تاثیر انبساط حجمی پانسمان طی جذب رطوبت روی تمرکز تنش در دندان مولر عصب کشی شده

مجتبی محمودی[1*]، ستار بیدشکی[2]

[1*] استادیار، مهندسی مکانیک، مجتمع آموزش عالی بم، بم m.mahmoudi@bam.ac.ir
[2] فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، موسسه غیرانتفاعی جاوید، جیرفت satar.bideshki@gmail.com

چکیده

دندان‌های درمان ریشه به واسطه از دست قسمت قسمت وسیعی از ساختار دندان و پالپ، ضعیف هستند و معمولا طی درمان با پانسمان ترمیم می‌شوند. پانسمان با رسیدن آب به آن منبسط و باعث ایجاد تنش به دیواره‌های دندان می‌شود. در این تحقیق به بررسی تنش‌های ناشی از انبساط پانسمان طی جذب رطوبت در دندان مولر پرداخته شده است. یک دندان مولر سه ریشه مطابق با متوسط ابعاد آناتومی آن، مدل و یک ترمیم موقت روی آن در نظر گرفت شد. با در نظر گرفتن ضریب انبساط حجمی پانسمان برابر با ۱٪، ۳٪، ۵٪ و ۱۰٪ میزان افزایش درصد انبساط حجمی پانسمان طی جذب رطوبت روی توزیع تنش‌ها بررسی شد. نتایج اجزای محدود نشان داد که بیشترین تنش در ناحیه اکلوزال و در مارجین پانسمان و دندان و به ازای درصد انبساط حجمی ۱۰٪ رخ می‌دهد (۱۳۹.۳ مگاپاسکال) و با افزایش درصد انبساط حجمی میزان تنش افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی

پانسمان، تنش، مولر

مقدمه

وظیفه دندان‌های آسیابی بزرگ یا دندان‌های مولر جویدن و سائیدن مواد غذایی می‌باشد که این موضوع در دراز مدت می‌تواند منجر به ایجاد پوسیدگی و در نهایت شکستگی شود. دندان دارای ساختار پیچیده‌ای می‌باشد که از چهار قسمت مینا، عاج، پالپ و سمنتم تشکیل شده‌است. به رغم مراقبت‌های انجام گرفته برای حفظ بهداشت دهان و دندان، دندان‌ها همواره در معرض پوسیدگی یا شکست قرار می‌گیرند و همواره نیازمند ترمیم هستند. ویژگی‌های منحصر به فرد کامپوزیت‌ها، باعث افزایش محبوبیت آن‌ها و استفاده بیش‌تر به عنوان مواد دندانی شده است.[۱] در مواردی که عمق پوسیدگی زیاد باشد معمولا دندان را درمان ریشه یا عصب‌کشی می‌کنند. ترمیم دندان‌های مولر با خرابی وسیع یک مشکل بزرگ در دندانپزشکی می‌باشد زیرا دندان‌ها مولر با خرابی وسیع اغلب نیاز به درمان ریشه دارند. دندان‌های درمان ریشه به واسطه از دست رفتن قسمت وسیعی از ساختار دندان و پالپ، ضعیف هستند لذا پیشگیری از شکست در این دندان‌ها یک موضوع خیلی مهم در دندانپزشکی می‌باشد. تنش‌های تولید شده در دندان به اندازه و شکل حفره وابسته است. [۲] درمان دندانی که پالپ آن آسیب دیده در طول جلسات گوناگونی انجام می‌شود، در بین جلسات درمان معمولا از مواد پرکردنی موقت یا همان پانسمان استفاده می‌شود. این مواد که معمولا از ترکیبات زینک اکساید، زینک سولفات و کلسیم سولفات می باشند با رسیدن آب به آنها منبسط می‌شوند و باعث ایجاد تنش به دیواره‌های دندان می‌شود. جیمز و همکاران به تغییر ابعاد چهار پانسمان طی فرایند ترموسایکلینگ پرداختند و تغییر ابعاد آنها را با گذشت زمان اندازه گیری کردند [۳]. دانگ سو و همکاران نشان دادند که دندان‌های مولر ترمیم شده با پانسمان تحت بارگذاری‌های مکانیکی تنش‌های مخربی را متحمل می‌شوند [4]. هدف از تحقیق حاضر مشخص کردن تنش‌های مخرب در اثر انبساط مواد پانسمانی طی فرآیند جذب رطوبت در دندان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اولین اقدام در تحلیل اجزای محدود ایجاد یک مدل کامپیوتری از ساختار نمونه مورد مطالعه است. بسته به موضوعی که باید مورد بررسی قرار گیرد تحلیل عددی نمونه مورد بررسی می‌تواند به دو صورت دو بعدی یا سه بعدی انجام شود. ساختار پیچیده دندان، تهیه یک مدل سه بعدی را تا اندازه‌ای مشکل کرده‌است و به همین دلیل در برخی از تحقیقات پیشین مدل‌های دو بعدی مورد تحلیل قرار گرفته‌است یا مدل‌های سه بعدی متقارن محوری که از دوران یک مقطع عرضی حول محور دندان ایجاد شده‌اند، استفاده شده‌است. در تحقیق حاضر با توجه به متوسط ابعاد آناتومی، یک دندان سه ریشه مولر شبیه‌سازی شد.

