط‌های بسته نسبت به محیط‌های باز از اهمیت بیشتری برخوردار است(۱)

مولف مسئول:عبدالایمان عموئی- بابل: دانشگاه علوم پزشکی بابل، دانشکده بهداشت E-mail: iamouei1966@gmail.com

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۳. مرکز تحقیقات بهداشت محیط، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۴. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۵. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۶. دانشجوی دکتری آمار زیستی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۷. مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

تاریخ دریافت : ۱۳۹۷/۳/۲۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۷/۳/۳۰ تاریخ تصویب : ۱۳۹۷/۷/۸

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

چرا که امروزه انسان‌ها ۹۰ درصد از طول روز خود را در محیط‌های بسته می‌گذرانند، به همین دلیل افراد در معرض انواع آلاینده‌ها از قبیل انواع آلرژن‌ها، انواع عوامل بیولوژیکی بیماری‌زا شامل کپک‌ها و قارچ‌ها، ترکیبات شیمیایی سمی نظیر ترکیبات آلی فرار (VOC_s)، آزبستوز، رادن، فرمالدئید و سرب با غلظت بیش‌تر از حد مجاز در خانه‌ها و فضاهای بسته قرار می‌گیرند(۲،۳). بر پایه نظر پزشکان و پژوهشگران مرتبط با آلودگی هوا، ۱۷ درصد از بیماری‌های مربوط به انسان، ناشی از آلودگی هوا در داخل خانه‌ها و مکان‌های سرپوشیده است(۲). براساس گزارش سال ۲۰۰۹ سازمان بهداشت جهانی، تعداد تخمینی مرگ و میر سالیانه منتسب به آلودگی هوای داخل ساختمان در ایران، ۳۰۰ نفر می‌باشد(۴). تجمع آلاینده‌های هوا در محیط بسته باعث بروز بیماری‌هایی همچون سندرم ساختمان بیمار می‌شود(۵). سندرم ساختمان بیمار، مجموعه‌ای از علائمی است که باعث احساس کسالت می‌شوند که گاهی اوقات با ترک محیط بسته علائم بیماری بهبود می‌یابد(۶). محققان پارامترهای محیطی از جمله دما، رطوبت، دی‌اکسیدکربن و فاکتورهای فردی و فاکتورهای ساختمانی را از عوامل مؤثر بر سندرم ساختمان بیمار معرفی کردند(۸،۷). دی اکسیدکربن از گازهای موجود در هوا و یکی از فاکتورهای محیطی است که می‌تواند منجر به افزایش علائم سندرم ساختمان بیمار شود(۹). انتشار گاز دی اکسیدکربن که یکی از گازهای گلخانه‌ای است، به عنوان یکی از عوامل آلودگی هوا با پیشرفت صنایع در حال افزایش است(۱۰). دی‌اکسیدکربن در هوا یک ترکیب بسیار پایدار و غیرقابل اشتعال می‌باشد. این ترکیب به صورت محلول در آب به شکل اسیدکربنیک وجود دارد و به‌طورگسترده در صنایع مختلف، به ویژه در نگهداری، انجماد و کنسرو کردن محصولات کشاورزی و پزشکی کاربرد دارد، البته این گاز به صورت طبیعی در تمامی محیط‌های بسته وجود دارد(۱۱). دی‌اکسیدکربن از فرآیندهای احتراق، تخمیر و پوسیدگی مواد آلی تولید می‌شود. در غلظت‌های بالا، دی‌اکسیدکربن اثرات تحریک‌کننده بر سیستم عصبی مرکزی می‌گذارد، در حالی که سطوح بیش از حد آن باعث افسردگی می‌شود(۱۰). NIOSH گزارش نمود که قرار گرفتن در معرض ۱۰ درصد دی‌اکسیدکربن به مدت ۹۰ ثانیه موجب ایجاد علائم عصبی از جمله سوسو شدن چشم، تحریک روان و انقباض عضلانی کنترل نشده می‌شود. همچنین سبب افزایش شدت انقباض عضلات، شدت تنفس، سرخوش‌شدن و بی‌حوصلگی نیز می‌شود، همچنین غلظت ۳۰ درصد دی‌اکسید کربن منجر به از دست دادن هوشیاری می‌شود(۱۲). Abolhassani و همکاران گزارش نمودند که استنشاق دی اکسید کربن بیش از ۵ درصد، به مدت یک ساعت باعث التهاب ریه می‌شود. در مطالعه آنها التهاب گسترده ریه با نفوذ پارانشیم توسط لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها مشاهده شد(۱۳). دانش‌آموزان بیش از یک سوم از اوقات روز را در مدارس به سر می‌برند. به عبارتی دیگر حدود ۷۰ درصد از طول روز خود را داخل کلاس‌های درس می‌گذرانند(۱۴). توجه به بهداشت مدارس، نوعی سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی برای حفظ سلامتی دانش‌آموزان است(۱۵) و برای رعایت بهداشت مدارس استانداردهایی همچون میزان تهویه (۱۵ تا ۲۰ فوت مکعب بر دقیقه تهویه به ازای هر دانش‌آموز)، میزان روشنایی (وسعت پنجرها حداقل ۱۵ تا ۲۰ درصد سطح کف اتاق) و فضای لازم برای هر دانش‌آموز (۱۴ تا ۱۵ مترمربع) ضرورت دارد(۱۶). عدم دسترسی به کیفیت هوای مطلوب، می‌تواند منجر به کاهش آسایش و افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌هایی همچون سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان شود و بر میزان یادگیری و بهره‌وری آن‌ها اثر بگذارد. Shauhnessy و همکاران در مطالعه خود بیان کردند که آلودگی هوا در کلاس‌های درس مدارس تاثیر منفی بر حضور دانش‌آموزان، یادگیری و عملکرد آن‌ها می‌گذارد(۱۷). شهرستان بابل با ۵۳۱۹۳۰ نفر جمعیت، پرجمعیت‌ترین شهر استان مازندران می‌باشد که در شمال

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

ایران واقع شده است. براساس آمار معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی بابل، شهرستان بابل دارای ۵۵۲ مدرسه می‌باشد که از این تعداد ۱۹۰ مدرسه در شهر واقع شده‌اند. همچنین تعداد دانش‌آموزان ساکن در شهر بابل ۴۱۶۴۳ نفر می‌باشند. دانش‌آموزان باید از محیط آموزشی مناسب در مدارس و محیط آسایش و راحتی در منازل برخوردار باشند تا با سلامت و آرامش زندگی کنند. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط غلظت دی‌اکسیدکربن و پارامترهای محیطی با علائم سندرم ساختمان بیمار در مدارس و منازل دانش‌آموزان در زمستان و بهار سال ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد.

مواد و روش ها

مطالعه توصیفی- تحلیلی و مقطعی حاضر در دو فصل زمستان و بهار سال ۹۷-۱۳۹۶ در مدارس و منازل دانش‌آموزان شهرستان بابل در شمال ایران انجام شد.

