

\* دکتر نیره رشیدان

\*\* دکتر فریده گرامی پناه

## چکیده

در این تحقیق مقاومت باند پرسلن، با سه نوع آلیاژ Pd-Ag, Gold-Base و Base-Metal با روش Pull-Shear مقایسه شد و اثر پخت مکرر پرسلن بر مقاومت باند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد مقاومت باند پرسلن با آلیاژ Gold-Base بیش از Pd-Ag بود و مقاومت باند آلیاژ Base-Metal در مرتبه پائین تری قرار داشت. در طی پخت مکرر پرسلن مقاومت باند در آلیاژ Base-Metal و Gold-Base تغییر معنی داری نکرد. لکن پخت مکرر پرسلن در آلیاژ Pd-Ag سبب تضعیف باند شد.

## مقدمه

با بکارگیری مجموعه آلیاژ پرسلن، علاوه بر تأمین زیبایی، ترمیم مقاومی نیز خواهیم داشت اما به دلیل وجود اختلاف در خواص فیزیکی و شیمیایی این دو با یکدیگر، تأمین باند بین آنها، مشکلاتی دربر دارد. به همین منظور تحقیقات متعددی در مورد مکانیسم باند بین آلیاژ و پرسلن انجام شده است. به طور کلی مکانیسم‌های مؤثر در تأمین باند بین آلیاژ و پرسلن به مکانیسم‌های شیمیایی، مکانیکی، فشاری (Compression) و نیروی واندروالس تقسیم شده‌اند. لایه اکسید موجود در سطح آلیاژ جهت ایجاد باند بین آلیاژ و پرسلن مؤثر است. اتصال پرسلن به لایه اکسید قوی است اما نقص در چسبندگی اکسید به فلز می‌تواند سبب جدائی پرسلن از آلیاژ گردد. اکسیداسیون زیاد آلیاژ ممکن است سبب گردد لایه اکسید شکسته شود. ضخامت لایه اکسید به نظر می‌رسد در اثر حرارت دادن مکرر آلیاژ افزایش یابد. از طرف دیگر چون در کلینیک به منظور اصلاح فرم آناتومیکی سرپوش لازم است که پرسلن چندین بار پخت گردد و در نتیجه آلیاژ نیز چندین بار گرم شود، لذا مشکل باند پرسلن با در نظر گرفتن این مسئله تشدید می‌گردد.

هدف از این مطالعه:

۱- مقایسه مقاومت باند بین آلیاژهای gold-base،

## Base-Metal و Ag-Pd

۲- مقایسه اثر پخت‌های مکرر پرسلن بر مقاومت باند آن با آلیاژهای فوق می‌باشد.

در این تحقیق از آزمایش Pull-Shear استفاده شده اس. این روش در ابتدا توسط Nielsen و Shell ارائه گردید.<sup>۱</sup> و سپس توسط Asgar در آن تغییراتی داده شد. این روش یکی از قابل قبول‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی مقاومت باند پرسلن با آلیاژ می‌باشد.<sup>۲</sup> و نتایج به دست آمده توسط آن قابل تکرار است. به همین منظور از این روش در این تحقیق استفاده شده است.

## مواد و روش بررسی

۷۲ نمونه میله استوانه‌ای از آلیاژهای Begostar<sup>۱</sup>، Jelstar<sup>۲</sup> و Rexillium III<sup>۳</sup> تهیه گردید. ترکیب آلیاژهای فوق در جدول (۱) آمده است.

\* دانشیار و سرپرست تخصصی گروه پروتز ثابت و اکتوژن دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

\*\* استادیار گروه پروتز متحرک دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

1- Begostar (BEGO Gold Co)

2- Jelstar (Jelenko Dental Health Products)

3- Rexillium III (Jeneric Gold Co, Wallingford, Conn.)

