

# مروری جامع بر مواد دندانی

(پاواز 2017 – چون نورت 2013)

گروه علمی مؤسسه انتشاراتی پیشگامان پارسه

تدوین و گردآوری

دکتر حسین باقری

دکتر کیانا شکفته



## محاسبه تغییرات ابعادی حین ستینگ (Dimensional Change During Setting)

یک مثال معمول، محاسبه تغییرات ابعادی خطی ماده قالب‌گیری سیلیکون افزایشی بلafاصله بعد از ستینگ تا ۲۴ ساعت بعد از ستینگ است. به این منظور، فرض کنید قالبی از ۲ پایه فلزی با فاصله تقریبی ۵۱ میلی‌متر گرفته‌ایم. این فاصله را در قالب تهیه شده با ماده سیلیکون افزایشی یکبار بلafاصله بعد از ستینگ ( $L_1$ ) و بار دیگر ۲۴ ساعت بعد ( $L_2$ ) اندازه‌گیری می‌نماییم. این اعداد به ترتیب mm  $50/985$  و  $50/876$  mm به دست آمده است. از طریق فرمول زیر می‌توان درصد تغییر ابعادی ماده حین ستینگ را محاسبه کرد:

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100 = \%$$

$$\frac{50/985 - 50/876}{50/985} \times 100 = -0.21\%$$

بنابراین در ماده قالب‌گیری در ۲۴ ساعت بعد از ستینگ،  $-0.21\%$  انقباض خطی رخ داده است.

## تغییر ابعادی حرارتی (Thermal Dimensional Change)

مواد دندانی ترمیمی (restorative) دائماً با تغییرات دمایی در محیط دهان در ارتباط هستند. این تغییرات می‌توانند همراه با تغییرات ابعادی مواد و ساختار دندان مجاور باشد. از آنجایی که معمولاً انبساط حرارتی مواد با نسج دندان یکسان (match) نیست، انبساط افتراقی رخ می‌دهد که می‌تواند سبب نشت (leakage) میانعات دهانی بین مواد ترمیمی و دندان شود.

انبساط حرارتی خطی مواد، می‌تواند با محاسبه تغییر طول نمونه در ۲ دما معین شود. به منظور مقایسه بهتر مواد با هم این تغییر طول خطی به عنوان ضریب انبساط حرارتی (Coefficient of thermal expansion) در نظر گرفته می‌شود.

**TABLE 2-1 Range of Linear Thermal Coefficient of Expansion of Dental Materials in the Temperature Range of 20° to 50°C**

Material	Coefficient ( $\times 10^6/\text{°C}$ )
Human teeth	8–15
Ceramics	8–14
Glass ionomer base	10–11
Gold alloys	12–15
Dental amalgam	22–28
Composites	25–68
Unfilled acrylics and sealants	70–100
Inlay wax	300–1000

## محاسبه تغییرات ابعادی حرارتی (Thermal Dimensional Change)

برای مقایسه راحت‌تر مواد با هم، میزان انبساط حرارتی خطی با عنوان **ضریب انبساط خطی** با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{L_{t_2} - L_{t_1}}{L_{t_1}} \div (t_2 - t_1) = \text{Linear coefficient of thermal expansion}$$

قسمت اول، تغییرات را به واحد طول و قسمت دوم به واحد دما تبدیل می‌کند.

بنابراین مقادیر بیانگر میزان تغییر طول به واحد طول به ازای ۱ درجه تغییر دما است.

## ویژگی‌های مواد

### فصل ۲ مواد دندانی پاورز ۲۰۱۷

دکتر کیانا شکفت

درک خصوصیات فیزیکی، الکتریکی و مکانیکی مواد مورد استفاده در دندان‌پزشکی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. به این علت که:

۱. موادی که برای جایگزینی بخش‌های از دست‌رفته دندان استفاده می‌شوند، در معرض حمله از سمت محیط دهان و نیروهای جوشی قرار دارند.

۲. مواد ترمیمی با روش‌های مختلف بهداشتی در بیماران سایده می‌شوند و از بین می‌روند؛ در نتیجه، خواص آن‌ها معیاری برای انتخاب آن‌ها است. تجربه‌های بالینی و تحقیقات، ارتباط میان موقوفیت بالینی را با برخی خواص مواد نشان داده‌اند که از این اطلاعات به عنوان راهنمایی برای ارتقای مواد دندان‌پزشکی استفاده شده است.

