Pejouhesh dar Pezeshki (i.e., Research in Medicine) **Original Article**

The Quarterly Journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences 2022; Vol. 46; No. 3

Effect of Carbonated Beverages on the Surface Roughness of Orthodontic Arch Wires via Profilometry Method

Hedieh Zand Dolatshai[1], Ahmad Sheibani Nia[2*], Behnam Khosravani Fard[3], Seyyed Mostafa Fatemi[4]

1. Orthodontist (Private Office).
2. Fellowship of Orthosurgery, Dental School of Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Head of Orthodontic Department, Dental School of Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: November 10, 2021; Accepted: February 08, 2022

Abstract

Background and Aim: One of the problems of the fixed orthodontic treatments is the changes of surface characteristics of the orthodontic wires. Presence of the surface roughness on orthodontic wires can affect the corrosion, friction, dental movement, biocompatibility, and esthetic, which can prolong the treatment and interfere with tooth movement. The present study was carried out to evaluate and measure the influence of the most popular soft drink, Coca Cola, on the surface roughness of nickel titanium and stainless steel wires.

Methods: An experimental research was performed in vitro on 80 wires. Orthodontic wire packages of nickel titanium and stainless steel with round (diameter of 0.016 inches) and rectangular (0.016 × 0.022 inches) cross section of American Orthodontic (AO) Company were randomly prepared in 10 millimeter pieces. The samples were cleaned via alkaline solution and then surface roughness of the wires (R_a, R_q, R_z) were tested using profilometr machine. This process was repeated daily for 30 days. Eventually, the same surface roughness parameters were re-evaluated and compared with that before the intervention. We used Cronbach's alpha test to evaluate internal consistency of primary data, and in each group before and after changes were measured running Wilcoxon test. Also, to test the meaningfulness of differences between groups, Mann-u-Whitney statistical analysis was used.

Results: Statistical analysis showed that the changes on R_a, R_q, R_z in all four groups were not significant ($P<0.9$). Also, R_a, R_q, R_z before inserting the wires in Coca Cola revealed that variables in stainless steel group were higher compared with those in Ni-Ti groups. For example, the amount of R_a, Rq, Rz of stainless steel and Ni-Ti groups were 18.08 ± 3.55, 105.31 ± 8.84, 95.64 ± 4.54 vs. 6.19 ± 0.34, 60.78 ± 3.66, 53.74 ± 1.91 respectively. These findings were the same after placing the samples in the Coca Cola, too ($P<0.9$).

Conclusion: It can be concluded that the carbonated drinks cannot affect the surface roughness of arch wires neither the treatment duration.

Keywords: Arch Wire; surface roughness; Nickel Titanium; Orthodontic Treatment; Stainless Steel; Profilometry; soft drink

Please cite this article as: Zand Dolatshai H, Sheibani Nia A, Khosravani Fard B, Fatemi SM. Effect of Carbonated Beverages on the Surface Roughness of Orthodontic Arch Wires via Profilometry Method. Pejouhesh dar Pezeshki. 2022;46(3):84-94.

[*] **Corresponding Author:** Ahmad Sheibani Nia; Email: asheibaninia@yahoo.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

پژوهش در پزشکی
مقاله پژوهشی
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی شهید بهشتی
دوره ۴۶، شماره ۳، سال ۱۴۰۱ شمسی، صفحات ۸۴ تا ۹۴

بررسی تاثیر نوشابه‌های گازدار برخصوصیات سطحی سیم‌های ارتودنسی به روش پروفایلومتری

هدیه زنددولتشاهی[۱]، احمد شیبانی‌نیا[۲*]، بهنام خسروانی‌فرد[۳]، سید مصطفی فاطمی[۴]

۱- متخصص ارتودنسی.
۲- فلوشیپ ارتوسرجری، دانشکده دندانپزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- مدیر گروه بخش ارتودنسی، دانشکده دندانپزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴- گروه مواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹

خلاصه

سابقه و هدف: یکی از مشکلات در درمان‌های ارتودنسی ثابت، تغییر در خشونت سطحی سیم‌های ارتودنسی است. وجود ناهمواری‌های سطحی بر روی سیم‌های ارتودنسی می‌تواند بر روی خوردگی، اصطکاک، حرکات دندانی، سازگاری نسجی و زیبایی تاثیر بگذارد. این مطالعه به اندازه‌گیری و بررسی تاثیر نوشابه‌های گازدار بر خشونت سطحی سیم‌های نیکل تیتانیوم و استنلس استیل پرداخته است.

روش کار: تحقیق به صورت تجربی In vitro بر روی ۸۰ عدد سیم انجام گرفت. بسته‌های ۱۰ عددی سیم‌های ارتودنسی نیکل تیتانیوم و استنلس استیل با سطح مقطع دایره با قطر ۰/۰۱۶اینچ و سطح مقطع مستطیل در ابعاد ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ از کمپانی American Orthodontics (AO) در قطعات ۱۰ میلی‌متری به صورت تصادفی آماده شدند نمونه‌ها با محلول آلکالینی تمیز شدند و سپس خشونت سطحی سیم‌ها به وسیله دستگاه پروفیلومتر سنجیده شد. همه نمونه‌ها ابتدا در ویال پلاستیکی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر نوشابه گازدار (کوکاکولا pH= ۲/۷۴) به مدت ۴ دقیقه و سپس در بزاق مصنوعی با pH= ۷ قرار گرفتند. این روند به طور روزانه برای مدت ۳۰ روز تکرار شد. در نهایت، خشونت سطحی دوباره ارزیابی شد و با مقدار قبل از مداخله مقایسه شد. در هر گروه تغییرات قبل و بعد توسط آزمون Wilcoxon اندازه‌گیری شده و به وسیله آنالیز آماری Mann-u-Whitney معنادار بودن اختلاف بین گروه‌ها بررسی شد.

