Detection of SARS-CoV-2 RNA in aerosols of clinical and non-clinical areas of a dental clinic during the post-pandemic period

Mojtaba Bayani[1], Hadiseh Mohammadi[2], Behzad Khansarinejad[3], Seyed Hamed Mirhoseini[4*]

1- Associate Professor, Department of Periodontics, School of Dentistry, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
2- Dentist, School of Dentistry, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran; Student Research Committee, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
3- Associate Professor, Department of Microbiology and Immunology, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
4- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran; Environmental and Industrial Pollutants Research Center, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 21 Nov 2025
Accepted: 11 Mar 2026
Published: 15 Mar 2026

Corresponding Author:
Seyed Hamed Mirhoseini

Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

(Email: hmirhossaini@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: The SARS-CoV-2 virus, capable of airborne transmission through aerosols, poses a significant challenge in clinical settings such as dental clinics. The use of high-speed instruments, including handpieces and ultrasonic scalers, generates considerable aerosols that, if contaminated, may facilitate infection transmission. This study aimed to detect the presence of the SARS-CoV-2 virus in the clinical and non-clinical areas of a dental clinic.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 20 air samples were collected from various sections of the Dental School of Arak University of Medical Sciences. Sampling was performed using a pump equipped with a filter for two hours at a flow rate of 5 L/min and a height of 1.5 m above the floor. The samples were transported under a cold chain, the viral RNA was extracted, and then were analyzed using a specific RT-PCR kit.

Results: Out of 20 collected air samples, 3 samples (15%) tested positive for SARS-CoV-2 RNA. Two from clinical departments (restorative and fixed prosthodontics) and one from a non-clinical area (pre-clinic).

Conclusion: The findings of this study indicated that SARS-CoV-2 RNA was detectable in some air samples from both clinical and non-clinical areas of the dental clinic. These results highlight the importance of strict adherence to infection control protocols across all sections of dental clinics to minimize the risk of airborne transmission.

Keywords: SARS-CoV-2, Dental school, RNA, Aerosol, RT-PCR

Cite this article as: Bayani M, Mohammadi H, Khansarinejad B, Mirhoseini SH. Detection of SARS-CoV-2 RNA in aerosols of clinical and non-clinical areas of a dental clinic during the post-pandemic period. J Dent Med-TUMS. 2026;39:10. [Persian]

Copyright © 2026 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

ردیابی ویروس SARS-CoV-2 در آئروسل‌های بخش‌های بالینی و غیر بالینی یک کلینیک دندانپزشکی در دوره پس از همه گیری

مجتبی بیانی[۱]، حدیثه محمدی[۲]، بهزاد خوانساری نژاد[۳]، سید حامد میرحسینی[۴*]

۱- دانشیار گروه آموزشی پریودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
۲- دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران؛ کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
۳- دانشیار گروه آموزشی میکروب شناسی و ایمنی شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
۴- دانشیار گروه آموزشی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران؛ مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیط زیستی و صنعتی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

چکیده

زمینه و هدف: ویروس SARS-CoV-2 با قابلیت انتقال از طریق ذرات آئروسل، در محیط‌های بالینی از جمله کلینیک‌های دندانپزشکی چالش برانگیز است. استفاده از ابزارهای پرسرعت مانند هندپیس و اولتراسونیک موجب تولید آئروسل فراوان می‌شود که در صورت آلودگی می‌تواند به گسترش عفونت منجر گردد. این مطالعه با هدف بررسی حضور ویروس در بخش‌های بالینی و غیر بالینی کلینیک دندانپزشکی آن انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی بر روی ۲۰ نمونه هوا از بخش‌های مختلف کلینیکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک صورت گرفت. نمونه‌ها با پمپ مجهز به فیلتر به مدت دو ساعت، با دبی ۵ لیتر در دقیقه و در ارتفاع ۱/۵ متری جمع آوری شدند. انتقال نمونه‌ها در شرایط زنجیره سرد انجام و RNA ویروس با کیت اختصاصی و روش RT-PCR بررسی شد.

یافته‌ها: از ۲۰ نمونه جمع آوری شده، ۳ نمونه (۱۵٪) از نظر وجود RNA ویروس مثبت بودند. دو مورد از بخش‌های بالینی (ترمیمی و پروتز ثابت) و یک مورد از بخش غیر بالینی (پری‌کلینیک).

نتیجه گیری: یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که ویروس SARS-CoV-2 در بخشی از نمونه‌های هوای جمع آوری شده از محیط‌های بالینی و غیر بالینی کلینیک دندانپزشکی قابل شناسایی بوده است. یافته‌های مطالعه حاضر بر ضرورت رعایت دقیق پروتکل‌های کنترل عفونت در تمامی بخش‌های کلینیک، اعم از بالینی و غیر بالینی، تأکید می‌کند.