مرحله اول: در مرحله اول جهت سنجش دی اکسید کربن، دما و رطوبت به عنوان پارامترهای آلودگی هوا و فاکتورهای محیطی، ۵ مدرسه (۲ مدرسه پسرانه و ۳ مدرسه دخترانه) در سه مقطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان و ۲۰کلاس به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. سنجش دی‌اکسیدکربن، دما و رطوبت با استفاده از دستگاه TES 1370 انجام شد. هنگام اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن، دستگاه در ارتفاع یک متر و ۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین و با فاصله ۰/۵ متری از پنجره‌ها، دیوارها و سطوح قرار گرفت (۱۸). جهت تعیین عوامل موثر بر میزان دی‌اکسیدکربن، اطلاعاتی از قبیل (نوع منطقه شهری یا روستایی، ساختمان مدارس از نظر قدمت ساخت و آپارتمانی یا ویلایی بودن، نوع تهویه، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، تعداد دانش‌آموزان در کلاس) جمع‌آوری شد. به منظور یکسان‌سازی شرایط اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن، اندازه‌گیری غلظت دی‌اکسیدکربن در هر کلاس پس از گذشت یک ساعت از کلاس درس انجام شد. جهت تعیین فراوانی علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان، با توجه به ساختار فیزیولوژی کودکان و نوجوانان از هر سه مقطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستانی، نمونه‌برداری انجام شد. ۳۵ نفراز دانش‌آموزان ابتدایی، ۲۰ نفر راهنمایی و ۳۰ نفر دبیرستانی در این مطالعه شرکت داشتند. روش نمونه‌برداری دانش‌آموزان در هر کلاس به صورت تصادفی و با توجه به تمایل آن‌ها به شرکت در مطالعه بود و پرسشنامه‌ها به صورت مصاحبه‌ای تکمیل شدند. جهت گردآوری اطلاعات در خصوص علائم سندرم ساختمان بیمار، از پرسشنامه استاندارد MM040EA (Miljomedicine040) استفاده شد که پایایی و روایی نسخه فارسی MM040EA توسط محققین ایرانی تایید شده است. در برخی مقالات ایرانی پایایی آن با آزمون آلفا کرونباخ ۰/۷۵ محاسبه شد(۱۹). این پرسشنامه حاوی اطلاعات مختلف در خصوص وضعیت فردی، وضعیت محیط کلاس‌ها و مدارس، بیماری‌ها و عوارض آن در گذشته و حال و همچنین در زمینه سندرم ساختمان بیمار می‌باشد. سندرم ساختمان بیمار در ۱۲ قسمت به تفکیک آورده شده و شامل مشکلات چشمی (خارش و تحریک چشم‌ها)، مشکلات بینی (آبریزش بینی یا گرفتگی بینی و عطسه)، خشکی گلو، سرفه، قرمزی یا خشکی پوست صورت، خارش یا پوسته پوسته شدن در ناحیه پوست سر یا گوش‌ها، قرمزی یا خارش دست‌ها، خستگی، سنگینی سر، سردرد، حالت تهوع یا سرگیجه و مشکلات تمرکز (عدم تمرکز) می‌باشد. دانش آموزان نظرات خود را پیرامون علائم در قالب گزینه‌های "اغلب"، "گاهی اوقات" و "هرگز" بیان کردند. علائمی در دسته "اغلب" قرار گرفتند که بیش از ۳ بار در هفته تکرار شدند و علائمی که یک یا دو بار در هفته اتّفاق افتادند، در گزینه "گاهی اوقات" قرار گرفتند. براساس فراوانی سندرم ساختمان بیمار دانش آموزان به ۴ گروه تقسیم شدند. گروه اول "فاقد هر گونه علائم"، گروه دوم دانش‌آموزانی که بین ۱ تا ۴ نشانه را داشتند، افراد "با علائم خفیف" بودند و گروه سوم دانش‌آموزانی که

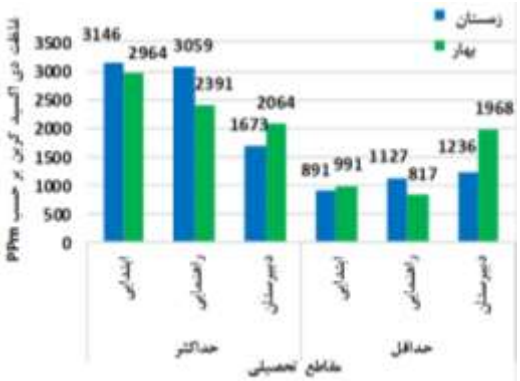
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

بین ۵ تا ۹ نشانه را داشتند، افراد "با علائم متوسط" و گروه چهارم دانش آموزانی که بیش‌تر از ۱۰ نشانه را داشتند در دسته‌ی افراد "با علائم شدید" طبقه‌بندی شدند.

مرحله دوم: در مرحله دوم از طریق مدیران و معاونین مدارس با والدین ۸۵ دانش آموز صحبت شد و نظر آن‌ها برای بررسی بهداشت مسکن و سنجش پارامترهای محیطی در منزلشان جلب شد. از طریق هماهنگی با والدین دانش‌آموزان زمان و روز مشخص در هر دو فصل زمستان و بهار تعیین و به منزل هر یک از ۸۵ دانش‌آموز مراجعه شد و سنجش دی‌اکسید کربن، دما و رطوبت انجام و فاکتورهای محیطی مرتبط با بهداشت ساختمان در چک لیست تکمیل شد. همچنین پرسشنامه سندرم ساختمان بیمار برای دومین بار از طریق مصاحبه برای دانش‌آموزان در منزلشان تکمیل شد و بدین گونه علائم سندرم ساختمان بیمار که مرتبط با ساختمان و محیط منزل بود، توسط دانش‌آموزان گزارش شد. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها با کدگذاری هر یک از آن‌ها اطلاعات هر پرسشنامه وارد نرم‌افزار $SPSS_{22}$ شد. از شاخص‌های توصیفی نظیر میانگین برای متغیرهای کمی و از جداول فراوانی برای بیان نتایج حاصل از آنالیز متغیرهای کیفی استفاده شد. آنالیز داده‌ها از طریق آزمون‌های آماری همچون کای دو، ANOVA و T-test انجام شد. سطح معنی‌داری داده‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

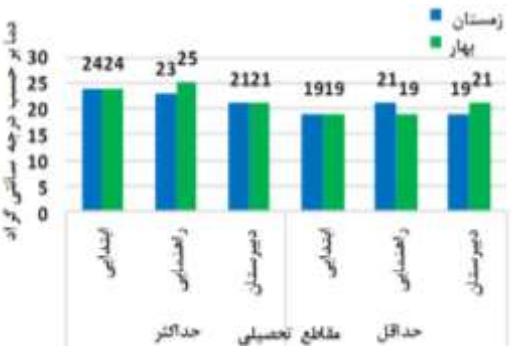
یافته ها

از میان دانش‌آموزان مورد بررسی ۷۴/۱ درصد دختر و ۲۵/۹ درصد پسر بودند. بیش‌ترین تعداد دانش آموزان(۴۱/۲ درصد) در سنین ۷ تا ۱۲ سال و در مقطع ابتدایی و به ترتیب ۲۳/۵ درصد و ۳۵/۳ درصد در مقاطع راهنمایی و دبیرستان مشغول به تحصیل بودند. سنجش دی‌اکسیدکربن در کلاس‌های مدارس سه مقطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان در دو فصل متوالی زمستان و بهار در ۲۰ کلاس مربوط به ۵ مدرسه نشان داد بیش‌ترین میزان دی اکسید کربن مربوط به فصل زمستان و مقطع ابتدایی به میزان ۳۱۴۶ppm و کمترین مقدار آن در مقطع راهنمایی و فصل بهار ۸۱۷ ppm بود (نمودار شماره ۱). آزمون آماری ANOVA ارتباط معنی‌داری میان دی‌اکسیدکربن در مقاطع مختلف تحصیلی در فصل بهار (P= ۰/۰۵) نشان داد، اما این ارتباط در فصل زمستان معنی‌دار نبود(P= ۰/۳۸).