یافته‌ها: آنالیز نشان داد که میزان تغییرات زبری سطحی در چهار گروه مذکور به لحاظ آماری معنادار نبود (P<۰/۹) میزان تفاوت همچنین، در مقایسه متغیرهای R_a, Rq, Rz ، بین گروه‌های استنلس استیل و نیکل تیتانیوم قبل و بعد از قرار دادن سیم‌ها در نوشابه کوکاکولا نشان داد که هر سه متغیر در استنلس استیل بیشتر از نیکل تیتانیوم است. مثلاً به عنوان نمونه مقدار متغیرهای R_a،R_q R_{z_3} در سیم‌های استیل و نیکل تیتانیوم ۰/۰۱۶ بترتیب ۳/۵۵ ± ۱۸/۰۸، ۸/۸۴ ± ۱۰۵/۳۱، ۴/۵۴ ± ۶۴ /۹۵ در مقابل ۰/۳۴ ± ۶/۱۹، ۳/۶۶ ± ۶۰/۷۸، ۱/۹۱ ± ۵۳/۷۴ است (P<۰/۹).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که نوشابه گازدار نمی‌تواند بر خشونت سطحی سیم ارتودنسی تاثیر بگذارد.

واژگان کلیدی: آرچ وایر؛ خشونت سطحی؛ نیکل تیتانیوم؛ درمان ارتودنسی؛ استنلس استیل؛ پروفیلومتری

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Zand Dolatshai H, Sheibani Nia A, Khosravani Fard B, Fatemi SM. Effect of Carbonated Beverages on the Surface Roughness of Orthodontic Arch Wires via Profilometry Method. Pejouhesh dar Pezeshki. 2022;46(3):84-94.

*نویسنده مسئول مکاتبات: احمد شیبانی‌نیا؛ آدرس پست الکترونیکی: asheibaninia@yahoo.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

مقدمه

یکی از مشکلات در درمان‌های ارتودنسی ثابت تغییر در خشونت سطحی سیم‌های ارتودنسی است (۳-۱). یکی از اجزای دستگاه‌های ارتودنسی که امروزه در سطح وسیعی برای درمان استفاده می‌شود، آرچ وایرها هستند (۴، ۵). آرچ وایرهای ارتودنسی بسته به ترکیبات متفاوت هستند. در ترکیب آنها از آلیاژهای مختلفی برای ایجاد مقاومت مکانیکی لازم با هدف حرکت دندان‌ها و یا حفظ دندان‌ها در یک موقعیت طی مدت درمان استفاده می‌شود (۴). آرچ وایرهای استنلس استیل (SS) و نیکل تیتانیوم (Ni-Ti) شایع‌ترین متریال‌های مصرفی در ارتودنسی هستند. آرچ وایرهای نیکل تیتانیوم به دلیل خصوصیات حافظه‌داری (۶) و سوپرالاستیک (۷) به کار می‌روند. سیم‌های استنلس استیل نیز از ابتدا مورد استفاده بوده و امروزه نیز در موارد بستن فضا و نیاز به force deflection بالا کاربرد دارند.

وجود ناهمواری‌های سطحی بر روی سیم‌های ارتودنسی می‌تواند بر روی خوردگی، اصطکاک، حرکات دندانی، سازگاری نسجی و زیبایی تاثیر بگذارد (۲، ۳). از طرفی هر گونه تغییر در خصوصیات مکانیکی آرچ وایرهای مورد استفاده می‌تواند نتایج نهایی درمان را تحت تاثیر قرار دهد و سبب اعمال تیپ یا تورک و حرکات ناخواسته دندانی شود (۸-۴). نشان داده شده است که افزایش ناهمواری‌های سطحی سیم‌های ارتودنسی به دلیل ایجاد سطح تماس بیشتر سیم و براکت، سبب افزایش اصطکاک می‌شود، نیروهای اصطکاک می‌تواند سبب کاهش نیروهای ارتودنسی به میزان ۵۰ درصد و حتی بیشتر شود (۸). در مقابل عده‌ای از محققان گزارش کرده‌اند اگر چه ناهمواری‌های سطحی بر روی حرکت دندان‌ها بر روی آرچ وایر اثر دارد، ولی حرکت دندان پروسه‌ای پیچیده است و به فاکتورهای بسیار زیاد دیگری بستگی دارد (۹). تخریب یک فلز به دلیل خوردگی می‌تواند سبب آزادسازی یون‌های فلزی یا افزایش انحلال پوشش سطحی آن شود (۱۰). از این رو توجه به میزان خشونت سطحی در سیم‌های ارتودنسی و آرچ وایرهای ارتودنسی حائز اهمیت است. از طرفی مواد دندانی باید در برابر استرس‌های مکانیکی، شیمیایی و حرارتی در دهان بیماران مقاومت کنند و باید سازگاری کافی با محیط تهاجمی دهان داشته باشند، نتیجتاً کیفیت سطحی (خشونت سطح مواد دندانی) از بیشترین اهمیت برخوردار است (۱۱). امروزه به دلیل وجود رژیم‌های غذایی متنوع، نوشیدنی‌های حاوی مواد نگه‌دارنده و گازدار و دهان شویه‌ها و ترکیبات شیمیایی آنها، ویژگی مکانیکی مواد دندانی و سیم‌های ارتودنسی متاثر می‌شوند (۱۱، ۱۲).

بررسی‌های متعددی در مورد اثر دهان شویه‌ها، محصولات حاوی فلوراید بر خصوصیات مکانیکی انواع سیم‌ها و براکت‌ها و میزان اصطکاک بین سیم و براکت ارتودنسی انجام شده است و به این نتیجه رسیده‌اند که این دهان‌شویه‌ها خشونت سطحی و اصطکاک بین سیم و براکت را افزایش می‌دهند، ولی گزارش دقیق از میزان خشونت سطحی و تغییر خصوصیات مکانیکی سیم‌های ارتودنسی در مجاورت این محلول‌های شیمیایی، غذاها و نوشیدنی‌های گازدار در بازه یک ماهه (که زمان معمول تعویض آرچ‌وایرهاست) داده نشده است (۱۶-۱۳). گاز کربن دی اکسید ماده مؤثر اصلی برای گازدار کردن این نوشیدنی‌هاست که این اسید می‌تواند سبب کروژن در ساختارهای دندانی و مواد دندانی و تغییرات در خصوصیات مکانیکی و شیمیایی آرچ‌وایرهای ارتودنسی شود (۱۸، ۱۷). هر ایرانی به طور متوسط سالانه ۴۲ لیتر نوشابه مصرف می‌کند, سرانه مصرف نوشابه در جهان حدود ۱۰ لیتر است و این یعنی میانگین مصرف نوشابه در ایرانیان چهار برابر میانگین جهان است (۱۹). با توجه به شیوع بالای درمان‌های ثابت ارتودنسی در نوجوانان و سرانه مصرف بالای نوشابه‌های گازدار در کشور در سال‌های اخیر (۲۰)، اثر این ماده بر خصوصیات سطحی آرچ وایرهای ارتودنسی دارای اهمیت است (۲۱).

