

## Evaluation of the effect of vacuum-formed retainers (Essix) thicknesses on occlusal characteristics in patients undergoing fixed orthodontic treatment

Marjan Mohsenpour<sup>1</sup>, Sara Arianian<sup>1</sup>, Reza Ghorbanipour<sup>2\*</sup>, Sedigheh Sheykhzadeh<sup>2</sup>, Valiollah Arash<sup>3</sup>, Hemmat Gholinia Ahangar<sup>4</sup>

1- Student Research Committee, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

2- Dental Materials Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

3- Oral Health Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

4- Social Determinants of Health Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

### Article Info

Article type:  
Research Article

Article History:  
Received: 9 Feb 2026  
Accepted: 22 Jun 2026  
Published: 28 Jun 2026

Corresponding Author:  
Reza Ghorbanipour

Dental Materials Research Center, Health  
Research Institute, Babol University of  
Medical Sciences, Babol, Iran

(Email: dr\_ghorbanipour@yahoo.com)

### Abstract

**Background and Aims:** Post-treatment relapse is one of the common challenges in maintaining orthodontic results, and the selection of the type and characteristics of retainers plays a crucial role in treatment stability. Vacuum-formed retainers (Essix) are widely used due to their ease of fabrication, esthetics, and high patient acceptance. However, the effect of different thicknesses of these retainers on the preservation of occlusal characteristics has not been fully elucidated. The aim of this study was to evaluate the impact of Essix retainer thickness on maintaining occlusal characteristics.

**Materials and Methods:** This prospective cohort study was conducted in 2025 on 30 patients (23 females and 7 males) who had completed fixed orthodontic treatment at the Department of Orthodontics, Babol University of Medical Sciences, Iran. Patients were randomly assigned to two groups receiving Essix retainers of different thicknesses (1.5 mm and 1 mm) under similar retention protocols. The variables of overjet, overbite, inter-canine width, inter-molar width, upper arch length, and the dental irregularity index were measured immediately after debonding at 6 and 9 months of the retention phase. Data were analyzed using repeated measures ANOVA, and comparisons were made between the two groups.

**Results:** The results demonstrated that the use of 1.5 mm thickness of Essix retainers led to a significant increase in overjet over time ( $p=0.04$ ), whereas the 1 mm thickness showed no significant change ( $p=0.22$ ). Changes in overbite were not significant in either group ( $p=0.60$ ) and the difference between the two groups at 9 months was also not significant ( $p=0.23$ ). Inter-canine width ( $p=0.38$ ) and inter-molar width ( $p=0.13$ ) did not change significantly over time and the difference between groups at 9 months was not significant ( $p>0.05$ ). Regarding the arch length, the 1.5 mm thickness showed significant changes ( $p=0.04$ ), whereas the 1 mm thickness did not ( $p=0.16$ ). However, the difference between groups at 9 months was not significant ( $p=0.44$ ). The dental irregularity index decreased significantly in both groups ( $p\leq 0.001$ ), but the degree of change between groups was not significant ( $p=0.35$ ).

**Conclusion:** Based on the findings of this study, clinically, the thinner Essix retainers did not result in greater relapse compared to the thicker Essix retainers. Therefore, the selection of Essix retainer thickness can be based on the patient preference and clinician judgment, without a need to recommend a specific thickness definitively. However, further studies with longer follow-up periods are suggested to evaluate the long-term stability of treatment outcomes.

**Keywords:** Orthodontic retainers, Orthodontic appliances, Vacuum

Cite this article as: Mohsenpour M, Arianian S, Ghorbanipour R, Sheykhzadeh S, Arash V, Gholinia Ahangar H. Evaluation of the effect of vacuum-formed retainers (Essix) thicknesses on occlusal characteristics in patients undergoing fixed orthodontic treatment. J Dent Med-TUMS. 2026;39:24. [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.

## بررسی تأثیر ضخامت ریتینرهای وکیوم فرم (Essix) در حفظ خصوصیات اکلوژالی در بیماران تحت درمان ارتودنسی ثابت

مرجان محسن پور<sup>۱</sup>، سارا آریانیان<sup>۱</sup>، رضا قربانی پور<sup>۲\*</sup>، صدیقه شیخ زاده<sup>۲</sup>، ولی الله آرشی<sup>۳</sup>، همت قلی نیا آهنگر<sup>۴</sup>

