

Evaluation of Bacterial Contamination of Dental Unit Waterlines in Mashhad (2024)

Majid Bonyadimanesh

Specialist in Dental Prosthetics (Prosthodontics), Department of Prosthetics, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Ali Afkham

* Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

(Corresponding

aliaafmd2@gmail.com

Author)

Abstract

Background and Objective: Water quality in dental units is crucial for the health of patients and staff, as unit waterlines can harbor microorganisms and biofilms. This study aimed to assess microbial contamination in dental unit water in Mashhad.

Materials and Methods: In this cross-sectional descriptive study, 23 dental units from 6 clinics were selected. Samples were collected from various unit components, including cup fillers, water spouts, and turbine heads, before and after flushing, over three weeks on Saturdays, Mondays, and Wednesdays. Each sample volume was 50 mL. Samples were analyzed in the laboratory using heterotrophic plate count (HPC) and multiple-tube fermentation methods for heterotrophic and coliform bacteria. Data were analyzed using SPSS version 21.

Results: Of the 1242 samples, 78.6% (976 samples) showed bacterial contamination, and 62.4% (615 samples) exceeded the ADA standard of 200 CFU/mL. The mean total bacterial count was 257 ± 54 CFU/mL. Contamination varied across unit components, with the highest levels in the turbine head before flushing. Early-week samples showed higher contamination compared to other days.

Conclusion: Microbial contamination in dental unit water was relatively high. Regular preventive measures such as flushing, use of appropriate filters, and periodic disinfection are essential to reduce the risk of infection transmission and improve the quality of dental care.

Keywords: Microbial Contamination, Dental Unit Water, HPC, Biofilm, Flushing

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Received: 2025/03/25

Accepted: 2025/07/11

Doi:10.22038/jreh.2025.92017.1734

► **Citation:** Bonyadimanesh M, Afkham A. Evaluation of Bacterial Contamination of Dental Unit Waterlines in Mashhad (2024). *Journal of Research in Environmental Health*. 11(3):106-112.

بررسی آلودگی میکروبی آب مصرفی یونیت‌های دندانپزشکی شهر مشهد در سال ۱۴۰۳

مجید بنیادی منش

متخصص پروتزهای دندانی (پروستودانتیکس)، گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

علی افخم

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

(نویسنده مسئول)

aliaafmd2@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: کیفیت آب یونیت‌های دندانپزشکی اهمیت بالایی در سلامت بیماران و پرسنل دارد، زیرا آب مصرفی این دستگاه‌ها می‌تواند منبع رشد میکروارگانیسم‌ها و بیوفیلم باشد. هدف این مطالعه بررسی آلودگی میکروبی آب مصرفی یونیت‌های دندانپزشکی شهر مشهد بود.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه مقطعی - توصیفی، ۲۳ یونیت از ۶ کلینیک دندانپزشکی انتخاب شد. نمونه‌برداری از بخش‌های مختلف یونیت شامل لیوان پرکن، پوآر آب و مجرای سر توربین، قبل و بعد از فلاشینگ، طی سه هفته و در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه انجام شد. حجم نمونه‌ها ۵۰ میلی‌لیتر بود و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و با روش HPC و تخمیر چند لوله‌ای جهت شناسایی باکتری‌های هتروتروف و کلی‌فرم بررسی شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل شد.

یافته‌ها: از ۱۲۴۲ نمونه بررسی‌شده، ۷۸/۶ درصد (۹۷۶ نمونه) دارای آلودگی باکتریایی بودند و ۶۲/۴ درصد (۶۱۵ نمونه) از حد مجاز ADA (۲۰۰ واحد تشکیل کلنی بر میلی‌لیتر) فراتر رفتند. میانگین شمارش کل باکتریایی 54 ± 257 واحد تشکیل کلنی بر میلی‌لیتر بود. میانگین آلودگی در بخش‌های مختلف یونیت متفاوت بود و بیشترین مقدار در مجرای سر توربین قبل از فلاشینگ مشاهده شد. همچنین آلودگی در ابتدای هفته نسبت به سایر روزها بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: آلودگی میکروبی آب یونیت‌های دندانپزشکی نسبتاً بالا بود و توجه مستمر به اقدامات پیشگیرانه مانند فلاشینگ منظم، استفاده از فیلترها و ضدعفونی دوره‌ای ضروری است. رعایت این اقدامات می‌تواند خطر انتقال عفونت به بیماران و پرسنل را کاهش داده و کیفیت خدمات دندانپزشکی را بهبود دهد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی میکروبی، آب یونیت دندانپزشکی، HPC، بیوفیلم، فلاشینگ

