گزارش کوتاه
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۷، آبان ۱۳۹۷، ۷۹۸-۷۸۹

ارزیابی غلظت دی‌اکسیدکربن کلاس‌های درس شهرهای بابل و گناباد در سال ۱۳۹۷ و ارتباط آن با تهویه و دمای کلاس‌ها: یک گزارش کوتاه

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

دریافت مقاله: ۹۷/۴/۱۲ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۷/۷/۱۷ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۷/۸/۱ پذیرش مقاله: ۹۷/۸/۲

چکیده

زمینه و هدف: افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن (CO_2)، منجر به کاهش آسایش و اختلال در یادگیری می‌شود. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت CO_2 کلاس‌های درسی شهرهای بابل و گناباد و ارتباط آن با تهویه و دمای کلاس‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه توصیفی حاضر در بهار ۱۳۹۷ در ۶ دبیرستان و ۲۸ کلاس شهر بابل و ۲۸ کلاس دانشگاه علوم‌پزشکی گناباد در شرق کشور به‌صورت تصادفی انجام شد. سنجش CO_2 با دستگاه CO_2 متر انجام شد. جهت تعیین پارامترهای فیزیکی مؤثر بر غلظت CO_2، از اطلاعات موجود در چک‌لیست مربوطه استفاده شد. آنالیز داده‌ها از طریق آزمون‌های آماری مجذور کای، آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون t مستقل انجام شد.

یافته‌ها: ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با نوع تهویه (p= ۰/۰۲۱) و سیستم گرمایشی در کلاس‌های شهر بابل وجود داشت (p= ۰/۰۲۵). بین غلظت CO_2 در کلاس‌های درس مدارس بابل و گناباد ارتباط معنی‌داری وجود داشت (p= ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که غلظت CO_2 در اکثر کلاس‌ها بالا بوده و با نوع تهویه و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی ارتباط داشت.

واژه‌های کلیدی: دی‌اکسید کربن، تهویه، کلاس، بابل، گناباد

مقدمه

گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) به عنوان یکی از گازهای گل‌خانه ای از عوامل آلودگی هوا محسوب می‌شود [۱]. از آن‌جایی که انسان‌ها CO_2 تولید می‌کنند و در محیط‌های بسته وسائل و لوازمی در محیط وجود دارند، بنابراین غلظت CO_2 در محیط بسته بالاتر از غلظت آن در هوای

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۴- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۵- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
۶- کارشناسی ارشد آمار زیستی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
۷- (نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران
تلفن: ۰۵۱-۵۷۲۲۵۰۲۷، دورنگار: ۰۵۱-۵۷۲۲۳۸۱۴، پست الکترونیکی: z.aghalari@gmail.com