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۲- مرکز تحقیقات مواد دندان، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۳- مرکز تحقیقات سلامت و بهداشت دهان، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۴- مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                         | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>نوع مقاله:<br/>مقاله پژوهشی</p> <p>دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰<br/>پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱<br/>انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۷</p> <p>نویسنده مسؤول:<br/>رضا قربانی پور</p> <p>مرکز تحقیقات مواد دندان، پژوهشکده سلامت،<br/>دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران</p> <p>(Email: dr_ghorbanipour@yahoo.com)</p> | <p><b>زمینه و هدف:</b> ریلایس پس از درمان ارتودنسی یکی از مشکلات شایع در حفظ نتایج درمان محسوب می‌شود و انتخاب نوع و ویژگی‌های ریتینر نقش مهمی در پایداری درمان دارد. ریتینرهای وکیوم فرم (Essix) به دلیل سهولت ساخت، زیبایی و پذیرش بالا به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما تأثیر ضخامت‌های مختلف این ریتینرها بر حفظ ویژگی‌های اکلوژالی هنوز به طور کامل مشخص نشده است. هدف این مطالعه بررسی تأثیر ضخامت ریتینر وکیوم فرم (Essix) بر حفظ خصوصیات اکلوژالی بود.</p> <p><b>روش بررسی:</b> این مطالعه مداخله‌ای، در سال ۱۴۰۴ بر روی ۳۰ بیمار (۲۳ زن و ۷ مرد) که درمان ارتودنسی ثابت آن‌ها در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل به اتمام رسیده بود، انجام شد. بیماران به صورت تصادفی وارد ۲ گروه ریتینشن بارژیم مشابه با دو ضخامت ۱/۵ و ۱ میلی متر Essix شدند. متغیرهای اورجت، اوربایت، عرض بین کانی، عرض بین مولری، طول قوس بالا و شاخص بی نظمی، بلافاصله، ۶ ماه و ۹ ماه بعد از فاز ریتینشن با استفاده از آنالیز واریانس با داده‌های تکراری (ANOVA) بررسی شد و نتایج بین دو گروه مقایسه شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> نتایج مطالعه نشان داد که استفاده از ریتینر Essix با ضخامت ۱/۵ میلی متر منجر به افزایش معنی دار اورجت در طول زمان شد (<math>p=0/04</math>)، در حالی که گروه با ضخامت ۱ میلی متر تغییر معنی داری در اورجت نداشت (<math>p=0/22</math>). تغییرات اوربایت در هیچ یک از گروه‌ها معنی دار نبود (<math>p=0/60</math>) و پس از ۹ ماه پیگیری نیز تفاوت بین دو گروه در اوربایت معنی دار نبود (<math>p=0/23</math>)، عرض بین کانی (<math>p=0/38</math>) و عرض بین مولری (<math>p=0/13</math>) نیز در طول زمان تغییر معنی داری نداشتند و تفاوت بین دو گروه پس از ۹ ماه معنی دار نبود (<math>p&gt;0/05</math>). در طول قوس دندان، گروه ۱/۵ میلی متری تغییر معنی دار داشت (<math>p=0/4</math>)، در حالی که گروه ۱ میلی متری تغییر معنی دار نشان نداد (<math>p=0/16</math>) و تفاوت بین دو گروه پس از ۹ ماه معنی دار نبود (<math>p=0/44</math>). شاخص بی نظمی دندان در هر دو گروه کاهش معنی دار یافت (<math>p\leq 0/001</math>)، اما میزان تغییر آن بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشت (<math>p=0/35</math>).</p> <p><b>نتیجه گیری:</b> براساس یافته‌های مطالعه حاضر، از نظر کلینیکی، ضخامت کمتر ریتینر Essix ریلایس بیشتری نسبت به ریتینر Essix با ضخامت بیشتر نداشت. بر این اساس، انتخاب ضخامت ریتینر Essix می‌تواند بر اساس پذیرش درمان و ترجیح درمانگر انجام شود و نیاز به توصیه قطعی برای یک ضخامت خاص وجود ندارد. با این حال، انجام مطالعات با دوره پیگیری طولانی‌تر برای ارزیابی پایداری بلندمدت نتایج توصیه می‌شود.</p> <p><b>کلید واژه‌ها:</b> ریتینر ارتودنسی، اپالایس‌های ارتودنسی، وکیوم</p> |

## مقدمه

موفقیت درمان ارتودنسی عمدتاً به باقی ماندن دندان در موقعیت صحیح بعد از دبانند کردن بستگی دارد (۱). اصطلاح ریلاپس به عنوان بازگشت دندان‌ها به موقعیت اولیه یا تغییر در رابطه قوس در پایان درمان تعریف شده است (۲). مدت دوره ریتشن برای جلوگیری از ریلاپس و فراهم کردن ثبات درمان مهم است (۳). به همین علت وقتی درمان با دستگاه ارتودنسی ثابت کامل شد، آغاز شدن یک فاز ریتشن با دستگاه ثابت و یا متحرک، باهدف نگهداری دندان‌ها در محل خود، حفظ نتیجه به دست آمده و اجازه به بازسازی بافت پریدنتال و لثه‌ای، ضروری است (۴). هدف اولیه ریتشن حفظ ثبات اکلوزالی، نظم دندان‌ها، زیبایی و عملکرد به واسطه درمان ارتودنسی فعال است (۵). ثبات اکلوزالی بر روی سلامت استئوماتوگناتیک تأثیر می‌گذارد و ممکن است یک نقش بازدارنده در برابر ریلاپس که پس از درمان فعال رخ می‌دهد داشته باشد (۶،۷). تا به امروز اپلایس‌های متعددی به عنوان ریتینر پس از درمان ارتودنسی به منظور حفظ شکل قوس و به حداقل رساندن احتمال ریلاپس استفاده شدند. علی‌رغم محبوبیت ریتینر لینگوالی، مزایای دستگاه متحرک، باعث گردیده که ریتینرهای متحرک بخصوص در فک بالا انتخاب اول بسیاری از ارتودنتیست‌ها باشد (۸). قراردادن یک ریتینر Wire-bonded زمانبر و حساس به تکنیک (Technique sensitive) و برای برخی بیماران، حفظ بهداشت خوب دهان سخت است. در حالی که دستگاه‌های متحرک با توجه به بهداشت دهان مفیدترند، نیاز به همکاری برای استفاده در یک دوره طولانی تمام وقت دارند که مانعی برای بسیاری از جوانان است (۹). ریتینرهای متداول پس از درمان ارتودنسی شامل ریتینرهای هالی، وکیوم فرم و ریتینرهای ثابت هستند و اخیراً استفاده از ریتینرهای ترموپلاستیک به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است (۵). Ponitz (۱۰) برای اولین بار استفاده از Vacuum Form Retainer (VFR) را به هدف ریتشن ارتودنسی تجویز کرد. آن‌ها نسبت به بقیه دستگاه‌های متحرک مقرون به صرفه، زیبا و راحت تر هستند و کمتر باعث خجالت می‌شوند و از دید بیمار ترجیح داده می‌شوند. به همین دلیل بعضی بیماران با احتمال بیشتری با وکیوم فرم ریتینرها نسبت به بقیه دستگاه‌های متحرک سازگار هستند. اگرچه نگرانی در مورد دوام آن‌ها وجود دارد مطالعات نشان داده‌اند که، Vacuum Form Retainer

