

# دانشور

پزشکی

## بررسی اثر ژل بلیچینگ کیمیا (ساخت ایران) بر ریز سختی مینای دندان انسان و مقایسه آن با نوع خارجی آپل اسنس

نویسندگان: دکتر فرخ آصفزاده<sup>۱</sup> و دکتر فاطمه حسینی<sup>۲</sup>

۱. استادیار بخش ترمیمی دانشکده دندان پزشکی شاهد

۲. دندان پزشک

Email: info@faedc.com

\* نویسنده مسئول:

### چکیده

مقدمه: با توجه به این که ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید می تواند ریز سختی مینا را تحت تأثیر قرار دهد و به خاطر تولید این ژل در ایران بر آن شدیم که این دو را با هم مقایسه کنیم.

هدف: بررسی و مقایسه اثر دو ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ایرانی ۱۰ درصد (کیمیا) و خارجی ۱۰ درصد آپل اسنس (Opalescence®) بر روی ریز سختی مینا.

مواد و روش ها: ۳۳ دندان سانترال سالم فک بالای انسان انتخاب شدند. ۳ دندان به عنوان راهنما جهت تعیین یک سطح استاندارد برای سنجش سختی مشخص گردیدند و ۲۰ دندان در دو گروه جهت تعیین اثر دو نوع ژل کیمیا و آپل اسنس در نظر گرفته شد.

سطح دندانها ابتدا صاف و صیقلی گردیده و سپس ریز سختی آنها اندازه گیری شد.

ژل بلیچینگ به مدت ۱۴ روز، روزی ۴ ساعت روی دندانها گذاشته و سپس ریز سختی آنها دوباره اندازه گیری شد.

نتایج و یافته ها: با توجه به داده ها و نتایج به دست آمده قبل و بعد از استفاده از ژل و با استفاده از آزمون «تی» و «تی دو طرفه» نتایج زیر به دست آمد:

(۱) میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل بلیچینگ آپل اسنس کاهش معنادار داشته است.

(۲) میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل بلیچینگ کیمیا کاهش معنادار داشته است.

(۳) کاهش میانگین ریز سختی مینا در استفاده از دو ژل بلیچینگ کیمیا و آپل اسنس اختلاف معنادار نداشت.

واژه های کلیدی: بلیچینگ، کارباماید پراکساید، نفوذ، ریز سختی، ویکرز

دوماهنامه علمی - پژوهشی  
دانشگاه شاهد  
سال سیزدهم - شماره ۶۰  
دی ۱۳۸۴

تاریخ وصول: ۸۳/۷/۱۸  
تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۲/۲

## مقدمه

همواره سفیدی و درخشندگی دندان‌ها معیار زیبایی در بین عموم مردم بوده و یکی از مهم‌ترین دلایلی که بیماران را به دندان‌پزشک می‌کشاند، داشتن چنین دندان‌هایی است [۱].

تغییر رنگ دندان‌های قدیمی از نظر زیبایی مشکلاتی ایجاد کرده و اغلب به قدری مهم است که بیمار را وادار به تصحیح آن می‌کند. اگر چه روش‌های ترمیمی برای رفع تغییر رنگ سودمند است ولی بهتر است ابتدا از روش‌های بلیچینگ (سفیدکنندگی) که محافظه کارانه‌ترند استفاده شود [۲].

هنگامی که دندان‌ها تغییر رنگ یافته یا بدشکل باشند، فرد آگاهانه سعی در اجتناب از لبخند خواهد کرد و با تصحیح نقص، می‌توان لبخندی داشت که دندان‌های زیبا را هویدا می‌سازد [۳].

تصحیح یا زیباسازی لبخند از هوشمندانه‌ترین و سودمندترین خدماتی است که هر دندان‌پزشک می‌تواند ارائه دهد. حتی افراد با دندان‌هایی به رنگ طبیعی نیز متقاضی سفید کردن دندان‌های‌شان هستند و چون بیماران متمایل به عدم تراش تاج دندان رو به افزایش هستند، روش محافظه کارانه را انتخاب بهتری است [۳].