نمودارشماره ۱: مقایسه غلظت دی اکسید کربن در دو فصل زمستان و بهار و مقاطع مختلف تحصیلی در مدارس شهرستان بابل

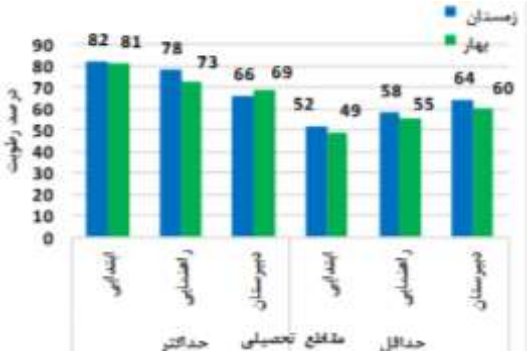
سنجش دما در دو فصل زمستان و بهار در مدارس نشان داد که بیش‌ترین میزان دما مربوط به فصل بهار و مقطع راهنمایی به میزان ۲۵ درجه سانتی گراد بود (نمودار شماره ۲). آزمون آماری ANOVA ارتباط معنی‌داری میان دما در مقاطع مختلف تحصیلی در فصل زمستان نشان داد (P= ۰/۰۵)، اما میان دما در مقاطع مختلف تحصیلی در فصل بهار ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (P= ۰/۵۷).



نمودار شماره ۲: مقایسه میزان دما در دو فصل زمستان و بهار و مقاطع مختلف تحصیلی در مدارس شهرستان بابل

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

سنجش رطوبت به عنوان پارامتر محیطی و اثرگذار بر روی کیفیت هوای محیط داخل کلاس‌ها در دو فصل زمستان و بهار نشان داد که بیش‌ترین میزان رطوبت مربوط به فصل زمستان و مقطع ابتدایی به میزان ۸۲ درصد و کم‌ترین مقدار آن در مقطع ابتدایی و فصل بهار ۴۹ درصد بود (نمودار شماره ۳). آزمون آماری ANOVA ارتباط معنی‌داری میان رطوبت در مقاطع مختلف تحصیلی در دو فصل زمستان (P= ۰/۴۹) و بهار (P= ۰/۳۳) نشان نداد.



نمودار شماره۳: مقایسه درصد رطوبت در دو فصل زمستان و بهار و مقاطع مختلف تحصیلی در مدارس شهرستان بابل

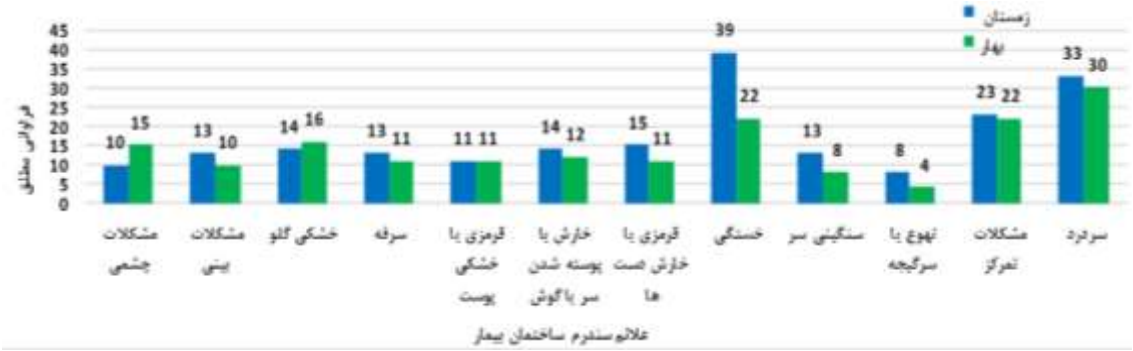
مقایسه غلظت دی اکسید کربن، دما و رطوبت در دو فصل زمستان و بهار در دو مکان کلاس‌های درس و منازل ۸۵ دانش آموز نشان داد که میان دی اکسید کربن در هر دو فصل هم در کلاس‌های درس مدارس و هم در منازل ارتباط معنی‌داری وجود داشت (P= ۰/۰۱)، به طوری که در هر دو فصل میزان دی اکسید کربن در مدارس بیشتر از منازل بود(جدول شماره ۱).

در فصل زمستان از میان ۱۲ نشانه سندرم بیماری ساختمان، بیشترین علائم مربوط به خستگی با فراوانی ۳۹ نفر (۴۵/۸ درصد)، و در فصل بهار، بیشترین علائم مربوط به سردرد با فراوانی ۳۰ نفر (۳۵/۳ درصد) بود (نمودار شماره ۴).

علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان به ۴ گروه تقسیم شدند که مشخص شد، بیش‌ترین تعداد دانش آموزان در دسته ۱ تا ۴ نشانه یعنی افراد با علائم خفیف قرار گرفتند. در فصل زمستان ۷۷ نفر (۹۰/۵ درصد) و در فصل بهار۵۶ نفر (۶۵/۸ درصد)، علائم سندرم

جدول شماره ۱: میزان پارامترهای محیطی در کلاس های مدارس و منازل دانش آموزان مورد مطالعه در شهرستان بابل

متغیر	مقادیر	زمستان		سطح معنی داری	بهار		سطح معنی داری
		کلاس های مدارس	منازل		کلاس های مدارس	منازل	
دی اکسید کربن	حداکثر	۳۱۴۶	۲۰۱۴	۰/۰۱	۲۹۶۴	۱۹۶۶	۰/۰۱
	حداقل	۸۹۱	۵۴۹		۸۱۷	۵۳۳	
	میانگین	۱۶۶۱/۰۲	۱۰۹۰/۰۱		۱۶۹۰/۰۵	۹۲۶/۷۸	
	انحراف معیار	۶۴۰/۰۸	۳۱۳/۰۵		۶۰۰/۱۸	۲۷۸/۰۴	
دما	حداکثر	۲۴	۲۵	۰/۰۱	۲۵	۲۵	۰/۰۱
	حداقل	۱۹	۱۹		۱۹	۱۹	
	میانگین	۲۰/۸۴	۲۲/۲۸		۲۱/۱۵	۲۱/۹۷	
	انحراف معیار	۱/۲۵	۱/۳۹		۱/۳۰	۱/۳۷	
رطوبت	حداکثر	۸۲	۷۶	۰/۰۲	۸۱	۷۴	۰/۴۴
	حداقل	۵۲	۵۹		۴۹	۴۳	
	میانگین	۶۵/۶۲	۶۸/۷۶		۶۳/۷۴	۶۲/۸۵	
	انحراف معیار	۸/۲۱	۴/۶۱		۸/۶۵	۶/۲۷	



نمودار شماره ۴: فراوانی علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان مورد مطالعه شهرستان بابل در زمستان و بهار

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

ساختمان بیمار داشتند. بیش‌ترین تعداد دانش‌آموزان در هر دو فصل در دسته علائم متوسط قرار گرفتند و هیچ یک از افراد علائم شدید سندرم ساختمان بیمار را گزارش نکردند (جدول شماره۲).

آزمون آماری T-test نشان داد که در فصل زمستان (P=۰/۰۲) و بهار (P=۰/۰۱) درکلاس‌های درس و منازل دانش‌آموزان، میان دی‌اکسیدکربن با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری وجود داشت. به طوری که درکلاس‌ها و منازلی که میزان دی‌اکسیدکربن بیش‌تر بود، دانش‌آموزان بیش‌تری از علائم سندرم ساختمان بیمار شکایت داشتند. اما میان رطوبت و دما با سندرم بیماری ساختمان ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (جدول شماره۳).

جدول شماره ۲: رده بندی علائم سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان مورد مطالعه شهرستان بابل

رده بندی	فصول مختلف	تعداد	درصد
فاقد علائم	زمستان	۱۸	۲۱/۱
	بهار	۲۹	۳۴/۱
۱ تا ۴ علائم	زمستان	۵۵	۶۴/۷
	بهار	۴۶	۵۴/۱
۵ تا ۹ علائم	زمستان	۱۲	۱۴/۲
	بهار	۱۰	۱۱/۸

براساس آزمون آماری کای دو مشخص شد که در هر دو فصل زمستان و بهار میان نوع تهویه در کلاس‌های درس با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌دار وجود داشت (P= ۰/۰۱). همچنین بین نوع ساختمان منازل در فصل زمستان با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌دار مشاهده شد (p= ۰/۰۱). به طوری که ساختمان منازلی که بیش از ۱۰ سال قدمت داشتند، سندرم ساختمان بیمار بیش‌تر گزارش شد (جدول شماره ۴).