جدول ۱

ترکیب (برحسب درصد وزنی)	آلیاژ
۵۴% طلا، ۲۶/۵% (رادیوم، رتنیم، ایریدیم، پالادیوم) و ۱۹/۵% (نقره، قلع، روی و ایندیم)	Begostar
۶۰% پالادیوم، ۲۸% نقره، ۶% ایندیم	Jelstar
۷۶% نیکل، ۱۳% کرم، ۵/۵% مولیبدن همراه با آلومینیم، بریلیم، تیتانیم و سیلیسیم	Rexillium III

در درون مولد قراردادده شد و پرسلن در درون آن متراکم گردید. سعی شد که پرسلن دارای حداکثر تراکم باشد. (شکل ۳) بعد از برداشتن میله از درون مولد، پرسلن پخت گردید. ابعاد دیسک پرسلن بین ۲ الی ۲/۳ میلی متر طول و ۷ میلی متر قطر بود. بعد از انجام گلیز (شکل ۲) قسمت فوقانی و تحتانی دیسک پرسلن توسط موم اینله پوشانده و سعی شد موم به هیچ وجه بر روی دیسک پرسلن نیاید. (شکل ۴) بدنبال آن آلیاژ و دیسک پرسلن توسط High Strength Dental Stone<sup>۴</sup> (Velmix) پوشانده شد.

به این منظور مولد مناسبی برای گچ به شکل استوانه تهیه گردید. (شکل ۵) ابعاد مولد گچ ۲۵×۲۰ میلی متر بود. گچ با آب برطبق دستور کارخانه مخلوط گردید و بعد از چرب نمودن مولد و قراردادن میله به همراه دیسک پرسلن در آن، گچ ریخته شد.

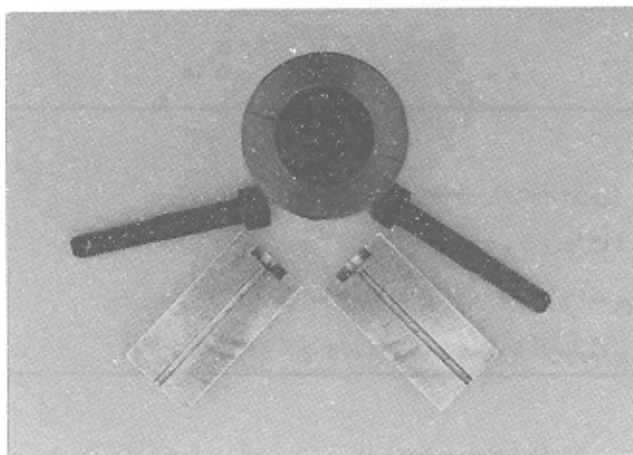
۲۴ میله استوانه‌ای تهیه شده از هر آلیاژ، به سه دسته هشت تائی تقسیم گردید. دسته اول بعد از پخت اپک و پرسلن Body، گلیز شدند. این گروه تحت عنوان گروهی با سه بار پخت پرسلن در این تحقیق نامیده شده است.

پترن مورد استفاده جهت تهیه میله‌های استوانه‌ای، آنتن رادیو به قطر ۲ میلی متر بود که به تعداد ۳ الی ۶ عدد به سه سیلندر متصل گردید. سپس سیلندر توسط گچ Phosphate Bonded (Ceramigold)<sup>۱</sup> ریخته شد. وقتی که گچ تا حدودی سخت گردید، پترن فلزی از درون آن بیرون کشیده شد و توسط آلیاژهای مورد نظر ریخته گردید. بعد از انجام Casting، میله‌های استوانه‌ای به طول ۵۰ میلی متر و قطر ۲ میلی متر تهیه شدند و به بدنبال آماده سازی سطح میله‌ها، آلیاژهای Rexillium III و Begostar دگاز شدند اما در مورد آلیاژ Jelstar بر طبق دستور کارخانه از Metal Conditioner<sup>۲</sup> استفاده شد. سپس از پودر پرسلن Ceramco استفاده گردید. پودر پرسلن اپک Ceramco II، Paint-O-Pake بر روی نمونه‌ها زده شد. بعد از پخت اپک اول، اپک دوم زده شد. به بدنبال اتمام پخت پودر اپک، پرسلن (Cerameco) Body به صورت دیسک بر روی آن پخت گردید. به منظور استاندارد نمودن ابعاد دیسک پرسلن، مولد Mold برنجی تهیه شد. جهت جلوگیری کردن از چسبیدن پرسلن به مولد برنجی از Foil آلومینیم استفاده گردید. بدین ترتیب که به طریق خاصی برش داده شد و در درون مولد Mold برنجی تطابق داده شد (شکل ۲) سپس میله استوانه‌ای