جهت بلیچینگ به روش خانگی کارباماید پراکساید ۱۰ درصد مؤثر و مطلوب است. بیش‌تر دندان‌پزشکان تمایل دارند در روش خانگی از کارباماید پراکساید ۱۰ درصد استفاده کنند، زیرا با افزایش درصد کارباماید پراکساید، حساسیت دندان نیز افزایش می‌یابد [۴].

ژل کارباماید پراکساید باعث کاهش کلسیم ( $1/06 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ ) سطح مینا و همچنین دهیدراته شدن دندان می‌شود که این عوامل می‌تواند سختی مینا را تحت تأثیر قرار داده، باعث شکنندگی دندان شود [۵].

با توجه به این‌که اخیراً در کشورمان شرکت کیمیا مبادرت به ساخت ماده بلیچینگ کرده که مطابق اظهارات سازنده در امر سفید کردن دندان‌ها بسیار

موفق بوده و با توجه به اثر این مواد بر مینا بر آن شدیم اثر ژل‌های بلیچینگ ۱۰ درصد را بر روی ریز سختی مینا بررسی کنیم. البته آقای دکتر قاسمی و خانم دکتر مدنی در سال ۱۳۸۰ اثر دو ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۵ درصد آپل اسنس و ۱۶ درصد کیمیا را روی ریز سختی مینا بررسی و کاهش معناداری در ریز سختی مشاهده کردند [۶].

لوپس (Lopes) و همکاران او در سال ۲۰۰۲ اثر بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد را روی ریز سختی مینا بررسی کردند و اختلاف معناداری بین ریز سختی قبل و بعد از استفاده از ژل مشاهده نشد [۷].

مارچینسون (DF Marchison) در سال ۱۹۹۲ اثر سه نوع تجاری از ماده بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد را روی مینا بررسی کرد و اختلاف قابل ملاحظه‌ای در ریز سختی قبل و بعد از استفاده از ژل مشاهده نشد [۸].

با توجه به اهمیت pH ماده بلیچینگ از نظر آثار تخریبی بر نسوج، pH هر دو ماده در بخش فیزیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه شاهد تعیین گردید.

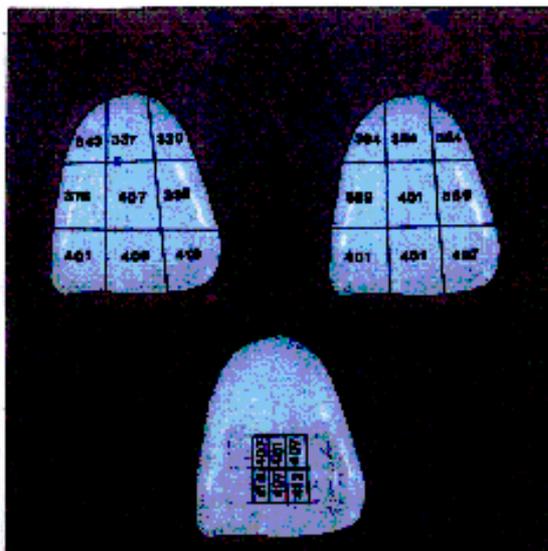
## مواد و وسایل

- ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد کیمیا،
- ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد آپل اسنس،
- دستگاه سختی سنج ویکرز که جهت اندازه‌گیری سختی مینا از آن استفاده شد و شامل یک سطح جهت انجام تست، نفوذکننده، میکروسکوپ و قسمتی جهت اعمال نیرو است.
- دستگاه pH سنج: جهت اندازه‌گیری pH دو ژل،
- هند پیس با دور کند.
- سه دیسک پرداخت از جنس آلومینیوم اکساید و با درجات نرم (Fine) و متوسط (Medium) و خشن (Coarse) وُکو (Voco®).

B<sub>2</sub>: در نمونه سوم قسمتی که از لحاظ ریز سختی اختلاف کم‌تری داشت به وسیله دیسک صیقل داده شد و سپس مانند نمونه‌های فوق در آکريل فرو برده و به صورت شطرنجی به ۶ قسمت تقسیم شد و ریز سختی هر قسمت اندازه‌گیری گردید.

با استفاده از آزمون یومن ویتنی اختلاف معناداری بین ریز سختی‌ها وجود نداشت، ولی قسمتی که کم‌ترین اختلاف عددی را داشت به عنوان سطح مورد بررسی قرار گرفت.