با توجه به اهمیت موضوع و اختلاف‌نظر در این زمینه، این تحقیق را با هدف اندازه‌گیری میزان ناهمواری‌های سطحی موجود توسط متغیرهای R_a, Rq, Rz بر روی سیم‌های نیکل

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

تیتانیوم و استنلس استیل دراثر قرارگیری این سیم‌ها در مجاورت نوشابه گازدار در دانشکده دندانپزشکی آزاد تهران در سال ۱۳۹۹ طراحی و اجرا شد.

R_a: میانگین خشونت سطحی کل (۲۲)

R_q: حداکثر عمق خشونت (۲۲)

R_z: میانگین بلندترین تا عمیق‌ترین نقطه (۲۲)

روش کار

این تحقیق به روش تجربی single blind انجام شد. سیم‌های استنلس استیل سایز ۰/۰۱۶ و ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ و سیم‌های نیکل تیتانیوم سایز۰/۰۱۶ و ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ ساخت کارخانه American Orthodontics در قطعات ۱۰ میلی‌متری به صورت تصادفی آماده شدند (۲۳، ۲۲، ۱۰). برای محاسبه حجم نمونه از فرمول حجم نمونه برای مقایسه چند میانگین استفاده شد. خطای آلفا برابر یک درصد و توان مطالعه برابر ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. حجم نمونه بر اساس مطالعه حافظ و همکاران، ۹ نفر برای هر گروه محاسبه شد. نهایتاً با در نظر گرفتن ۱۰ درصد احتمال ریزش نمونه، برای هر گروه حجم نمونه ۱۰ در نظر گرفته شد (۲۳).

$$\vec{\mu} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k}\mu_j^1 = \frac{1}{4}(12.29 + 5.07 + 6.23 + 5.47) = \frac{29.06}{4} = 7.26$$

$$\Delta = \frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{k}(\mu_i - \bar{\mu})^2$$

$$= \frac{1}{4.14^2}((12.29 - 7.26)^2 + (5.07 - 7.26)^2 + (6.23 - 7.26)^2 + (5.47 - 7.26)^2)$$

$$= \frac{1}{4.14^2}(5.03^2 + 2.19^2 + 1.03^2 + 1.79^2) = \frac{34.35}{17.13} = 2.03$$

$$n = \frac{\lambda_{g,\alpha,1-\beta}}{\Delta} = \frac{17.43}{2.03} = 8.58 \sim 9$$

بعد از طی مراحل تصویب پایان نامه و اخذ کد ۲۲۷۱۰۲۰۱۹۷۲۰۳۵ و همچنین کد اخلاق IR.IAU.DENTAL.REC.1399.089 مراحل به صورت زیر انجام شد.

از سیم‌های نیکل تیتانیوم و استنلس استیل یک بسته حاوی ۱۰ عدد سیم از کارخانه American Orthodontics به شکل آرچ‌پری‌فرم و در اندازه ۱۰ میلیمتر و در سایزهای۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۶ اینچ بررسی شد. نمونه‌ها از قسمت صاف آرچ وایر پری فرم انتخاب شد و برای عدم شناخت آنها توسط فرد آزمایش‌کننده، علامت و کدگذاری شد و قبل از هر گونه مداخله‌ای توسط یک محلول آلکالینی برای از بین بردن هر گونه مواد چربی، معدنی و آلی احتمالی تمیز شدند. سپس زبری سطحی هر یک از سیم‌های مورد نظر (۴گروه ۱۰ تایی) قبل از قراردهی در نوشابه گازدار به وسیله پروفیلومتر اندازه‌گیری شد، پروفیلومتر مدل PFM-6020(1D) ساخت کشور ایران است که سه اسکن از موقعیت‌های متفاوت هر سیم با دقت ۵۰ نانومتر تهیه کرد. رنج اندازه‌گیر دستگاه ۲۰۰ میکرومتر بود. در این روش حرکات عمودی نوک دستگاه که در تماس دایم با سطح است در مقابل سطح مورد اسکن قرار گرفته و ناهمواری‌های سطحی را ثبت می‌کرد. این دستگاه با سرعت ثابت یک میلی‌متر در ثانیه ناهمواری‌های سطحی اجسام را به طور مکانیکی اندازه‌گیری می‌کرد. پروفایل اسکن شده توسط یک وسیله الکترونیکی کوچک میزان ناهمواری‌های سطحی را به صورت عدد نشان می‌داد. Scanning در مسافت‌های ۵ میلی‌متر انجام گرفت، سپس میانگین و انحراف معیار ناهمواری‌های سطحی اندازه‌گیری شدند. در این مطالعه از دستگاه پروفیلومتر دانشکده مهندسی مواد دانشگاه شیراز استفاده شد. سپس با قرار دادن نمونه‌ها (قطعات یک سانتی‌متری) به مدت چهار دقیقه در ویال پلاستیکی حاوی ۱۰ml نوشابه گازدار (کوکاکولا ۲/۷۴ = pH) و سپس در بزاق مصنوعی ساخته شده در لابراتوار مواد دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه تهران، (با ترکیب: sodium chloride، Potassium chloride، Di sodium hydrogen phosphate، Urea، calcium chloride، sulphide 1-hydrate sodium، Distilled water، pH کلی ۷) (۲۴) به عنوان محیط استاندارد قرار گرفتند. این روند به طور روزانه برای مدت ۳۰ روز(زمان معمول تعویض آرچ وایرهای ارتودنسی) انجام شد.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