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

آزاد است [۲]. در فضای باز غلظت CO_2 حدود ۳۸۰ ppm است، اما در بعضی مناطق شهری بیش از ۵۰۰ ppm گزارش شده است [۳]. تحقیقات اپیدمیولوژیک نشان داده که غلظت ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ppm دی‌اکسیدکربن باعث اختلال در عمل‌کرد افراد می‌شود. غلظت بالای CO_2 منجر به مشکلات تنفسی، کاهش آسایش و حتی مرگ می‌شود [۴]. مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا گزارش نمود که قرار گرفتن در معرض ۱۰ درصد CO_2 به مدت ۹۰ ثانیه موجب ایجاد علائم عصبی از جمله سوسو شدن چشم، تحریک روان گردان و انقباض عضلانی کنترل نشده می‌شود. هم‌چنین افزایش شدت انقباض عضلات، شدت تنفس، سرخوش شدن و بی‌حوصلگی نیز می‌شود، هم‌چنین غلظت ۳۰ درصد CO2 منجر به از دست دادن هوشیاری می‌شود [۵]. Abolhassani و همکارانش در مطالعه خود تحت عنوان استنشاق CO2 عامل التهاب ریه نشان دادند که استنشاق CO2 توسط موش‌های آزمایشگاهی بیش از ۵ درصد، به مدت یک ساعت باعث التهاب ریه می‌گردد [۶]. غلظت CO2، معمولا تحت تأثیر تعداد افراد ساکن، سن و میزان فعالیت بدنی آن‌ها و ویژگی‌های ساختمان هم‌چون اندازه اتاق‌ها و وجود و نوع سیستم‌های تهویه آن‌ها می‌باشد [۷]. سنجش غلظت CO_2 به عنوان آلاینده تجمعی در محیط‌های بسته هم-چون کلاس‌های درس مدارس و دانشگاه‌ها حائز اهمیت است، زیرا فضای فیزیکی مطلوب و محیط روانی مساعد اثر مهمی بر شکل‌گیری شخصیت دانش‌آموزان و دانش‌جویان دارد [۸]. در واقع دانش‌آموزان و دانش‌جویان بیش از ۳۰ درصد زندگی خود را در مدارس و حدود ۷۰ درصد از طول روز را داخل کلاس درس و محیط بسته می‌گذرانند [۹]. مطالعه انجام شده در هنگ کنگ روی ۵ کلاس درس نشان داد در هر کلاسی که تهویه نامناسبی داشتند غلظت CO_2 بیش از ۱۰۰۰ ppm بود [۱۰]. عدم دسترسی به کیفیت هوای مطلوب و افزایش غلظت CO_2، می‌تواند منجر به کاهش آسایش و اختلال در یادگیری آن‌ها شود. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت CO_2 کلاس‌های درسی شهرهای بابل و گناباد و ارتباط آن با تهویه و دمای کلاس‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع توصیفی است که به‌طور هم‌زمان در بهار ۱۳۹۷ در دو شهر بابل در شمال کشور و شهر گناباد در شرق کشور در کلاس‌های درس به عنوان محیط آموزشی انجام پذیرفت. علت انتخاب این دو شهر آن بوده است که از نظر آب و هوایی شرایط جوی متفاوتی دارند، بدین صورت که شهر بابل در شمال کشور شهری با آب و هوای مرطوب و شرجی، و شهر گناباد در شرق کشور آب و هوای گرم و خشک دارد که اصلی‌ترین فرضیه این پژوهش متفاوت بودن غلظت CO_2 بنابر شرایط جوی دو شهر بود [۱۱].

از آن‌جایی که هدف این مطالعه سنجش غلظت CO_2 در محیط‌های آموزشی بوده در شهر بابل کلاس‌های درس مدارس دبیرستانی انتخاب شدند که به منظور سنجش CO2 در شهر بابل به ۶ مدرسه دبیرستانی و ۲۸ کلاس مراجعه شد. انتخاب مدارس و کلاس‌ها به صورت تصادفی چند مرحله‌ای بود. به این ترتیب که انتخاب مدارس از

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

شهر بابل به‌صورت تصادفی سیستماتیک براساس لیست موجود در اداره آموزش و پرورش شهر بابل و انتخاب کلاس‌ها با توجه به چند طبقه بودن مدارس از هر طبقه به‌صورت تصادفی حداقل یک کلاس انجام شد.

در شهر گناباد نیز جهت سنجش CO2، ۲۸ کلاس آموزشی دانشکده‌های پیراپزشکی، پرستاری و بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گناباد مورد بررسی قرار گرفتند. انتخاب کلاس‌ها در دانشکده‌های دانشگاه به‌صورت سرشماری بود.

جهت انجام کار در مدارس شهر بابل، ابتدا با اداره آموزش و پرورش هماهنگی نموده و در مدارس با هماهنگی مدیران و همراهی یکی از معاونین مدارس سنجش غلظت CO_2 در کلاس‌ها انجام شد. در دانشگاه علوم پزشکی گناباد نیز از طریق هماهنگی با مسولین آموزشی دانشکده‌ها، سنجش CO_2 در کلاس‌ها انجام شد.