۳. تبیین خواص فیزیکی بحرانی برای انواع مواد منجر به تدوین استانداردها یا مشخصات فنی حداقل شده است. انتستیوی استاندارد ملی آمریکا (ANSI)، انجمن دندان‌پزشکی آمریکا (ADA) به همراه سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) و سازمان‌های فدرال، بیش از ۱۰۰ استاندارد یا مشخصات برای مواد دندان‌پزشکی تبیین نموده‌اند و از موادی که حداقل استانداردهای کیفیت را برآورده کرده‌اند، لیستی تهیه کرده‌اند، این اطلاعات از طریق دفتر ADA در شیکاگو یا از وب سایت آن در دسترس است ([www.ada.org](http://www.ada.org)) و برای انتخاب مواد دندان‌پزشکی و اطمینان از کنترل کیفیت آن‌ها مفید است.

تمرکز این فصل بر تغییرات ابعادی، خواص الکتریکی، حلایت، جذب آب و خواص مکانیکی مواد دندان‌پزشکی قرار دارد. انتخاب مواد باید با توجه به تأثیر آن‌ها بر بافت‌های دهانی و اثرات سمی احتمالی آن‌ها باشد. رنگ و خواص نوری مواد نیز در انتخاب مواد ترمیمی حائز اهمیت است.

## تغییرات ابعادی (Dimensional change)

حفظ‌کردن ابعاد حین پروسه‌های دندانی مثل قالب‌گیری، ساخت مدل و... در دقت یک رستوریشن اهمیت بسیاری دارد. تغییرات ابعادی می‌تواند به علل مختلف روی دهد:

۱. واکنش‌های شیمیایی: به عنوان مثال، آنچه حین ستینگ بعضی از مواد قالب‌گیری الاستومریک یا حین ستینگ کامپوزیت‌های دندانی اتفاق می‌افتد.

۲. تغییر دما: به عنوان مثال، در سرد کردن موم یا طلا در حین کار به منظور مقایسه راحت‌تر مواد با هم، **تغییرات ابعادی به عنوان درصدی از طول** یا **حجم اولیه** تعریف می‌شود.

### عوامل باندینگ

عوامل باندینگ با کامپوزیت‌ها و برای تأمین باند کافی به مینا و عاج مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک باند مناسب می‌تواند در برابر استرس ناشی از پلیمریزاسیون کامپوزیت و نیروهای جوشی مقاومت کند. باندینگ‌ها به صورت سیستم‌های لایت‌کیور و دوال‌کیور دارای چند بطری (نسل چهارم) و سیستم‌های لایت‌کیور تکبطری (نسل پنجم) و سیستم‌های سلفاج (نسل ششم و هفتم) در دسترس هستند. عوامل باندینگ نسل چهارم و پنجم، سیستم‌های توatal اج یا اج و شست‌وشو نامیده می‌شوند. عوامل باندینگ یونیورسال می‌توانند توatal اج یا سلفاج باشند. مشخصات و نمونه‌هایی از نسل‌های چهارم، پنجم، ششم و هفتم و باندینگ یونیورسال در جداول ۴-۶ و ۴-۷ آورده شده است.

TABLE 4-6 Characteristics of Fourth-, Fifth-, Sixth-, and Seventh-Generation Bonding Agents

Generation	Type	Components	Application	Phosphoric acid etching and rinsing	Smear layer on dentin
Fourth	Total-etch, multiple bottle	Etchant, primer, adhesive*	Apply components separately	Yes	Removed
Fifth	Total-etch, single bottle	Etchant, primer-adhesive*	Apply components separately	Yes	Removed
Sixth (Type I)	Self-etching primer, adhesive	Acidic primer, adhesive*	Apply components separately	No	Modified
Sixth (Type II)	Self-etching adhesive	Acidic primer-adhesive	Mix components and apply	No	Modified
Seventh (Type I)	No-mix, self-etching adhesive	Acidic primer-adhesive*	No mixing, apply	No	Modified
Universal	Total-etch or self-etch	Acidic primer-adhesive*	No mixing, apply	Yes or no	Removed or modified

\*Dual-cured activator available—mixing required.

در سیستم‌های توatal اج (یا اج شست‌وشو)، سیستم‌های چندبطری (نسل چهارم)، این اجزا به طور جداگانه بسته‌بندی می‌شوند. در سیستم‌های توatal اج، تکبطری (نسل پنجم)، پرایمر و باند با هم ترکیب می‌شوند. سیستم‌های سلفاج، نسل ششم، هفت و یونیورسال حاوی پرایمرهای اسیدی/ادهziyo هستند که به آن‌ها اجازه می‌دهد بدون اج‌کردن قبلی با اسید فسفریک و بدون شست‌وشو استفاده شوند. عوامل باندینگ یونیورسال ممکن است حاوی پرایمرهای ویژه‌ای برای اتصال به سرامیک‌های با بیس سیلیکا و زیرکونیا و همچنین فلزات باشد.