مشابه و حتی گاهی بهتر از Hawley عمل می‌کنند (۱۱). تنوع زیادی در نوع ماده ترموپلاستی که بر مقاومت در برابر سایش و دوام ریتینرها تأثیر می‌گذارد وجود دارد. مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که پلی‌اتیلن ترفتالات گلیکول (PETG)، که به طور گسترده در ریتینرهای وکیوم فرم استفاده می‌شود، نسبت به ترموپلاستیک‌های مبتنی بر پلی پروپیلن مقاومت سایش بالاتری دارد و تغییر ضخامت کمتری پس از سیکل‌های سایش نشان می‌دهد (۱۲-۱۴). ضخامت COR Clear Overlay Retainer (COR) از ۰/۷۵ تا ۱/۵ میلی متر متغیر است که COR با ضخامت ۰/۷۵ و ۱/۰۰ میلی متر به طور معمول استفاده می‌شوند. برخی مطالعات بالینی خواص ریتینرهای مختلف به شکل وکیوم فرم را بررسی کرده‌اند، اما شواهد محدود و نتایج متفاوتی در مورد تأثیر ضخامت‌های مختلف این ریتینرها بر پایداری دندان‌ها و راحتی بیماران گزارش شده است، که نشان می‌دهد هنوز نمی‌توان نتیجه گیری قطعی درباره برتری یک ضخامت نسبت به دیگری ارائه داد (۱۵-۱۷). از آن‌جا که در مطالعات قبلی تأثیر ضخامت‌های مختلف وکیوم فرم ریتینر بر عرض بین کانیینی و بین مولری، اورجت، اوربایت، شاخص بی‌نظمی و طول قوس بالا انجام نشده بود، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ضخامت‌های مختلف ریتینرهای مختلف به شکل وکیوم فرم بر نتیجه درمان ارتودنسی ثابت در دوره ریتشن می‌باشد.

## روش بررسی

در این مطالعه مداخله‌ای، ۳۰ بیمار (۲۳ زن و ۷ مرد) که درمان ارتودنسی ثابت آن‌ها با رابطه کلاس I کانیینی و مولری و زاویه نرمال این سائیزورها در بخش ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل در سال ۱۴۰۳ به پایان رسیده بود، وارد مطالعه شدند. با در نظر گرفتن خطای  $\alpha$  برابر با ۰/۰۵ و  $\beta$  برابر با ۰/۲۰ و با استفاده از فرمول زیر حداقل حجم نمونه ۳۰ عدد برآورد شد. نمونه گیری در این مطالعه به صورت غیر احتمالی (آسان در دسترس) بود.

$$n = \frac{\left( Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta} \right)^2 (S_1^2 + S_2^2)}{d^2}$$

$$S_1 = 0/37 \quad S_2 = 0/88 \quad D = 0/7$$

برای بررسی تغییرات در قوس دندانی، بعد از خارج کردن دستگاه ارتودنسی ثابت (T1) با پلایر دبانینگ، کامپوزیت باقی مانده با فرز کارباید تنگستن ۱۲ پره از سطح دندان‌ها برداشته شد. سپس با آلزینات کروموژل (Marlic, Iran) از فک بالا و پایین قالب گرفته شد. چند دقیقه بعد از قالب‌گیری، Study models و Working models با گچ میلاد دنت (Milad dent, Iran) ریخته شد. بعد از ۶ ماه (T2) با بیماران تماس گرفته شد تا برای معاینه مجدد و فالوی درمان به کلینیک بیایند. دوباره قالب آلزیناتی از فک بالا و پایین بیماران گرفته شد. سپس Study models با گچ ریخته شد تا هر تغییر در اندازه و ترتیب دندان را بتوان تشخیص داد. ۹ ماه بعد از اتمام درمان، در فالوی دوم مجدداً قالب‌گیری از هر ۲ فک صورت گرفت.

اوربایت (اورلپ عمودی بین سنترال‌های ماگزایلا و مندیبل) و اورجت (فاصله موازی با پلن اکلوزال لبه انسیزالی لیبالی ترین سنترال ماگزایلا تا لیبالی ترین سنترال مندیبل) در زمان‌های T1، T2 و T3 در دهان بیماران اندازه‌گیری شد. بعد از هر دوره ریتنشن و تهیه کست‌های مطالعه، تمامی آن‌ها توسط محقق اصلی برای تأیید آماده سازی مناسب با استفاده از (IN STAR, China) Digital calipers با دقت ۰/۱ میلی متر ارزیابی شد (۲).

- طول قوس: نقطه اندازه‌گیری شده بین لبه انسیزال سنترال اینسایزورها که خط اتصال دهنده میزال مارژینال ریج‌های مولرهای دائمی چپ و راست را به دو نیم تقسیم می‌کند (۲). در صورت مساوی نبودن میزال مارژینال ریج‌ها با لبه انسیزال، فاصله تا لیبالی‌ترین اینسایزور سنترال اندازه‌گیری شد.

I- عرض بین کانینی: فاصله بین نوک کاسپ کانین راست و چپ (۱)  
- عرض بین مولری: فاصله بین نوک کاسپ میزولینگوال مولر اول (۱)  
(تصویر ۱)

- شاخص بی نظمی: این شاخص به عنوان مجموع جابه‌جایی نقطه تماس‌های اینسایزورها تعریف می‌شود. برای دست آوردن شاخص بی‌نظمی، میزالی‌ترین و دیستالی‌ترین نقطه در لبه انسیزال سنترال و لترال و کانین مشخص شود. سپس فاصله این نقطه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. با جمع کردن این ۵ فاصله، شاخص بی‌نظمی برای قسمت‌های لیبالی بالا محاسبه می‌شود (۱) (تصویر ۲)