جهت سنجش CO_2 از دستگاه استاندارد CO_2 متر مدل TES1370 استفاده شد. هنگام اندازه‌گیری CO_2 دستگاه در ارتفاع یک متر و ۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین قرار گرفت و به مدت ۱۰ دقیقه ثابت نگه داشته شد تا عدد روی مانیتور دستگاه برای چند ثانیه ثابت شود، آن عدد نشان‌گر CO_2 در محیط بود [۱۲]. جهت تعیین پارامترهای فیزیکی مؤثر بر غلظت CO2، اطلاعاتی از قبیل (نوع تهویه: تهیویه مطبوع یا تهویه طبیعی، سیستم‌های گرمایشی: شوفاژ یا بخاری، سیستم‌های سرمایشی: کولر یا پنکه، طبقات کلاس‌ها: طبقات اول تا سوم، هوای خیلی گرم: وجود دارد یا وجود ندارد، هوای خیلی سرد: وجود دارد یا وجود ندارد، هوای خشک: وجود دارد یا وجود ندارد، هوای مرطوب: وجود دارد یا وجود ندارد) در چک لیست جمع آوری گردید. به منظور یکسان سازی شرایط اندازه‌گیری CO_2 در هر دو شهر، اندازه گیری غلظت CO_2 در هر کلاس پس از گذشت یک ساعت از کلاس درس انجام شد.

جهت تعیین اثرگذاری هوای خیلی گرم، هوای خیلی سرد، هوای خشک و هوای مرطوب روی میزان CO_2 پرسش‌نامه ای در اختیار ۱۰۲ نفر از دانش آموزان دبیرستانی مدارس شهر بابل و ۱۰۹ نفر از دانش‌جویان دانشگاه علوم پزشکی گناباد قرار گرفت. انتخاب دانش-آموزان و دانش‌جویان از روی لیست به‌صورت تصادفی سیستماتیک انجام شد. پرسش‌نامه مورد استفاده بخشی از پرسش‌نامه استاندارد (Miljomedicine040) [۱۳] بود که پایایی و روایی نسخه فارسی آن توسط محققین ایرانی تأیید شده است. در برخی مقالات ایرانی پایایی آن با آزمون آلفا کرونباخ ۰/۷۵ محاسبه شد [۱۴]. در پرسش-نامه مذکور پرسیده شد که آیا تا به حال شرایطی هم‌چون را در محیط کلاس تجربه کرده بودند. افراد مورد مطالعه نظرات خود را پیرامون (هوای خیلی گرم، هوای خیلی سرد، هوای خشک و هوای مرطوب) در قالب گزینه‌های "اغلب"، "گاهی اوقات" و "هرگز" بیان کردند. افرادی که بیش از ۳ بار در هفته (هوای خیلی گرم، هوای خیلی سرد، هوای خشک و هوای مرطوب) را تجربه کرده بودند، گزینه "اغلب" و افرادی که یک یا دو بار در هفته تجربه کرده بودند، گزینه "گاهی اوقات" و افرادی که هیچ نوع از هوا های مذکور را در طول هفته تجربه نکرده بودند، گزینه هرگز را انتخاب کردند.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

پس از جمع‌آوری اطلاعات با کدگذاری هر یک از چک لیست‌ها اطلاعات وارد نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ 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 مجذور کای ، آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون t مستقل انجام شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