باند به مینای اج شده میکرومکانیکال است و همان‌طور که در شکل ۴-۳ نشان داده شده است از ترشدن و نفوذ خوب سطحی، حاصل می‌شود. **باند به عاج نیاز به حذف لایه اسپیر دارد** که از هیدروکسی آپاتیت و کلاژن تا حدودی دناتوره شده و عاج اینترتبولار دمینرالیزه شده با ضخامت ۱ تا ۵ میکرومتر تشکیل شده است. عامل باندینگ به کلاژن اکسپوز نفوذ می‌کند و برخلاف اتصال به مینای دندان، یک لایه هیبریدی شکل می‌دهد (شکل ۴-۹).

شکل گیری یک لایه هیبرید گیر میکرومکانیکال به عاج را امکان‌پذیر می‌کند. از آنجا که مورفولوژی عاج مانند تعداد و اندازه تبول‌ها بر حسب موقعیت آن متفاوت است، اتصال به آن نیز خصوصاً در نواحی با تراکم بالای تبولی (عاج عمقی) و عاج اسکلروتیک متفاوت است.

TABLE 4-7 Examples of Fourth-, Fifth-, Sixth-, and Seventh-Generation Bonding Agents

Type	Product	Manufacturer
Fourth	All-Bond 3	Bisco Dental Products (Schaumburg, IL)
	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE (St. Paul, MN)
Fifth	Prime & Bond NT	DENTSPLY Caulk (Milford, DE)
Sixth (Type I)	Clearfil SE Protect	Kuraray America (New York, NY)
Sixth (Type II)	Adper Prompt L-Pop	3M ESPE
Seventh	Clearfil S3 Bond Optibond All-In-One	Kuraray America Kerr Corporation (Orange, CA)
Universal	Xeno IV DC Scotchbond Universal Adhesive	DENTSPLY Caulk 3M ESPE

### ترکیب و واکنش

یک عامل باندینگ از سه جزء تشکیل می‌شود:

۱. اچ کننده (اچانت)
۲. پرایمر
۳. ادھزیو

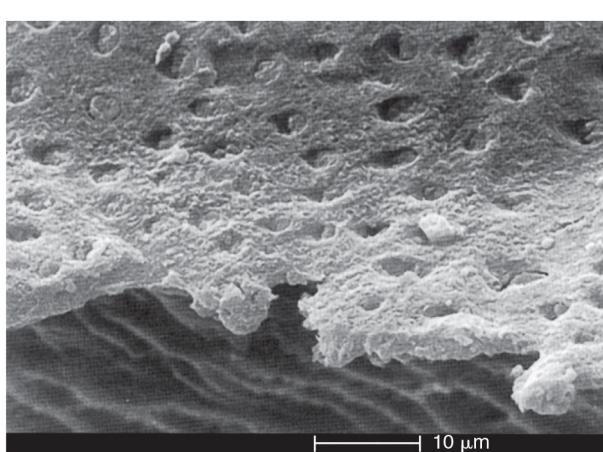


FIG 4-9 Hybrid layer formed by bonding agent penetrating collagen from demineralized dentin. (From Powers JM, Finger WJ, Xie J: Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin, *J Prosthet Dent* 4: 28, 1995.)

اچانت برای باندینگ‌های نسل چهار و پنج غالباً ژل اسید فسفریک ۳۴ تا ۳۷ درصد است. بسیاری از عوامل باندینگ حاوی یک مونومر چندکاره (پرایمر/ادھزیو) هستند که دارای دو گروه هیدروفیلیک (آبدوست) برای بهبود ترکنندگی و نفوذ به عاج اصلاح شده (treated) و هیدروفوبیک (آبگریز) برای پلیمریزاسیون و تشکیل باند با کامپوزیت هستند. اجزای پرایمر و ادھزیو معمولاً در یک حل مانند استون، الکل یا آب حمل می‌شوند.

## ترکیب و واکنش:

پودر سمان زینک فسفات عمدتاً اکسید روی به همراه اکسید منیزیوم و رنگدانه‌ها است. مایع آن محلول اسید فسفریک است که در آب توسط یون‌های آلومینیوم و روی بافر شده است که به کند شدن واکنش در هنگام اختلاط کمک می‌کند. واکنش شیمیایی وقتی شروع می‌شود که پودر سمان به مایع افروده شود. سطح پودر قلیایی توسط مایع اسیدی حل می‌شود، که منجر به یک واکنش گرمایی مخلوط می‌شود که افزایش دمای ناشی از آزادسازی گرمای را به حداقل برساند. سمان ست‌شده در اصل یک شبکه آمورف هیدراته از زینک فسفات است که ذرات نیمه حل شده اکسید روی را احاطه می‌کند. سمان متخلخل است.