بیماران با سابقه از دست دادن دندان‌های دائمی، مشکلات گیجگاهی فکی (۵)، حضور شکاف کام یا لب (۱)، وجود روکش در دندان‌ها (۵)، وضعیت پرپودنتال ضعیف (۱)، حضور چرخش‌های شدید و دیاستم، سابقه کشیدن دندان‌های پره مولر برای درمان ارتودنسی، درمان با دستگاه فانکشنال و گسترش فک بالا قبل از درمان ارتودنسی، وجود مشکلات عرضی و عادات پارافانکشنال از مطالعه خارج شدند. بیماران به صورت تصادفی به دو گروه دارای ریتینر Essix با ضخامت ۱ میلی متر و ۱/۵ میلی متر تقسیم شدند. متغیرهای اورجت، اوربایت، عرض بین کانینی و مولری، طول قوس بالا و ایندکس بی‌نظمی در پایان دوره درمان فعال ارتودنسی (T1)، پایان دوره ریتنشن ۶ ماهه (T2) و پایان دوره ریتنشن ۹ ماهه (T3) بررسی و مقایسه شد (۵). میزان شکست ریتینر در طول دوره ریتنشن بررسی شد و در صورت بروز شکست ریتینر، بیمار از مطالعه خارج می‌شد؛ با این حال، در طول دوره پیگیری ۹ ماهه هیچ موردی از شکست ریتینر در هیچ یک از دو گروه مشاهده نشد.

بیماران هر دو گروه، برای فک بالاریتینر Essix و برای مندیبل فیکس ریتینر دریافت کردند. به بیماران توضیح داده شد که یک هفته تمام وقت از ریتینر خود استفاده کنند و تنها در مواقع غذا خوردن ریتینر خود را در بیاورند. سپس به صورت پاره وقت، ۱۴ ساعت در شبانه روز، از ساعت ۴ عصر تا ۸ صبح، از ریتینر استفاده کنند (۸). در ساعاتی که از ریتینر استفاده نمی‌شد، باید در ظرف مخصوص خود نگهداری شود تا تغییر شکل ندهد و نشست آن همانند قبل باشد. در صورت بروز مشکل در استفاده از ریتینر در این بازه ۹ ماهه باید به دندانپزشک اطلاع داده می‌شد.

همه ریتینرها توسط یک تکنسین لابراتوار در دستگاه وکیوم فرمر (Bio-art, Brazil) Plastvac p7 با ورقه‌های شفاف و سخت (hard) (3A MEDES, South Korea) ساخته شدند. ۲۴ ساعت بعد از دبان کردن دستگاه ثابت ارتودنسی، ریتینر Essix توسط ارتودنتیست در دهان بیمار گذاشته شد و تماس‌ها متعادل شد. از بیمار در مورد راحتی ریتینر پرسیده شد تا مطمئن شویم بیمار هیچ گونه مشکلی ندارد و از همکاری او در استفاده از ریتینر کاسته نمی‌شود. ریتینر Essix تا دندان آخر و سطح لینگوال دندان‌ها گسترش داشت و تنها تفاوت ریتینر در دو گروه، ضخامت آن بود.

## یافته‌ها

نتایج مطالعه نشان داد که میانگین اورجت در طول زمان در گروه دارای ریتینر Essix با ضخامت ۱/۵ میلی متر افزایش معنی داری داشت ( $p=0/04$ )، در حالی که در گروه با ضخامت ۱ میلی متر تغییر معنی داری مشاهده نشد ( $p=0/22$ ).

بررسی میانگین اوربایت نشان داد که تغییرات آن در طول زمان در هیچ یک از دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود ( $p=0/6$ ). همچنین، پس از ۹ ماه پیگیری، تفاوت معنی داری بین دو گروه از نظر تغییر اوربایت مشاهده نشد ( $p=0/23$ ).

در خصوص عرض بین کانیینی، نتایج بیانگر آن بود که این متغیر در طول زمان در هر دو گروه تغییر معنی داری نداشت. علاوه بر این، در مقایسه بین دو گروه پس از ۹ ماه، اختلاف معنی داری در میزان تغییر عرض بین کانیینی مشاهده نشد ( $p=0/38$ ).

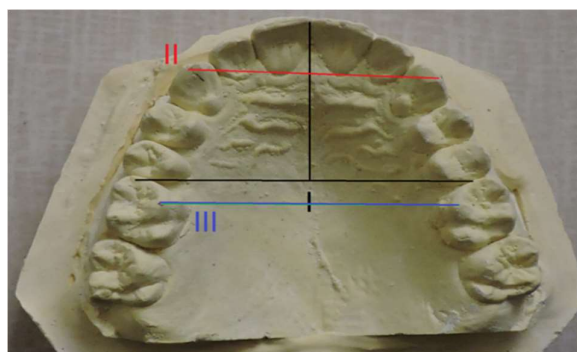
بررسی عرض بین مولری نیز نشان داد که این متغیر در طول زمان تغییر معنی داری نداشت و تفاوت تغییرات آن بین دو گروه در پایان دوره ۹ ماهه معنی دار نبود ( $p=0/13$ ).

در ارزیابی طول قوس دندانی، میانگین این متغیر در گروه با ضخامت ۱/۵ میلی متر در طول زمان به طور معنی داری تغییر یافت ( $p=0/04$ )، در حالی که در گروه با ضخامت ۱ میلی متر تغییر معنی داری مشاهده نشد ( $p=0/16$ ). با این وجود، پس از ۹ ماه پیگیری تفاوت معنی داری بین دو گروه از نظر میزان تغییر طول قوس وجود نداشت ( $p=0/44$ ).

نتایج مربوط به شاخص بی نظمی دندانی نشان داد که این شاخص در طول زمان در هر دو گروه به طور معنی داری کاهش یافت ( $p<0/001$ ). با این حال، میزان تغییر شاخص بی نظمی بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشت ( $p=0/35$ ) (جدول ۱).