دوباره خشونت سطحی مورد ارزیابی قرار گرفت و این دو مقدار با هم مقایسه شدند. پروسه آزمایش در دمای ۳۷ درجه در انکوباتور انجام شد. (نوشابه گازدار و بزاق مصنوعی به صورت روزانه Refresh شدند). دوباره آزمون پروفیلومتری انجام شد و خشونت سطحی استخراج و با مقدار قبل از مداخله مقایسه شد. مقادیر اولیه ۱۰ نمونه سیم‌های هر چهار گروه تحت آزمون Cronbach's alpha قرار گرفت. در هر گروه تغییرات قبل و بعد توسط آزمون Wilcoxon اندازه‌گیری شده و به وسیله آنالیز آماریMann-u-Whitney معنادار بودن اختلاف بین گروه‌ها بررسی شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، تعداد ۸۰ سیم ارتودنسی مورد مطالعه قرار گرفتند. ۲۰ سیم ارتودنسی استینلس استیل ۰/۰۲۲ × ۰/۰۱۶ اینچ بودند؛ ۲۰ سیم ارتودنسی استینلس استیل ۰/۰۱۶ اینچ؛ ۲۰ سیم نیکل تیتانیوم ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ و ۲۰ سیم نیکل تیتانیوم ۰/۰۱۶ اینچ بودند. برای ارزیابی همبستگی مقادیر اولیه پارامترهای خشونت سطحی نمونه سیم‌های هر چهار گروه تحت آزمون Cronbach's alpha قرار گرفت. با توجه به اینکه در تمامی پارامترهای مورد ارزیابی در چهار گروه سیم‌ها $\alpha > 0/9$ است، می‌توان نتیجه گرفت تفاوت معناداری بین سیم‌ها وجود ندارد. مقادیر میانگین و انحراف معیار، مقدار و درصد تغییرات و مقادیر P-value متغیرهای R_a،R_q ،R_z سیم‌های استنلس استیل و نیکل تیتانیوم با سطوح مقطع ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۶ اینچ حاصل از نتایج پروفایلومتری قبل و بعد از مداخله در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. مثلاً مقدار متغیرهای R_a،R_q ،R_z در سیم‌های استیل و نیکل تیتانیوم ۰/۰۱۶ بترتیب ۳/۵۵ ± ۱۸/۰۸، ۸/۸۴ ± ۱۰۵/۳۱، ۴/۵۴ ± ۹۵/۶۴ در مقابل ۰/۳۴±۶/۱۹، ۳/۶۶ ± ۶۰/۷۸، ۱/۹۱ ± ۵۳/۷۴ بود (P< ۰/۹).

جدول ۱- میزان تغییرات خصوصیات سیم‌های استنلس استیل بر حسب شاخص‌ها به تفکیک قطر سیم

شاخص		R_a	R_q	R_z
سایز	مراحل			
SS ۰/۰۱۶ اینچ	قبل	۱۸/۰۸ ± ۳/۵۵	۱۰۵/۳۱ ± ۸/۸۴	۹۵/۶۴ ± ۴/۵۴
	بعد	۱۷/۸۸ ± ۳/۵۱	۱۰۱/۲۸ ± ۸/۵۰	۹۵/۴۹ ± ۴/۵۳
	مقدار	۰/۲۱ ± ۰/۰۷۸	۴/۰۳ ± ۰/۰۲۴	۰/۱۵ ± ۰/۰۴۷
	درصد	۱/۱	۳/۹۷	۰/۱۵
	آزمون	p<۰/۹	p<۰/۲	p<۰/۹
SS ۰/۰۲۲×۰/۰۱۶ اینچ	قبل	۱۸/۲۸ ± ۳/۵۹	۱۰۷/۸۱ ± ۹/۰۵	۹۵/۹۳ ± ۴/۵۶
	بعد	۱۷/۹۱ ± ۳/۵۲	۱۰۲/۰۷ ± ۸/۵۷	۹۵/۳۵ ± ۴/۵۳
	مقدار	۰/۳۷ ± ۰/۰۱۴۸	۵/۷۴ ± ۰/۰۸۴	۰/۵۸ ± ۰/۰۶۵
	درصد	۲/۱	۵/۶	۰/۶
	آزمون	p<۰/۹	p<۰/۲	p<۰/۹

نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد که نوشابه گازدار کوکاکولا فاقد اثر آماری معنادار بر پارامترهای مختلف خشونت سطحی در سیم‌های استنلس استیل است. مقادیر میانگین و انحراف معیار، مقدار و درصد تغییرات و مقادیر P-value متغیرهای R_a، Rq و Rz سیم‌های نیکل تیتانیوم با سطوح مقطع ۰/۰۱۶ و ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ حاصل از نتایج پروفایلومتری قبل و

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

بعد از مداخله در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری نشان داد که نوشابه گازدار کوکاکولا فاقد اثر آماری معنادار بر پارامترهای مختلف خشونت سطحی در سیم‌های نیکل تیتانیوم است (P=۰/۹).

جدول ۲- میزان تغییرات خصوصیات سیم‌های نیکل تیتانیوم بر حسب شاخص‌ها به تفکیک قطر سیم

شاخص / سایز	مراحل	R_a	R_q	R_z
۰/۰۱۶ اینچ SS NiTi	قبل	۶/۱۹ ± ۰/۳۴	۶۰/۷۸ ± ۳/۶۶	۵۳/۷۴ ± ۱/۹۱
	بعد	۶ ± ۰/۳۳	۶۰/۶۳ ± ۳/۶۵	۵۳/۵۲ ± ۱/۹۰
	مقدار	۰/۱۹ ± ۰/۰۷۶	۰/۱۵ ± ۰/۰۴۹	۰/۲۲ ± ۰/۰۱۹
	درصد	۳/۱	۰/۲۴	۰/۴۱
	آزمون	p<۰/۹	p<۰/۹	p<۰/۹
۰/۰۲۲×۰/۰۱۶ اینچ SS NiTi	قبل	۶/۲۲ ± ۰/۳۴	۶۱/۵۶ ± ۳/۶۸	۵۴/۶۷ ± ۱/۹۴
	بعد	۶/۰۷ ± ۰/۳۳	۶۰/۷۰ ± ۳/۶۵	۵۴/۲۷ ± ۱/۹۳
	مقدار	۰/۱۵ ± ۰/۰۶۸	۰/۸۶ ± ۰/۰۵۲	۰/۴ ± ۰/۰۳۶
	درصد	۲/۴	۱/۴۱	۰/۷۳
	آزمون	p<۰/۹	p<۰/۹	p<۰/۹