از میان ریسک فاکتورهای مورد بررسی در فصل زمستان و بهار، بیش‌ترین تعداد دانش‌آموزان از سر و صدا به عنوان ریسک فاکتور آزار دهنده در مدرسه و کلاس درس شکایت داشتند. آزمون آماری کای دو در فصل بهار، میان سرو صدا در کلاس‌های درس با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری نشان داد(P= ۰/۰۴). ریسک فاکتورهای مورد بررسی در منازل دانش‌آموزان نشان داد که در فصل زمستان، میان روشنایی کم (P= ۰/۰۲)، هوای خیلی سرد (P= ۰/۰۴) و هوای خیلی گرم (P= ۰/۰۲) با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری وجود داشت. در فصل بهار، در منازل دانش‌آموزان، میان سرو صدا (P= ۰/۰۴)، روشنایی زیاد (P= ۰/۰۴)، هوای خیلی گرم (P= ۰/۰۱) و بوهای ناخوشایند (P= ۰/۰۱) با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنادار مشاهده شد (جدول شماره ۵).

بحث

در مطالعه حاضر، سنجش دی اکسید کربن در دو فصل متوالی زمستان و بهار در ۲۰ کلاس مربوط به ۵ مدرسه نشان داد که بیشترین میزان دی اکسید کربن مربوط به فصل زمستان و در مقطع ابتدایی به میزان

جدول شماره۳: آنالیز آماری فاکتورهای مرتبط با علائم سندرم ساختمان بیمار در مدارس و منازل دانش آموزان مورد مطالعه در شهرستان بابل

متغیرها	سندرم ساختمان بیمار	زمستان		بهار	
		کلاس های درس	منازل	کلاس درس	منازل
CO_2	دارد (انحراف معیار ± میانگین)	۱۷۲۲/۶ ± ۶۷۶/۸	۱۰۷۶/۳ ± ۳۰۹/۸	۱۸۲۸/۲ ± ۶۵۷/۶	۹۲۲/۶ ± ۲۷۴/۳
	ندارد (انحراف معیار ± میانگین)	۱۴۳۱/۷ ± ۴۱۸/۳	۱۱۴۵/۱ ± ۳۲۸/۱	۱۴۲۴/۶ ± ۳۴۶/۴	۹۳۴/۶ ± ۲۸۹/۷
	سطح معنی داری	۰/۰۲	۰/۸۵	۰/۰۱	۰/۹۳
دما	دارد (انحراف معیار ± میانگین)	۲۰/۹ ± ۱/۲	۲۲/۱ ± ۲/۸	۲۱/۱ ± ۱/۲	۲۱/۸ ± ۱/۳
	ندارد (انحراف معیار ± میانگین)	۲۰/۶ ± ۱/۲	۲۲/۱ ± ۱/۴	۲۱/۱ ± ۱/۳	۲۲/۱ ± ۱/۳
	سطح معنی داری	۰/۸۸	۰/۴۵	۰/۵۳	۰/۹۴
رطوبت	دارد (انحراف معیار ± میانگین)	۶۶/۶ ± ۸/۱	۶۹/۱ ± ۴/۶	۶۴/۴ ± ۹/۱	۶۳/۶ ± ۵/۸
	ندارد (انحراف معیار ± میانگین)	۶۱/۹ ± ۷/۵	۶۷/۶ ± ۴/۲	۶۲/۴ ± ۷/۵	۶۱/۳ ± ۶/۹
	سطح معنی داری	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۲۷	۰/۴۹
سن	دارد (انحراف معیار ± میانگین)	۱۳/۷ ± ۳/۵		۱۳/۳ ± ۳/۵	
	ندارد (انحراف معیار ± میانگین)	۱۰/۶ ± ۳/۲		۱۲/۶ ± ۴/۱	
	سطح معنی داری	۰/۲۸		۰/۲۴	
تعداد دانش آموزان در کلاس	دارد (انحراف معیار ± میانگین)	۲۷/۶ ± ۱۰/۹		۲۸/۴ ± ۱۱/۳	
	ندارد (انحراف معیار ± میانگین)	۲۳/۲ ± ۱۰/۱		۲۳/۴ ± ۹/۳	
	سطح معنی داری	۰/۸۹		۰/۳۳	

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

جدول شماره ۴: نتایج آنالیز آماری مشخصات فیزیکی کلاس ها و منازل و برخی خصوصیات جمعیت شناختی دانش آموزان با علائم سندرم ساختمان بیمار

عوامل فیزیکی	مکان	سطوح	زمستان: سندرم ساختمان بیمار: دارد تعداد(درصد)	زمستان: سندرم ساختمان بیمار: ندارد تعداد(درصد)	سطح معنی داری	بهار: سندرم ساختمان بیمار: دارد تعداد(درصد)	بهار: سندرم ساختمان بیمار: ندارد تعداد(درصد)	سطح معنی داری
نوع ساختمان	کلاس های درس	قدمت بیش از ۱۰ سال	۳۵ (۷۹/۵)	۹ (۲۰/۵)	۰/۸۶	۲۸ (۶۳/۶)	۱۶ (۳۶/۴)	۰/۶۵
		قدمت کمتر از ۱۰ سال	۳۲ (۷۸)	۹ (۲۲)		۲۸ (۶۸/۳)	۱۳ (۳۱/۷)	
	منازل	قدمت بیش از ۱۰ سال	۵۵ (۹۱/۷)	۵ (۸/۳)	۰/۰۱	۴۵ (۷۵)	۱۵ (۲۵)	۰/۰۶
		قدمت کمتر از ۱۰ سال	۱۲ (۴۸)	۱۳ (۵۲)		۱۱ (۴۴)	۱۴ (۵۶)	
طبقه	کلاس های درس	اول یا همکف	۲۹ (۷۲/۵)	۱۱ (۲۷/۵)	۰/۴۱	۱۷ (۴۲/۵)	۲۳ (۵۷/۵)	۰/۰۱
		دوم	۲۶ (۸۳/۹)	۵ (۱۶/۱)		۲۷ (۸۷/۱)	۴ (۱۲/۹)	
		سوم	۱۲ (۸۵/۷)	۲ (۱۴/۳)		۱۲ (۸۵/۷)	۲ (۱۴/۳)	
	منازل	اول یا همکف	۲۸ (۷۵/۷)	۹ (۲۴/۳)	۰/۶۸	۲۴ (۶۴/۹)	۱۳ (۳۵/۱)	۰/۹۸
		دوم	۳۰ (۸۳/۳)	۶ (۱۶/۷)		۲۴ (۶۶/۷)	۱۲ (۳۳/۳)	
		سوم	۹ (۷۵)	۳ (۲۵)		۸ (۶۶/۷)	۴ (۳۳/۳)	
تهویه مطبوع	کلاس های درس	ندارد	۵۸ (۸۹/۲)	۷ (۱۰/۸)	۰/۰۱	۴۹ (۷۵/۴)	۱۶ (۲۴/۶)	۰/۰۱
		دارد	۹ (۴۵)	۱۱ (۵۵)		۷ (۳۵)	۱۳ (۶۵)	
سیستم سرمایشی	کلاس های درس	پنکه	۳۹ (۸۱/۲)	۹ (۱۸/۸)	۰/۵۳	۳۳ (۶۸/۸)	۱۵ (۳۱/۲)	۰/۵۲
		اسپلیت	۲۸ (۷۵/۷)	۹ (۲۴/۳)		۲۳ (۶۲/۲)	۱۴ (۳۷/۸)	
	منازل	پنکه	۲۳ (۷۶/۷)	۷ (۲۳/۳)	۰/۹۳	۲۰ (۶۶/۷)	۱۰ (۳۳/۳)	۰/۷۴
		اسپلیت	۳۲ (۸۰)	۸ (۲۰)		۲۵ (۶۲/۵)	۱۵ (۳۷/۵)	
		هردو	۱۲ (۸۰)	۳ (۲۰)		۱۱ (۷۳/۳)	۴ (۲۶/۷)	
	کلاس های درس	بخاری	۳ (۳۷/۵)	۵ (۶۲/۵)	۰/۰۳	۴ (۵۰)	۴ (۵۰)	۰/۳۱
		شوفاژ	۶۴ (۸۳/۱)	۳ (۱۶/۹)		۵۲ (۶۷/۵)	۲۵ (۳۲/۵)	
سیستم گرمایشی	منازل	بخاری	۲۱ (۷۵)	۷ (۲۵)	۰/۸۶	۲۰ (۷۱/۴)	۸ (۲۸/۶)	۰/۷۷
		شوفاژ	۳۲ (۸۴/۲)	۶ (۱۵/۸)		۲۴ (۶۳/۲)	۱۴ (۳۶/۸)	
		شومینه	۴ (۸۰)	۱ (۲۰)		۴ (۸۰)	۱ (۲۰)	
		بخاری و شوفاژ	۹ (۷۵)	۳ (۲۵)		۷ (۵۸/۳)	۵ (۴۱/۷)	
		بخاری و شومینه	۱ (۱۰۰)	۰		۱ (۱۰۰)	۰	
جنسیت	کلاس های درس	دختر	۵۴ (۸۵/۷)	۹ (۱۴/۳)	۰/۰۱	۴۶ (۷۳)	۱۷ (۲۳)	۰/۰۲
		پسر	۱۳ (۵۹/۱)	۹ (۴۰/۹)		۱۰ (۴۵/۵)	۱۲ (۵۴/۵)	
مقاطع تحصیلی	کلاس های درس	ابتدایی	۲۱ (۶۰)	۱۴ (۴۰)	۰/۰۲	۲۲ (۶۲/۹)	۱۳ (۳۷/۱)	۰/۸۶
		راهنمایی	۱۸ (۹۰)	۲ (۱۰)		۱۴ (۷۰)	۶ (۳۰)	
		دبیرستان	۲۸ (۹۳/۳)	۲ (۶/۷)		۲۰ (۶۶/۷)	۱۰ (۳۳/۳)	