سنجش CO_2 در ۲۸ کلاس مربوط به ۶ مدرسه دبیرستانی در شهر بابل نشان داد، در ۳ کلاس (۱۰/۷ درصد) میزان CO_2 زیر ppm ۱۰۰۰ و در ۲ کلاس (۷/۱ درصد) میزان CO_2 در بیش‌ترین مقدار یعنی بالای ppm ۲۵۰۰ بود. میانگین غلظت CO_2 در کلاس‌ها ۵۴۴/۲۱ ± ۱۵۱۸/۵۴ بود. مقایسه غلظت CO_2 بر اساس نوع تهویه ای که در کلاس‌ها وجود داشت، نشان داد که بیش‌ترین میزان CO_2 مربوط به کلاسی بود که تهویه مطبوع نداشت. در مجموع در ۲۳ کلاس (۸۲/۱ درصد) تهویه مطبوع وجود نداشت و تهویه به‌صورت طبیعی از طریق باز و بسته نمودن درب‌ها و پنجره‌ها انجام می‌شد. آزمون t مستقل نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با نوع تهویه وجود داشت (p= ۰/۰۲۱). مقایسه غلظت CO_2 بر اساس طبقاتی که کلاس‌ها در آن قرار داشتند، نشان داد که بیش‌ترین میزان CO_2 مربوط به طبقه اول به میزان ppm ۲۹۱۸ و کم‌ترین مقدار نیز مربوط به طبقه اول ppm ۷۶۸ بود. آزمون t مستقل نشان داد که ارتباط معنی داری بین CO_2 در دو طبقه وجود نداشت (۰/۳۳۷ =p). از نظر سیستم گرمایشی به ترتیب در ۶ کلاس (۲۱/۴ درصد) و ۲۲ کلاس (۷۸/۶ درصد) از شوفاژ و بخاری استفاده می‌کردند. آزمون t مستقل نشان داد ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با نوع سیستم گرمایشی وجود داشت (۰/۰۲۵ =p)، به طوری که در کلاس‌هایی که از شوفاژ به عنوان سیستم گرمایشی استفاده می‌کردند میانگین غلظت CO_2 کمتر بود. از نظر سیستم سرمایشی به ترتیب در ۵کلاس (۱۷/۸ درصد) و ۲۳ کلاس (۸۲/۲ درصد) از اسپلیت و پنکه استفاده می‌کردند. آزمون t مستقل نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با نوع سیستم سرمایشی وجود داشت (۰/۰۵۰ =p)، به طوری که در کلاس‌هایی که از اسپلیت به عنوان سیستم سرمایشی استفاده می‌کردند، میانگین غلظت CO_2 کمتر بود (جدول ۱). پرسش از دانش‌آموزان نشان داد که ۳۶ نفر (۳۳ درصد) هوای سرد را در محیط کلاس تجربه کرده بودند. آزمون t مستقل نشان داد ارتباط معنی‌داری CO_2 با هوای سرد وجود داشت (۰/۰۱۱ =p)، به طوری‌که در کلاس‌هایی که دانش‌آموزان اظهار کرده بودند، هوای سرد را تجربه کرده بودند، میانگین غلظت CO_2 بیشتر بود (جدول ۱).

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت CO2 کلاس‌های درسی شهرهای بابل و گناباد و ارتباط آن با برخی پارامترهای فیزیکی کلاس‌ها