بحث

این تحقیق اثر نوشابه گازدار کوکاکولا ، تولید شرکت خوشگوار را بر روی ۸۰ سیم ارتودنسی نشان داد. مطالعه روی ۲۰ سیم ارتودنسی استینلس استیل ۰/۰۲۲ × ۰/۰۱۶؛ ۲۰ سیم ارتودنسی استینلس استیل ۰/۰۱۶؛ ۲۰ سیم نیکل تیتانیوم ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ و۲۰ سیم نیکل تیتانیوم ۰/۰۱۶ انجام گرفت و تغییر معنادار آماری در سه متغیر R_a، R_q، R_z مشاهده نشد. در نتیجه فرضیه صفر این تحقیق که پیش‌بینی می‌کرد خشونت سطحی سیم‌ها تغییری نمی‌کند، تایید می‌شود. اختلاف مقادیر اولیه وثانویه شاخص‌های R_a، R_q، R_z سیم‌های ۰/۰۱۶ اینچ و ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ استنلس استیل به ترتیب با مقدار P-value p<۰/۹ و p<۰/۹، p<۰/۲ به لحاظ آماری معنادار نبودند و همچنین اختلاف مقادیر اولیه وثانویه شاخص‌های R_a، R_q، R_z سیم‌های ۰/۰۱۶ اینچ و ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ اینچ نیکل تیتانیوم به ترتیب با مقدار P-value: p<۰/۹، p<۰/۹ و p<۰/۹ و p<۰/۹ به لحاظ آماری معنادار نبودند. سیم‌های تهیه شده با فرض این که پروسه ساخت و پرداخت سیم‌ها توسط کارخانه سازنده یکسان است، برای ارزیابی همبستگی مقادیر اولیه پارامترهای خشونت سطحی نمونه سیم‌های هر چهار گروه تحت آزمون Cronbach's alpha قرار گرفت. با توجه به اینکه در تمامی پارامترهای مورد ارزیابی در چهار گروه سیم ها $\alpha > ۰/۹$ است، می‌توان نتیجه گرفت تفاوت معناداری بین سیم‌ها وجود ندارد.

Parenti و همکاران به بررسی اثر کوکالا معمولی و نوعی نوشیدنی بدون گاز Gatorade بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آرچ وایرهای پری فرم ۰/۰۲۵ × ۰/۰۱۹ نیتینول فعال شونده با گرما پرداختند. نمونه‌ها در ۱۰ میلی‌لیتر از هر نوشیدنی به مدت ۶۰ دقیقه غوطه‌ور شدند.

با توجه به اینکه هیچ اختلاف معنادار آماری در young's modulus و hardness، توپوگرافیک و ترکیب شیمیایی بین گروه‌های مختلف یافت نشد، آنها نتیجه‌گیری کردند که نوشیدنی‌های غیر الکلی نمی‌توانند سبب تخریب سیم‌های نیکل تیتانیوم شوند (۱۲).

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

Abalos و همکاران اثر نوشیدنی‌های غیر الکلی با pH پایین را روی رفتار کروژن و توپوگرافی سطحی آرچ وایرهای ارتودنسی ۰/۰۲۲× ۰/۰۱۶ از جنس نیکل-تیتانیوم بررسی کردند. الگوهای سطحی متفاوت آرچ وایر Ni-Ti از قبیل (فرورفتگی، خراش، ترک، منفذ و یا سطح صاف) انتخاب و به وسیله SEM و laser confocal microscopy ثبت شدند. حجم کلاً نمونه ۴۰ عدد بود (پنج نمونه در هر دسته). آرچ وایرها در نوشیدنی غیر الکلی با pH، ۲/۵به مدت کلی ۵۰ دقیقه غوطه‌ور شدند و نتایج با آرچ وایرهای غوطه‌ور شده در بزاق مصنوعی با pH مقایسه شد. Abalos ذکر کرد یک محلول اسیدی با pH نسبتاً پایین به راحتی می‌تواند لایه اکسید محافظتی را حل کند و سبب کروژن زودتر و سریع‌تر شود. وجود حباب‌های محلول گاز کربن دی اکسید موجود در کوکاکولا و ادهیژن آنها به سطوح آرچوایر و نقاط کوچک کروژن سبب می‌شود به تدریج این مناطق کوچک خوردگی به یکدیگر متصل شده و ظرف مدت کوتاهی مناطق بزرگ خوردگی ایجاد شوند.

نتایج نشان‌دهنده افزایش میزان نقایص و خشونت سطحی در نواحی فرورفتگی ، ترک و خراشیدگی‌ها با غوطه‌ور شدن در محلول شد و میزان مقاومت به کروژن در وایرها کاهش یافت. ارتباط بین الگوی سطحی و گستردگی میزان کروژن در آرچ وایرهای نیکل- تیتانیوم با نوشیدنی‌های الکلی با pH پایین نشان داده شده است (۲۵).

این اختلاف می‌تواند ناشی از اختلاف در دقت تست‌های مورد استفاده برای ارزیابی توپوگرافی سطحی باشد. استفاده از تست‌هایی با دقت بالاتر، مقادیر تغییرات کمتر را شناسایی کرده و برحسب تعاریف آماری متفاوت می‌تواند آنها را معنادار تلقی کند. از طرف دیگر، بزاق مصنوعی مورد استفاده در مطالعه C.Abalos و همکاران مقداری اسیدی‌تر از مطالعه ما بود. مقدار این تفاوت اندک است اما درمدت یک ماهه مطالعه می‌تواند موثر باشد.

از آنجا که برای ارتقای سلامت دهان و پیشگیری و کنترل پوسیدگی‌های دندانی، فلورایدها به صورت گسترده‌ای استفاده می‌شوند و فلوراید سیستمیک از طریق چای، مکمل‌های غذایی و بطری‌های آب حاوی فلوراید به بدن می‌رسد، سیم‌های ارتودنسی با مقدار متوسطی از فلوراید در تماس هستند که (۲۶) این موضوع سبب شد تا سوالاتی در خصوص تاثیر فلوراید بر سیم‌های ارتودنسی برای محققان به وجود آید.