جدول شماره ۵: نتایج آنالیز آماری بین ریسک فاکتورها در کلاس های درس و منازل دانش آموزان با علائم سندرم ساختمان بیمار

ریسک فاکتورها	مکان	سطوح	زمستان: سندرم ساختمان بیمار: دارد تعداد(درصد)	زمستان: سندرم ساختمان بیمار: ندارد تعداد(درصد)	سطح معنی داری	بهار: سندرم ساختمان بیمار: دارد تعداد(درصد)	بهار: سندرم ساختمان بیمار: ندارد تعداد(درصد)	سطح معنی داری
سرو صدا	کلاس های درس	دارد	۴۰ (۸۳/۳)	۸ (۱۶/۷)	۰/۲۴	۴۱ (۷۷/۴)	۱۲ (۲۲/۶)	۰/۰۴
		ندارد	۲۷ (۷۳)	۱۰ (۲۷)		۱۵ (۴۶/۹)	۱۷ (۵۳/۱)	
	منازل	دارد	۴ (۱۰۰)	۰	۰/۲۸	۴ (۶۶/۷)	۲ (۳۳/۳)	۰/۹۶
		ندارد	۶۳ (۷۷/۸)	۱۸ (۲۲/۲)		۵۲ (۶۵/۸)	۲۷ (۳۴/۲)	
روشنایی کم	کلاس های درس	دارد	۸ (۸۸/۹)	۱ (۱۱/۱)	۰/۴۳	۱۱ (۷۸/۶)	۳ (۲۱/۴)	۰/۲۷
		ندارد	۵۹ (۷۷/۶)	۱۷ (۲۲/۴)		۴۵ (۶۳/۴)	۲۶ (۳۶/۶)	
	منازل	دارد	۵ (۵۰)	۵ (۵۰)	۰/۰۲	۶ (۷۵)	۲ (۲۵)	۰/۵۶
		ندارد	۶۲ (۸۲/۷)	۱۳ (۱۷/۳)		۵۰ (۶۴/۹)	۲۷ (۳۵/۱)	
روشنایی زیاد	کلاس های درس	دارد	۴ (۱۰۰)	۰	۰/۲۸	۶ (۱۰۰)	۰	۰/۰۶
		ندارد	۶۳ (۷۷/۸)	۱۸ (۲۲/۲)		۵۰ (۶۳/۳)	۲۹ (۳۶/۷)	
	منازل	دارد	۵ (۷۱/۴)	۲ (۲۸/۶)	۰/۶۱	۷ (۱۰۰)	۰	۰/۰۴
		ندارد	۶۲ (۷۹/۵)	۱۶ (۲۰/۵)		۴۹ (۶۲/۸)	۲۹ (۳۷/۲)	
هوای خیلی سرد	کلاس های درس	دارد	۲۶ (۸۱/۲)	۶ (۱۸/۸)	۰/۶۷	۱۸ (۶۴/۳)	۱۰ (۳۵/۷)	۰/۸۲
		ندارد	۴۱ (۷/۴)	۱۲ (۲۲/۶)		۳۸ (۶۶/۷)	۱۹ (۳۳/۳)	
	منازل	دارد	۲۸ (۹۶/۶)	۱ (۳/۴)	۰/۰۴	۷ (۷۷/۸)	۲ (۲۲/۲)	۰/۴۲
		ندارد	۳۹ (۶۹/۶)	۱۷ (۳۰/۴)		۴۹ (۶۴/۵)	۲۷ (۳۵/۵)	
هوای خیلی گرم	کلاس های درس	دارد	۱۲ (۶۶/۷)	۶ (۳۳/۳)	۰/۱۵	۲۳ (۸۲/۱)	۵ (۱۷/۹)	۰/۰۲
		ندارد	۵۵ (۸۲/۱)	۱۲ (۱۷/۹)		۳۳ (۵۷/۹)	۲۴ (۴۲/۱)	
	منازل	دارد	۲۱ (۹۵/۵)	۱ (۴/۵)	۰/۰۲	۲۴ (۹۲/۳)	۲ (۷/۷)	۰/۰۱
		ندارد	۴۶ (۷۳)	۱۷ (۲۷)		۳۲ (۵۴/۲)	۲۷ (۴۵/۸)	
هوای خشک	کلاس های درس	دارد	۹ (۹۰)	۱ (۱۰)	۰/۳۵	۹ (۶۹/۲)	۴ (۳۰/۸)	۰/۷۸
		ندارد	۵۸ (۷۷/۳)	۱۷ (۲۲/۷)		۴۷ (۶۵/۳)	۲۵ (۳۴/۷)	
	منازل	دارد	۵ (۷۱/۴)	۲ (۲۸/۶)	۰/۶۱	۶ (۶۶/۷)	۳ (۳۳/۳)	۰/۹۵
		ندارد	۶۲ (۷۲/۵)	۱۶ (۲۰/۵)		۵۰ (۶۵/۸)	۲۶ (۳۴/۲)	
هوای مرطوب	کلاس های درس	دارد	۲۸ (۹۶/۶)	۱ (۳/۴)	۰/۰۴	۱۹ (۶۷/۹)	۹ (۳۲/۱)	۰/۷۸
		ندارد	۳۹ (۶۹/۶)	۱۷ (۳۰/۴)		۳۷ (۶۴/۹)	۲۰ (۳۵/۱)	
	منازل	دارد	۸ (۸۸/۹)	۱ (۱۱/۱)	۰/۴۳	۵ (۶۲/۵)	۳ (۳۷/۵)	۰/۸۳
		ندارد	۵۹ (۷۷/۶)	۱۷ (۲۲/۴)		۵۱ (۶۶/۲)	۲۶ (۳۳/۸)	
بوهای ناخوشایند	کلاس های درس	دارد	۲۴ (۹۶)	۱ (۴)	۰/۰۱	۲۰ (۶۹)	۹ (۳۱)	۰/۶۶
		ندارد	۴۳ (۷۱/۷)	۱۷ (۲۸/۳)		۳۶ (۶۴/۳)	۲۰ (۳۵/۷)	
	منازل	دارد	۱۸ (۷۸/۳)	۵ (۲۱/۷)	۰/۹۳	۱۷ (۸۹/۵)	۲ (۱۰/۵)	۰/۰۱
		ندارد	۴۹ (۷۹)	۱۳ (۲۱)		۳۹ (۵۹/۱)	۲۷ (۴۰/۹)	