پارامترهای فیزیکی	مکان	سطوح	Co2 (ppm) انحراف معیار ± میانگین	مقدار P
تهویه مطبوع	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	دارد	۹۵۸/۴ ± ۱۶۰/۷	*۰/۰۲۱
		ندارد	۱۶۸۳/۵ ± ۵۷۹/۹	
طبقات کلاس‌ها	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	اول	۱۵۲۲/۴ ± ۶۵۷/۱	*۰/۳۳۷
		دوم	۱۶۱۱ ± ۵۰۲/۱	
	کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)	اول	۹۳۵/۷ ± ۷۰۹/۳	*۰/۴۲۳
		دوم	۸۸۹/۸ ± ۴۳۵	
سیستم سرمایشی	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	پنکه	۱۶۵۱/۲ ± ۶۰۶/۵	*۰/۰۵۰
		اسپلیت	۱۱۰۷/۲ ± ۲۹۶/۵	
سیستم گرمایشی	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	بخاری	۱۶۵۵/۷± ۶۲۴/۲	*۰/۰۲۵
		شوفاژ	۱۱۸۱/۱ ± ۲۸۸/۴	
هوای خیلی سرد	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	دارد	۱۷۰۷/۷ ± ۴۰۹/۸	*۰/۰۱۱
		ندارد	۱۶۱۵/۷ ± ۵۸۲/۵	
	کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)	دارد	۱۰۳۲/۴ ± ۶۸۲/۱	*۰/۰۱۷
		ندارد	۹۱۰/۴ ± ۴۷۰/۹	
هوای خیلی گرم	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	دارد	۱۷۱۴/۱ ± ۶۳۵/۵	*۰/۱۰
		ندارد	۱۶۲۸/۹ ± ۵۰۴/۷	
	کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)	دارد	۹۸۲/۱ ± ۶۰۳/۱	*۰/۵۷۷
		ندارد	۹۳۹/۵ ± ۵۵۷/۲	
هوای خشک	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	دارد	۱۴۹۴/۷ ± ۶۲۶/۵	*۰/۶۲۱
		ندارد	۱۶۶۳/۱ ± ۵۲۰/۷	
	کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)	دارد	۹۳۸/۴ ± ۵۶۱/۲	*۰/۳۳۵
		ندارد	۱۰۴۸/۶ ± ۶۵۶/۱	
هوای مرطوب	کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)	دارد	۱۶۴۵/۲ ± ۶۰۰/۲	*۰/۲۵۱
		ندارد	۱۶۴۶/۶ ± ۴۹۸/۶	
	کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)	دارد	۹۲۵/۹ ± ۵۲۹/۸	*۰/۱۵۴
		ندارد	۱۰۱۹/۲ ± ۶۴۶/۶	
کلاس‌های مدارس (شمال ایران- بابل)		حداقل	۷۶۸	**۰/۰۰۱
		حداکثر	۲۹۱۸	
		میانگین	۱۵۱۸/۵۴	
		انحراف معیار	۵۴۴/۲	
کلاس‌های دانشگاه (شرق ایران-گناباد)		حداقل	۴۲۷	
		حداکثر	۲۵۶۵	
		میانگین	۹۰۲/۹۶	
		انحراف معیار	۵۱۳/۸	

**آزمون t مستقل*

***آزمون آنالیز واریانس یک طرفه*

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

سنجش CO_2 در ۲۸ کلاس مربوط به دانشکده‌های دانشگاه علوم پزشکی گناباد نشان داد در ۵ کلاس (۱۷/۸ درصد) میزان CO_2 زیر ppm ۵۰۰ و در سه کلاس میزان CO_2 در بیش‌ترین میزان یعنی بالای ppm ۱۵۰۰ بود. میانگین غلظت CO_2 در کلاس‌ها ۵۲۰/۰۵ ± ۸۸۲/۸۰ به دست آمد. نوع تهویه در تمامی‌کلاس‌های مورد بررسی از نوع تهویه مطبوع بود. هم‌چنین نوع سیستم سرمایشی و گرمایشی در تمامی‌کلاس‌ها از نوع چیلر بود. مقایسه غلظت CO_2 بر اساس طبقاتی که کلاس‌ها در آن قرار داشتند نشان داد که بیش‌ترین میزان CO_2 مربوط به طبقه اول به میزان ppm ۲۵۶۵ و کمترین مقدار نیز مربوط به طبقه اول ppm ۴۲۷ بود. آزمون t مستقل نشان داد ارتباط معنی‌داری بین CO_2 در دو طبقه وجود نداشت (p= ۰/۴۲۳). پرسش از دانش‌جویان نشان داد که ۵۵ نفر (۵۳/۹ درصد) هوای سرد را در محیط کلاس تجربه کرده بودند. آزمون t مستقل نشان داد ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با هوای سرد وجود داشت (p= ۰/۰۱۷)، به طوری که در کلاس‌هایی که دانش‌جویان اظهار کرده بودند هوای سرد را تجربه کردند میانگین غلظت CO_2 بیشتر بود (جدول ۱).

آزمون آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین میزان غلظت CO_2 در کلاس‌های درس دو محیط آموزشی (کلاس‌های مدارس و دانشگاه) ارتباط معنی‌داری وجود داشت (p=۰/۰۰۱)، به طوری که غلظت CO_2 در کلاس‌های درس شمال ایران بیشتر از کلاس‌های درس شرق کشور بود.