در تحقیقات Celso M. Ogawa برای ارزیابی کروژن سیم‌های ارتودنسی نیکل تیتانیوم در برابر دهان‌شویه‌های فلوراید با ترکیبات مختلف که به صورت In vivo بر روی پنج بیمار انجام گرفت. آرچ وایرها به وسیله AFM و SEM به صورت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. تصاویر AFM نشان‌دهنده تغییرات کیفی تدریجی در جهت افزایش خشونت سطحی هر دو نوع آرچوایر بود. خشونت سطحی سیم در معرض: فلوراید اسیدولیته > سدیم فلوراید > پلاسبو > کنترل

در نتیجه فلوراید به هر دو صورت سدیم فلوراید و فلوراید اسیدولیته سبب افزایش خشونت سطحی می‌شود. خشونت سطحی به طور معنادار با کاربرد فلوراید اسیدولیته افزایش بیشتری نشان می‌داد (۲۷).

مقایسه شرایط داخل دهانی با مطالعه طراحی شده ما به دلیل وجود متغیرهای فراوان و غیر قابل کنترل امکان‌پذیر نیست.

هم‌چنین Pop با ارزیابی وایرهای استنلس استیل و نیکل تیتانیوم در سه شرایط: وایرهای جدید، وایرهای غوطه‌ور در کوکا کولا و یا دهان شویه فلوراید به مدت ۷ روز در دمای ۳۷ درجه و نیز آرچ وایر هایی که در داخل دهان قرار گرفتند به مدت حداقل چهار هفته. ارزیابی توپوگرافی سطحی سیم‌های در معرض کوکاکولا و محلول‌های فلوراید نشان داد محلول فلوراید اثر قابل توجهی دارد و استفاده داخل دهانی از آرچ وایرها هم تغییرات چشمگیرتری در ویژگی‌های سطحی به صورت نواحی خوردگی و تخلخل ایجاد می‌کند (۲۸).

در این مطالعه مدت زمان قرارگیری در معرض اسید ۷ روز است و در مطالعه انجام شده این مدت ۱۲۰ دقیقه، معادل دو ساعت است. از طرفی در مطالعه ما سیم‌ها پس از چهار دقیقه از نوشابه کوکاکولا خارج شده و در بزاق مصنوعی که به صورت روزانه

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

تعویض می‌شد قرار می‌گرفتند که این امر سبب رقیق و خنثی شدن شرایط اسیدی می‌شود، در حالی که قرارگیری مداوم یک هفته‌ای در محیط اسیدی سبب تخریب و خوردگی قابل توجه سیم ها می‌شود و از لحاظ شبیه سازی شرایط دهان مناسب به نظر نمی‌رسد.

از دلایل مقاومت بالا به کروژن سیم‌های نیکل تیتانیوم، لایه اکسید تیتانیوم سطحی است. یک محلول اسیدی با pH نسبتاً پایین به راحتی می‌تواند لایه اکسید محافظتی را از بین ببرد و با جذب هیدروژن سبب ایجاد تغییرات در خصوصیات آرچ وایر شود (۲۹).

سیم های استنلس استیل نیز یک لایه محافظ فعال کرومیم اکساید دارند که مانع از انحلال اکسیژن به داخل سطح سیم می‌شوند. این ممانعت از اتصال سبب اسلایدینگ مطلوب سیم استنلس استیل در اسلات براکت می‌شود (۳۰).

از آنجا که نوشابه‌های گازدار بین افراد و به ویژه در بین نوجوانان که عمده بیماران برای درمان‌های ثابت ارتودنسی است، دارای محبوبیت فراوانی است (۳۱) و از آنجا که افزایش خشونت سطحی می‌تواند سبب افزایش نیروهای اصطکاکی در اینترفیس براکت و سیم شود و نیروی deactivation را کاهش دهد (۳۲)، تغییرات اعمال شده بر وسایل ارتودنسی از طریق مصرف این نوشیدنی‌ها دارای اهمیت کلینیکی بوده و تا به امروز نیز در مطالعات معدودی ارزیابی شده است.

مصرف روز افزون این نوشیدنی‌ها این سوال را ایجاد می‌کند که آیا می‌توانند اثر مخرب بر خشونت سطحی و کروژن سیم‌های ارتودنسی داشته باشند؟ با توجه به اینکه شامل چند نوع اسید هستند و pH بین دو تا سه دارند. (۳۳) در صورتی که این نوشیدنی‌ها بتوانند خصوصیات وایر را تغییر داده و سبب ایجاد اختلال یا کاهش کارآیی درمان شوند، کلینیسین باید از این موارد آگاه باشد (۳۶-۳۴).

مانند هر مطالعه In vitro، غیر ممکن بود تا بتوان مدلی طراحی کرد تا به طور دقیق شرایط واقعی را شبیهسازی کند که در آن احتمالاً نوشابه قبل از آنکه قورت داده و با بزاق پاک شود تنها مدت زمان کوتاهی با سطح آرچ وایر ها در تماس است. تماس نوشابه و سیم در شرایط In vivo به صورت مداوم نبوده و نوشابه به وسیله بزاق رقیق می‌شود.به علاوه ویژگی‌های بزاق (ترکیبات، pH، میزان ترشح و حجم) و هم‌چنین عادات نوشیدن مثل دفعات نوشیدن از فردی به فرد دیگر متفاوت است (۳۷).

بنابراین تصمیم بر آن شد تا ارزیابی آرچ وایرها تحت شرایط دشوارتر نسبت به شرایط محیط دهان انجام شود. تغییرات در خشونت سطحی بعد از قرار گرفتن در معرض نوشابه کوکاکولا به صورت آماری معنادار نبودند.

نتایج پروفیلومتری اولیه نشان‌دهنده خشونت سطحی است که می‌تواند ناشی از پروسه ساخت باشد به نظر می‌رسد پس از غوطه‌ور شدن در کوکاکولا تغییرات خشونت سطحی سیم نه به صورت کلینیکال و نه آماری معنادار نبوده است. این مورد در مغایرت با نتایج مطالعات انجام شده بر روی آرچ‌وایر های ارتودنسی در معرض ماده فلوراید اسیدولیته است که سبب تخریب سطحی شدید در سیم‌های نیکل تیتانیوم می‌شود (۲۷) البته دلیل این اختلاف می‌تواند به دلیل غلظت فلوراید باشد، زیرا علاوه بر pH غلظت ماده نیز در توانایی آن برای تخریب لایه اکسید محافظ حایز اهمیت است (۳۸). به علاوه هم‌چنین این موضوع مورد بحث است که آیا نقایصی که در زمان ساخت سیم‌ها به وجود می‌آیند می‌توانند احتمال کروژن آرچ وایرهای نیکل تیتانیوم را افزایش دهند یا خیر؟ (۳۹).