کلید واژه‌ها: SARS-CoV-2، دانشکده دندانپزشکی، RNA، آئروسل، RT-PCR

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۳۰
پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۰
انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴

نویسنده مسؤول:
سید حامد میرحسینی

گروه آموزشی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

(Email: hmirhossaini@gmail.com)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

مقدمه

کرونا ویروس در دسامبر سال ۲۰۱۹ در شهر ووهان چین شناسایی شد. این بیماری نوعی سندرم تنفسی حاد است که عامل ویروسی آن از خانواده بتا کرونا ویروس‌ها می‌باشد. با وجود کاهش شدت و گستره بیماری نسبت به دوره همه گیری، موارد جدید ابتلا همچنان در برخی کشورها گزارش می‌شود. سازمان جهانی بهداشت (WHO) در تاریخ ۱۲ ژانویه ۲۰۲۰ این ویروس را «کرونا ویروس نوین ۲۰۱۹» نام گذاری کرد. در ادامه، در ۱۱ فوریه ۲۰۲۰، نام رسمی بیماری ناشی از آن را «COVID-19» اعلام گردید. همچنین در ژانویه همان سال، شیوع بیماری به عنوان فوریت بهداشت عمومی با نگرانی بین المللی (PHEIC) شناخته شد (۱)، در نهایت، به دلیل گسترش سریع و جهانی، سازمان جهانی بهداشت در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ وضعیت کووید-۱۹ را یک پاندمی جهانی معرفی کرد (۲).

در ایران، اولین مورد رسمی ابتلا به کووید-۱۹ در تاریخ ۲۸ بهمن ۱۳۹۹ توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (MOHME) شناسایی شد. همه گیری بیماری کرونا ویروس ۲۰۱۹ (COVID-19) موجب افزایش آگاهی درباره انتقال ویروس‌های تنفسی در محیط‌های داخلی شده است. با ادامه همه گیری، انتقال از طریق هوا به عنوان روش اصلی انتشار عفونت کووید-۱۹ در سراسر جهان شناخته شد. تمامی میکروارگانیسم‌ها، از جمله ویروس‌ها، قادر به انتقال از طریق هوا هستند. اگر اندازه آیرودینامیکی ذره عفونی متناسب باشد، می‌تواند برای مدت قابل توجهی در هوا معلق بماند. احتمال ایجاد بیماری توسط یک ذره عفونی معلق در هوا به توانایی بیماری‌زایی عامل عفونی و قابلیت انتقال آن به شکل آئروسل بستگی دارد. ذرات معلق حاوی ویروس SARS-CoV-2 عمدتاً در دو محدوده قطر ۰/۲۵ تا ۱ میکرومتر و بیش از ۲/۵ میکرومتر طبقه بندی می‌شوند. همچنین، قطر هسته‌های قطره‌ای ویروس SARS-CoV-2 در بازه ۰/۱ تا ۰/۱۴ میکرومتر قرار دارد (۳،۴).

بیشتر قطرات تنفسی ناشی از فعالیت‌های انسانی به اندازه‌ای کوچک هستند که در عرض چند ثانیه تبخیر شده و به هسته‌های قطره‌ای با قطر کمتر از ۵ میکرومتر تبدیل می‌شوند. هر دو نوع قطرات و هسته‌های حامل ویروس کرونا می‌توانند با ذرات معلق در هوا، که معمولاً در محیط‌های داخلی به وفور یافت می‌شوند، تعامل داشته باشند. عدم رعایت فاصله گذاری اجتماعی مناسب میان بیماران و پزشکان در فضاهای پرتردد باعث افزایش نرخ ابتلا به عفونت COVID-19 شده است.

این نوع انتقال در سیستم دندانپزشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا در این مراکز از روش‌ها و ابزارهایی استفاده می‌شود که پتانسیل تولید آئروسل‌های آلوده را دارند. ذرات ویروسی آلوده از طریق عطسه، سرفه یا در اثر فعالیت‌هایی مانند اقدامات دندانپزشکی در حین کار با استفاده از هندپیس، توربین‌های پرسرعت و آنگل، به صورت آئروسل در هوا پخش می‌شوند. دندانپزشکان به دلیل شرایط کاری و ارگونومی خاص، در فاصله بسیار نزدیکی با بیمار قرار دارند و در طول اقدامات دندانپزشکی که با خون و بزاق در تماس است، به ویژه در معرض خطر انتقال و ابتلا به این ویروس قرار می‌گیرند.