بحث

در مطالعه حاضر CO_2 به عنوان یک آلاینده گازی شکل موجود در هوا مورد بررسی قرار گرفت. سنجش CO_2 در ۲۸ کلاس مربوط به ۶ مدرسه شهر بابل نشان داد که غلظت CO_2 در بیشتر کلاس‌های شهر بابل بالاتر از کلاس‌های شهر گناباد بوده است. مطالعه انجام شده توسط Peng و همکارانش بر روی مدارس کشور چین نشان داد که بالاترین غلظت دی‌اکسیدکربن ppm ۴۶۹۲ بود [۱۵]. مطالعه انجام شده در شرق لندن توسط Griffithsو همکارش نشان داد غلظت دی‌اکسیدکربن در اکثر کلاس‌های درس بیش از ppm ۱۵۰۰، که بالاتر از سطح توصیه شده در مدارس بود [۱۶]. Ramalho و همکارانش، بررسی میزان غلظت CO_2 در ۴۸۹ کلاس در فرانسه را انجام دادند که نتایج نشان داد در ۳۳ درصد کلاس‌ها غلظت CO_2 بالاتر از ppm ۱۷۰۰ بود [۱۷]. مطالعه حاضر، هم‌راستا با مطالعات اشاره شده نشان داد که غلظت CO_2 در کلاس‌های درس بالا بود که این امر می‌تواند به دلیل عدم استفاده از تهویه مناسب و تعداد افراد در کلاس‌های درس باشد. بنابراین، باید برای جلوگیری از انباشته شدن غلظت زیاد CO_2 با توجه به تعداد افراد در کلاس‌ها از تهویه مناسب استفاده شود.

در پژوهش حاضر در کلاس‌های مدارس شهر بابل ارتباط معنی‌داری بین CO_2 با نوع تهویه مشاهده شد. به طوری که در کلاس‌هایی که تهویه مطبوع داشتند، غلظت CO_2 کمتر گزارش شد. مطالعه انجام شده توسط Canha و همکارانش در مدارس پرتغال با تهویه طبیعی و مدارس

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

فنلاند با تهویه مطبوع نشان داد غلظت CO_2 در مدارس با تهویه طبیعی بیشتر بوده است و تهویه مطبوع باعث ایجاد غلظت مناسب CO_2 در کلاس‌های درس شد [۱۸]. در اکثر مدارس مورد مطالعه، از تهویه طبیعی و باز کردن در و پنجره‌ها به عنوان راهی برای کنترل کیفیت هوای داخل کلاس‌ها استفاده می‌شد. در چین نیز، سیستم‌های تهویه مکانیکی و مطبوع در مدارس استفاده نمی‌شود و تنها راه ورود هوای تازه به کلاس‌های درس باز کردن پنجره‌ها و درها است که بدین طریق، ذرات و دیگر آلاینده‌های هوا به راحتی وارد کلاس درس می‌شوند [۱۵]. تهویه، عامل مهمی در محیط داخلی، به ویژه در مدارس محسوب می‌شود. بنابراین مسئولین مدارس، باید با نصب تهویه مناسب در مدارس از بروز بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوای محیط‌های بسته جلوگیری نمایند. پرسش از دانش-آموزان و دانش‌جویان نشان داد که به ترتیب (۳۳ درصد) دانش‌آموزان و دانش‌جویان (۵۳/۹ درصد) هوای سرد را در محیط کلاس تجربه کرده بودند. هوای خیلی گرم و یا خیلی سرد روی سطح آسایش افراد اثرگذار است [۱۹] و از آن‌جا که یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد میزان CO_2 در هوای خیلی سرد بیشتر است بنابراین پیشنهاد می‌شود در کلاس‌های درس دمای استاندارد برای محیط‌های بسته بین ۱۹ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد رعایت شود.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که غلظت CO_2 در اکثر کلاس‌ها بالا بوده و با برخی پارامترهای فیزیکی از جمله نوع تهویه و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی ارتباط داشت. هم‌چنین میزان CO_2 در کلاس‌های شمال ایران (شهر بابل) بیشتر بوده است که می‌توان آن را به شرایط جوی و آب و هوای مرطوب شهر بابل نسبت داد. بنابراین پیشنهاد می‌شود، با نظارت مسئولین مدارس و دانشگاه‌ها از طریق همکاری با کارشناسان بهداشت مراکز بهداشتی، حداقل سالی یک‌بار وضعیت بهداشت، محیط‌های آموزشی از نظر تمام جنبه‌های بهداشتی به‌خصوص کیفیت هوای داخل ساختمان بررسی و در صورت مغایرت با استانداردهای ملی و بین‌المللی، اقدامات اصلاحی در کلاس‌های درس انجام شود.از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به بررسی موضوع بهداشت هوا در محیط‌های بسته اشاره کرد و هم‌چنین مقایسه نتایج در در شهر متفاوت از نظر آب و هوایی اشاره کرد. از محدودیت‌ها و نقاط ضعف مطالعه حاضر عدم امکان بررسی مدارس شهر گناباد بود که این موضوع به دلیل تعداد کم مدارس دبیرستانی در شهر گناباد بود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه خانم زهرا آقالری دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی گناباد تصویب شده است. هم‌چنین بخشی دیگر از مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی (طرح شماره ۹۶۶۱) می‌باشد بنابراین از آن کمیته و معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گناباد که حمایت مالی از این تحقیق را به عهده داشته‌اند، قدردانی می‌نماییم.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