با توجه به اینکه تفسیر یافته‌های منفی ساده نبوده و نمی‌توان گفت که نوشابه کوکا کولا بر خشونت سطحی آرچ وایرهای ارتودنسی بی اثر است، به دست نیامدن شواهد در بررسی ما، شاهدی بر بی اثر بودن نیست، بلکه در واقع این مطالعه با طراحی انجام شده نتوانسته تفاوتی بین خشونت سطحی سیم‌ها قبل و بعد از کاربرد نوشابه کوکاکولا تشخیص دهد. دلیل آن می‌تواند: رقیق شدن غلظت یون هیدروژن به دلیل وجود بزاق مصنوعی و جایگزینی روزانه آن باشد. در رابطه با اثر تجمعی نوشیدنی‌های گازدار غیر الکلی بر کروژن وتغییرات سطحی دستگاه های ارتودنسی اتفاق نظر وجود دارد (۴۰) اما نتایج

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

مختلف می‌تواند به دلیل متریال متفاوت، طراحی متفاوت مطالعات، شیوه‌های سنجش متفاوت و همچنین سطحی از معناداری باشد که محققان در بررسی خود تعریف (تفاوت در تست‌های متدولوژیک) می‌کنند. یکی از محدودیت‌های این مطالعه ماهیت درون آزمایشگاهی آن است. با وجود تلاش‌های بسیار برای همانندسازی شرایط بالینی دهان و آزمایشگاهی، نمی‌توان از تفاوت این دو محیط چشم‌پوشی کرد. مورد دیگر استفاده از شیوه ارزیابی خشونت سطحی به وسیله پروفیلومتر تماسی برای سیم‌ها با سطح مقطع روند است که مشکل بوده و امکان ایجاد خطا بالاست و در نتیجه روش مناسبی نیست. توصیه می‌شود از روش‌های اندازه‌گیری با دقت بالاتر مثل Atomic Force Microscopy استفاده شود (به ویژه برای بررسی سیم‌های روند) و در سایر مطالعات انجام ارزیابی بر روی سایر نوشیدنی‌های اسیدی محبوب مورد استفاده می‌تواند مفید باشد. با توجه به اینکه بسیاری از سیم‌های استنلس استیل با مقطع مستطیلی که برای اسلایدینگ به کار می‌روند، همچنین سیم‌های نیکل تیتانیومی که برای مرتب کردن دندان‌ها استفاده می‌شوند، بیش از یک جلسه درمانی و به مدت چند ماه در داخل دهان باقی می‌مانند و تعویض نمی‌شوند، توصیه می‌شود مطالعاتی با فواصل زمانی طولانی‌تر انجام شود، زیرا نتایج حاصل از این مطالعه در صورت تعویض سیم در هر ویزیت ماهانه است.

نتیجه‌گیری

بنظر می‌رسد که استفاده از نوشابه‌های غیرالکلی سبب تغییر و تخریب ویژگی‌های سطحی آرچ وایرهای ارتودنسی نمی‌شود و اثری بر خشونت سطحی سیم ارتودنسی و در نتیجه طول درمان ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه با شماره ۸۳۰۰ /ت، جهت دریافت تخصص ارتودنسی خانم دکتر هدیه زند دولتشاهی می‌باشد و بدینوسیله از زحمات آقای مهندس ناصر ولایی نیز بخاطر انجام کارهای آماری قدردانی می شود.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه دارای کد اخلاق IR.IAU.DENTAL.REC.1399.089 می‌باشد

تعارض منافع

نویسندگان، تعارض منافعی را گزارش نکرده اند.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

References

1. Watanabe I, Watanabe E. Surface changes induced by fluoride prophylactic agents on titanium-based orthodontic wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123:653-6.

2. Schiff N, Grosgogeat B, Lissac M, Dalard F. Influence of fluoride content and pH on the corrosion resistance of titanium and its alloys. Biomaterials 2002;23:1995-2002.

3. Cioffi M, Gilliland D, Ceccone G, Chiesa R, Cigada A. Electrochemical release testing of nickel-titanium orthodontic wires in artificial saliva using thin layer activation. Acta Biomater 2005;1:717-24.

4. Walker MP, Ries D, Kula K, Ellis M, Fricke B. Mechanical properties and surface characterization of beta titanium and stainless steel orthodontic wire following topical fluoride treatment. Angle Orthod 2007;77:342-8.

5. Huang HH. Variation in surface topography of different NiTi orthodontic archwires in various commercial fluoride-containing environments. Dent Mater 2007;23:24-33.

6. Mocnik, P., Kosec, T., Kovac, J., & Bizjak, M. (2017). The effect of pH, fluoride and tribocorrosion on the surface properties of dental archwires. Materials Science & Engineering. C, Materials for Biological Applications,78, 682–689. https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.04.050

7. Lombardo, L., Toni, G., Mazzanti, V., Mollica, F., Spedicato, G. A., & Siciliani, G. (2019). The mechanical behavior of as received and

retrieved nickel titanium orthodontic archwires. Progress in Orthodontics,20(1), 1. https://doi.org/10.1186/s40510-018-0251-z

8. Lee TH, Huang TK, Lin SY, Chen LK, Chou MY, Huang HH, et al. Corrosion resistance of different nickel-titanium archwires in acidic fluoride-containing artificial saliva. Angle Orthod 2010;80:547-53.

9. Kwon YH, Cho HS, Noh DJ, Kim HI, Kim KH. Evaluation of the effect of fluoride-containing acetic acid on NiTi wires. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005;72:102-8.

10. Wu SK, Wayman CM. Interstitial ordering of hydrogen and oxygen in TiNi alloys. Acta Metallogr .1988;36:1005-135.

11. Kaneko K, Yokoyama K, Moriyama K, Asaoka K, Sakai J. Degradation in performance of orthodontic wires caused by hydrogen absorption during short-term immersion in 2.0% acidulated phosphate fluoride solution. Angle Orthod 2004;74:487-95.

12. Incerti Parenti S.,Guicciardi S,Melandri C.Effects of soft drinks o n the physical and chemical features of nickel-titanium-based orthodontic wires.Acta Odontologica Scandinavica 70(1),49-55,2012.