کیفیت هوای محیط دندانپزشکی تحت تأثیر عواملی مانند تعداد پنجره‌ها، تعداد افراد حاضر در هر بخش، تعداد سیستم‌های تهویه فعال، حجم و مساحت بخش، دما و رطوبت نسبی، مدت زمان درمان هر بیمار و نوع ابزارهای مورد استفاده در طول درمان قرار می‌گیرد. آئروسل‌ها یا ذرات معلق حاوی میکروارگانیسم‌ها، از حفره دهانی بیماران منشأ می‌گیرند و در حین کار با ابزارهای روتاری پرسرعت مانند توربین و همچنین وسایل چرخشی کم‌سرعت مانند آنگل تولید می‌شوند. پتانسیل بالای آلوده سازی این ذرات و شعاع پراکندگی آن‌ها، به یکی از نگرانی‌های رو به افزایش در حوزه دندانپزشکی تبدیل شده است (۵). استفاده از هندپیس‌های با گشتاور بالا می‌تواند موجب افزایش غلظت ذرات معلق و آئروسل‌ها شده و منجر به پراکندگی بزاق، خون یا سایر مایعات بالقوه آلوده به ویروس در فضای کلینیک و سطوح تجهیزات دندانپزشکی گردد (۶). استفاده از پوآر آب و هوا برای شست و شوی دهان نیز نقش قابل توجهی در پراکندگی آئروسل‌ها دارد. همچنین، انجام جرم گیری با دستگاه‌های اولتراسونیک که با استفاده از ارتعاشات حاصل از هوای فشرده یا نیروی الکتریکی منتقل شده به کریستال‌های پیزوالکتریک عمل می‌کنند، منجر به تولید حجم بالایی از آئروسل‌ها در محیط می‌گردد (۷).

مسیرهای اصلی انتقال ویروس SARS-CoV-2 شامل انتقال هوابرد و تماس مستقیم است. در این فرآیند، قطرات آلوده به ویروس توسط فرد مبتلا در حین بازدم، سرفه یا عطسه به محیط منتشر می‌شوند. قطرات با قطر بیش از ۲۰۰ میکرومتر بلافاصله رسوب می‌کند و روی سطوح می‌نشینند، در حالی‌که قطرات کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر می‌توانند

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

برای چند ساعت در هوا معلق باقی بمانند. این ذرات معلق که ممکن است حاوی ویروس عفونی باشند، از طریق استنشاق وارد دستگاه تنفسی افراد شده و در آنجا رسوب می‌کنند.

بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف ردیابی ویروس SARS-CoV-2 در آئروسل‌های هوای بخش‌های بالینی و غیر بالینی یک کلینیک دندانپزشکی در دوره پس از همه گیری انجام شد تا شواهدی مقدماتی درباره حضور احتمالی ذرات ویروسی در این محیط‌ها فراهم گردد و اهمیت پایش زیستی هوا در مراکز دندانپزشکی مورد تأکید قرار گیرد.

روش بررسی

محدوده مطالعه و روش نمونه برداری

این مطالعه با کد اخلاق پژوهش: IR.ARAKMU.REC.1401.178 در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک انجام شد. در بازه زمانی دی ماه تا پایان بهمن ماه ۱۴۰۲، تعداد ۲۰ نمونه هوا از بخش‌های مختلف دانشکده دندانپزشکی شامل بخش‌های بالینی و غیر بالینی جمع‌آوری گردید (جدول ۱). نمونه برداری فعال هوا با استفاده از پمپ نمونه برداری Sensidyne Gillian BDX II (محصول شرکت Sensidyne، ایالت فلوریدا، ایالات متحده آمریکا) با دبی ۵ لیتر بر دقیقه و به مدت ۲ ساعت روی فیلتر PTFE (Polytetrafluoroethylene) به قطر ۴/۷ میلی‌متر و قطر منافذ ۰/۴۵ میکرون انجام شد. زیرا ویروس SARS-CoV-2 به صورت ذره منفرد در هوا وجود ندارد و عمدتاً درون قطرات تنفسی یا آئروسل‌های بزرگ‌تر (در محدوده ۰/۳ تا ۱۰ میکرومتر) معلق است، بنابراین این فیلتر توانایی مؤثری در جمع آوری ذرات حامل ویروس در جریان هوای محیطی دارد. پمپ نمونه برداری قبل و بعد از فرآیند کالیبره شد. نمونه‌برداری در ارتفاع تقریباً ۱/۵ متری از سطح زمین و در فاصله افقی حدود ۱ متری از یونیت دندانپزشکی و بیمار انجام گردید (۶،۸).