References

[1] Velayatzadeh M, Davazdah Emami S, Naserzadeh Z. Correlation analysis of carbon dioxide, oxygen, temperature and humidity from Yadavaran Oil field in Khuzestan province. *Iranian J of Research in Envi Health* 2018; 3 (4): 288-99. [Farsi]

[2] Satish U, Mendell M, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, et al. Is CO2 an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO2 concentrations on human decision-making performance. *Envi Health Perspectives* 2012; 120: 1671–7.

[3] ASTM. Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation. D6245-12, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania 2012. Available: https://standards.globalspec.com /std/516199/astm-d6245.

[4] Persily AK. Evaluating building IAQ and ventilation with carbon dioxide. *ASHRAE Transactions* 1997; 103(2): 193–204.

[5] 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: *J Automobile Engineering* 2012; 227: 1162–72.

[6] Abolhassani M, Guais A, Chaumet-Riffaud P, Sasco A, Schwartz L. Carbon dioxide inhalation causes pulmonary inflammation. *J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2009; 296: 657–65.

[7] Mainka A, Zajusz-Zubek E. Indoor Air Quality in Urban and Rural Preschools in Upper Silesia, Poland: Particulate Matter and Carbon Dioxide. Tchounwou PB, ed. *Inter J Envi Research and Public Health* 2015; 12(7): 7697-711.

[8] Aghalari Z, Ashrafian Amiri H, Mirzaei M, Lelahi D, Jafarian S. Investigation of Environmental Health and Safety among schools in Babol- 2015. *RSJ* 2018; 3(3): 12-19. [Farsi]

[9] Pegas PN, Evtyugina MG, Alves CA, Nunes T, Cerqueira M, Franchi M, et al. Outdoor/Indoor air quality in primary schools in Lisbon: a preliminary study. *Quim Nova.* 2010; 33(5): 1145–9.

[10] Lee SC, Chang M . Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. *Chemosphere* 2000; 41: 109–13.

[11] Taub D. Effects of Rising Atmospheric Concentrations of Carbon Dioxide on Plants. *Nature Education Knowledge* 2010; 3(10): 21-25.