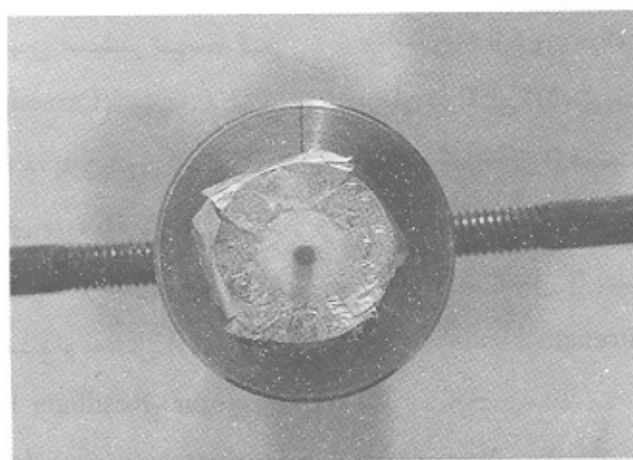
1- Ceramigold, Whip- Mix Co. 2- Jelenko Co

3- Cerameco Inc. Newyork. N.Y.

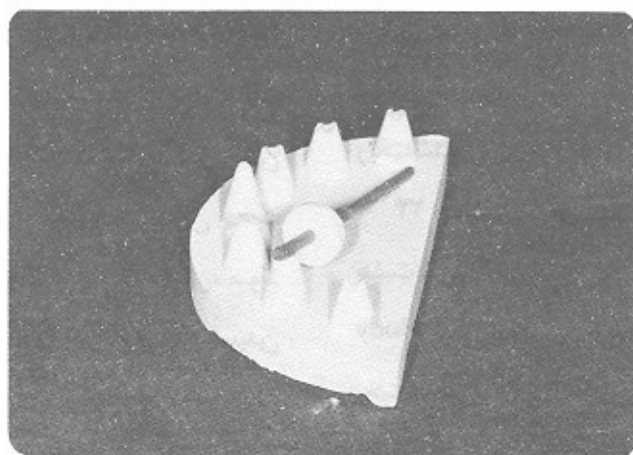
4- Velmix, Kerr Mfg. Co, Romulus, Mich



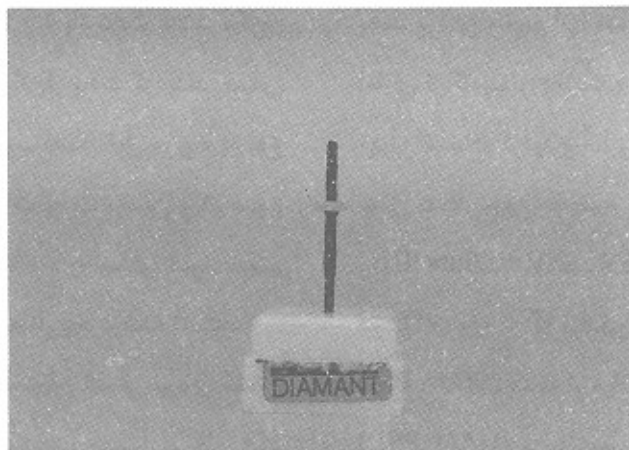
شکل ۱ - مولد برنجی همراه با استوانه از جنس فولاد



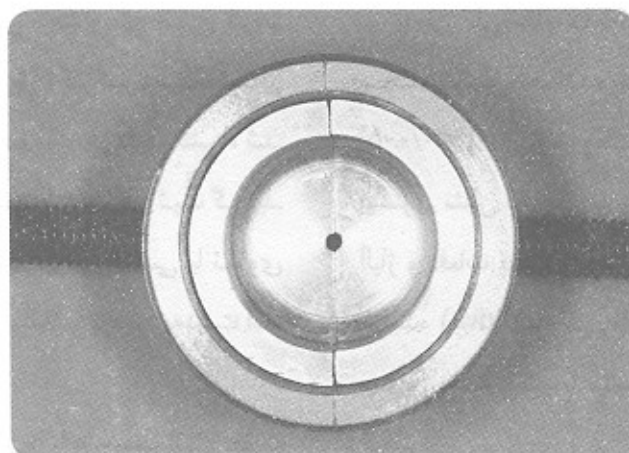
شکل ۲ - پودر پرسلن در درون مولد قرار دارد