قسمت میانی یک دوم انسیزالی دندان، کم‌ترین اختلاف را از لحاظ ریز سختی داشت.



شکل ۱

#### گروه K,O

دندان‌ها در قسمت مورد نظر توسط دیسک صیقل داده و در آکريل فرو برده شد، به گونه‌ای که سطح لیبالی مورد نظر به وسعت ۲×۱ میلی‌متر بیرون از آکريل و به موازات افق بود. سپس روی هر دندان سه نفوذ به فواصل ۰/۵ میلی‌متر، نیرویی معادل ۳۰۰ گرم به مدت ۳۰ ثانیه اعمال کردیم (چون تیغه دستگاه قطری معادل ۰/۲ میلی‌متر دارد کم‌ترین فاصله ممکن ۰/۵ میلی‌متر

- سرم فیزیولوژی جهت نگهداری دندان‌ها،  
- ۲۳ دندان سانترال سالم فک بالای انسان که کم‌تر از ۳ ماه از کشیده شدن آن‌ها گذشته بود.

#### روش اجرا

۲۳ دندان سانترال سالم بالا بعد از کشیده شدن در آب نگهداری و به سه گروه تقسیم شدند:

۱) گروه O: ده دندان، ۲) گروه K: ده دندان، ۳) گروه B: سه دندان، B<sub>1</sub>: دو دندان، B<sub>2</sub>: یک دندان.

گروه O استفاده از ژل آپل‌اسنس

گروه K استفاده از ژل کیمیا

گروه B گروه آزمایشی برای تعیین سطح ایده‌آل

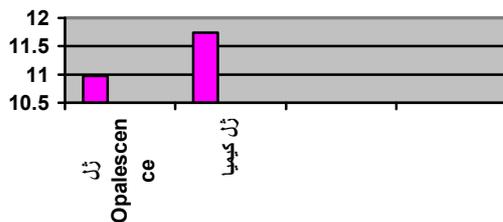
برای تست ریزسختی (شکل ۱).

B<sub>1</sub>: سطح لیبالی دو دندان از این گروه را با دیسک‌های آلومینیوم اکساید از زبر به نرم و در حضور آب، صاف و صیقلی کردیم، به گونه‌ای که کم‌ترین برداشت مینا را داشته باشیم. سپس آن‌ها را در آکريل فرو بردیم، طوری که سطح لیبالی آن‌ها بیرون از آکريل و به موازات افق باشد. سپس سطح لیبالی را به صورت شطرنجی به ۹ قسمت تقسیم کردیم و در وسط هر قسمت با استفاده از دستگاه سختی سنجی ویکرز با نیرویی معادل ۳۰۰ gr و زمان ۳۰ ثانیه فرورفتگی ایجاد کرده، با بزرگنمایی ۴۰۰ میکروسکوپ، قطر اثر ایجاد شده توسط دو نفر خوانده شد و با استفاده از فرمول

$$HV = \frac{2p \sin \frac{\theta}{2}}{d^2}$$

(p: نیرو و  $\theta = 136^\circ = d$  قطر اثر به میلی‌متر)

ریز سختی مینا بر حسب ویکرز به دست آمد. و با استفاده از آزمون کروسکال والیس ریزسختی در ۹ قسمت در هر دو دندان اختلاف معناداری از لحاظ آماری نشان نداد؛ ولی با وجود این، قسمتی از مینا که اختلاف ریز سختی کم‌تری از لحاظ عددی داشت تعیین شد.



نمودار ۳. مقایسه کاهش میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده ژل کیمیا و Opalescence (کارباماید پراکساید ۱۰ درصد)

بعد از ۱۴ روز، ریز سختی مینا در سه نقطه مجاور نقاط قبل (به فاصله ۰/۵ میلی متر) با همان نیرو و زمان اندازه گیری شد. در هر گروه برای مقایسه ریز سختی قبل و بعد از استفاده از ژل از آزمون «تی دو طرفه» و برای مقایسه دو گروه ایرانی و خارجی از آزمون «تی» استفاده کردیم.

همچنین با توجه به اهمیت pH در اثر ژل بلیچینگ، آن را اندازه گیری کردیم.

با آگاهی به این که حلال ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید آب مقطر است، ژل ها را رقیق کرده، با استفاده از دستگاه pH سنج، pH هر دو ژل اندازه گیری شد.