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

۳۱۴۶ppm و کمترین مقدار آن در مقطع راهنمایی و فصل بهار ۸۱۷ ppm بود. در منازل بیشترین غلظت دی اکسید کربن مربوط به فصل زمستان با غلظت ppm ۲۰۱۴ و کم‌ترین غلظت مربوط به فصل بهار با غلظت ppm ۵۳۳ بود. مطالعه انجام شده توسط Ferreira و همکارانش در خصوص بررسی کیفیت هوای کلاس‌های ۵۱ مدرسه در شهر Coimbra در پرتغال نشان داد که در ۴۷ مدرسه، میانگین دی‌اکسیدکربن بالاتر از حداکثر غلظت مجاز در قوانین پرتغال یعنی بیش از ppm ۹۸۴ بود که میانگین دی‌اکسیدکربن در فصول پاییز و زمستان ۵۳۲۰ppm گزارش شد(۲۰).

مطالعه انجام شده توسط Fromme و همکاران روی مدارس برلین آلمان نشان داد که متوسط غلظت دی‌اکسیدکربن در کلاس‌های درس در فصل زمستان و تابستان از ۵۹۸ به ppm ۴۱۷۲ و ۴۸۰ تا ppm ۱۸۷۵ رسیده است. در حالی که در دوره زمستان در ۹۲ درصد کلاس‌های درس، متوسط روزانه غلظت دی اکسید کربن بیش از ppm ۱۰۰۰ بود(۲۱).

مطالعه انجام شده توسط Datta و همکارانش در خصوص بررسی کیفیت هوای سه ساختمان اداری و آموزشی در دهلی نشان داد که میزان دی اکسید کربن در ساختمان‌های اداری بین ۱۳۰۰ تا ppm ۱۵۰۰ و در ساختمان‌های آموزشیppm ۶۷۲ بود(۲۲). از آن‌جاکه مطالعات مختلف نشان دادند که غلظت بالاتر از ppm ۶۰۰ دی‌اکسیدکربن منجر به سردرد، خواب آلودگی و عدم تمرکز در افراد می شود و همچنین استاندارد غلظت دی اکسید کربن برطبق گزارش‌های سازمان بهداشت و ایمنی شغلی۳۵۰ تا ppm ۱۰۰۰ می‌باشد(۲۴،۲۳) و با توجه به نتایج مطالعه حاضر باید برای جلوگیری از انباشته شدن غلظت زیاد دی‌اکسیدکربن و تعداد زیاد دانش‌آموزان در کلاس‌ها، از تهویه مناسب استفاده شود. در منازل نیز به دلیل سبک ساخت و ساز نوین ساختمان‌ها به خصوص ساختمان‌های آپارتمانی، افراد بیش‌تر در معرض انواع آلاینده‌ها قرار گرفته و غلظت دی‌اکسید کربن هم بالاتر بوده است. به همین دلیل باید از تهویه مناسب و یا حداقل از تهویه طبیعی با طراحی دقیق مهندسی و مطابق با استاندارد استفاده شود. درمطالعه حاضر در هر دو فصل زمستان و بهار بین نوع تهویه با غلظت دی‌اکسیدکربن و علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌دار مشاهده شد(P= ۰/۰۱). به طوری که در کلاس‌هایی که تهویه مطبوع داشتند، میزان علائم سندرم ساختمان بیمار و غلظت دی اکسید کربن کم‌تر گزارش شد. آزمون آماری T-test نشان داد که در فصل زمستان و بهاردر کلاس‌هایی که تهویه مطبوع داشتند، با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری وجود داشت(P=۰/۰۱)، به‌طوری که در کلاس‌های دارای تهویه مطبوع، میزان دی‌اکسیدکربن و علائم سندرم بیماری ساختمان کم‌تر گزارش شد. مطالعه انجام شده توسط Canha و همکاران در مدارس پرتغال با تهویه طبیعی و مدارس فنلاند با تهویه مطبوع نشان داد که غلظت دی اکسید کربن در مدارس با تهویه طبیعی بیش‌تر بوده است و تهویه مطبوع باعث کاهش غلظت دی‌اکسید کربن در کلاس‌های درس شد(۲۵).

در مطالعه‌ای که بر روی ۳۰ هزار نفر گروه هدف که در بیش از ۴۰۰ ساختمان در شهرهای آمریکای شمالی، اروپا و آسیا انجام شد، مشخص شد که نشانه‌های سندرم ساختمان بیمار با تهویه و غلظت دی‌اکسیدکربن مرتبط می‌باشد(۲۶). در اکثر مدارس شهرستان بابل از تهویه طبیعی و باز کردن در و پنجره‌ها به عنوان راهی برای کنترل کیفیت هوای داخل کلاس‌ها استفاده می‌شد. در واقع تنها راه ورود هوای تازه به کلاس‌های درس، باز کردن پنجره‌ها و درها بوده که بدین طریق، ذرات و دیگر آلاینده‌های هوا به راحتی وارد کلاس درس می‌شدند. علاوه بر این، در فصل زمستان به منظور حفظ گرمای کلاس‌ها، درب‌ها و پنجره‌ها اغلب بسته بوده که منجر به عدم تامین هوای مناسب و افزایش آلودگی هوای داخل ساختمان می‌شد. بنابراین مجهز نمودن کلاس‌های درس به تهویه مطبوع حائز اهمیت می‌باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

در مطالعه حاضر، بیش‌ترین میزان رطوبت در کلاس‌های درس مربوط به فصل زمستان و مقطع ابتدایی به میزان ۸۲ درصد و کمترین مقدار آن در مقطع ابتدایی و فصل بهار به مقدار۴۹ درصد بود. در منازل دانش آموزان، بیشترین میزان رطوبت ۷۶ درصد و مربوط به فصل زمستان و کم‌ترین آن ۴۳ درصد و مربوط به فصل بهار بود. میان رطوبت با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. در مطالعه انجام شده توسط Jurado و همکاران، در ارتباط با بررسی آلودگی هوا در دانشگاه‌های برزیل، مشخص شد که در کلاس‌های واجد رطوبت استاندارد، عملکرد تحصیلی دانشجویان بهتر بود(۲۷). از آن‌جا که رطوبت بیش از حد، بر روی سلامتی افراد اثر نامطلوب می‌گذارد و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را تحت تاثیر قرار می‌دهد و همچنین یکی از عوامل بروز سندرم ساختمان بیمار می‌باشد، باید ساز وکارهای اساسی برای ایجاد رطوبت استاندارد در محیط‌های بسته و تنظیم رطوبت به خصوص در مناطق مرطوب همچون شمال ایران، به کار گرفته شود.