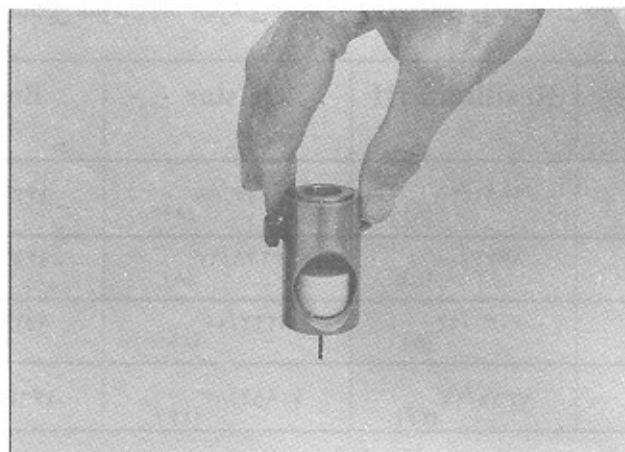
شکل ۳ - پرسلن از درون مولد برداشته شده و روی تری قرار دارد



شکل ۴ - قسمت فوقانی و تحتانی دیسک پرسن موم اینله گذاشته شد



شکل ۵ - مولد گچ که شامل دو نیمه از جنس برنج و یک استوانه فولادی می باشد



شکل ۶ - نمونه درون مولد

پخت پرسلن و توأم آنها نشان می‌دهد. به‌منظور انجام کارهای آماری از کامپیوتر دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران استفاده گردید و آنالیز واریانس دوطرفه انجام شد. نتایج نشان داد در میان مقاومت باند آلیاژهای Jelstar, Begostar و Rexillium III اختلاف معنی‌دار Significant وجود دارد. ( $P < 0/0001$ ) میانگین مقاومت باند در آلیاژ Begostar (14649 PSI) بیشتر از میانگین مقاومت باند در آلیاژ Jelstar (10952 PSI) می‌باشد و آلیاژ Rexillium III با میانگین مقاومت باند 7466 PSI کمترین مقدار را نشان داد. (شکل ۷). به‌طور کلی مقاومت باند آلیاژها در سه، پنج و هفت بار پخت پرسلن اختلاف معنی‌دار Significant نشان داد. ( $P < 0/005$ ) و ۵ بار پخت در مجموع آلیاژها مقاومت باند بیشتری نشان داد. ولی به دلیل اینکه Interaction بین نوع آلیاژ و دفعات پخت وجود دارد ( $P < 0/003$ ) در نتیجه اثرات افزاینده (Additive) نمی‌باشند لذا برای هر آلیاژ باید جداگانه بهترین پخت پرسلن با بیشترین مقدار مقاومت باند را، در نظر گرفت.

گروه دوم، ۲ پخت اضافی یعنی ۵ بار پخت شدند و گروه سوم، ۲ پخت اضافی دیگر یعنی ۷ بار پخت گردیدند. سپس نمونه‌ها کدگذاری شدند. بدین ترتیب که، کد اول مربوط به نوع آلیاژ، کد دوم مربوط به تعداد دفعات پخت پرسلن و کد سوم شماره نمونه است. بعنوان مثال B-۳۷ به معنای نمونه هفتم از آلیاژ Begostar می‌باشد، که سه بار پخت شده است.

به دنبال کدگذاری نمونه‌ها، به‌منظور اعمال نیروی کشش از دستگاه Instron<sup>۱</sup> استفاده گردید. به‌همین منظور فک خاصی برای دستگاه تراشیده شد تا بتواند استوانه گچی را نگه داشته و میله استوانه‌ای از بخش تحتانی آن خارج گردد. (شکل ۶) میله استوانه‌ای از طریق فک گیرنده نمونه‌های تخت‌گرفته شد و با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه کشیده شد. منحنی Stress به Strain توسط دستگاه ثبت گردید. مقاومت تنش برشی باندازه تقسیم نیروی کششی یا نیروی شکست بر مساحت فصل مشترک آلیاژ با پرسلن به‌دست آمد.