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

◀ **استناد:** بنیادی منش م، افخم ع. بررسی آلودگی میکروبی آب مصرفی یونیت‌های دندانپزشکی شهر مشهد در سال ۱۴۰۳. فصلنامه‌ی پژوهش در بهداشت محیط. پاییز ۱۴۰۴؛ ۱۱(۳): ۱۰۶-۱۱۲.

مقدمه

یونیت های دندان پزشکی دستگاه‌هایی هستند که در کلینیک‌های دندانپزشکی به عنوان منبع اتصالات برق و جریان‌های آب و هوای فشرده وسایل و دستگاه‌های دندان پزشکی استفاده می‌شوند. هر یونیت شامل حداقل یک توربین هوای میکروموتور یا ایرموتور و پوار آب و هوا می باشد. آب مورد استفاده در این یونیت‌ها به طور معمول از طریق اتصالات آب شهری تامین شده و به هندپیس‌ها، پوارها و جرم‌گیرهای اولتراسونیک هدایت می‌شود (۱، ۲). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بهداشتی مورد بررسی یونیت‌های دندان پزشکی، کیفیت آب آن‌ها می‌باشد. از آن‌جا که از این آب جهت شستشوی زخم‌ها و دهان بیمار و همچنین خنک کردن وسایل دندان پزشکی استفاده می‌شود، پزشک و بیماران همواره در معرض تماس مستقیم با این آب و آئروسل‌های حاصله از آن می‌باشند (۳). در سال‌های اخیر با توجه به خطر بالقوه آلودگی سیستم و منابع آب یونیت‌های دندان پزشکی، تحقیقات بسیاری در حیطه‌ی کنترل عفونت و پایش‌های بهداشتی مرتبط با این دستگاه‌ها انجام شده است. یافته‌های حاصله از این تحقیقات نشان می‌دهند که آب خروجی از این دستگاه‌ها به مراتب آلوده‌تر از آب ورودی به آن‌ها می‌باشد و دلیل این افزایش در عوامل آلاینده بیولوژیکی آب خروجی، رشد باکتری‌های چسبنده در سطوح داخلی لوله‌های آب به صورت بیوفیلم اعلام شده است (۴). بیوفیلم جدار لوله با افزایش سرعت جریان آب از آن جدا شده و در آب شناور می‌شود. وجود باکتری‌های مختلف در این بیوفیلم، از جمله باکتری‌های هتروتروف و باکتری‌های بیماری‌زا، باعث ایجاد خطر ابتلای پزشکان و بیماران تحت معالجه به بیماری‌های عفونی می‌شود. این خطر برای افراد مستعد به مراتب بیشتر بوده و باعث بالارفتن احتمال بروز بیماری‌های حاد عفونی می‌شود (۵، ۶).

طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده (EPA^۱)، آب سیستم‌های توزیع در هنگام مصرف باید سطح قابل تشخیصی از مواد ضد عفونی کننده و سطح شمارش بشقابی هتروتروف (HPC^۲) کمتر یا مساوی با

۵۰۰ کلنی در هر میلی لیتر (CFU/mL^۳) داشته باشد (۷). استفاده از HPC یک روش تحلیلی است که برای اندازه‌گیری انواع باکتری‌های رایج در آب استفاده می‌شود (۸، ۹). سطح HPC با کیفیت نگهداری سیستم توزیع آب و میزان بیوفیلم ارتباط مستقیم دارد (۱۰). دستورالعمل‌های مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها (CDC^۴) در ایالات متحده توصیه می‌کند که آبی که از خطوط آب یونیت دندانپزشکی برای اقدامات دندانپزشکی غیرجراحی بیماران استفاده می‌شود باید با استانداردهای آب آشامیدنی EPA مطابقت داشته باشد. از سوی دیگر، انجمن دندانپزشکی آمریکا (ADA^۵) حد سخت‌گیرانه‌تری را با آستانه ۲۰۰ CFU/mL برای HPC در آب خروجی از یونیت‌ها تجویز می‌کند. همین حد ۲۰۰ CFU/mL در استرالیا نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بریتانیا، توصیه‌ها برای کیفیت آب یونیت دندانپزشکی حتی سخت‌گیرانه‌تر بوده و حداکثر ۱۰۰ CFU/mL باکتری‌های هتروتروف هوازی در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است (۱۱).