مطالعه حاضر نشان داد، از ۸۵ دانش آموز مورد بررسی در فصل زمستان، ۹۰/۵ درصد و در فصل بهار ۶۵/۸ درصد از علائم سندرم ساختمان بیمار رنج می‌بردند. بیش‌ترین تعداد دانش آموزان در هر دو فصل، در دسته علائم متوسط قرار گرفتند و هیچ یک از افراد علائم شدید نداشتند. مطالعه انجام شده توسط Smedje و همکاران، بر روی ساکنین منازل در سوئد نشان داد که شیوع سندرم ساختمان بیمار در افراد ۲۳ درصد بود که بروز علائم سندرم ساختمان بیمار با میزان رطوبت ارتباط معنی‌داری داشت(۲۸). احتمالا بخشی از دلایل شیوع بالای سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان مورد بررسی، به محیط کلاس‌های مدارس مربوط می‌شود و بخشی دیگر به محیط منازل که باید علاوه بر بهداشت هوا، به فاکتورهای محیطی، همچون بهداشت مسکن نیز توجه کافی شود.

مطالعه حاضر نشان داد، از میان ۱۲ علائم سندرم ساختمان بیمار در فصل زمستان، بیش‌ترین علائم سندرم ساختمان بیمار، مربوط به خستگی (۴۵/۸ درصد) و در فصل بهار مربوط به سردرد (۳۵/۳ درصد) بود. در مطالعه انجام شده توسط Norbäck، روی دانش آموزان کشورهای مختلف در حال تحصیل در مدارس مالزی مشخص شد که دانش‌آموزان مورد مطالعه، ۲۲/۱ درصد خستگی و ۲۰/۶ درصد سردرد را مهم‌ترین علائم سندرم ساختمان بیمار بیان کردند. در مطالعه مذکور دانش‌آموزان چینی، سردرد کم‌تری نسبت به مالایی‌ها و هندوها، خستگی کم‌تری از مالایی‌ها داشتند(۲۹). خستگی و سردرد از علائم عمومی سندرم ساختمان بیمار به شمار می‌آیند که در اکثر مطالعات بر روی گروه‌های هدف مختلف، بالاترین نشانه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. آزمون‌های آماری نشان داد که در هر دو فصل، میان جنسیت و علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی دار مشاهده شد، به طوری که میزان علائم سندرم ساختمان بیمار در دختران بیش از پسران بود. همچنین در فصل زمستان میان مقطع تحصیلی با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی دار مشاهده شد. به‌طوری که سندرم ساختمان بیمار در دانش‌آموزان ابتدایی بیش‌تر گزارش شد.

مطالعه Runeson-Broberg و همکاران در رابطه با بررسی ارتباط بین سندرم ساختمان بیمار با استرس روحی اجتماعی در نیروی کار سوئد نشان داد که ابتلا به سندرم بیماری ساختمان با سن، جنس و شاخص توده بدنی ارتباط دارد(۳۰). در اکثر مطالعات، بر روی دو گروه مرد و زن، زنان به عنوان گروه‌های آسیب‌پذیر معرفی می‌شوند که سلامتیشان باید بیش‌تر تحت نظارت بهداشت و درمان قرار گیرد.

در رابطه با ریسک فاکتورهای اثرگذار بر روی سندرم ساختمان بیمار، نتایج نشان داد که در فصل زمستان و بهار، بیشترین تعداد دانش آموزان از سرو صدا به عنوان ریسک فاکتور آزار دهنده در مدرسه و کلاس درس شکایت داشتند. آزمون آماری کای دو

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

نشان دهنده ارتباط معنی دار بود(P= ۰/۰۴). ریسک فاکتورهای مورد بررسی در منازل همین دانش آموزان نشان داد که در فصل زمستان میان روشنایی کم (P= ۰/۰۲)، هوای خیلی سرد (P= ۰/۰۴) و هوای خیلی گرم (P= ۰/۰۲) با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌داری وجود داشت. در فصل بهار هم، میان سرو صدا (P= ۰/۰۴)، روشنایی زیاد (P= ۰/۰۴)، هوای خیلی گرم (P= ۰/۰۱) و بوهای ناخوشایند(P= ۰/۰۱)، با علائم سندرم ساختمان بیمار ارتباط معنی‌دار مشاهده شد. در مطالعه انجام شده بر روی پرستاران بخش‌های مراقبت ویژه بیمارستان‌های کرمان، مهم‌ترین ریسک فاکتورهای بروز سندرم ساختمان بیمار، سرو صدا و بوهای نامطبوع ذکر شد(۳۱). وجود سرو صدا در مدرسه و کلاس درس با توجه به تعداد دانش‌آموزان امری طبیعی است. اما سرو صدای بیش از حد منجر به سردرد، عدم تمرکز و کاهش آسایش و یادگیری آموزشی دانش‌آموزان می‌شود. بنابراین ریسک فاکتور سرو صدا باید در مدارس تحت کنترل قرارگرفته و از موانع صوتی جهت جلوگیری از انتقال سر و صدا از یک کلاس به کلاس دیگر استفاده شود. در منازل، یکی از ریسک فاکتورهای بروز سندرم ساختمان بیمار، هوای خیلی‌گرم بود. گرما یکی از مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز محیط‌های کاری محسوب می‌شود که بر عملکردهای شناختی افراد تأثیرگذار است(۳۲). بنابراین فاکتورهای محیطی از جمله میزان گرما و سرما نیز باید متناسب با محیط تنظیم شود تا سطح آسایش مطلوب را برای افراد فراهم آورد.

مطالعه حاضر نشان داد که غلظت دی اکسید کربن در کلاس‌های درس و منازل دانش‌آموزان ارتباط معنی‌داری با ایجاد علائم سندرم ساختمان بیمار دارد. هرچند سندرم ساختمان بیمار در دانش آموزان علائم خفیفی داشت، اما با توجه به شرایط نامناسب فیزیکی در بعضی مدارس و حتی منازل، باید بهینه سازی این اماکن از طریق همکاری مسئولین آموزش و پرورش و مراجع بهداشتی انجام شود. میزان غلظت دی اکسید کربن و به تعبیری آلودگی هوای داخل منازل از ترکیب اثرات عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و تهویه نامناسب نشات می‌گیرد. سیستم‌های گرمایش، نوع تهویه ، تجهیزات ساختمان، مبلمان و فعالیت‌های انسانی بر روی غلظت دی‌اکسیدکربن اثر می‌گذراند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با نظارت اداره آموزش و پرورش و مسولین مدارس و از طریق همکاری با کارشناسان بهداشت محیط، حداقل سالی یک بار وضعیت بهداشت محیط مدارس برحسب جنبه‌های مختلف بهداشتی، به خصوص کیفیت هوای داخل ساختمان بررسی شود و در صورت مغایرت با استانداردهای ملی و بین المللی موارد به مراجع ذی صلاح گزارش شود. همچنین در خصوص بهداشت محیط اماکن مسکونی و نقش کیفیت مناسب هوا در اتاق‌های مسکونی بر سلامت ساکنان خانه، از طریق آموزش‌های همگانی به والدین اطلاع رسانی شود. از نقاط قوت و نوآورانه مطالعه حاضر می‌توان به پرداختن و برجسته نمودن نقش سلامت محیط کلاس‌ها و اتاق‌های مسکونی و ارتباط مستقیم آن‌ها با سلامت دانش‌آموزان در محیط مدرسه و خانه اشاره نمود. همچنین از نقاط ضعف مطالعه حاضر عدم همکاری والدین دانش آموزان و مدیران برخی مدارس بود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه خانم زهرا آقالری دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی ب هداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی گناباد (با کد اخلاق IR.GMU.REC.1396.148) می‌باشد. از آن‌جا که بخشی از این پایان‌نامه به‌صورت طرح تحقیقاتی مشترک بین دپارتمان مهندسی بهداشت محیط دانشگاه‌های علوم پزشکی بابل و گناباد، در دانشگاه علوم پزشکی بابل به‌تصویب رسیده است لذا نگارندگان مقاله برخود لازم می‌دانند تا از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل که حمایت مالی از این تحقیق را به عهده داشته‌اند (طرح شماره 9705422)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

و کد اخلاق (IR.MUBABOL.REC.1397.157)، قدردانی نمایند. همچنین به سبب همکاری و هماهنگی‌های انجام شده از سوی اداره آموزش و پرورش شهرستان بابل از مسولین آن اداره قدردانی می‌شود.