انتقال و آماده سازی نمونه‌ها

پس از پایان نمونه برداری، فیلترها بلافاصله در لوله‌های استریل قرار داده شده و تحت شرایط ۴ درجه سانتی گراد به آزمایشگاه ویروس شناسی دانشکده منتقل شدند. در آزمایشگاه، هر فیلتر با قیچی استریل به قطعات حدود ۵ میلی متری خرد شد تا استخراج RNA تسهیل گردد. در تمام مراحل، آلودگی متقاطع با رعایت اصول کار در محیط‌های تمیز (Clean Bench) کنترل شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی، نوع بخش و تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده از بخش‌های مختلف دانشکده دندانپزشکی

محل نمونه برداری	نوع بخش	تعداد نمونه	مساحت محل (m^2)	حجم محل (m^3)
درمان ریشه	بالینی	۲	۹۲	۲۴۸
جراحی لثه	بالینی	۲	۳۳/۷۵	۹۲
ارتودنسی	بالینی	۱	۳۳	۸۹
جراحی	بالینی	۱	۹۸	۹۸
کودکان	بالینی	۲	۵۰	۱۳۵
ترمیمی	بالینی	۲	۸۰/۵	۲۱۷
پروتزهای دندانی ثابت	بالینی	۲	۴۰	۱۰۸
پروتزهای دندانی متحرک	بالینی	۱	۳۱,۵	۸۶
رادیولوژی	بالینی	۱	۱۵	۴۱
اتاق ورودی	غیر بالینی	۱	۱۷,۵	۴۸
پذیرش	غیر بالینی	۱	۵۴	۵۴
پری کلینیک	غیر بالینی	۲	۵۰	۱۱۰
اتاق انتظار	غیر بالینی	۱	۷۳/۵	۷۴
بخش اداری	غیر بالینی	۱	۲۰	۵۴

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

استخراج و ردیابی ویروس SARS-CoV-2

در آزمایشگاه، فیلترها خرد شده و RNA ویروسی ابتدا با استفاده از کیت اختصاصی Smartech کووید-۱۹ (شرکت هاناژن، تهران، ایران) استخراج گردید. سپس RNAهای استخراج شده به کمک کیت تشخیصی شرکت هاناژن و مطابق با دستورالعمل‌های سازنده، جهت بررسی وجود SARS-CoV-2 مورد آزمایش قرار گرفتند. بررسی وجود ویروس SARS-CoV-2 در نمونه‌ها از طریق واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با نسخه برداری معکوس (RT-PCR) با پرایمرهای اختصاصی ژن N و E انجام گرفت. نمونه‌ها با کنترل‌های مثبت و منفی برای اطمینان از صحت عملکرد آزمون همراه بودند.

برای اطمینان از نتایج، کنترل کیفیت در دو سطح انجام شد:

۱- کنترل ابزار نمونه برداری شامل کالیبراسیون دبی پمپ قبل و بعد از هر روز کاری

۲- کنترل آزمایشگاهی شامل تکرار آزمون RT-PCR برای ۲۰٪ از نمونه‌ها به صورت تصادفی جهت تأیید نتایج اولیه

آنالیز داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش RT-PCR به صورت کیفی (مثبت یا منفی بودن وجود ویروس در هر نمونه) ثبت شدند. بر اساس پروتکل شرکت سازنده کیت، نمونه‌هایی با مقدار Ct≤۳۷ برای ژن‌های هدف N و RdRp به عنوان مثبت و مقادیر بالاتر از آن به عنوان منفی تلقی شدند. نتایج با استفاده از آمار توصیفی شامل فراوانی (تعداد) و درصد ارائه گردیدند. با توجه به محدود بودن حجم نمونه، تفسیر نتایج در حد گزارش مقدماتی انجام گردید.

یافته‌ها

جدول ۲ نتایج ردیابی RNA ویروس SARS-CoV-2 را در بخش‌های مختلف دانشکده دندانپزشکی اراک نشان می‌دهد. این جدول با در نظر گرفتن عوامل مؤثری همچون تعداد افراد حاضر (درمانگران، پرسنل و بیماران) و نوع سیستم تهویه در زمان نمونه برداری تهیه شده است.

جدول ۲- نتایج تشخیص ویروس SARS-CoV-2 را در بخش‌های مختلف دانشکده دندانپزشکی با در نظر گرفتن تعداد افراد حاضر در زمان نمونه برداری و نوع سیستم تهویه