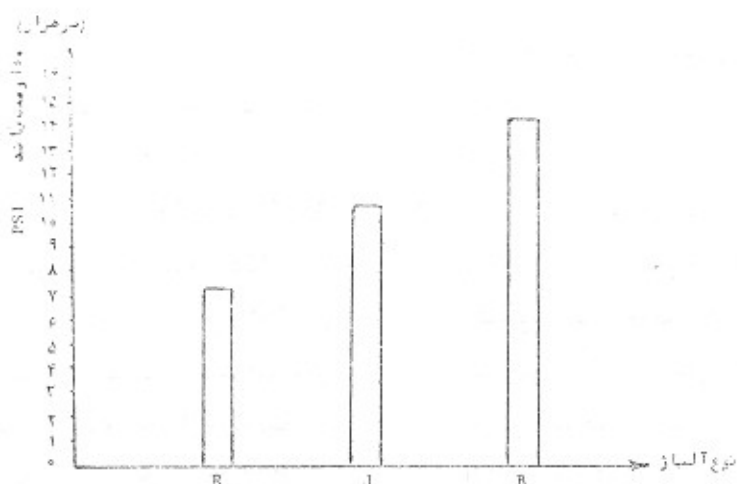
### نتیجه

جدول (۲) میانگین اندازه‌گیری‌ها را بر حسب آلیاژ، دفعات

جدول ۲ - میانگین مقاومت باند آلیاژهای مختلف (بر حسب PSI) در طی پخت‌های مکرر پرسلن

نوع آلیاژ / دفعات پخت	Rexillium III	Jelstar	Begostar	میانگین
سه بار پخت	6891/38 (8)	10407/88 (8)	14328/13 (8)	10542/46 (24)
پنج بار پخت	8477/00 (8)	13228/63 (8)	14263/88 (8)	11989/83 (24)
هفت بار پخت	7030/13 (8)	9222/00 (8)	15346/00 (8)	10532/71 (24)
میانگین	7466/17 (24)	10952/83 (24)	14649/00 (24)	

1- Instron Engineering Corp., Canton, Mass.

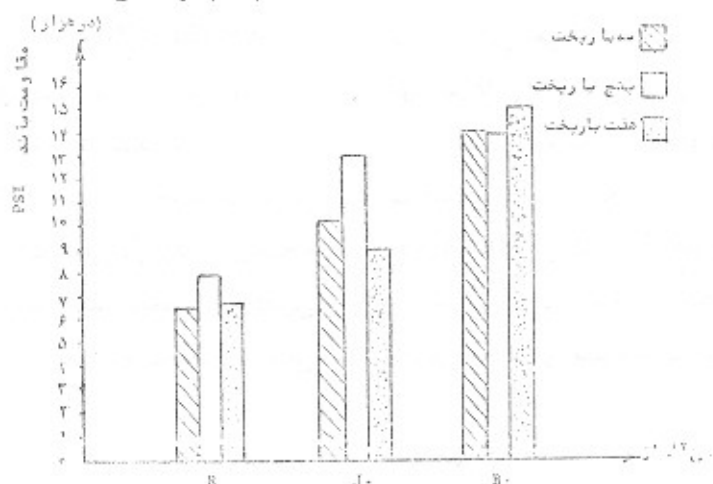


شکل ۷ - نمودار باری شکل از مقایسه مقاومت باند در بین آلیاژهای مختلف

اما اگر بخواهیم گروه‌های دو به دو مختلف که در همان سطر یا ستون (در جدول ۶) قرار دارند را در این جدول ۳×۳ مقایسه کنیم جمعاً ۱۸ مقایسه خواهیم داشت که به این منظور از روش چندگانه (Multiplet) استفاده می‌کنیم. در نتیجه به جای  $t_1 - \frac{a}{\sqrt{m}}$  از  $t_1 - \frac{a}{\sqrt{p}}$  که تعداد محاسبه‌ها می‌باشد، استفاده می‌کنیم. بر این اساس مقایسه مقاومت باند در آلیاژهای Rexillium III و Begostar برحسب دفعات پخت معنی‌دار نمی‌باشد و مقاومت باند در آلیاژ Jelstar بر حسب دفعات پخت معنی‌دار است. ( $P < 0.05$ ) و پخت پنجم بالاترین مقاومت را نشان داد. (شکل ۸)

Rexillium III و Begostar اختلاف معنی‌دار است. ( $P < 0.05$ ) و آلیاژ Rexillium III کمترین مقدار مقاومت باند و آلیاژ Rexillium III با آلیاژ Begostar و Jelstar اختلاف معنی‌دار (Significant) داشت. ( $P < 0.05$ ) ولی بین Begostar و Jelstar اختلاف معنی‌دار نبود. در پخت هفتم بین مقاومت باند آلیاژهای Rexillium III و Jelstar با Begostar اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما بین Rexillium III و Jelstar اختلاف معنی‌دار نبود.