ستینگ سمان زینک فسفات تحت تأثیر زمان و دما قرار می‌گیرد. خنکسازی اسلب اختلاط باعث افزایش زمان کار (working time) می‌شود. این سمان معمولاً در عرض ۵ تا ۹ دقیقه از شروع اختلاط در دهان سنت می‌شود. فاکتورهایی مانند نسبت پودر به مایع بیشتر، افزودن سریع‌تر پودر به مایع و یک اسلب گرم‌تر باعث می‌شود که سمان سریع‌تر سنت شود. سمان‌کردن باید بالافاصله پس از مخلوط‌شدن تکمیل شود. هرگونه تأخیر می‌تواند منجر به film thickness بیشتر و نشست نامناسب ترمیم شود.

## ویژگی‌ها:

برخی از ویژگی‌های مهم این سمان عبارتند از: ستینگ سریع، خواص مکانیکی خوب، ضخامت لایه‌ای پایین، حلالیت کم و اسیدیته پایین سمان ست‌شده. حداقل الزامات توسط استاندارد ANSI - ADA توصیف می‌شوند (ISO 9917-2000).

## نکته

- استحکام فشاری سمان زینک فسفات شبیه به سمان گلاس آینومر است.
- ویژگی‌های ارتجاعیت (elasticity) سمان زینک فسفات می‌تواند به صورت معکوس تحت تأثیر نسبت کم پودر به مایع، اختلاط نادرست، و قرارگرفتن زود هنگام در معرض مایعات دهانی قرار گیرد (جدول ۷-۱۰).
- استحکام آن به سرعت بیشتر می‌شود به گونه‌ای که دو سوم استحکام نهایی ظرف مدت یک ساعت حاصل می‌شود.
- استحکام کششی پایین سمان زینک فسفات در مقایسه با استحکام فشاری بالای آن نشان‌دهنده ماهیت شکننده (brittle) این سمان است.
- ضخامت لایه‌ای (حداکثر ۲۵ میکرومتر) و حلالیت در آب (حداکثر ۰.۲٪ کاهش وزن بعد از ۲۴ ساعت) در محدوده قابل قبول کلینیکی قرار دارد.
- pH سمان زینک فسفات در ابتدا کم است ( $pH = 4/2$ ) اما بعد از ۴۸ ساعت تا نزدیک حالت خنثی افزایش می‌یابد.
- اسیدیته اولیه ممکن است اثر مخربی بر روی پالپ داشته باشد، به ویژه بر روی پالپی که از قبل دچار آسیب شده باشد، حفاظت پالپی توصیه می‌شود.
- گیر سمان زینک فسفات ناشی از اتصال مکانیکی با سطوح دندان و ترمیم است.

## کاربرد:

ابزار اولیه برای مخلوط‌کردن سمان زینک فسفات شامل یک اسلب شیشه‌ای سرد و یک اسپاتول پهن است. بطربی پودر را به آرامی تکان می‌دهیم و بطربی مایع پیش از آن که محتويات آن توزیع شود تکان داده می‌شود. پودر سمان با یک قاشقک تأمین شده توسط سازنده، توزیع می‌شود. پودر در یک گوشه از اسلب، به چهار تا شش بخش بسته به محصول تقسیم می‌شود. مقدار صحیح مایع نیز به تعداد قطره مطابق دستورالعمل کارخانه، به ناحیه‌ای از اسلب که از پودر فاصله دارد، ریخته می‌شود. قبل از اختلاط پودر و مایع، اسلب زیر آب سرد تا حدود ۲۱ درجه سانتی‌گراد سرد و بعد خشک می‌شود. هر نوع رطوبتی که روی اسلب باقی‌مانده باشد یا به خاطر سرد بودن آن، ایجاد شود (condensed)، تأثیر مخربی بر روی خواص سمان خواهد داشت. پودر به مایع در بخش‌هایی در فواصل ۱۵ ثانیه برای یک زمان اختلاط کلی ۶۰ تا ۱۲۰ ثانیه، بسته به محصول اضافه می‌شود. این سمان بر روی سطح بزرگی از اسلب با حرکت‌های وسیع و توسط یک اسپاتول فلزی انعطاف‌پذیر مخلوط می‌شود. قوام سمان قبل از افزودن آخرین قسمت پودر مورد آزمایش قرار می‌گیرد. تنها مقداری از بخش آخر پودر ممکن است برای رسیدن به قوام مطلوب ضروری باشد. قوام سمان در حدود یک اینچ بالاتر از اسلب مناسب است.