## بحث و نتیجه گیری

این مطالعه به بررسی پارامترهای اورجت، اوربایت، عرض بین کانیینی و مولری، طول قوس و شاخص بی نظمی مگزایلا و میزان شکست ریتینرهای وکیوم فرم در دو ضخامت متفاوت ۱/۵ و ۱ میلی متری در دوره ریتنشن ۹ ماهه پرداخته است. در بررسی تأثیر ضخامت ریتینر وکیوم فرم بر میانگین اورجت، نتایج نشان دهنده این بود که میانگین اورجت، در گروه ریتینر با ضخامت ۱/۵ میلی متر



تصویر ۱- نحوه محاسبه شاخص‌های I، II و III از روی کست



تصویر ۲- محل‌های مورد نظر برای محاسبه شاخص بی نظمی

به منظور ارزیابی پایایی و توافق درون‌مشاهده‌گر، دو هفته پس از پایان دوره پیگیری ۹ ماهه (T3) از ۱۵ بیمار به صورت تصادفی مجدداً قالب گیری انجام شد. کست‌های تهیه شده بار دیگر توسط پژوهشگر اصلی مورد اندازه گیری قرار گرفت و تمامی متغیرهای مورد مطالعه شامل اورجت، اوربایت، طول قوس، عرض بین کانیینی، عرض بین مولری و شاخص بی نظمی مجدداً ثبت شدند. به منظور تعیین میزان خطای اندازه گیری و بررسی توافق مشاهده‌گر، ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (Intraclass Correlation Coefficient; ICC) محاسبه شد که مقدار آن بیش از ۰/۹۶۰ به دست آمد و بیانگر پایایی بسیار مطلوب اندازه گیری‌ها بود.

برای تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس با داده‌های تکراری (ANOVA)، نرم افزار SPSS (V.22) استفاده شد و سطح آماری  $p<0/05$  معنی دار تلقی گردید. مجوز اخلاقی این مطالعه توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی بابل با کد اخلاق IR.MUBABOL.HRI.REC.1398.101 صادر شد.

جدول ۱- بررسی تأثیر ضخامت ریتینر وکیوم فرم بر میانگین متغیرهای مورد بررسی در بیماران تحت درمان ارتودنسی ثابت

| متغیرها        | زمان                  | انحراف معیار $\pm$ میانگین |                  |                  | P-value* (درون گروهی) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
|                |                       | ۹ ماه بعد                  | ۶ ماه بعد        | بلافاصله         |                       |
| اورجت          | ۱/۵ میلی متر          | ۲/۰ $\pm$ ۰/۹۸             | ۲/۰ $\pm$ ۰/۹۸   | ۱/۹۰ $\pm$ ۰/۹۱  | ۰/۰۴                  |
|                | ۱ میلی متر            | ۱/۸۳ $\pm$ ۰/۷۷            | ۱/۸۰ $\pm$ ۰/۷۲  | ۱/۷۶ $\pm$ ۰/۷۵  | ۰/۲۲                  |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۰۶                       | ۰/۵۳             | ۰/۶۶             |                       |
| اوربایت        | ۱/۵ میلی متر          | ۲/۳۰ $\pm$ ۰/۹۵            | ۲/۳۰ $\pm$ ۰/۹۵  | ۲/۲۶ $\pm$ ۰/۹۲  | ۰/۳۳۰                 |
|                | ۱ میلی متر            | ۱/۹۳ $\pm$ ۰/۶۵            | ۱/۹۳ $\pm$ ۰/۶۵  | ۱/۹۰ $\pm$ ۰/۶۳  | ۰/۳۳۰                 |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۲۳۰                      | ۰/۲۳۰            | ۰/۲۱۰            |                       |
| عرض بین کائینی | ۱/۵ میلی متر          | ۳۴/۹۲ $\pm$ ۲/۲۲           | ۳۴/۹۲ $\pm$ ۲/۲۲ | ۳۴/۹۴ $\pm$ ۲/۲۲ | ۰/۱۶۰                 |
|                | ۱ میلی متر            | ۳۴/۳۴ $\pm$ ۱/۲۱           | ۳۴/۳۶ $\pm$ ۱/۲۰ | ۳۴/۴۰ $\pm$ ۱/۱۷ | ۰/۰۸۰                 |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۳۸۲                      | ۰/۴۰۱            | ۰/۴۱۱            |                       |
| عرض بین مولری  | ۱/۵ میلی متر          | ۳۸/۶۴ $\pm$ ۱/۹۴           | ۷۲/۳۸ $\pm$ ۲/۱۲ | ۳۸/۷۸ $\pm$ ۲/۱۱ | ۰/۰۹۳                 |
|                | ۱ میلی متر            | ۳۷/۶۰ $\pm$ ۱/۷۷           | ۳۷/۶۰ $\pm$ ۱/۷۷ | ۳۷/۶۲ $\pm$ ۱/۷۷ | ۰/۰۹۴                 |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۱۳۳                      | ۰/۱۲۷            | ۰/۱۱۲            |                       |
| طول قوس        | ۱/۵ میلی متر          | ۲۷/۷۳ $\pm$ ۱/۸۱           | ۲۷/۸۲ $\pm$ ۱/۸۲ | ۲۷/۸۸ $\pm$ ۱/۸۶ | ۰/۰۴۳                 |
|                | ۱ میلی متر            | ۲۷/۲۶ $\pm$ ۱/۵۴           | ۲۷/۲۶ $\pm$ ۱/۵۴ | ۲۷/۲۸ $\pm$ ۱/۵۵ | ۰/۱۶۲                 |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۴۴۶                      | ۰/۳۷۷            | ۰/۳۴۴            |                       |
| شاخص بی نظمی   | ۱/۵ میلی متر          | ۰/۴۶ $\pm$ ۰/۲۴            | ۰/۲۳ $\pm$ ۰/۲۲  | ۰/۲۰ $\pm$ ۰/۱۲  | ۰/۰۰۱                 |
|                | ۱ میلی متر            | ۰/۳۹ $\pm$ ۰/۱۸            | ۰/۱۸ $\pm$ ۰/۱۶  | ۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۷  | ۰/۰۰۱                 |
|                | P-value** (بین گروهی) | ۰/۳۵۲                      | ۰/۵۹۱            | ۰/۳۸۶            |                       |