محل نمونه برداری	تعداد افراد حاضر	نوع سیستم تهویه	SARS-COV-2
درمان ریشه ۱	۱۸	مکانیکی	منفی
درمان ریشه ۲	۱۵	مکانیکی	منفی
جراحی لثه ۱	۱۰	مکانیکی	منفی
جراحی لثه ۲	۱۰	مکانیکی	منفی
ارتودنسی	۸	مکانیکی	منفی
جراحی	۱۲	طبیعی	منفی
کودکان ۱	۱۵	مکانیکی	منفی
کودکان ۲	۱۲	مکانیکی	منفی
ترمیمی ۱	۱۲	طبیعی	مثبت
ترمیمی ۲	۱۰	طبیعی	منفی
پروتزهای دندانی ثابت ۱	۶	طبیعی	منفی
پروتزهای دندانی ثابت ۲	۱۰	طبیعی	منفی
پروتزهای دندانی متحرک	۸	طبیعی	منفی
رادیولوژی	۸	طبیعی	منفی
اتاق ورودی	۵	طبیعی	منفی
پذیرش	۱۰	طبیعی	منفی
پری کلینیک ۱	۲۸	مکانیکی	منفی
پری کلینیک ۲	۳۰	مکانیکی	مثبت
اتاق انتظار	۲۰	طبیعی	منفی
بخش اداری	۷	مکانیکی	منفی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

جدول ۳- نتایج RT-PCR نمونه‌ها به تفکیک بخش‌های بالینی و غیر بالینی

نوع بخش	SARS-COV2	فراوانی	درصد (٪)
بالینی	منفی	۱۲	۸۵/۷
	مثبت	۲	۱۴/۳
غیر بالینی	منفی	۵	۸۳/۳
	مثبت	۱	۱۶/۷

از مجموع ۲۰ نمونه هوای جمع آوری شده از بخش‌های بالینی و غیر بالینی، ۳ نمونه (۱۵٪) از نظر وجود RNA ویروس SARS-CoV-2 مثبت بودند. در جدول ۳، نتایج آزمایش RT-PCR به تفکیک بخش‌های بالینی و غیر بالینی ارائه شده است. بر اساس این نتایج، از ۱۴ نمونه مربوط به بخش‌های بالینی، ۲ نمونه مثبت و ۱۲ نمونه منفی بودند. همچنین، از ۶ نمونه مربوط به بخش‌های غیر بالینی، ۱ نمونه مثبت و ۵ نمونه منفی بود (جدول ۳).

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی، مطالعه حاضر نخستین تلاش برای بررسی حضور RNA ویروس SARS-CoV-2 در هوای دانشکده دندانپزشکی در ایران طی دوره پس از همه گیری محسوب می‌شود. هرچند یافته‌ها محدود و مقدماتی هستند، اما می‌توانند مبنایی برای طراحی مطالعات آتی با حجم نمونه بالاتر، پایش فصلی و ارزیابی هم زمان بار ویروسی و شرایط فیزیکی محیط فراهم کنند.

در این مطالعه، نتایج مثبت حاصل از نمونه‌های هوای داخلی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک نشان دهنده پتانسیل انتقال هوابرد ذرات آلوده به ویروس SARS-CoV-2 است. این یافته با نتایج سایر مطالعات انجام‌شده همخوانی دارد (۱۱-۹). در مطالعه مروری سیستماتیک Carducci و همکاران (۱۱)، که شامل مطالعات پایش هوا، آزمایشگاهی، اپیدمیولوژیک و مدل‌سازی جریان هوا می‌شود، انتقال ویروس SARS-CoV-2 از طریق هوا تأیید شده است. همچنین، این گروه از محققین توصیه به انجام اقدامات پیشگیرانه‌ای نظیر استفاده از ماسک، رعایت فاصله فیزیکی ایمن و بهبود تهویه مطبوع هوا کرده‌اند. در مطالعه‌ای که در ایران درباره پتانسیل انتقال هوایی SARS-CoV-2 انجام شد، انتقال ویروس از طریق هوا تأیید نشد، که این نتیجه با یافته‌های سایر مطالعات در تناقض است (۱۲). مطالعه‌ای دیگر توسط Cheng و همکاران (۱۳) در هنگ کنگ چین، در بازه زمانی ۲۴ ژانویه تا ۹ آوریل ۲۰۲۰ انجام شد. دستگاه نمونه بردار هوا به صورت عمود و در فاصله ۱۰ سانتی متری از چانه ۶ بیمار کووید-۱۹ قرار داده شد. میزان جریان هوای دستگاه ۵۰ لیتر در دقیقه تنظیم شد. در مجموع، هزار لیتر هوا توسط فیلتر ژلاتینی به قطر ۸۰ میلی متر و اندازه منافذ ۳ میکرومتر به مدت ۲۰ دقیقه جمع آوری شد. پس از انجام تست RT-PCR روی نمونه‌های جمع آوری شده، RNA مربوط به SARS-CoV-2 در نمونه‌های هوا قابل ردیابی نبود. نتایج این مطالعه با یافته‌های مطالعه ما و بسیاری از مطالعات دیگر که انتقال کووید-۱۹ از طریق آئروسل‌ها را به‌عنوان یکی از راه‌های اصلی انتقال ویروس تأیید می‌کنند، در تناقض است. این اختلاف ممکن است به دلیل کم بودن تعداد نمونه‌های هوایی و شرکت کنندگان مبتلا به کووید-۱۹ در مطالعه باشد.