TABLE 7-10 Effects of Manipulative Variables on Selected Properties of Zinc Phosphate Cement

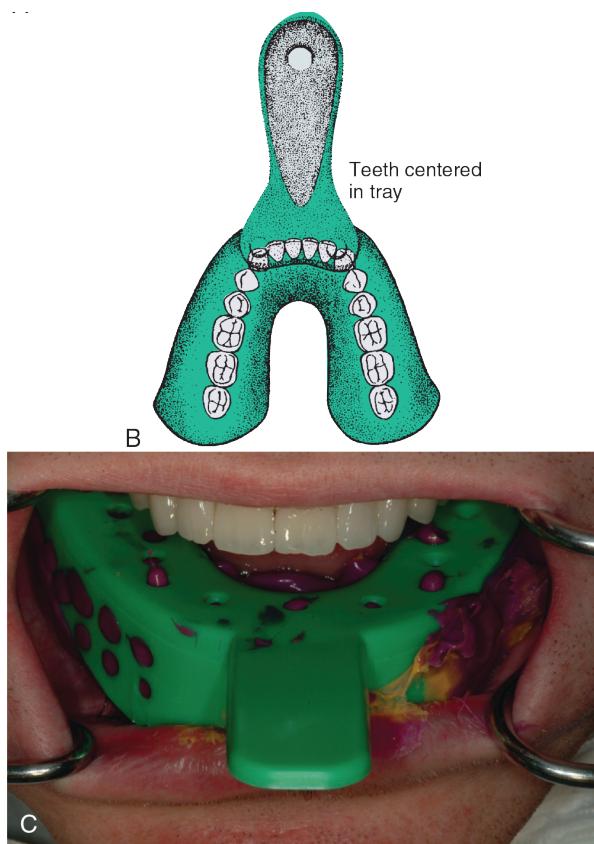
Manipulative variables	Compressive strength	Film thickness	Initial solubility	Acidity	Setting time
Decreased powder-liquid ratio	Decrease	Decrease	Increase	Increase	Slower
Increased rate of powder incorporation	Decrease	Increase	Increase	Increase	Faster
Increased mixing temperature	Decrease	Increase	Increase	Increase	Faster
Water contamination	Decrease	Increase	Increase	Increase	Faster

## V- سمان زینک پلی کربوکسیلات

سمان‌های زینک پلی کربوکسیلات، سمان‌هایی با پایه آب هستند که به عنوان سمان‌های نهایی برای گیر روش‌ها و بrijها به کار می‌روند. آن‌ها به اندازه سمان‌های زینک فسفات قوی نیستند، اما تحریک کمتری هم برای پالپ ایجاد می‌کنند. نمونه‌هایی از محصولات تجاری در جدول ۷-۲ آورده شده است.

## ترکیب و واکنش:

سمان‌های زینک پلی کربوکسیلات معمولاً به صورت پودر و مایع عرضه می‌شوند. پودر بیشتر اکسید روی است و مایع محلول ویسکوز از اسید پلی‌اکریلیک در آب است. یک محصول (Tylok Plus; DENTSPLY Caulk, Milford, DE) به صورت پودر برای مخلوط‌کردن با آب شیر (tap water) عرضه می‌شود. پودر آن از اکسید روی پوشیده شده (coated) با اسید



**FIG 8-10** Correct tray selection for a mandibular alginate impression. **A**, Buccal view. **B**, Occlusal view. **C**, View of the loaded impression tray seated in the mouth. (**A, B**, Modified from Meldrum RJ, Johnson RA, Cheney EA: *Preclinical orthodontics* 621/623, Ann Arbor, 1980 School of Dentistry, University of Michigan; **C**, courtesy Y-W Chen, University of Washington Department of Restorative Dentistry, Seattle, WA.)

## ۲- اصلاح تری:

برای اطمینان از اینکه در هنگام قراردادن تری، آلزینات به داخل وستیبول لبیالی جریان می‌یابد، ممکن است یک نوار مومی نرم به فلنچ قدامی تری اضافه شود. این نوار مومی ممکن است به سایر بردهای تری‌های فوقانی یا تحتانی نیز اضافه شود تا اطمینان حاصل شود که در تمام نواحی گسترش یافته آلزینات به خوبی ساپورت می‌شود.

## ۳- توزیع آلزینات (Dispensing the Alginate)

مقدار آب توصیه شده برای قالب، باید توسط ویال توزیع مایعات ارائه شده توسط شرکت سازنده درون یک کاسه لاستیکی توزیع شود. دمای آب باید هم دمای اتاق (۲۳ تا ۲۴°C) باشد.

پودر آلزیناتی که به صورت عمده عرضه می‌شود، باید قبل از بازکردن توسط چندبار تکان دادن ظرف، هوادهی شود (fluffed or aerated). فاشقک توزیع پودر که توسط تولیدکننده ارائه می‌شود باید به آرامی درون پودر فرو رود و سپس با اسپاتول به آرامی به آن ضربه زده شود تا از نبود حباب‌های بزرگ در توده اندازه‌گیری شده اطمینان حاصل شود. سرانجام، پودر اضافی با استفاده از یک اسپاتول از روی سطح برداشته می‌شود. این پودر به درون کاسه لاستیکی حاوی آب اضافه می‌شود (sifted).