مدلینگ

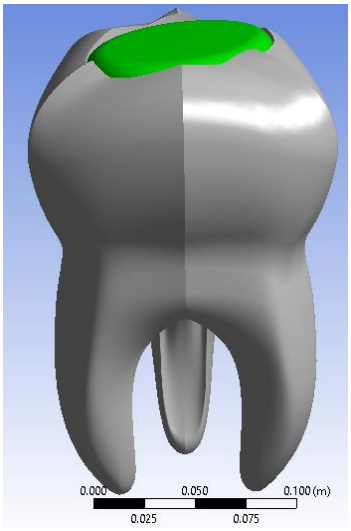
مدلینگ به کمک نرم افزار سالیدورکس انجام گرفت که شامل چهار مرحله بود:

- مدلیگ دندان با استفاده از متوسط ابعاد آناتومی

- ایجاد یک حفره اکسس به منظور عصب‌کشی و ترمیم با پانسمان
- مدلینگ پانسمان
- اسمبل پانسمان روی دندان

در شکل ۱ یک نمونه از دندان مدل شده در نرم افزار سالیدورکس به نمایش گذاشته شده است. بعد از شبیه‌سازی دندان در نرم افزار سالیدورکس به منظور مش‌بندی و تحلیل از نرم افزار انسیس استفاده شد. در شکل ۲ مدل دندان ترمیم شده و منتقل شده به نرم افزار انسیس نشان داده شده است.

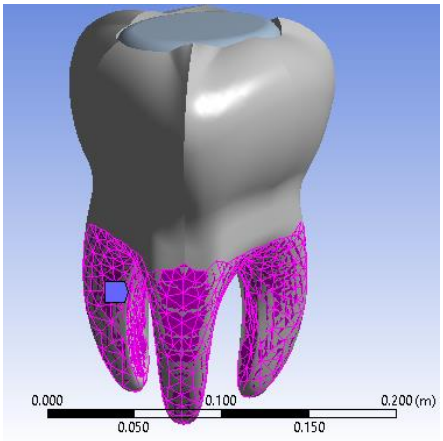
شکل ۱: مدل دندان مولر طراحی شده در محیط سالیدورکس با در نظر گرفتن کانال اکسس



شکل۲: مدل دندان مولر ترمیم شده و منتقل شده از محیط سالیدورکس به انسیس

شرایط مرزی و جنس دندان

از آنجایی که انبساط حجمی پانسمان منجر به ایجاد تنش‌های داخلی در دندان می‌شود و بافت‌های اطراف دندان بیشتر نقش خود را تحت بارهای مکانیکی خارجی مثل نیروهای جویدن نشان می‌دهند لذا در این تحقیق ریشه دندان مطابق با شکل ۳ به صورت ثابت فرض شد و از بافت‌های اطراف آن مثل لیگامنت‌ها و استخوان صرف نظر شد.