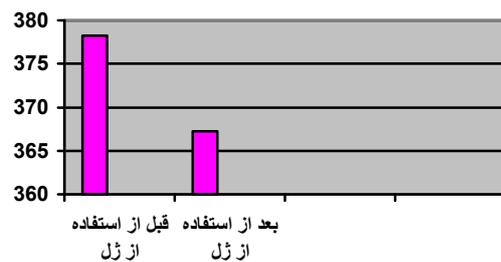
### یافته ها

پس از اندازه گیری pH دو ماده نتایج زیر به دست آمد:  
 pH کیمیا: ۴/۵۷    pH آپل اسنس: ۷/۷۳  
 برای مقایسه ریز سختی مینا، قبل و بعد از استفاده از ژل در هر گروه از آزمون «تی دو طرفه» و برای مقایسه اثر دو نوع ژل ایرانی و خارجی بر ریز سختی مینا از آزمون «تی» استفاده کردیم.

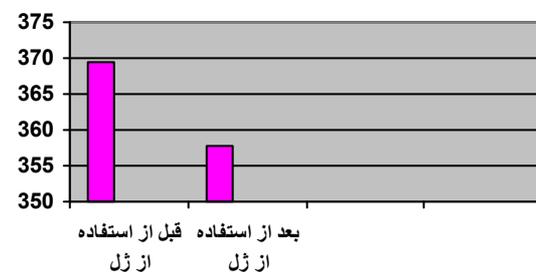
در هر نمونه، قبل از استفاده از ژل و همچنین بعد از استفاده از ژل سه نفوذ صورت گرفت و میانگین اعداد به دست آمده از سه نفوذ گرفته شد و نتایج به دست آمده با توجه به میانگین اعداد است.

است). فرورفتگی های ایجاد شده را اندازه گیری کرده، سختی مینا قبل از زدن ژل به دست آمد. در گروه ده تایی O از ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد آپل اسنس استفاده کردیم. در گروه ده تایی K از ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد کیمیا استفاده شد.

ژل ها را به مدت ۱۴ روز، روزی ۴ ساعت (بر اساس دستور کارخانه های سازنده) در محلی تاریک روی قسمت لبیالی دندان ها گذاشتیم. بعد از ۴ ساعت دندان ها را به مدت ۲ دقیقه با آب شسته، در سرم فیزیولوژی قرار می دادیم. البته در طی این ۱۴ روز سم فیزیولوژی روزانه عوض می شد.



نمودار ۱. مقایسه میانگین ریز سختی مینا قبل و بعد از استفاده از ژل کارباماید پراکساید ۱۰ درصد Opalescence



نمودار ۲. مقایسه میانگین ریز سختی مینا قبل و بعد از استفاده از ژل کارباماید پراکساید ۱۰٪ کیمیا

جدول ۳: مقایسه تغییرات در میانگین ریز سختی بر حسب ویکرز  $kg/mm^2$  قبل و بعد از استفاده از ژل کیمیا (K) و آپل‌اسنس (O)

ریز سختی گروه	میانگین ریز سختی مینا قبل از استفاده از ژل	میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل	اختلاف ریز سختی ها
O	۳۷۸/۲۳	۳۶۷/۲۶	۱۰/۹۷
K	۳۶۹/۴۳	۳۵۷/۶۹	۱۱/۷۴

میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد آپل‌اسنس ( $P\text{-value} = 0 < .5$ ) (جدول و نمودار ۱) و ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد کیمیا ( $P\text{-value} = 0 < .5$ )، از نظر آماری، اختلاف معناداری مشاهده نشد، ولی به‌طور غیرمعنادار در گروه تحت اثر با ژل کیمیا، کاهش ریز سختی بیش‌تر مشاهده شد (جدول و نمودار ۳).

### بحث و بررسی

در روش بلیچینگ خانگی، سطحی از دندان که در تماس با ماده بلیچینگ قرار می‌گیرد مینا است و در صورت بروز تغییرات مخرب ساختمانی در آن ممکن است در آینده با سایش بیش از حد یا شکنندگی دندان و کاهش طول عمر دندان مواجه شویم [۹]. جهت بلیچینگ به روش خانگی، کارباماید پراکساید ۱۰ درصد مؤثر و مطلوب است و بیش‌تر دندان‌پزشکان تمایل دارند در روش خانگی از کارباماید پراکساید ۱۰ درصد استفاده کنند، زیرا با افزایش درصد کارباماید پراکساید، حساسیت دندان نیز افزایش می‌یابد.