در سال‌های اخیر، آلودگی آب یونیت‌های دندانپزشکی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته و تحقیقات بسیاری در این حیطه انجام شده است. در ایران، مطالعات انجام شده درصدهای بالایی از آلودگی را گزارش کرده‌اند (۱۲-۱۴). در تحقیق انجام شده توسط امیرآبادی و همکاران، ۹۴/۵ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی اعلام شده و ۳۳/۷ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی بیش‌تر از ۲۰۰ CFU/mL بوده‌اند (۱). در مطالعات انجام شده در سایر کشورها نیز یافته‌های مشابهی گزارش شده است (۱۵-۱۷). در تحقیق انجام شده توسط گوکسای و همکاران در کشور ترکیه، تنها ۳/۴ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی کم‌تر از ۲۰۰ CFU/mL بوده‌اند (۱۸). در مجموع یافته‌های تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که توجه به میزان آلودگی آب مصرفی یونیت های دندانپزشکی امری بسیار مهم می‌باشد. این مطالعه با هدف تعیین میزان آلودگی باکتریایی آب یونیت‌های دندان پزشکی شهر مشهد و مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی انجام شد.

³ Colony Forming Units per Milliliter

⁴ Centers for Disease Control and Prevention

⁵ American Dental Association

¹ U.S. Environmental Protection Agency

² Heterotrophic Plate Count

روش کار

در این مطالعه مقطعی - توصیفی، تعداد ۲۳ یونیت در ۶ کلینیک دندان پزشکی مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب این یونیت‌ها با توجه به سالم بودن و بهره‌برداری فعال از آن‌ها انجام گرفت. نمونه‌برداری به مدت ۳ هفته، در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه، قبل از شروع شیفت و بعد از یک دقیقه فلاشینگ انجام گرفت. در هر نوبت نمونه‌برداری، از قسمت‌های مختلف هر یونیت، شامل لیوان پر کن، پوآر آب (قبل و بعد از فلاشینگ) و مجرای سر توربین (قبل و بعد از فلاشینگ)، تعداد ۵ نمونه آب، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر مطابق روش استاندارد متد برداشته شد. نمونه‌ها با حفظ زنجیره سرد به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل شده و پس از ثبت مشخصات هر نمونه، از نظر آلودگی میکروبی به باکتری‌های هتروتروف و کلی‌فرم مطابق روش استاندارد متد آزمایش شدند (۱۹). به‌منظور مطالعه‌ی باکتری‌های هتروتروف از روش HPC و به‌منظور مطالعه‌ی باکتری‌های کلی‌فرم از روش تخمیر چند لوله‌ای استفاده شد. داده‌های به‌دست آمده از نمونه‌ها

با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقادیر فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار برای متغیرهای مورد بررسی محاسبه گردید.

یافته‌ها

در مطالعه‌ی حاضر، از مجموع ۲۳ یونیت مورد مطالعه در ۶ کلینیک دندان پزشکی، ۱۲۴۲ نمونه حاصل شد. ۷۸/۶ درصد (۹۷۶ نمونه) از نمونه‌های حاصله دارای آلودگی باکتریایی بوده که آلودگی ۶۲/۴ درصد (۶۱۵ نمونه) از آن‌ها از حد مجاز اعلام شده توسط ADA (۲۰۰ CFU/mL) بیشتر بود. میانگین شمارش کل باکتریایی نمونه‌های مورد بررسی 257 ± 54 CFU/mL به‌دست آمد. کمترین مقدار شمارش باکتریایی مشاهده شده ۱۶۴ CFU/mL و بیشترین مقدار ۳۵۶ CFU/mL به‌دست آمد.