## ۴- مخلوط کردن آلزینات (Mixing the Alginate)

با استفاده از یک اسپاتول سفت و پهن، پودر آلزینات با آب هم زده می‌شود. مخلوط به شدت به دیواره طرفی کاسه لاستیکی کشیده می‌شود تا یک مخلوط یکنواخت و خامه‌ای که عاری از حباب باشد، به دست آید. اسپاتولاسیون (مخلوط کردن) ناکافی منجر به ایجاد یک مخلوط دانه‌دانه می‌شود. اسپاتولاسیون آلزیناتی که توسط سازنده تحت عنوان یک محصول نرمال ست شونده عرضه شده است، باید تقریباً ۴۵ ثانیه به طول انجامد. محصولات سریع ست شونده باید حدود ۳۰ ثانیه مخلوط شوند.

## ثبت موارد زیر:

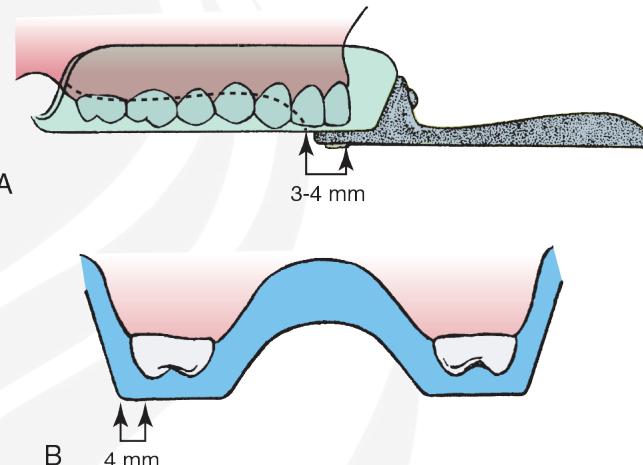
- تمام دندان‌های قوس فکی فوقانی و تحتانی
- زائد آلوئولار (Alveolar Process)
- ناحیه رترومولار قوس پایین
- ناحیه هامولار ناج در قوس فوقانی
- یک بازسازی دقیق، بدون اعوجاج و عاری از حباب از بافت‌های دهانی

## مراحل کار

### ۱- انتخاب تری:

معیارهای مدنظر برای انتخاب تری مانند زیلا:

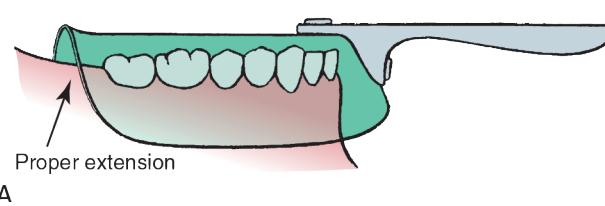
- کاملاً توبرزیته را پوشش دهد.
- در نواحی مولری ۴ میلی‌متر پهن‌تر از اپیکالی ترین بخش زائد آلوئولار باشد.
- دندان‌های قدامی را در حالی که لبه اینسایزال آن‌ها با بخش صاف تری در تماس است و ۴ میلی‌متر با شروع ناحیه پالاتالی تری فاصله دارد پوشش دهد. (شکل ۸-۹)



**FIG 8-9** Correct tray selection for a maxillary alginate impression. **A**, Side view. **B**, Posterior view. (Modified from Meldrum RJ, Johnson RA, Cheney EA: *Preclinical orthodontics* 621/623, Ann Arbor, 1980, School of Dentistry, University of Michigan.)

## معیارهای انتخاب تری مندیبل:

- تمام دندان‌ها و رتمولار پد را پوشش دهد.
- ۴ میلی‌متر پهن‌تر از موقعیت باکالی و لینگوالی دندان‌های خلفی و موقعیت لبیالی و لینگوالی دندان‌های قدامی باشد.
- اجازه دهد دندان‌ها در مرکز قرار گیرند و در عین حال با معیار دوم مطابقت داشته باشند. (شکل ۸-۱۰)