شکل ۳: شرایط مرزی تکیه گاه ثابت برای ریشه دندان

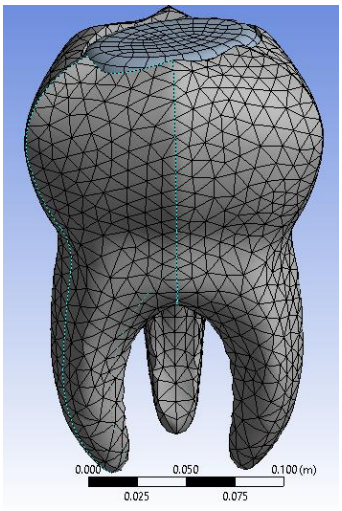
با توجه به این موضوع که رطوبت در دهان و بزاق باعث ایجاد منبسط شدن پانسمان در دندان می‌شود. بدین منظور برای شبیه سازی شرایط انبساط حجمی پانسمان در محیط نرم افزار انسیس نوع تحلیل به صورت یک تحلیل حرارتی در نظر گرفته شد که در آن حاصلضرب ضریب انبساط حجمی و تغییرات دمای پانسمان برابر با انبساط حجمی مورد نظر لحاظ شد و ضریب انبساط حجمی دندان برابر با صفر لحاظ شد تا بدین طریق بتوان میزان انبساط حجمی پانسمان را در این نرم افزار شبیه‌سازی کرد. به این منظور دمای دندان یک درجه سلسیوس تغییر داده شد و ضریب انبساط حجمی پانسمان را برابر با ۱٪، ۳٪، ۵٪ و ۱۰٪ لحاظ شد تا میزان افزایش درصد انبساط حجمی پانسمان طی جذب رطوبت بررسی شود. نوع تماس در اینترفیس‌ها به صورت کاملا باند شده و سازگار در نظر گرفته شد که این نوع تماس منجر به المان‌بندی منطبق بر هم و به صورت گره به گره می‌شود این نوع تماس از اشتراک گذاشته شدن گره‌های منطبق بر هم در سطوح تماس حاصل می‌شود و منجر به جواب‌های دقیق‌تری در تحلیل اجزای محدود می‌شود. خواص مکانیک دندان و اجزای به کار رفته در این تحقیق مطابق با جدول۱ در نظر گرفت شد.

جدول ۱: خواص مکانیک دندان و پانسمان

ماده	مدول یانگ (GPa)	ضریب پواسون	منبع
دندان (مقدار متوسط)	20	0.3	[۵]
پانسمان (IRM)	9	0.3	[۴]

مش بندی دندان

در تحلیل اجزای محدود از المان‌های درجه دو جهت تقسیم هندسه به اجزای کوچکتراستفاده شد. در حالت کلی برای یک مدل پیچیده با تعداد المان‌های یکسان المان‌های مرتبه دو نتایج بهتری را نسبت به المان‌های مرتبه یک حاصل می‌کنند. تعداد المان‌های با هندسه و اندازه المان‌ها تغییر می‌کنند لذا برای اینکه از مناسب بودن تراکم المان‌بندی به کار رفته در آنالیز اجزای محدود اطمینان حاصل شود آنالیز حساسیت به مش برای دندان ترمیم شده انجام شد. با به دست آمدن درشتی المان به اندازه ۰/۸ میلی‌متر، به طور متوسط نمونه مورد مطالعه با تعداد ۵۰۰۰ المان مش‌بندی شد. در شکل ۴ مدل المان بندی شده دندان ترمیم شده نشان داده شده است.