یکی از نقاط مثبت مطالعه حاضر، سرعت جریان نمونه برداری از هوا در این مطالعه بود که معادل ۴/۶ لیتر در دقیقه در نظر گرفته شد. این سرعت جریان نسبت به سایر مطالعات پایین‌تر است و به نظر می‌رسد این امر باعث افزایش احتمال به دام افتادن بهتر ذرات ویروسی در فیلترهای مورد استفاده شود. در مطالعات مختلف، سرعت جریان نمونه برداری یا دبی‌های متفاوتی برای جمع آوری نمونه به کار رفته است. برای مثال، در مطالعه Vosoughi و همکاران (۱۴)، از یک ایمپکتور حاوی ۱۵ میلی لیتر محیط کشت با سرعت جریان ۲۸ لیتر در دقیقه و زمان نمونه برداری ۵۰ تا ۶۰ دقیقه استفاده شده است. تمامی نمونه‌های این مطالعه از نظر وجود SARS-CoV-2 منفی گزارش شدند. یکی از دلایل اصلی منفی بودن همه نمونه‌ها در این مطالعه می‌تواند ناشی از دبی جریان بالا باشد. با دبی جریان ۲۸ لیتر در دقیقه، محیط کشت فوراً از داخل برخورد کننده به داخل پمپ نمونه برداری هوا مکیده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

می‌شود. با افزایش دبی جریان، مقدار هوای مکیده شده در واحد زمان بیشتر می‌شود، اما احتمال دارد برخی ویروس‌ها به دلیل سرعت بالای جریان از محیط برخورد کننده خارج شوند. برخی مطالعات نتایج مثبت نمونه‌ها را به حجم بیشتر نمونه برداری هوا نسبت داده‌اند، که ممکن است علت تفاوت نتایج باشد (۱۵).

پخش شدن آئروسل‌های حاوی ذرات ویروسی در طی به کارگیری دستگاه‌های چرخشی نظیر هندپیس، توربین، آنگل و دستگاه‌های اولتراسونیک که در حین اقدامات دندانپزشکی مختلف استفاده می‌شوند، افزایش می‌یابد. مطالعه ما تفاوت درصد شیوع ویروس SARS-CoV-2 در بخش‌های بالینی و غیر بالینی را نشان می‌دهد. بر این اساس، از ۲۰ نمونه مورد بررسی با تست RT-PCR، سه نمونه مثبت مشاهده شد که بیانگر وجود ۱۵ درصد ذرات ویروسی در محیط کلینیک دندانپزشکی اراک طی بازه زمانی انجام نمونه‌برداری به صورت مقطعی است. از این ۳ نمونه، ۲ نمونه متعلق به بخش‌های بالینی و ۱ نمونه متعلق به بخش‌های غیر بالینی بود. به طور کلی، ۱۰ درصد از فراوانی ذرات ویروسی مربوط به بخش‌های بالینی و ۵ درصد مربوط به بخش‌های غیر بالینی است که می‌توان این موضوع را به دلیل تولید بیشتر آئروسل‌ها توسط دستگاه‌های چرخشی در بخش‌های بالینی توجیه کرد. بر این اساس توصیه می‌شود تا حد امکان از پخش آئروسل‌ها در حین کار با وسایل چرخشی جلوگیری شود و در برخی مواقع به جای جرم گیری با دستگاه‌های اولتراسونیک، به دلیل ارتعاشات ایجاد شده و احتمال افزایش پخش آئروسل‌ها، از جرم گیری با وسایل دستی استفاده گردد (۱۸-۱۶). مطالعه‌ای توسط Hadavi و همکاران (۱۹) با هدف شناسایی ژنوم ویروس SARS-CoV-2 در هوا و سطوحی با احتمال تماس بالا در بیمارستان افضلی‌پور کرمان انجام شد. در این مطالعه، ۶۰ نمونه از سطوح مختلف و ۲۳ نمونه هوا جمع آوری شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که ۸ نمونه از ۶۰ نمونه سطحی و ۲ نمونه از ۲۳ نمونه هوایی، حاوی ژنوم SARS-CoV-2 بودند.