بنابراین در این تحقیق، ما اثر ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد آپل‌اسنس و کیمیا را بر ریز سختی مینا بررسی کردیم. تحقیق ما نشان داد که میانگین

جدول ۱: مقایسه میانگین ریز سختی مینا بر حسب ویکرز  $kg/mm^2$  قبل و بعد از استفاده از ژل آپل‌اسنس

نمونه	میانگین ریز سختی مینا قبل از استفاده از ژل	میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل	اختلاف میانگین‌ها
O <sub>1</sub>	۳۷۵/۳۳	۳۵۸/۶۶	۱۶/۶۷
O <sub>2</sub>	۴۰۴/۶۶	۳۸۷	۱۷/۶۶
O <sub>3</sub>	۳۷۵/۳۳	۳۶۳/۳۳	۱۲
O <sub>4</sub>	۳۷۶/۳۳	۳۶۸/۶۶	۷/۶۷
O <sub>5</sub>	۳۲۸	۳۲۳	۵
O <sub>6</sub>	۳۵۱/۶۶	۳۴۳/۶۶	۸
O <sub>7</sub>	۳۷۶	۳۶۵	۱۱
O <sub>8</sub>	۳۷۷/۳۳	۳۶۴/۳۳	۱۳
O <sub>9</sub>	۴۰۸/۶۶	۳۹۸/۶۶	۱۰
O <sub>10</sub>	۴۰۹	۴۰۱/۳۳	۷/۶۷

جدول ۲: مقایسه میانگین ریز سختی مینا بر حسب ویکرز  $kg/mm^2$  قبل و بعد از استفاده از ژل کیمیا

نمونه	میانگین ریز سختی مینا قبل از استفاده از ژل	میانگین ریز سختی مینا بعد از استفاده از ژل	اختلاف میانگین‌ها
K <sub>1</sub>	۳۲۸/۶۶	۳۱۳	۱۵/۶۶
K <sub>2</sub>	۳۶۱/۳۳	۳۴۹/۶۶	۱۱/۶۷
K <sub>3</sub>	۳۶۶/۳۳	۳۵۴/۶۶	۱۱/۶۷
K <sub>4</sub>	۳۷۳/۶۶	۳۶۱/۳۳	۱۲/۳۳
K <sub>5</sub>	۳۷۲/۳۳	۳۶۰	۱۲/۳۳
K <sub>6</sub>	۳۶۵/۶۶	۳۵۷/۳۳	۸/۳۳
K <sub>7</sub>	۳۶۵/۳۳	۳۶۰/۶۶	۴/۶۷
K <sub>8</sub>	۳۵۶	۳۵۱/۶۶	۴/۳۴
K <sub>9</sub>	۴۰۵	۳۸۸	۱۷
K <sub>10</sub>	۴۰۰	۳۸۰/۶	۱۹/۴۰

البته ممکن است تفاوت در نتایج به دست آمده با تحقیق ما به خاطر اختلاف در روش اجرا باشد؛ چون ایشان سختی مینا را فقط بعد از ژل گذاری اندازه گیری و با هم مقایسه کرده است؛ ولی با توجه به این که سختی دندان در نقاط مختلف متفاوت است نمی توان بر آن تأکید کرد. همچنین در تحقیق ایشان درصد ژل کیمیا بالاتر بوده که می تواند باعث کاهش بیش تر سختی شده باشد.

لوپس و همکاران او در سال ۲۰۰۲، اثر ژل بلیچینگ ۱۰ درصد را بر سختی مینا بررسی کردند که نتایج تحقیقاتشان عدم تأثیر ژل بر سختی مینا، و علت آن، نگهداری نمونه ها در فاصله ژل گذاری در بزاق مصنوعی و دوباره معدنی شدن دندان ها بیان شد، ولی ممکن است علتی دیگر مثل تعداد کم نمونه ها نیز در آن دخیل باشد. البته آنان pH را نیز عامل مؤثر بر سختی بیان کردند [۷].