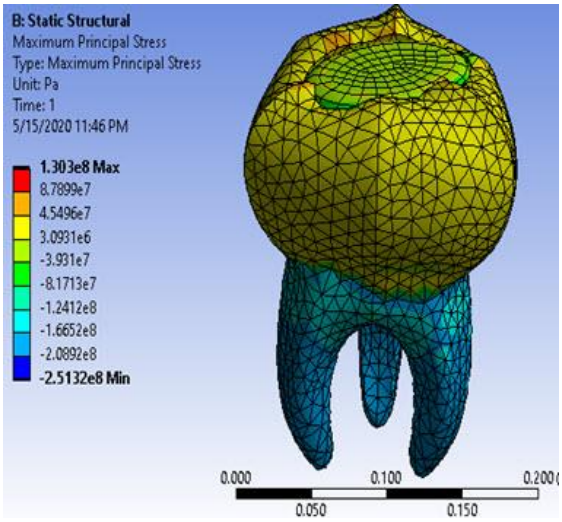


شکل ۴: مش بندی دندان طراحی شدن در نرم افزار انسیس

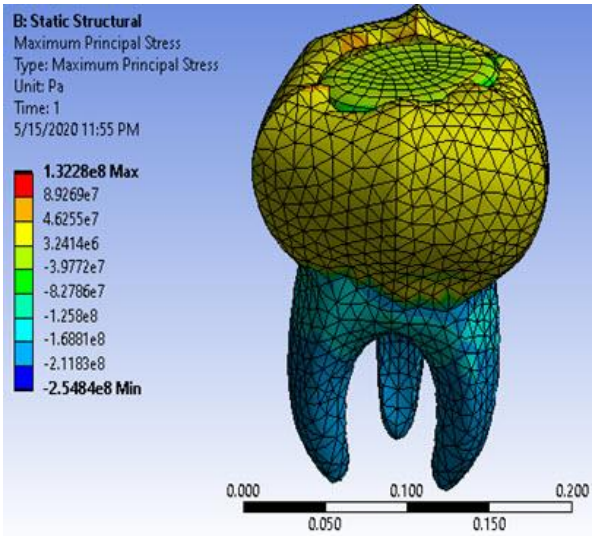
پس از اتمام مراحل پیش‌پردازش تحلیل اجزای محدود انجام شد و نتایج به صورت کانتورهای رنگی به نمایش گذاشته شد.

نتایج

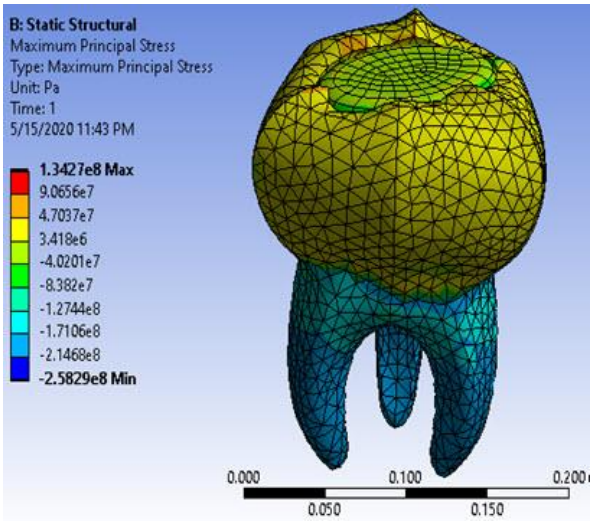
در شکل‌های ۸-۵ به ترتیب میزان توزیع تنش و حداکثر تنش ناشی از انبساط حجمی پانسمان طی جذب رطوبت به ترتیب برای انبساط حجمی ۱٪، ۳٪، ۵٪ و ۱۰٪ نشان داده شده است. همان‌طور که در تمام این شکل‌ها دیده می‌شود لبه‌های مارجین اکلوزالی دندان بیشترین تمرکز تنش را دارا می‌باشند و با افزایش انبساط حجمی پانسمان میزان تنش نیز افزایش پیدا می‌کند.



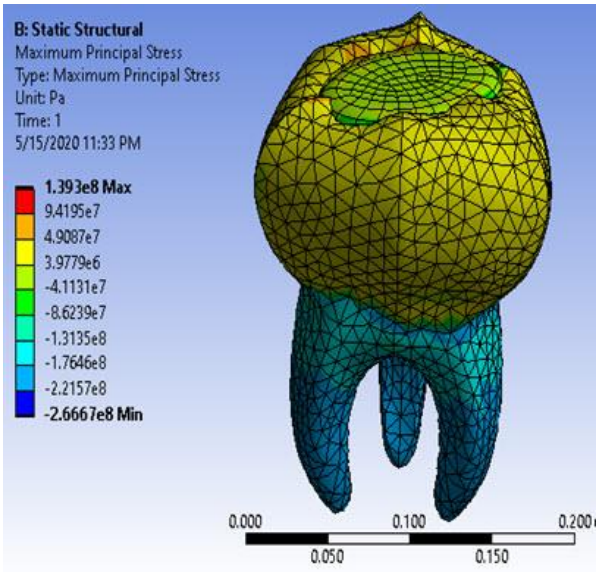
شکل ۵: توزیع تنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۱ درصد انبساط حجمی پانسمان



شکل ۶: توزیع تنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۳ درصد انبساط حجمی پانسمان