میانگین میزان آلودگی میکروبی در اجزای مختلف یونیت‌های دندان پزشکی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین میزان آلودگی میکروبی در اجزای مختلف یونیت‌های دندان پزشکی

میانگین*	انحراف معیار*		
۲۷۰	۳۸	لیوان پرکن	بخش یونیت
۲۰۹	۲۴	پوآر آب (قبل از فلاشینگ)	
۱۹۱	۲۲	پوآر آب (بعد از فلاشینگ)	
۲۸۷	۳۲	مجرای سر توربین (قبل از فلاشینگ)	
۲۵۵	۲۸	مجرای سر توربین (بعد از فلاشینگ)	
۲۷۳	۴۵	شنبه	روز نمونه‌برداری
۲۴۸	۳۷	دوشنبه	
۲۵۹	۴۲	چهارشنبه	مدت بهره‌برداری یونیت
۱۹۰	۲۸	کمتر از ۴ سال	
۲۳۴	۳۱	بین ۴ تا ۶ سال	
۲۹۷	۳۶	بیش از ۶ سال	

* بر حسب CFU/mL

بر اساس یافته‌های به‌دست آمده، آلودگی باکتریایی آب خروجی از یونیت‌های مورد مطالعه در کلینیک‌های

دندان پزشکی نسبتاً بالا بود؛ به‌طوری‌که بیش از ۶۰ درصد نمونه‌ها از استاندارد مجاز ADA فراتر رفتند. این یافته‌ها با یافته‌های گزارش شده با مطالعات انجام شده در ایران هم‌خوانی داشته و بیان‌گر اهمیت بالای توجه به سطح آلودگی یونیت‌ها می‌باشد (۲۳-۲۷). در مطالعه‌ی

بحث

با وجود مطالعات فراوان در حوضه آلودگی باکتریایی آب و سطوح یونیت‌های دندان پزشکی، یافته‌های سال‌های اخیر هم‌چنان از میزان آلودگی بالا گزارش می‌دهند. این امر گویای اهمیت بالای بررسی پیوسته و دوره‌ای سطح آلودگی یونیت‌ها و توجه بیشتر به گندزدایی منظم آن‌ها می‌باشد (۲۰-۲۲).

کنترل و پیشگیری از رشد و انتشار میکروارگانیسم‌ها در این سیستم‌ها امری ضروری است. اجرای اقدامات پیشگیرانه مؤثر مانند استفاده‌ی منظم از روش‌های ضدعفونی، فیلترهای مناسب، و فلاشینگ دوره‌ای می‌تواند به شکل قابل توجهی خطر انتقال عفونت به بیماران و کارکنان را کاهش دهد. پایبندی به این مداخلات نه تنها به ارتقای ایمنی محیط‌های درمانی کمک می‌کند، بلکه در بهبود کیفیت خدمات دندانپزشکی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مشهد و کلیه همکاران آزمایشگاه و کارشناسان فنی که در اجرای این پژوهش همکاری و همراهی صمیمانه داشتند، قدردانی می‌شود. همچنین از تمامی افرادی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در مراحل انجام این مطالعه یاری‌رسان بودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع علمی، مالی یا شخصی در ارتباط با انجام این پژوهش یا نگارش مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی: این پژوهش از محل هزینه شخصی پژوهشگران انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی: پژوهش حاضر بر اساس اصول اخلاقی پژوهش، شامل رعایت امانت‌داری علمی، اجتناب از سرقت ادبی، خودانتشاری، جعل و تحریف داده‌ها انجام شده است. نویسندگان هرگونه تضاد منافع بالقوه مؤثر بر نتایج یا تفسیر مقاله را رد می‌کنند.

سهم نویسندگان: جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و بازبینی نهایی توسط آقای دکتر مجید بنیادی‌منش، و ایده و طراحی پژوهش و نگارش مقاله توسط آقای مهندس علی افخم انجام شده است. تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کرده‌اند.

References

1. Amirabadi F, Dehghan HJ, Bazrafshan E, Forghani F. Evaluation of Bacterial Contamination in Dental Unit Water Lines in Zahedan in 2016-2017. 2019.
2. Moradnia M, Noorisepehr M, Ghaderi S, Salari M, Darvishmotevalli M. Investigation of microbial contamination

حاجی‌صادقی و همکاران آلودگی نمونه‌ها ۹۱/۸۳ درصد گزارش گردید (۲۸). همچنین مرادنیا و همکاران در مطالعه‌ی خود، تمامی نمونه‌های آب ورودی و خروجی یونیت‌ها را آلوده گزارش کردند (۲). در مطالعه‌ی داهلن و همکاران که در سوئد صورت گرفت نیز ۷۵ درصد از نمونه‌ها آلوده گزارش شدند (۲۹). نتایج به‌دست آمده در این مطالعات، از درصد بالای آلودگی و نیاز توجه ویژه به آلودگی آب و سطوح یونیت‌ها گزارش می‌دهند.