طول دوره درمان نیز از فاکتورهای مهمی است که اثر ژل را بهتر نمایان می کند [۱۱].

مارچینسون در سال ۱۹۹۲، اثر ژل بلیچینگ کارباماید پراکساید ۱۰ درصد را روی سختی مینا بررسی کرد که نتایج حاصل، عدم تأثیر ژل بر سختی مینا بیان شد و این احتمالاً به خاطر دوره کوتاه درمان (۵ روز) و همچنین تعداد کم نمونه ها بوده است [۸].

در سختی سنجی نمی توان یک نقطه را دوبار اندازه گرفت و این یکی از محدودیت های کاری است که ما را مجبور می کند بعد از اندازه گیری اولیه و بعد از استفاده از ژل در نقطه ای مجاور، سختی مینا را اندازه بگیریم. به همین علت، برای کاهش خطای کاری، سطحی با کم ترین تفاوت سختی انتخاب و فواصل نفوذ حداقل ممکن بود.

نوع دندان نیز از فاکتورهای تحت اثر ژل کارباماید پراکساید است که در مطالعات ذکر شده اثر ژل بر دندان های خلفی بررسی شده، ولی با توجه به اهمیت

ریز سختی مینا قبل و بعد از استفاده از ژل کارباماید پراکساید ۱۰ درصد کیمیا و آپل اسنس از لحاظ آماری اختلاف معنادار داشته است، یعنی میانگین ریز سختی بعد از استفاده از دو ژل کاهش یافته است. همچنین بین دو ژل کارباماید پراکساید ۱۰ درصد آپل اسنس و کیمیا اختلاف معناداری در میزان کاهش میانگین ریز سختی وجود نداشت، ولی ژل کیمیا میانگین ریز سختی را بیش تر کاهش داد.

در مقایسه و بررسی اثر مواد مختلف، خصوصاً مواد اسیدی بر نسوج دندانی و مواد ترمیم کننده، سختی بیش از سایر خواص مورد بررسی قرار گرفته است، چون تصور می شود کاهش سختی نسوج و مواد دندانی، نشان دهنده تجزیه و تخریب آن ها است. پس جهت تعیین ماهیت ماده و با توجه به اهمیت آن در اثر ژل کارباماید پراکساید باید pH آن اندازه گیری شود [۱۰].

پس از اندازه گیری pH دو ماده کارباماید پراکساید ۱۰ درصد کیمیا و آپل اسنس، نتایج به دست آمده pH اسیدی در کیمیا (۴/۵۷: pH) و pH خنثی متمایل به قلیا را در آپل اسنس (۷/۷۳: pH) نشان داد.

با توجه به pH اسیدی ژل کیمیا، کاهش سختی در مینای تحت اثر با این ژل پیش بینی می شد؛ ولی در مورد آپل اسنس که pH متمایل به قلیا را نشان داد باید عواملی غیر از pH موجود، در کاهش سختی نقش داشته باشد.

دکتر مدنی در سال ۱۳۸۰ اثر ژل بلیچینگ ۱۶ درصد کیمیا و ۱۵ درصد آپل اسنس را بر سختی مینا بررسی کرد. نتایج به دست آمده از تحقیق ایشان، یعنی کاهش ریز سختی مینا در استفاده از دو ژل، شبیه تحقیق ما بود؛ ولی ایشان کاهش ریز سختی در گروه تحت اثر ژل کیمیا را بیش تر بیان کرد. علت کاهش ریز سختی به میزان بیش تر در گروه تحت اثر ژل کیمیا، pH اسیدی آن بیان شد و pH عاملی مهم بر اثر ژل معرفی گردید [۶].

به‌طور غیرمعتادار باعث کاهش بیش‌تر می‌انگین ریز سختی شده است. همچنین ژل کیمیا دارای ویسکوزیته پایین است و احتمال رسیدن ژل به بافت نرم هنگام استفاده وجود دارد که با توجه به خاصیت اسیدی آن، باعث بروز التهاب و سوزش در بافت می‌شود و به‌علاوه ممکن است باعث حساسیت بیش‌تر در دندان شود.

بنابراین بهتر است بررسی‌های کلینیکی نیز روی دو ژل انجام شود تا بتوان در انتخاب ژل تصمیم‌گیری کرد.