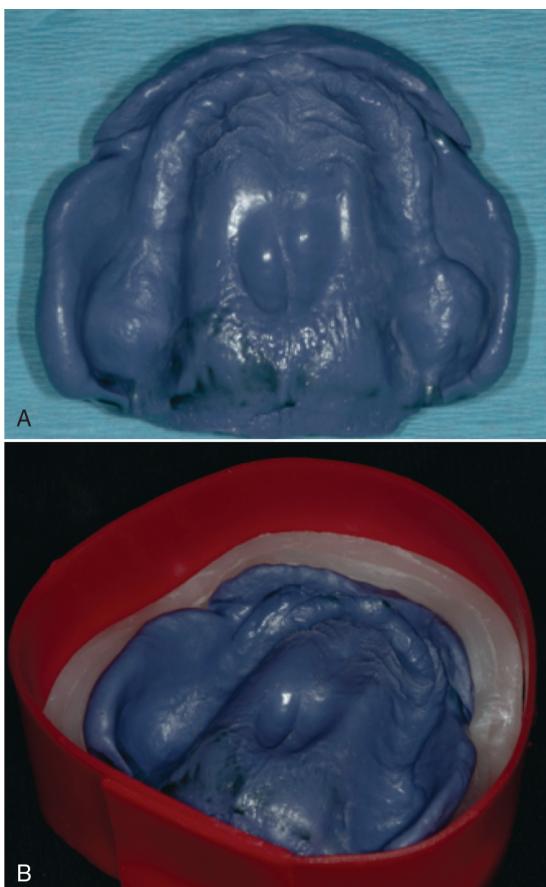
یادداشت



### ۳- ریختن مدل:

روش‌های متداول مختلفی برای ریختن یک مدل یا قالب وجود دارد:

۱. در روش اول، نوارهای مومی نرمی به نام موم باکسینگ در اطراف قالب کشیده می‌شوند تا قالبی برای گچ تشکیل دهند (شکل ۹-۷). به طور کلی، موم حدود ۱ سانتی‌متر فراتر از سمت بافتی قالب گسترش می‌یابد تا پایه‌ای برای این مدل فراهم شود. در کار با موم، باید دقت کرد تا مواد قالب‌گیری تغییر شکل ندهد. گچ مخلوطشده با یک اسپاتول در لایه‌هایی داخل قالب قرار می‌گیرد، با استفاده از ارتعاش، جریان یافتن مواد به درون قالب افزایش می‌یابد. باید دقت کرد که به مواد اجراهه داده شود تا بر روی این قالب جریان داشته باشند و از به دام افتدان هوا و ایجاد حباب جلوگیری شود. لایه‌های گچ تا وقتی که قالب به طور کامل با گچ پر شود اضافه می‌شوند. به ترتیب، دندان‌ها و بافت‌های نرم ممکن است با استون یا دای استون ریخته شود و اجراهه داده شود تا ست شود، سپس پلاستر یا استون مجدد ریخته شود تا بیس را بعد از آن کامل کند. مزیت داشتن پایه با پلاستر نرم‌تر این است که تریم آن در یک دستگاه تراش مدل آسان‌تر است.



**FIG 9-7** Impressions are sometimes “boxed” to facilitate pouring and construction of the model. Here, an impression of a maxillary edentulous arch (**A**) must be poured in gypsum to fabricate the master cast needed for denture construction. However, containing and supporting the gypsum is difficult. The cast is boxed using waxes (**B**); this strategy makes pouring easier. The model will also be more accurate, and ultimately the fit of the denture will be improved. (Courtesy Y-W Chen, University of Washington Department of Restorative Dentistry, Seattle, WA.)

۲. روش دوم برای ریختن یک مدل، با ریختن دندان‌ها و سطوح بافت نرم در گچ، همان‌طور که قبل از شرح داده شد، شروع می‌شود. سپس قالب پرشده می‌تواند وارونه شود و روی توده‌ای از گچ تازه مخلوطشده که روی یک سطح صاف مانند قالب شیشه‌ای قرار داده شده، قرار گیرد. این توده پایه را تشکیل می‌دهد. با این روش، قوام مواد پایه باید به اندازه کافی باشد که قالب در پایه فرو نرود. بیشتر دانشجویان تازه‌کار بیش از حد با قالب معکوس روی پایه کار می‌کنند و در نتیجه باعث «ارتعاش» قالب روی پایه می‌شوند. بنابراین، با قرار گیری روی پایه، حداقل دستکاری قالب معکوس حائز اهمیت است. قبل از این که پایه ست شود، شکل‌دادن پایه با یک اسپاتول برای کاهش زمان نیاز برای تریم مدل، توصیه می‌شود.