یافته‌های این مطالعه هم‌راستا سایر تحقیقات مشابه، بر ضرورت ارتقای آگاهی دندان‌پزشکان در خصوص احتمال آلودگی میکروبی آب یونیت و پیامدهای آن تأکید دارد. رعایت توصیه‌های انجمن دندانپزشکی آمریکا (ADA) ازجمله استفاده از فیلترها، به‌کارگیری مواد ضدعفونی‌کننده در خطوط آب‌رسانی یونیت در فواصل منظم، و انجام عمل فلاشینگ در آغاز هر روز کاری به مدت ۲ تا ۳ دقیقه و بین بیماران به مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، نقش مهمی در کاهش بار میکروبی دارد. همچنین در موارد جراحی یا ارائه خدمات به بیماران با نقص ایمنی، استفاده از آب استریل به‌عنوان یک اقدام پیشگیرانه توصیه می‌شود (۴). علاوه بر این، مشاهده شد که استفاده از یونیت‌ها در اوایل هفته به دلیل راکد بودن آب در خطوط، با خطر آلودگی بالاتری همراه است که می‌توان با اجرای فلاشینگ اولیه به‌مدت حداقل ۲ تا ۳ دقیقه، این آلودگی را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای پایش جامع یونیت‌های دندانپزشکی در شهر مشهد قرار گیرد و اصلاح موارد خارج از استاندارد را تسهیل نماید.

نتیجه‌گیری

با توجه به شیوع بالای آلودگی میکروبی در آب یونیت‌های دندانپزشکی، توجه مستمر دندانپزشکان به راهکارهای

in surfaces and waterlines of dental units in terms of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, and coliforms. 2021.

<https://doi.org/10.52547/jehe.8.2.185>

3. Depaola LG, Mangan D, Mills SE, Costerton W, Barbeau J, Shearer B, et al. A review of the science regarding dental

- unit waterlines. The Journal of the American Dental Association. 2002;133(9):1199-206.
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0361> PMID:12356251
4. Kohn WG, Collins AS, Cleveland JL, Harte JA, Eklund KJ, Malvitz DM. Guidelines for infection control in dental health-care settings-2003. MMWR Recomm Rep. 2003;52(17):1-61.
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2004.0019> PMID:14959873
5. Arigbede A, Ogunrinde T, Okoje V, Adeyemi B. Cross-infectivity of HIV infection: Assessment of behaviour of patients attending a university dental centre. Int J Dent Sci. 2009;8(1):56-61.
<https://doi.org/10.5580/2879>
6. Rodrigues S, Suvarna S, Suvarna J, Saralaya V, Saldanha S, Shenoy VK. Microbial assessment of dental unit waterlines in an institutional setup in Karnataka, South India. Indian Journal of Dental Research. 2017;28(5):555-9.
https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_775_16 PMID:29072220
7. Agency USEP. National primary drinking water regulations: Filtration and disinfection (40 CFR §141.72). Code of Federal Regulations. Title 40, Part 141.72 ed. Washington, DC: U.S. Government Publishing Office; 2025.
8. Edberg SC, Allen MJ. Virulence and risk from drinking water of heterotrophic plate count bacteria in human population groups. International journal of food microbiology. 2004;92(3):255-63.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.08.012> PMID:15145584
9. Porteous N, Sun Y, Schoolfield MJ. Evaluation of 3 dental unit waterline contamination testing methods. General dentistry. 2015;63(1):41.
10. Payment P, Sartory D, Reasoner D. The history and use of HPC in drinking-water quality management. Heterotrophic plate counts and drinking-water safety. 2003:20-48.
11. Samaranayake L, Fakhruddin K, Sobon N, Osathanon T. Dental unit waterlines: disinfection and management. international dental journal. 2024;74:S437-S45.
<https://doi.org/10.1016/j.identj.2024.07.1269> PMID:39515931 PMCID:PMC11583879
12. Hashemi M, Asadzadeh SN, Ghorbanpour R, Sobhani K, Hekmat Ara Z, Firouzeh N. A Study on Microbial Quality of Water Supply in Dental Units at Bojnourd Dental School in 2017. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2019;11(3):94-8.
<https://doi.org/10.52547/nkums.11.3.94>
13. HOSEINI MZ, Naghmachi M, Zirakfard F, RAIGANSHIRAZI A, Rezaei S, Yosefi S, et al. A study on microbial quality of water used in the dentistry units. 2014.
14. Abbasi F, Sadari H, Rezaei Bonab M, Owlia P. Survey of bacterial contamination rate of water in dental units of School of Dentistry, Shahed University. Daneshvar Medicine. 2020;25(5):15-20.
15. Salmanov A, Bondar T, Lykhota K, Dementieva O, Chumak E, Ostapko O, et al. Microbial contamination of dental unit waterlines systems in Ukraine: results a multicenter study (2020-2022). 2025.
<https://doi.org/10.36740/WLek/207349> PMID:40699065
16. Arvand M, Hack A. Microbial contamination of dental unit waterlines in dental practices in Hesse, Germany: A cross-sectional study. European Journal of Microbiology and Immunology. 2013;3(1):49-52.
<https://doi.org/10.1556/EuJMI.3.2013.1.7> PMID:24265918 PMCID:PMC3832077
17. Kader CB, de Smidt O, Oosthuysen J. Water Quality and Biofilm Formation in Dental Unit Waterline Systems in Mangaung, South Africa. International Dental Journal. 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.identj.2024.12.025> PMID:40023759 PMCID:PMC12142793
18. Göksay D, Çotuk A, Zeybek Z. Microbial contamination of dental unit waterlines in Istanbul, Turkey. Environmental Monitoring and