### منابع

1. Crispin BJ, Contemporary Esthetic Dentistry, 1994, chap 2, 44 – 46, 1ed.
2. ترابی‌نژاد، والتون، «اصول و درمان‌های اندودنتیکس»، دکتر اکبری، دکتر زراعی، دکتر شاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۷، فصل ۲۳.
3. استوردیوانت سی ام، «علم و هنر دندان‌پزشکی ترمیمی»، دکتر ارسطوپور، کامران، ۱۳۷۸، فصل ۱۸.
4. Barghi N, Making a clinical decision for vital tooth bleaching: At – home or In – office? Compendium, 1998; 19; 831.
5. Green wall, Bleaching techniques in restorative dentistry Martin Duntiz, 2001, chap 3, 31 – 37, led.
6. دکتر قاسمی امیر، دکتر مدنی لادن، تعیین و مقایسه اثر دو ژل سفیدکننده دندان بر ریز سختی مینا و کامپوزیت‌دندانی، پایان‌نامه دکترای تخصصی دندان‌پزشکی ترمیمی، ۳۰۶، دانشکده دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی ۸۱-۸۰.
7. Lopes GC et al, Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel, J Esthet Restor Dent, 2002; 14:24-30.
8. Murchison DF et al, Carbamide peroxide bleaching effects on enamel surface hardness, Operative Dentistry, 1992; 17:181-185.
9. Seghi RR, Denryl, Effects of external bleaching on indication and abrasion characteristics of human enamel (invitro), J Dent Restor, 1992; 71:1340-1344.
10. Lewinstein R. et al, Effect of hydrogen peroxide on sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. J of Endod 1994; 2:61-63.
11. Hey Wood V, Night guard vital bleaching: current concepts and research, J AM Dent Assoc, 1997:195.

دندان‌های قدامی در استفاده از ژل بلچینگ، ما اثر ژل را بر دندان‌های قدامی بررسی کردیم.

سختی کاهش یافته در گروه تحت اثر ژل کیمیا با توجه به pH اسیدی آن است؛ ولی در ژل آپل‌اسنس pH قلیایی کنونی نمی‌تواند عامل کاهش سختی در مینا باشد. ولی با توجه به این‌که تقریباً همه مواد ترکیبی در ژل آپل‌اسنس خاصیت اسیدی دارند، ممکن است در اثر ترکیب، خاصیت قلیایی پیدا کرده باشند که پس از استفاده از ژل روی سطح مینا و در اثر واکنش، به مواد تشکیل‌دهنده خود مثل کاربوپول (پلیمر اسید پلی‌اکریلیک) که مقدار آن در ژل زیاد است و یا به مواد افزودنی دیگر مثل Vehicle یا نگهدارنده‌ها مثل اسید فسفریک یا اسید سیتریک تبدیل شده و خاصیت اسیدی پیدا کرده، روی مینا اثر گذاشته و باعث کاهش سختی مینا شده باشند.

عدم تفاوت در کاهش ریز سختی در هر دو ژل ممکن است به خاطر کاربوپول زیاد باشد که باعث می‌شود اکسیژن به آهستگی آزاد شود (۲-۳ ساعت زمان جهت حداکثر آزادسازی اکسیژن لازم است ولی تا ۱۰ ساعت فعال می‌ماند)؛ یعنی در طی ۴ ساعت ژل‌گذاری آپل‌اسنس آزادسازی اکسیژن صورت می‌گیرد، ولی در ژل با کاربوپول کم، حداکثر آزادسازی اکسیژن در کم‌تر از یک ساعت رخ می‌دهد، یعنی ژل کیمیا ممکن است فقط در یک ساعت نخست فعال بوده باشد. دیگر این‌که ژل آپل‌اسنس به خاطر Vehicle و کاربوپول زیاد ویسکوزیته بالا دارد و این باعث چسبندگی بهتر به دندان‌ها می‌شود [۵]. ممکن است ژل در منافذ یا ترک‌های میکروسکوپی مینا مانده و در اثر شستشو با آب کاملاً شسته نشود و مدت زمان بیش‌تری روی سطح مینا بماند و باعث کاهش ریز سختی مینا شود.

با وجود نتایج آماری به‌دست آمده مشابه در دو گروه باید این نکته را در نظر گرفت که ژل کیمیا