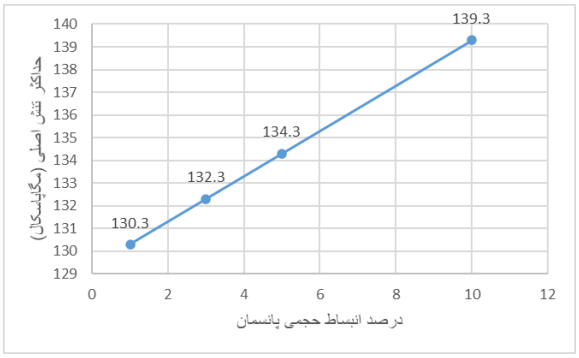


شکل ۷: توزیع تنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۵ درصد انبساط حجمی پانسمان



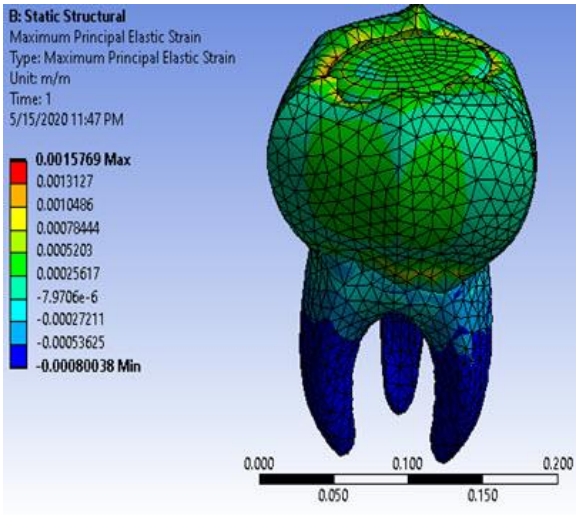
شکل ۸: توزیع تنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۱۰ درصد انبساط حجمی پانسمان

در شکل ۱۰ تغییرات حداکثر تنش اصلی در دندان‌های ترمیم شده با پانسمان نسبت به تغییرات انبساط حجمی پانسمان نشان داده شده است.

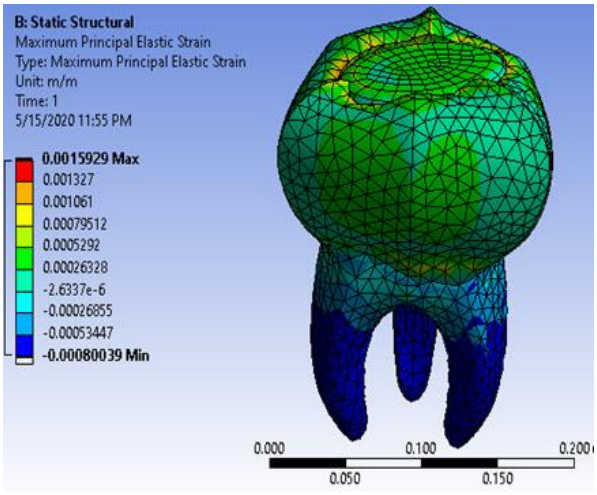


شکل ۱۰: تغییرات حداکثر تنش اصلی در دندان نسبت به تغییرات انبساط حجمی پانسمان

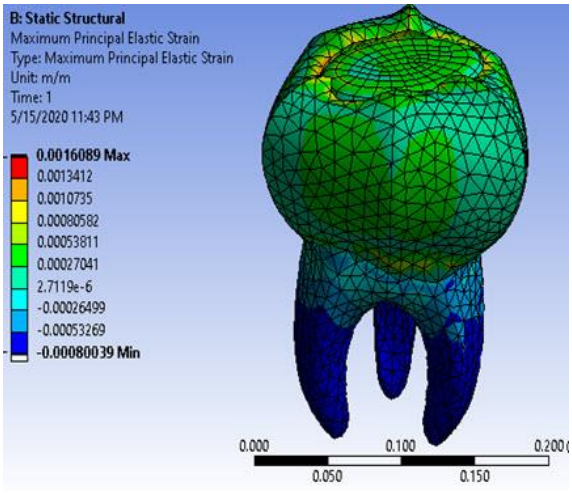
در شکل‌های ۱۴-۱۱ میزان توزیع کرنش و حداکثر کرنش ناشی از انبساط حجمی پانسمان طی جذب رطوبت به ترتیب برای انبساط حجمی ۱٪، ۳٪، ۵٪ و ۱۰٪ نشان داده شده است. همان‌طور که در تمام این شکل‌ها دیده می‌شود لبه‌های مارجین اکلوزالی دندان بیشترین کرنش را دارا می‌باشند و با افزایش انبساط حجمی پانسمان میزان کرنش نیز افزایش پیدا می‌کند.