\*آزمون آنالیز واریانس با داده‌های تکراری - \*\*آزمون T

ریتینرهای وکیوم فرم در مطالعه Jäderberg و همکاران (۹)، میزان تغییرات اورجت و به تبع آن ریلاپس دندانی در دو مطالعه تفاوت معنی داری نشان نداد. Kaya و همکاران (۱۶)، همانند مطالعه حاضر به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی داری در متغیر اورجت، طی دوره ریتیشن بین دو گروه ریتینر Essix با ضخامت ۱ میلی متر و Hawley دیده نشد. Gill و همکاران (۱۸)، به مقایسه تأثیر استفاده تمام وقت (FT) و پاره وقت به صورت شبانه (PT) ریتینر Essix با ضخامت ۱ میلی متر پرداختند. کاهش اورجت در گروه تمام وقت، ۰/۱ میلی متر و در گروه پاره وقت، ۰/۱۶ میلی متر بود. همانند مطالعه حاضر اختلاف

در طول زمان افزایش معنی داری نشان داد. همچنین ضخامت ریتینرها در هر بازه زمانی تأثیری بر میانگین اورجت نداشت. تغییرات به وجود آمده در هر دو گروه کمتر از ۰/۱ میلی متر بود. بنابراین علیرغم تغییرات معنی دار آماری شاهد تفاوت چشم گیری در اورجت بیمار در کلینیک نخواهیم بود. نتایج مطالعه Jäderberg و همکاران (۹) در بررسی میزان ثبات ریتینرهای متحرک ترموپلاستیکی (Essix) در ۲ گروه با رژیم متفاوت در دوره ریتیشن ۶ ماهه، میانگین تغییرات اورجت ۰/۱ میلی متر را نشان داد که مشابه نتایج مطالعه حاضر بود. با وجود تفاوت در ضخامت ریتینرها در مطالعه حاضر و تفاوت در رژیم استفاده از

در گروه ریتینر با ضخامت ۱ میلی متر، ۰/۰۶ میلی متر بود. تغییرات به وجود آمده برای متغیر عرض بین مولری در گروه ریتینر با ضخامت ۱/۵ میلی متر، ۰/۱۲ میلی متر بود و گروه ریتینر با ضخامت ۱ میلی متر، ۰/۰۲ میلی متر بود. در مطالعه Kaya و همکاران (۱۶) تغییرات عرض بین کانیینی و بین مولری فک بالا به ترتیب در بیماران گروه Essix، ۰/۴ میلی متر و ۱/۰۲ میلی متر و در گروه ریتینر Hawley، ۰/۱۷ میلی متر و ۰/۲۸ میلی متر بود. همانند مطالعه حاضر، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در طول زمان و در هر دو گروه تفاوت معنی داری دیده نمی شود. البته باید توجه داشت که با مقایسه میانگین تغییرات در دو مطالعه شاید بتوان در نظر داشت که با استفاده از ریتینر Essix ریلپس به صورت کلینیکی قابل توجه نخواهد بود. همچنین Tynelius و همکاران (۱۹) به این نتایج رسیدند که میانگین عرض بین کانیینی و مولری مگزایلا در هر ۳ گروه (گروه اول: وکیوم فرم ریتینر برای مگزایلا و ریتینر باند کانیین تا کانیین در مندیبل (گروه V-CTC)، گروه دوم: ریتینر وکیوم فرم برای مگزایلا، استریپ ۱۰ سطح پروگزیمالی اینسایزورهای پایین نیز (گروه V-S) و گروه سوم: ریتینر Positioner پیش ساخته برای مگزایلا و مندیبل (گروه P) کاهش یافت و اختلاف معنی داری در این متغیرها طی دوره ریتیشن بین ۳ گروه دیده نشد. در مطالعه دیگری Tibbets (۲۱) نیز به مقایسه دو نوع ریتینر Hawley و Essix پس از فالوآپ ۶ ماهه پرداخته بود. در آن مطالعه تفاوت آماری معنی داری بین متغیرهای فاصله بین کانیینی، فاصله بین مولری و طول قوس مگزایلا به دست نیامد. نتایج هر دو مطالعه نشان دهنده تغییرات ناچیز شاخص‌های اندازه گیری شده در کلینیک می باشد.

طول قوس در بیماران به علت مهاجرت فیزیولوژی یک دندان‌ها و ریمادلینگ استخوانی کاهش می یابد. کاهش طول قوس باعث کردودینگ قدامی اینسایزورهای مندیبل حتی با وجود کشیدن دندان مولر سوم خواهد شد (۱۶،۲۲). در مطالعه حاضر، طول قوس در طول زمان کاهش یافت که این کاهش در گروه ۱/۵ میلی متر معنی دار و در گروه ۱ میلی متر غیر معنی دار بود. این کاهش مستقل از ضخامت ریتینر بین دو گروه بود. یک علت می تواند روند نرمال کاهش طول قوس باشد. به هر حال اختلاف بین دو گروه بعد از ۹ ماه ۰/۵ میلی متر بود که از نظر کلینیکی مقدار قابل توجهی نیست. در بررسی تأثیر ضخامت ریتینر وکیوم فرم بر متغیر شاخص بی نظمی مگزایلا، نتایج

معنی داری در اورجت، طی دوره ریتیشن دیده نشد. البته باید توجه کرد که همه بیماران در آن مطالعه اکلوزن کلاس یک نداشتند و تعداد قابل توجهی از بیماران در هر دو گروه دارای اکلوزن کلاس دو بودند و از این جهت دو مطالعه با هم تفاوت‌هایی داشتند. Tynelius و همکاران (۲۱)، به ارزیابی درمان ارتودنسی بعد از ۱ سال ریتیشن در ۳ گروه (گروه اول: وکیوم فرم ریتینر برای مگزایلا و ریتینر باند کانیین تا کانیین در مندیبل (گروه V-CTC)، گروه دوم: ریتینر وکیوم فرم برای مگزایلا، استریپ ۱۰ سطح پروگزیمالی اینسایزورهای پایین نیز (گروه V-S) و گروه سوم: ریتینر Positioner پیش ساخته برای مگزایلا و مندیبل (گروه P) پرداخته بودند. ضخامت ریتینرهای وکیوم فرم در این مطالعه ۲ میلی متر بود که از این نظر با مطالعه حاضر متفاوت بود. همانند مطالعه حاضر، اختلاف معنی داری در اورجت، طی دوره ریتیشن بین ۳ گروه دیده نشد.