Assessment. 2008;147(1):265-9.
<https://doi.org/10.1007/s10661-007-0118-0>
 PMid:18210208

19. Association APH. Standard methods for the examination of water and wastewater. Am Public Health Assoc(APHA): Wash, DC, USA. 2005.

20. GHAEM MA, Mahdipour M, Goudarzi H. the rate of bacterial contamination in dental units water supply at shahid behashti dental school-1999. 2003.

21. Taheri J, Oliya P, Oloumi K. Bacterial Contamination Level of Water Supply in Dental Units at Shahid Beheshti University Dental School-2000. 2003.

22. Abbasi F, Bakhtiari S, Eslami G, Ghaem MA. Prevalence of gram positive cocci contamination in the water lines of Shahid Beheshti Dental School units and drinking water supply of local area. 2005.

23. Abbasi F, Oulia P. The Prevalence of Contamination with Gram Positive Cocci in The Water Supplies of Dentistry Units at Shahed University Compared to the Local Water Supplies. 2006.

24. Tohi DAZ, Darbandi A, Atarpour YM, Danesh DS. The Evaluation of Gram Negative Bacterial Contamination Rate in Dental Unit's Water Supply and the Effect of Flushing Method on Reducing it at Shahed Dental School. 2007.

25. Honarmand M, Shahraki S, Farhad-Mollashahi L, Gholipour R, Ghaedi M. Evaluation of bacterial contamination of water supply in dental unit water lines at Zahedan dental school 2008. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2010;11(4).

26. Yazdanbakhsh A, ROUDBARI A, Nazemi S, MIRZAIE M, Davardoost F, Norozi P, et al. Evaluation of bacterial contamination of water supply in dental unit water lines at Shahroud dental offices 2015. 2016.

27. Malakootian M, Nowroozi H. Gram-positive cocci contamination in dental unit water lines at Kerman dental school during 2015. Feyz Medical Sciences Journal. 2017;21(3):280-5.

28. Hajisadeghi S, Aghaali M, Aghighi Hatamipour S, Khalifeh-Gholi M. Evaluation of Bacterial Contamination Level of Waterlines in Dental Units in Dentistry School of Qom University of Medical Sciences in 2018. Qom University of Medical Sciences Journal. 2020;14(8):30-8.
<https://doi.org/10.29252/qums.14.8.30>

29. Dahlén G, Alenäs-Jarl E, Hjort G. Water quality in water lines of dental units in the public dental health service in Göteborg, Sweden. Swed Dent J. 2009;33(4):161-72.