13. Keerthana P, Chitra P, Puneeth SB, Janardhanam LL. In Vivo Comparison of Ultimate Tensile Strength of Nickel-Titanium Aligning Archwires Exposed to Fluoridated Mouthwash. Orthodontic Journal of Nepal. 2020 Sep 4;10(1):21-6.

14. Sofar MK, Rafeeq RA. Evaluation of Mechanical Properties of Niti and CuNiti Archwires in as Received and After Artificial Aging. Journal of Research in Medical and Dental Science. 2021 Feb;9(2):73-9.

15. Castro SM, Ponces MJ, Lopes JD, Vasconcelos M, Pollmann MC. Orthodontic wires and its corrosion—The specific case of stainless steel and beta-titanium. Journal of Dental Sciences. 2015 Mar 1;10(1):1-7.

16. Aghili HA, Hoseini SM, Yassaei S, Fatahi meybodi SA, Zaeim MHT, Moghadam MG. Effects of carbonated soft drink consumption on orthodontic tooth movements in rats. J Dent (Tehran) 2014; 11: 123-30.

17. Hafez AM. Evaluation of the effect of different beverages on the mechanical properties of orthodontic arch wires. Egyptian Orthodontic Journal. 2017 Dec 1;52(December 2017):6-15.

18. Hobbelink MG, He Y, Xu J, Xie H, Stoll R, Ye Q. Synergistic effect of wire bending and salivary pH on surface properties and mechanical properties of orthodontic stainless steel archwires. Prog Orthodont. 2015 Dec;16(1):1-7.

19. Taghi. Situation. Iranian Beverage industries. Large population. Autumn 2007: 9-12

20. Brantley WA. Orthodontic wires. In: Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: Scientific and clinical aspects. Stuttgart, Germany: Thieme 2001; 91-99.

21. Singaraju Gowri Sanker,Surendra Shetty V,Diwakar Karanth H.S.A Comparative Study of Phisical and Mechanical Properties of the Different Grades of Australian Stainless Steel Wires.Trends Biomater.Artif.Organs ,25(2) ,67-74(2011)

22. Shamohammadi M.,Hormozi E.,Moradinezhad M. .Surface Topography of plain nickel-titanium(NiTi),as received aesthetic NiTi archwires sterilized by autoclaving or glutaraldehyde immersion:A

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]

profilometry/SEM/AFM study.International Orthodontics,Vol17,Issue1,March 2019,Pager60-72.

23. Hafez AM. Evaluation of the effect of different beverages on the mechanical properties of orthodontic arch wires. Egyptian Orthodontic Journal. 2017 Dec 1;52(December 2017):6-15.

24. Alexandria AK,Vieira TI,Pithon MM,da Silva Fidalgo TK,Fonseca-Goncalves A,Valenca AM,Cabral LM,Maia LC,In Vitro Enamel Erosion and Abrsion-Inhibiting Effect of Different Flouride Varnishes.Archives of Oral Biology. 2017 May 1;77:39-43.

25. C. Abalos,A. Paul, A. Mendoza,E. Solano,C. Palazon.Influence of Soft Drinks with Low pH on Different Ni-Ti Orthodontics Archwire Surface Pattern.Journal of Materials Engineering and Performance.Volume 22(3)March2013-759-766.

26. Li X, Wang J, Han EH, Ke W. Influence of fluoride and chloride on corrosion behavior of NiTi orthodontic wires. Acta Biomaterialia. 2007 Sep 1;3(5):807-15.

27. Ogawa C. , Faltin K., Maeda F. In vivo assessment of the corrosion of nickel–titanium

orthodontic archwires by using scanning electron microscopy and atomic force microscopy. Microscopy Research and Technique. 2020;1-9.

28. POPS, DUDESCU M, MERIE V, PACURAR M, BRATU C. EVALUATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES AND SURFACE TOPOGRAPHY OF AS-RECEIVED, IMERSSED AND AS-RETRIEVED ORTHODONTIC ARCHWIRES . Clujul Medical. 2016;729-744.

29. Yokoyama K,Hamada K,Moriyama K,Asaoka K.Degradation and fracture of Ni-Ti superelastic wire in an oral cavity.Biomaterials 2001;22:2257-62.

30. Alwafe N, Hammad S, AbdelMawla El-wassefy N, Hafez A .Evaluation of the Effect of an Experimental Herbal versus Fluoridated Mouthwash on Frictional Resistance and Surface Roughness between Orthodontic Brackets and Two Types of Archwire: In Vitro Study. J Dent Mater Tech 2019; 8(4): 205-214.

31. Vartanian LR, Schwartz MB, Brownell KD. Effects of soft drink consumption on nutrition and health: A systematic review and meta-analysis. Am J Public Health 2007; 97: 667-75.

32. Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. Semin Orthod. 1997;3(3):166–177.

33. Prati C,Montebugnoli L,Suppa P,Valdre G,Mongiorgi R.Permeability and Morphology of dentin after erosion induced by acidic drinks.Jperiodontal 2003;74:428-36.

34. Daems J, Celis JP, Willems G. Morphological characterization of as-received and in vivo orthodontic stainless steel archwires. Eur J Orthod. 2009,31(3):260-265.

35. Articolo LC, Kusy K, Saunders CR, Kusy RP. Influence of ceramic and stainless steel brackets on the notching of archwires during clinical treatment. Eur J Orthod. 2000;22(4):409-425.

36. Acharya A, Jayade VP. Metallurgical properties of stainless steel orthodontic arch wires: a comparative study. Trends Biomat Artif Organs 2005; 18(2): 125-136.

37. Johansson A,Lingstrom P,Birkhed D.Effect of soft drink on proximal plaque Ph at normal and low salivary rates.Acta Odontol Scand 2007;65:352-6.

38. Huang, H. H. (2007). Variation in surface topography of different NiTi orthodontic archwires in various commercial fluoride-containing environments.Dental Materials, 23(1), 24–33. https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.042

39. Eliades, T., & Bourauel, C.(2005). Intraoral aging of orthodontic materials: The picture we miss and its clinical relevance. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 127(4), 403–412. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.09.015

40. Alavi S, Barooti S, Borzabadi-Farahani A. An in vitro assessment of the mechanical characteristics of Nickel-Titanium orthodontic wires in Fluoride solutions with different acidities. J Orthod Sci 2015; 4: 52-6.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-09-08]