در مطالعه حاضر، میانگین اوربایت در هیچ یک از گروه‌ها در طول زمان به طور معنی داری تغییر نکرد. همچنین تغییرات به وجود آمده در هر دو گروه کمتر از ۰/۰۴ میلی متر بود که به نظر می رسد این تفاوت از لحاظ بالینی اهمیت ندارد. همانند مطالعه حاضر Jäderberg و همکاران (۹) و Kaya و همکاران (۱۶) نیز گزارش نمودند که تفاوت آماری معنی داری در تغییرات اوربایت دیده نمی شود. Gill و همکاران (۱۸) گزارش کردند که کاهش در اوربایت در گروه تمام وقت، ۰/۰۲ میلی متر بود اما در گروه پاره وقت، ۰/۳۶ میلی متر بود. همانند مطالعه حاضر اختلاف معنی داری در اوربایت، طی دوره ریتیشن دیده نشد. Tynelius و همکاران (۲۱) نیز به این نتیجه رسیدند که اوربایت به میزان قابل توجهی در گروه: وکیوم فرم ریتینر برای مگزایلا و ریتینر باند کانیین تا کانیین در مندیبل (V-CTC) تغییر یافت و در سایر گروه‌ها تغییر معنی داری مشاهده نشد.

ثابت نگه داشتن دندان‌ها پس از درمان ارتودنسی برای ثبات طولانی مدت درمان حائز اهمیت است زیرا در دوره ریتیشن عرض بین مولری و عرض بین کانیینی نیز تمایل به کاهش دارند (۲۰). در مطالعه حاضر، عرض بین کانیینی و بین مولری در طول زمان کاهش پیدا کردند که این کاهش در هیچ یک از گروه‌ها معنی دار نبود. این تغییر مستقل از ضخامت ریتینر بود. تغییرات به وجود آمده برای متغیر عرض بین کانیینی در گروه ریتینر با ضخامت ۱/۵ میلی متر، ۰/۰۲ میلی متر بود و

بیماران به مدت ۹ ماه که امکان ارزیابی پایداری بلند مدت نتایج ارتودنسی را کاهش می‌دهد. اگرچه بررسی ثبات طولانی‌مدت درمان، مستلزم دوره‌های فالوآپ طولانی‌تر است، مطالعات پیشین نشان داده‌اند که بیشترین میزان ریلپس دندانی در فاصله ۶ تا ۱۲ ماه ابتدایی پس از داندینگ رخ می‌دهد، از این رو، بازه زمانی انتخاب شده در مطالعه حاضر به منظور بررسی تغییرات اولیه و بالینی دوره ریتنشن در نظر گرفته شد. علاوه بر این، عدم ارزیابی عینی میزان همکاری بیماران در استفاده از ریتینر و اتکا به گزارش خود اظهاری می‌تواند بر نتایج مؤثر بوده باشد. همچنین نتایج این پژوهش تنها به ریتینر Essix با دو ضخامت مشخص محدود است و تعمیم آن به سایر انواع ریتینرها، ضخامت‌های متفاوت یا رژیم‌های استفاده گوناگون نیازمند انجام مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر می‌باشد.

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، ریلپس متغیرهای اورجت و طول قوس در گروه ریتینر با ضخامت ۱/۵ میلی متر و شاخص بی نظمی قوس بالا در هر دو گروه مشاهده شد، در حالی که در متغیرهای اوربایت، عرض بین کانیینی و عرض بین مولری تغییر معنی داری دیده نشد. تفاوتی بین ریلپس در دو ضخامت ۱ و ۱/۵ میلی متر ریتینر Essix در هیچ یک از پارامترهای مطالعه وجود نداشت. بر این اساس، انتخاب ضخامت ریتینر Essix می‌تواند بر اساس پذیرش درمان و ترجیح درمانگر انجام شود و نیاز به توصیه قطعی برای یک ضخامت خاص وجود ندارد. با این حال، انجام مطالعات با دوره پیگیری طولانی‌تر برای ارزیابی پایداری بلندمدت نتایج توصیه می‌شود.

## تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل با شماره ۸۴۹ است.

## References:

- 1- Ramazanzadeh B, Ahrari F, Hosseini ZS. The retention characteristics of Hawley and vacuum-formed retainers with different retention protocols. *J Clin Exper Dent*. 2018;10(3):e224-e31.
- 2- Thickett E, Power S. A randomized clinical trial of thermoplastic retainer wear. *Eur J Orthod*. 2010;32(1):1-5.
- 3- Dincer M, Isik Aslan B. Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod*. 2010;32(1):6-10.
- 4- Gómez-Gómez SL, Salazar-Quiceno LF, Guisao DA, Betancur-Pérez JJ, Segura-Cardona ÁM. Effectiveness of two retainer types in dental and occlusal stability. *Rev Fac Odontol*