References

1. Sarigiannis DA, Karakitsios SP, Gotti A, Liakos IL, Katsoyiannis A. Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environments and associated health risk. Environ Int 2011; 37(4):743-765.
2. Sahlberg B. Indoor Environment in Dwellings and Sick Building Syndrome (SBS): Longitudinal Studies. Doctoral thesis. Uppsala; Acta Universitatis Upsaliensis; 2012.
3. Dehghanzadeh R, Ansarian K, Aslani H. Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of residential buildings. J Health 2013; 3(4): 29-40 (Persian).
4. Jafarian S, Aghalari Z, Najar M. Evaluating the Knowledge and Attitude of Air Pollution Control in Tehran from the Elderly and Pregnant Women -2017. J Saf Promot Inj Prev. 2018; 6(2):73-80 (Persian).
5. Kinman G, Griffin M. Psychosocial factors and gender as predictors of symptoms associated with sick building syndrome. Stress & Health 2008; 24(2): 165-1671.
6. Al Momani HM, Ali HH. Sick building syndrome in apartment buildings in Jordan. Jordan J Civ Eng 2008; 2(4): 391-403.
7. Takigawa T, Wang B-L, Sakano N, Wang D-H, Ogino K, Kishi R. A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. Sci Total Environ 2009; 407(19): 5223-5228.
8. Norhidayah A, Chia-Kuang L, Azhar M, Nurulwahida S. Indoor air quality and sick building syndrome in three selected buildings. Procedia Eng 2013; 53: 93-98.
9. Zarei A, Amouie A, Afsharnia M, Qasemi M, Feyzimoghadam A, Geraili Z, Aghalari Z. Evaluation of Carbon Dioxide Concentration in Classrooms in Babol and Gonabad Cities in 2018 and Its Relationship with Classroom Ventilation And Temperature: A Short Report. J Rafsanjan Univ Med Sci 2018; 17(8): 789-98 (Persian).
10. Velayatzadeh M, Davazdah ES, Naserzadeh Z. Correlation analysis of Carbon Dioxide, Oxygen, Temperature and Humidity of Yadavaran Oil field in Khuzestan province.J Research in Environmental Health 2018; 3(4): 288-299 (Persian).
11. Guais A, Brand G, Jacquot L, Karrer M, Dukan S, Grévillot G, et al. Toxicity of carbon dioxide: a review. Chem Res Toxicol 2011; 24(12): 2061-2070.
12. Seo J, Choi Y. Estimation of the air quality of a vehicle interior: The effect of the ratio of fresh air to recirculated air from a heating, ventilation and air-conditioning system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering 2013; 227(8): 1162-1172.
13. Abolhassani M, Guais A, Chaumet-Riffaud P, Sasco AJ, Schwartz L. Carbon dioxide inhalation causes pulmonary inflammation. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol 2009; 296(4): L657-L665.
14. Aghalari Z, Ashrafian H, Jafarian S. Investigating the Environmental Health and Safety among Babols schools in 2015. RSJ. 2018; 3(3): 11-19 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

15. Aghalari Z, Ashrafian Amiri H, Mirzaei M, Lalehi D, Jafarian S. The Survey of Environmental Health in Public Places of Babol in 2015-2016: A Short Report. Rafsanjan Univ Med Sci & Health Services 2018; 17(4): 377-384 (Persian).
16. Salvato AJ. Environmental Engineering and Sanitation, (Environmental Science and Technology: A Wiley-Interscience Series of Texts and Monographs). 4th Ed. New Jersey: John Wiley; 1992
17. Shaughnessy R, HaverinenShaughnessy U, Nevalainen A, Moschandreas D. A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance. Indoor Air 2006; 16(6): 465-468.
18. Health DoOSa. Industry Code of Practice on Indoor Air Quality 2010. Malaysia, Department of occupational safety &health JKKP DP(S). 127/379/4-39. 2010
19. Vafaeenasab MR, Morowatisharifabad MA, Ghaneian MT, Hajhosseini M, Ehrampoush MH. Assessment of Sick Building Syndrome and Its Associating Factors Among Nurses in the Educational Hospitals of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. Glob J Health Sci 2015; 7(2): 247-253
20. Ferreira AMC, Cardoso SM. Exploratory study of air quality in elementary schools, Coimbra, Portugal. Rev Saude Publica 2013; 47(6): 1059-1068.
21. Fromme H, Heitmann D, Dietrich S, Schierl R, Körner W, Kiranoglu M, et al. Air quality in schools-classroom levels of carbon dioxide (CO2), volatile organic compounds (VOC), aldehydes, endotoxins and cat allergen. Gesundheitsdienstes 2008; 70(2): 88-97.
22. Datta A, Suresh R, Gupta A, Singh D, Kulshrestha P. Indoor air quality of non-residential urban buildings in Delhi, India. International Journal of Sustainable Built Environment 2017; 6(2): 412-420.
23. Chiu C-F, Chen M-H, Chang F-H. Carbon dioxide concentrations and temperatures within tour buses under real-time traffic conditions. PloS One 2015; 10(4): e0125117.
24. Occupational Health & Safety. Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control. Available at: https://ohsonline.com/Articles/2016/04/01/Carbon-Dioxide-Detection-and-Indoor-Air-Quality-Control.aspx?Page=1.
25. Canha N, Almeida S, Freitas M, Täubel M, Hänninen O. Winter ventilation rates at primary schools: comparison between Portugal and Finland. J Toxicol Environ Health A 2013; 76(6): 400-408.
26. Bourbeau JB C, Allaire S. Prevalence of the sick building syndrome symptoms in office workers before and six months and three years after being exposed to a building with an improved ventilation system. Occup Environ Med 1997; 54(1): 49-53.
27. Jurado SR, Bankoff AD, Sanchez A. Indoor air quality in Brazilian universities. Int J Environ Res Public Health 2014; 11(7): 7081-7093.
28. Smedje G, Wang J, Norbäck D, Nilsson H, Engvall K. SBS symptoms in relation to dampness and ventilation in inspected single-family houses in Sweden. Int Arch Occup Environ Health 2017; 90(7): 703-711.
29. Norbäck D, Hashim JH, Markowicz P, Cai G-H, Hashim Z, Ali F, Larsson L. Endotoxin, ergosterol, muramic acid and fungal DNA in dust from schools in Johor Bahru, Malaysia—Associations with rhinitis and sick building syndrome (SBS) in junior high school students. Sci Total Environ 2016; 545: 95-103.
30. Runeson-Broberg R, Norbäck D. Sick building syndrome (SBS) and sick house

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]

syndrome (SHS) in relation to psychosocial stress at work in the Swedish workforce. Int Arch Occup Environ Health 2013; 86(8): 915-922.

31. Ghaneian M, Morovvati Sharif Abad M, Ehrampoosh M, Haj Hosseini M. Prevalence of symptoms of sick building syndrome and its associated factors in intensive care nurses in Kerman University of medical sciences educational hospitals. TKJ 2013; 5(3): 49-57 (Persian).
32. Jafari MJ, Naserpour M, Monazzam MR, Saremi M, Shahneshin HRP, Sang SJB. Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test. J Occup Hygiene 2014; 1(2): 1-9 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-05]