در مطالعه حاضر، مثبت شدن دو نمونه در بخش‌های بالینی و یک نمونه در بخش غیر بالینی ممکن است ناشی از تفاوت در تراکم جمعیت، تهویه ناکافی، یا حضور افراد ناقل بدون علامت باشد. افراد بدون علامت (Asymptomatic Carriers) می‌توانند بدون بروز نشانه‌های بالینی، ویروس را از طریق بازدم، صحبت کردن یا عطسه به محیط منتقل کنند. بنابراین حتی در شرایط پس از همه گیری، احتمال انتقال ویروس از طریق آئروسل در فضاهای بسته درمانی کاملاً منتفی نیست.

با وجود این، نتایج باید با احتیاط تفسیر شوند. حجم نمونه محدود، استفاده از روش RT-PCR برای ردیابی RNA ویروس (که الزاماً بیانگر ویروس زنده و عفونی نیست)، و احتمال آلودگی محیطی از محدودیت‌های اصلی مطالعه محسوب می‌شوند. به همین دلیل، نتایج به عنوان شواهد مقدماتی تلقی شده و نیازمند مطالعات گسترده‌تر با روش‌های کمی مانند (Real-time qPCR) و کنترل‌های دقیق‌تر محیطی هستند.

از دیدگاه کاربردی، نتایج حاضر نشان می‌دهد که حتی در دوره پس از همه گیری، پایش کیفیت هوای محیط‌های دندانپزشکی همچنان حائز اهمیت است. استفاده از فناوری‌های کاهش آئروسل آلوده نظیر فیلترهای HEPA، تهویه موضعی فشار منفی و سامانه‌های UVC Germicidal Irradiation می‌تواند در کاهش خطر مواجهه کارکنان و بیماران مؤثر باشد. همچنین آموزش مداوم پرسنل درخصوص رفتار با بیماران بالقوه ناقل و حفظ تهویه مناسب در اتاق‌های کار از جمله اقدامات ضروری به شمار می‌رود.

از بین نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از بخش‌های غیر بالینی، یک نمونه مثبت مربوط به نمونه برداری از بخش پری‌کلینیک بوده است. در زمان نمونه برداری، تراکم بالای افراد (۳۰ نفر) در این بخش حضور داشتند. این نتیجه می‌تواند نقش تراکم افراد و همچنین عدم وجود سیستم تهویه مناسب در آن محیط را در حضور ویروس در هوا نشان دهد. به عبارت دیگر، هرچه تعداد افراد حاضر در هر بخش بیشتر باشد، احتمال مثبت شدن وجود RNA ویروس SARS-CoV-2 افزایش می‌یابد. زیرا با افزایش تعداد افراد حاضر در محل نمونه برداری، احتمال ابتلای برخی از آن‌ها به ویروس SARS-CoV-2 بیشتر شده و در نتیجه شناسایی RNA ویروسی توسط آزمون RT-PCR افزایش می‌یابد.

مطالعات دیگر نیز ارتباط مثبت بین تعداد افراد حاضر در بخش و حضور SARS-CoV-2 را نشان داده و این رابطه از نظر آماری معنی دار بوده است (۹). همچنین در مطالعاتی دیگر، حضور افراد بیشتر به‌عنوان عاملی مؤثر در افزایش غلظت RNA ویروسی SARS-CoV-2 در محیط تأکید شده است (۱۸،۲۰). با این حال، در مطالعه حاضر ارتباط معنی داری بین تعداد افراد حاضر در بخش و میزان ویروس SARS-CoV-2 از نظر آماری تأیید نشد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]

در این مطالعه به منظور بررسی وجود RNA ویروس SARS-CoV-2 در هوای داخلی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک، تعداد ۲۰ نمونه هوا جمع آوری شد. از این میان، ۳ نمونه (۱۵٪) مثبت گزارش گردید. نتایج به دست آمده فرضیه احتمال انتقال ویروس از طریق آئروسل‌های آلوده موجود در هوا را تأیید می‌کند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که سطح نگرانی نسبت به احتمال ابتلا به ویروس SARS-CoV-2 در محیط‌های بالینی و غیر بالینی تقریباً یکسان است. با توجه به محدود بودن تعداد نمونه‌ها در این مطالعه، انجام تحقیقات بیشتر با افزایش تعداد نمونه‌ها و در بازه‌های زمانی مختلف توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اراک جهت پشتیبانی و همکاری در طول مطالعه اعلام می دارند. همچنین از همکاری خانم مهندس فاطمه جعفری فیجانی در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

نتایج این مطالعه حاصل پایان نامه به شماره ۶۸۵۰ در دانشگاه علوم پزشکی اراک و کد اخلاق IR.ARAKMU.REC.1401.178 می‌باشد.

References:

1- Tsang TW, Wong LT, Mui KW. Experimental studies on airborne transmission in hospitals: A systematic review. Indoor Built Environ. 2023;33(4):608-40.