نشان دهنده این بود که این شاخص در طول زمان در هر دو گروه به طور معنی داری تغییر می‌کند، ولی بین دو گروه تفاوت معنی دار آماری مشاهده نشد. Tynelius و همکاران (۱۹) به این نتایج رسیدند که تغییرات در ماگزایلا در ۳ گروه (گروه اول: وکیوم فرم ریتینر برای ماگزایلا و ریتینر باند کانیین تا کانیین در مندیبل (گروه V-CTC)، گروه دوم: ریتینر وکیوم فرم برای ماگزایلا، استریپ ۱۰ سطح پروگزیمالی اینسایزورهای پایین نیز (گروه V-S) و گروه سوم: ریتینر Positioner پیش ساخته برای ماگزایلا و مندیبل (گروه P) ناچیز بود و در فاز ریتنشن شاخص بی نظمی بین ۰/۸ - ۰/۵ افزایش یافت و یک افزایش جزئی در طول قوس (۰/۳ - ۰/۱ میلی متر) در هر ۳ گروه دیده شد. در مجموع نتایج دو مطالعه نشان دهنده تغییرات اندک در این شاخص‌ها پس از استفاده از ریتینر وکیوم فرم بود. Kaya و همکاران (۱۶) به این نتیجه رسیدند که شاخص بی نظمی ماگزایلا و مندیبل از دوره بعد از درمان تا بعد از ریتنشن افزایش یافت، اگرچه این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود.

از جمله نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به طراحی کوهورت آینده نگر، پیگیری منظم بیماران در سه بازه زمانی مشخص، یکسان بودن شرایط درمانی اولیه بیماران از نظر نوع آکلوژن و پایان درمان ارتودنسی ثابت، استفاده از یک تکنسین لابراتوار و یک دستگاه وکیوم فرم واحد برای ساخت تمامی ریتینرها و انجام تمام اندازه‌گیری‌ها توسط یک مشاهده گر آموزش دیده اشاره کرد که مجموعه این عوامل موجب کاهش عوامل مداخله گر و افزایش اعتبار درونی نتایج گردید. همچنین ارزیابی پایایی اندازه گیری‌ها با استفاده از ضریب همبستگی درون طبقه‌ای (ICC) و دستیابی به میزان توافق بسیار بالا، از دیگر نقاط قوت این پژوهش محسوب می‌شود. با این حال، مطالعه حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بود، از جمله حجم نمونه نسبتاً محدود و کوتاه بودن دوره پیگیری

*Univ Antioq*. 2016;28:34-53.

5- Aslan BI, Dinçer M, Salmanli O, Qasem MAM. Comparison of the effects of modified and full-coverage thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Orthodontics (Chic)*. 2013;14(1):e198-208.

6- Wang M, Wang J, Jin X, Liu D, Bian H, Zhao Y, et al. Impact of occlusal contact pattern on dental stability and oromandibular system after orthodontic tooth movement. *Sci Rep*. 2023;13(1):22276.

7- Chok A, Dalle I, Ommezine M, Tobji S, Amor AB. Quality of finishing occlusion and long-term stability of orthodontic

- treatments with premolar extractions: A systematic review. *Orthod Fr.* 2020;91(3):191-5.
- 8- Hussain U KS, Kunwar SS, Khan UW, Alnazeh AA, Kamran MA, Alam S, et al. Campobasso A. Can vacuum-formed retainers maintain arch dimensions and alignment compared to Hawley and fixed bonded retainers after treatment with fixed appliances? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2024;46(5):cjae040.
- 9- Jäderberg S, Feldmann I, Engström C. Removable thermoplastic appliances as orthodontic retainers-a prospective study of different wear regimens. *Eur J Orthod.* 2012;34(4):475-9.
- 10- Ponitz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod.* 1971;59(3):266-72.
- 11- Kaklamanos EG, Kourakou M, Kloukos D, Doulis I, Kavvadia S. Performance of clear vacuum-formed thermoplastic retainers depending on retention protocol: a systematic review. *Odontology.* 2017;105(2):237-47.
- 12- Kalha AS. Hawley or vacuum-formed retainers following orthodontic treatment? *Evid Based Denti.* 2014;15(4):110-1.
- 13- Grünheid T, Bitner TF. Wear and fatigue resistance: An in-vitro comparison of three polyethylene terephthalate glycol and thermoplastic polyurethane materials for vacuum-formed retainers. *Int Orthod.* 2023;21(2):10748.
- 14- Haik AA, Yasir YA. Efficiency of polyethylene terephthalate glycol thermoplastic material to functional and expansion forces in orthodontic applications: an experimental study. *ScientificWorldJournal.* 2025;10:2025:7232779.
- 15- Zhu Y, Lin J, Long H, Ye N, Huang R, Yang X, et al. Comparison of survival time and comfort between 2 clear overlay retainers with different thicknesses: A pilot randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(3):433-9.
- 16- Kaya Y, Tunca M, Keskin S. Comparison of Two Retention Appliances with Respect to Clinical Effectiveness. *Turkish J Orthod.* 2019;32(2):72-8.
- 17- Alfadil L, Patel M, Pandis N, Fleming PS. Assessment of wear characteristics, longevity and stiffness of Essix-type retainers. *Clin Oral Investig.* 2024;28(3):185.
- 18- Gill DS, Naini FB, Jones A, Tredwin CJ. Part-time versus full-time retainer wear following fixed appliance therapy: a randomized prospective controlled trial. *World J Orthod.* 2007;8(3):300-6.
- 19- Tynelius GE, Bondemark L, Lilja-Karlander E. Evaluation of orthodontic treatment after 1 year of retention-a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2010;32(5):542-7.
- 20- Steinnes J, Johnsen G, Kerosuo H. Stability of orthodontic treatment outcome in relation to retention status: An 8-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(6):1027-33.
- 21- Tibbetts JR. The effectiveness of three orthodontic retention systems: a short-term clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthopedics.* 1994;106(6):671.
- 22- Lindauer SJ, Shoff RC. Comparison of Essix and Hawley retainers. *J Clin Orthod.* 1998;32(2):95-7.