لازم به تذکر است که واریانس مشترک برای مقایسه مقاومت باند در آلیاژها و پخت‌های مختلف برابر ۲۸۹۸۳۳۴ و انحراف معیار (SD) برای این صفت ۱۷۰۲ برآورد شده است.



شکل ۸ - نمودار باری شکل از مقایسه مقاومت باند در بین آلیاژهای مختلف و در طی پخت‌های مکرر پرسن

## بحث

امر منجر به عدم هماهنگی در ضرائب انبساط حرارتی آلیاژ و پرسنل می‌گردد در نتیجه مقاومت باند کاهش می‌یابد.

۲- در اثر پخت مکرر پرسنل با انتشار عناصر Base-Metal از آلیاژ به داخل پرسنل ضریب انبساط حرارتی آن کاهش یافته و در نتیجه عدم هماهنگی در ضرائب انبساط حرارتی آلیاژ و پرسنل امکان شکست باند افزایش می‌یابد. این امر خصوصاً در مورد آلیاژهای Base-Metal (با توجه به Diffusion اکسیدکرم به داخل پرسنل) صادق است.

۳- در اثر پخت مکرر پرسنل ضخامت اکسید بین آلیاژ و پرسنل زیاد می‌گردد و از آنجا که قدرت اشباع شدن پرسنل با اکسید محدود است، لذا ضخامت زیاد اکسید سبب کاهش مقاومت باند می‌گردد.

۴- در آلیاژهای Gold-Base به دلیل کم بودن عناصر Base-Metal در آن، در اثر پخت مکرر پرسنل آلیاژ از این عناصر تهی می‌گردد و ممکن است Modolous of Elasticity آن کاهش یافته، سریع‌تر تغییر شکل یابد و در نتیجه مقاومت باند ضعیف گردد.

همانطور که نتایج این آزمایش نشان دار، موارد فوق در مورد آلیاژهای Begostar و Rexillium III (تا محدوده ۷ بار پخت) صادق نمی‌باشد. چه در غیر این صورت مقاومت باند در این آلیاژها می‌بایست کاهش یابد.

در مورد علت کم شدن مقاومت باند آلیاژ Jelstar در ۷ بار پخت نیاز به تحقیقات بیشتری توسط Electron Microprob می‌باشد. اما احتمالاً دلیل کاهش مقاومت باند در این آلیاژ مربوط به انتشار عناصری مانند ایندیم و نقره به داخل پرسنل و تغییر ضریب انبساط حرارتی آن می‌باشد.

## خلاصه

مقاومت باند بین آلیاژهای Jelstar, Rexillium III و

تحقیقات متعددی درباره مقایسه مقاومت باند بین آلیاژهای Gold-Base, Pd-Ag و آلیاژ Ni-Cr انجام شده Goodkind<sup>[1]</sup> و Lubovich (۱۹۷۷)، Moffa<sup>[5]</sup> (۱۹۷۳) و Anthony<sup>[6]</sup> و همکارانش (۱۹۷۰)، Maickel<sup>[2]</sup> و Malhorta (۱۹۸۰) و Gavelis<sup>[7]</sup> و همکارانش (۱۹۸۲) از جمله محققینی می‌باشند که معتقدند مقاومت باند در آلیاژهای Gold-Base کمتر از آلیاژهای Base-Metal می‌باشند. در حالی که بعضی دیگر از محققین همچون Beeche<sup>[8]</sup> و Chong (۱۹۸۰) و Sced را تأیید می‌کند. بدین معنی که آلیاژ Begostar با بیش از ۸۰/۵٪ فلزات Noble مقاومت باند بیشتری نسبت به Jelstar (آلیاژ Ag-Pd) دارا بود و Rexillium III مقاومت باند کمتری نسبت به سایر آلیاژها داشت. احتمالاً ضخامت اکسید تشکیل شده در سطح آلیاژهای Gold-Base نازک می‌باشد ولی ضخامت زیاد اکسید در آلیاژ Rexillium III سبب کاهش مقاومت باند می‌گردد. در این تحقیق در طی آماده سازی آلیاژ Rexillium III, Sandblast انجام نگردید و پیشنهاد می‌گردد که اگر از این آلیاژ استفاده می‌شود حتماً Sandblast گردد. چه به این ترتیب گیر مکانیکی این آلیاژ بیشتر می‌شود. در ۳ و ۷ بار پخت پرسنل مقاومت باند در آلیاژ Gold-Base (Begostar) همچنان بیشتر از آلیاژهای Jelstar و Rexillium III بود. فقط در ۵ بار پخت پرسنل مقاومت باند بین آلیاژهای Begostar و Jelstar اختلاف معنی دار نداشت.