2- Ahmed R, Ahmed S. The Dynamics of Bioaerosol Contamination in Dental Clinics: Patterns, Risks, and Preventive Measures-A Review Article. South African Dent J. 2025;80(2):88-93.

3- Huang J, Zheng X, Han L, Wan Q, Luo D, Shu Z, et al. Evaluating salivary aerosol spread and contamination risks during dental procedures in an open-plan clinic. J Aerosol Sci. 2024;179:106384.

4- Izzetti R, Nisi M, Gabriele M, Graziani F. COVID-19 transmission in dental practice: brief review of preventive measures in Italy. J Dent Res. 2020;99(9):1030-8.

5- Uygun-Can B, Durmazpınar PM, Hatipoğlu Ş, Acar-Bolat B, Özen Ç, Sazak-Öveçoğlu H, et al. The Impact of COVID-19 on Dental Clinic Transmission: Leveraging Internet of Things Technology. J Multidiscip Healthc. 2025;18:1319-34.

6- Cheng VC, Wong SC, Chan VW, So SY, Chen JH, Yip CC, et al. Air and environmental sampling for SARS-CoV-2 around hospitalized patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). Infec Control Hosp Epidemiol. 2020;41(11):1258-65.

7- Du L, Wan Z, Guo L, Yang C, Zhu Z. Aerosol dynamics in dental clinics: Effects of ventilation mode on the mitigation of airborne diseases transmission. Environ Pollut. 2025;367:125645.

8- Gurzawska-Comis K, Becker K, Brunello G, Gurzawska A, Schwarz F. Recommendations for dental care during COVID-19 pandemic. J Clin Med. 2020;9(6):1833.

9- Razzini K, Castrica M, Menchetti L, Maggi L, Negroni L, Orfeo NV, et al. SARS-CoV-2 RNA detection in the air and on surfaces in the COVID-19 ward of a hospital in Milan, Italy. Sci Total Environ. 2020;742:140540.

10- Yang G, Wang Y, Chan KC, Mui KW, Flemmig TF, Ng ST, et al. Effectiveness of air cleaner on mitigating the transmission of respiratory disease in a dental clinic environment. Building Simulation; 2024;17(10):1789-1803.

11- Carducci A, Federigi I, Verani M. Covid-19 airborne transmission and its prevention: waiting for evidence or applying the precautionary principle? Atmosphere. 2020;11(7):710.

12- Masoumbeigi H, Ghanizadeh G, Yousefi Arfaei R, Heydari S, Goodarzi H, Dorostkar Sari R, et al. Investigation of hospital indoor air quality for the presence of SARS-Cov-2. J Environ Health Sci Engin. 2020;18(2):1259-63.

13- Cheng VCC, Wong SC, Chan VWM, So SYC, Chen JHK, Yip CCY, et al. Air and environmental sampling for SARS-CoV-2 around hospitalized patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). Infec Control Hosp Epidemiol. 2020;41(11):1258-65.

14- Vosoughi M, Karami C, Dargahi A, Jeddi F, Jalali KM, Hadisi A, et al. Answers to the comments on "air born possibility of covid19 virus". Environ Sci Pollut Res. 2021;28(41): 58814-5.

15- Ghaffari HR, Farshidi H, Alipour V, Dindarloo K, Azad MH, Jamalidoust M, et al. Detection of SARS-CoV-2 in the indoor air of intensive care unit (ICU) for severe COVID-19 patients and its surroundings: considering the role of environmental conditions. Environ Sci Pollut Res. 2022;29(57):85612-8.

16- González-Olmo MJ, Delgado-Ramos B, Ortega-Martínez AR, Romero-Maroto M, Carrillo-Díaz M. Fear of COVID-19 in Madrid. Will patients avoid dental care? Int Dent J. 2021;72(1):76-82.

17- Ngeow WC, Tang L, Ho JY, Tay HW, Wong RCW, Ahmad MS, et al. The provision of dental care to COVID-19 survivors: a concise review. Int Dent J. 2022;72(4):421-35.

18- Chen M, Yang X. Spatiotemporal characteristics of aerosols dispersion and the exposure risk of dental staff in a dental clinic with different ventilation strategies. J Hazardous Materials Advances. 2025;17:100639.

19- Hadavi I, Hashemi M, Asadikaram G, Kalantar-Neyestanaki D, Hosseininasab A, Darijani T, et al. Investigation of SARS-CoV-2 genome in the indoor air and high-touch surfaces. Int J Environ Res. 2022;16(6):103.

20- Hadei M, Mohebbi SR, Hopke PK, Shahsavani A, Bazzazpour S, Alipour M, et al. Presence of SARS-CoV-2 in the air of public places and transportation. Atmos Pollut Res. 2021;12(3):302-6.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-29]