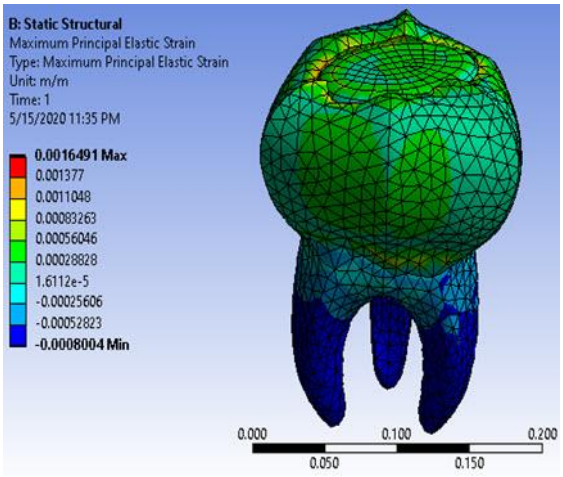
شکل ۱۱: توزیع کرنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۱ درصد انبساط حجمی



شکل ۱۲: توزیع کرنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۳ درصد انبساط حجمی



شکل ۱۳: توزیع کرنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۵ درصد انبساط حجمی



شکل ۱۴: توزیع کرنش در دندان ترمیم شده با پانسمان با ۱۰ درصد انبساط حجمی

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

نتایج اجزای محدود نشان داد که انبساط حجمی پانسمان منجر به ایجاد تنش در دندان با ترمیم موقت یا همان پانسمان می‌شود و با افزایش درصد انبساط حجمی پانسمان میزان تنش به صورت خطی افزایش می‌یابد. لذا به دندانپزشکان و بیماران پیشنهاد می‌شود که در استفاده از پانسمان برای دندان‌ها درمان ریشه شده از پانسمان‌هایی استفاده کنند که کمترین انبساط حجمی را دارند و همچنین به بیمارانی که دندان با ترمیم موقت دارند پیشنهاد می‌شود در حین پانسمان مواظب بارهای مکانیکی و حرارتی روی دندان خود باشند چون آن بارها ممکن است منجر به ایجاد تنش‌هایی موافق با تنش‌های پسماند ایجاد شده در حین انبساط پانسمان شوند و این امر ممکن است قبل از ترمیم دائم منجر به شکست دندان شود. از آنجایی که نتایج جمیز و همکاران نشان می‌دهد که تغییر حجم پانسمان‌ها با گذشت زمان افزایش می‌یابد و با توجه به نتایج این تحقیق که افزایش انبساط حجمی منجر به افزایش تنش می‌شود؛ لذا به بیماران توصیه می‌شود که جهت جلوگیری از شکست دندان نسبت به ترمیم دائم در اسرع وقت اقدام نمایند.

مراجع و منابع

[۱]S.P. Mantri, S.S. Mantri, 2013. Management of shrinkage stresses in direct restorative light-cured composites: a review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 5 (25), Oct, pp. 305-313.

[۲]A. Versluis, D. Tantbirojn, M.R. Pintado, R. DeLong, W.H .Douglas, 2004. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dental Materials*, 6 (20), Jul, pp. 554-564.

[۳]J.A. Gilles, E.F. Huget, R.C. Stone, 1975. Dimensional stability of temporary restoratives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 6 (40), Dec, pp. 796-800.

[۴]D.-S. Kim, J.-S. Kim, Y.-K. Kim, 1996. Finite element analysis of stress transmitted to the pulpotomized primary molars treated by varius temporary filling loaded at different condition. *Journal of the Korean academy of pedtatric dentistry*, 4 (23), pp. 818-839.

[۵]S. Reimann, L. Keilig, A. Jäger, T. Brosh, Y. Shpinko, A. Vardimon, C. Bourauel, 2009. Numerical and clinical study of the biomechanical behaviour of teeth under orthodontic loading using a headgear appliance. *Medical Engineering & Physics*, 5 (31), Jun, pp. 539-546.