[12] Apte MG, Fisk WJ, Daisey JM. Associations Between Indoor CO 2 Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in U. S. Office Buildings: An Analysis of the 1994- 1996 BASE Study Data. *Indoor Air* 2000; 10(4): 246-257.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

[13] Hoboobati M. Evaluation of safety and health in schools and how to improve the city of Yazd. *J Med Sci and Health Services Yazd* 2001; 8(2): 89-93.

[14] 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. *Global Journal of Health Science* 2015; 7(2): 247.

[15] Peng Z, Deng W, Tenorio R. Investigation of Indoor Air Quality and the Identification of Influential Factors at Primary Schools in the North of China. *Sustainability* 2017; 9(7): 1-14.

[16] Griffiths M, Eftekhari M. Control of CO_2 in a naturally ventilated classroom. *Energy Build* 2008; 40: 556–60.

[17] Ramalho O, Mandin C, Ribéron J, Wyart G. Air stuffiness and air exchange rate in French schools and day-care centres. *Int J Vent* 2013; 12: 175–80.

[18] Canha N, Almeida SM, Freitas MC, Täubel M, Hänninen O. Winter ventilation rates at primary schools: comparison between Portugal and Finland. *J Toxicol Envi Health A* 2013; 76(6): 400-8.

[19] Jafari MJ, Norloei S, Omidi L, Khodakarim S, Bashash D, Abdollahi MB. Effects of heat stress on concentrations of thyroid hormones of workers in a foundry industry. *Occupational Medicine Quarterly J* 2015; 7(3): 69-79. [Farsi]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]

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

A. Zarei[1], A. Amouie[2], M. Afsharnia[3], M. Qasemi[4], A. Feyzimoghadam[5], Z. Geraili[6], Z. Aghalari[7]

Received: 03/07/2018 Sent for Revision: 09/10/2018 Received Revised Manuscript: 23/10/2018 Accepted: 24/10/2018

Background and Objectives: Increasing the concentration of carbon dioxide (CO_2) leads to reduced comfort and learning disruption. Therefore, the present study was conducted to determine the concentration of CO_2 in classrooms of Babol and Gonabad cities and its relationship with classroom ventilation and temperature.

Materials and Methods: This descriptive study was randomly carried out in spring of 2018 in 6 high schools and 28 classrooms of Babol in the north of Iran and 28 educational classes in Gonabad University of Medical Sciences in the east of Iran. A CO_2 meter was used to measure CO_2. In order to determine the physical parameters affecting CO_2 concentration, information of a checklist was used. Data were analyzed by statistical tests such as Chi-square, ANOVA and t-test.

Results: In the present study, there was a significant correlation between CO_2 and ventilation type ($p = 0.021$) and heating system in Babol schools ($p = 0.025$). There was a significant relationship between CO_2 concentration in school and university classes ($p=0.001$) in Babol and Gonabad.

Conclusion: The present study showed that CO_2 concentration was high in most classes and it was related to the type of ventilation and heating and cooling systems.

Keywords: Carbon dioxide, Ventilation, Class, Babol, Gonabad.

Funding: This research was funded by Gonabad University of Medical Sciences.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of the Deputy of Research and Technology, Gonabad University of Medical Sciences approved this study (Ethical number: IR.GMU.REC.1396.148).

How to cite this article: 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. [Farsi]

1- Assistant Prof., Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran, ORCID: 0000-0002-0408-3654
2- Prof., Dept. of Environmental Health Engineering, School of Paramedicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran, ORCID: 0000-0002-2873-2532
3- Associate Prof., Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran, ORCID: 0000-0001-9013-2194
4- Instructor, Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran, ORCID: 0000-0001-9567-9164
5- BSc Student of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran, ORCID: 0000-0002-8295-3256
6- MSc in Biostatistics, Biostatistics & Epidemiology Dept., Babol University of Medical Science , Babol, Iran, ORCID: 0000-0003-1843-6614
7- MSc Student of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran, ORCID: 0000-0002-9629-1433
(Corresponding Author) Tel: (051) 57225027, Fax: (051) 57223814, E-mail: z.aghalari@gmail.com

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1397.17.8.8.1]