در مورد آلیاژ Rexillium III و Begostar در طی پخت مکرر پرسنل تغییر در مقاومت باند معنی دار نبود و این نتیجه تا حدی غیر منتظره بود چه بر اساس نظرات بعضی از محققین انتظار می‌رفت که تغییرات ذیل در اثر پخت مکرر پرسنل ایجاد گردد.

۱- در اثر پخت مکرر پرسنل با تغییر مقدار کریستال‌های Leucite, ضریب انبساط حرارتی آن تغییر یافته، این

## Summary

### Evaluation of bond strength of porcelain to dental alloys and effect of repeated firing on it

In this study investigated bond strength of porcelain to three types of alloys gold- base, Pd - Ag and base metal alloys using pull - shear method. In addition effect of repeated firing on bond strength was evaluated.

Results showed bond strength of porcelain with gold-base alloy is superior than Pd-Ag and base metal alloy is inferior. Repeated firing of porcelain had no significant effect on bond strength of base - metal and gold-base alloys but it weakened bond strength of Pd-Ag alloy.

Begostar با استفاده از روش Pull-Shear مقایسه گردید و اثر پخت مکرر پرسلن بر مقاومت باند بررسی شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق عبارتند از:

۱- مقاومت باند در آلیاژ Gold-Base بیش از آلیاژ نقره - پالادیوم بود و آلیاژ Base Metal در مرتبه پائین تر قرار داشت. ( $P < 0/0001$ )

۲- مقاومت باند در آلیاژهای Rexillium III و Begostar در اثر پخت مکرر پرسلن اختلاف معنی دار نداشتند.

۳- مقاومت باند آلیاژ Jelstar در ۵ بار و ۷ بار پخت اختلاف معنی دار داشت و با افزایش دفعات پخت پرسلن مقاومت باند کاهش یافت.

با توجه به تحقیق فوق می توان گفت آلیاژهای Rexillium III و Begostar پخت مکرر پرسلن (در محدوده ۷ بار) را تحمل می کنند در حالی که در مورد آلیاژ Jelstar این امر صادق نمی باشد و باید سعی نمود که در کلینیک محدوده پخت در آن از ۵ بار فراتر نرود.



## REFERENCES

1. Sell J S, Nielsen, J P. Study of Bond Strength Between Gold Alloys and Porcelain J. Dent. Res. 1962; 41. 1424.
2. Malhorta M L, Mackel L G. Shear Bond Strength of Porcelain Fused to Alloys of Varying Noble Metal Contents. J. Prosthet. Dent. 1980; 44: 405
3. Anusavice K J, Screening Tests for Metal Ceramic Systems. IN Mclean J.W.: Dental Ceramics Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc; 1985.
4. Lubovich R P, Goodkind R J. Bond Strength Studies of Precious, Semiprecious and Non Precious Ceramic Metal Alloys with two Porcelains. J. Prosthet. Dent. 1977; 37: 282.
5. Moffa J P, Lugassy, A A, Guchos A D. An Evaluation of Non Precious Alloys for use with Porcelain Venners. Part. J. Prosthet. Dent. 1973; 30: 424
6. Anthoy D H, Bunett A P, Smith D L. Shear Test for Measuring Bonding in Cast Gold Alloy Porcelain J. Dent. Res. 1970; 49: 270.
7. Gavelis Lime. A Comparision of Bond Strength of two Ceramometal System. J. Prosthet. Dent. 1982; 48(4).
8. Chong M P, Becch D R. A Simple Shear Test to Evaluate the Bond Strength of Ceramic Fused to Metal. Austral. Dent. J. 1980; 25: 357.
9. Mclean J W, Sced I R. Bonding of Dental Porcelain to Metal. Part. II. THE Base Metal Alloy Porcelain Bond. Tran. Br. Ceram. Soc. 1973; 72: 235.