وقتی گچ با دست مخلوط می‌شود، جرم پودر و آب با استفاده از یک اسپاتول با سرعت حدود دو حرکت در ثانیه به مدت ۱ دقیقه همزده می‌شود. بسیاری از کاربران، به اندازه کافی گچ را مخلوط نمی‌کنند که **ویژگی‌های فیزیکی مانند استحکام** در نتیجه آن آسیب می‌بینند. مخلوط کردن ناکافی اغلب ناشی از ترس از ستشدن مواد قبل از ریختن است. این ترس بی‌اساس است مگر این که از شتاب‌دهنده‌ها مانند ترا آلبا در مخلوط استفاده شده باشد. هنگام مخلوط کردن، اپراتور باید دو طرف کاسه را با اسپاتول اسکراب کند و اطمینان حاصل کند که آب تمام پودر را مرطوب می‌کند. هنگامی که گچ با یک میکسر برقی مخلوط می‌شود، اپراتور باید برای چند ثانیه کمی پودر و آب را با دست هم بزند تا اطمینان حاصل شود که میکسر مکانیکی به طور مؤثر کار خواهد کرد (شکل ۹-۶). میکسر مکانیکی که با برق کار می‌کند در طول اختلاط به یک خط خلاً متصل می‌شود که هوا را در کاسه و تعداد حباب‌ها را در مخلوط کاهش می‌دهد. میکسرهای برقی معمولاً برای مخلوط کردن مواد دای به کار می‌روند و با سرعت زیاد می‌چرخند. بنابراین، پیروی از دستورهای سازنده برای زمان مخلوط کردن دقیقاً ضروری است، چون حتی یک ثانیه بیشتر یا کمتر مخلوط کردن می‌تواند خواص فیزیکی گچ یا زمان سستینگ آن را به طور قابل توجهی تغییر دهد. **برای کمک** به حذف هر حبابی که در طول اختلاط شکل‌گرفته است، استفاده می‌شود. به طور معمول، مخلوط برای ۱۰ تا ۱۵ ثانیه ویبره می‌شود تا حباب‌ها را به بالای مخلوط براند. **Vibration** همچنین برای تسهیل انتقال گچ به یک قالب یا ظرف دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. **Vibration** به طور مؤثر قوام مواد را کاهش می‌دهد و به ماده اجراهه می‌دهد تا جریان پیدا کند. نکات تکنیکی برای مخلوط کردن مواد گچی در **کادر ۹-۱** خلاصه شده‌اند.



**FIG 9-6** Programmable, power-driven vacuum mixing unit. The unit is designed for vacuum mixing all types of gypsums, plasters, and investments. Utilizing multiple stages, the VPM2 can be programmed for time, speed, and paddle direction. A twin-chamber, oil-less vacuum pump offers a powerful vacuum quickly, removes air, and reduces the risk of bubbles, providing a bubble-free mix. (Courtesy Whip Mix Corp, Louisville, KY.)

#### BOX 9-1 Technique Tips for Mixing Gypsum Materials

1. Disinfect the impression before pouring the model.
2. Use prepackaged gypsum products.
3. Measure the water in a graduated cylinder.
4. Add prepackaged powder to water to minimize bubbles.
5. Spatulate with a clean stiff spatula for 60 seconds until a smooth, uniform mix is achieved.
6. Use a laboratory vibrator once a uniform mix has been achieved to remove bubbles.

- گلیز کردن سطح برای ایجاد یک سطح صاف، درخششیده و غیرقابل نفوذ:** Glazing (به علت حذف تخلخل های سطحی) انجام می شود که به دو طریق قابل انجام است:
۱. گلاس های با دمای ذوب پایین روی سطح به کار برد و می شوند. حرارت نسبتاً کم در زمان کوتاه برای فیوژن این گلاس ها کافی است.
  ۲. پخت نهایی روکش در شرایط کنترل شده، لایه سطحی را ذوب کرده و یک سطح گلیز نفوذناپذیر ایجاد می نماید.

### ویژگی های پرسنل های دندانی

پرسنل ها از نظر شیمیایی بسیار با ثبات هستند، زیبایی عالی داشته و به مرور زمان دچار اضمحلال نمی شوند. هدایت حرارتی و ضریب انبساط حرارتی آنها مشابه مینا و عاج است.

استحکام فشاری بالا، ولی استحکام کششی آنها پایین است (مشخصه یک جامد ترد). Toughness Fracture آن کم است. ماگزیمم استرین که یک شیشه می تواند تحمل کند کمتر از ۰/۱٪ است. گلاس ها شدیداً به وجود ترک های ریز سطحی حساس هستند. هنگام سرد شدن پرسنل از دمای کوره به دمای محیط، سطح خارجی آن سریع تر از سطح داخلی منقبض می شود، زیرا پرسنل دارای رسانایی حرارتی پایینی است. در ابتدا سطح خارجی بیش تر از سطح داخلی منقبض شده و موجب ایجاد استرس فشاری در سطح خارجی و استرس کششی باقیمانده در سطح داخلی می شود، زیرا انقباض سطح خارجی باعث جلوگیری از انقباض سطح داخلی می شود. اگر تغییرات ابعادی افتراقی سطح داخل و خارج زیاد باشد، سطح داخلی دچار شکست می شود تا استرس های کششی ذخیره شده را آزاد کند. این مسئله موجب ایجاد ترک های ریز متعدد در سطح داخلی شده که می تواند موجب شکستن کراون شود (شکل ۳-۴)

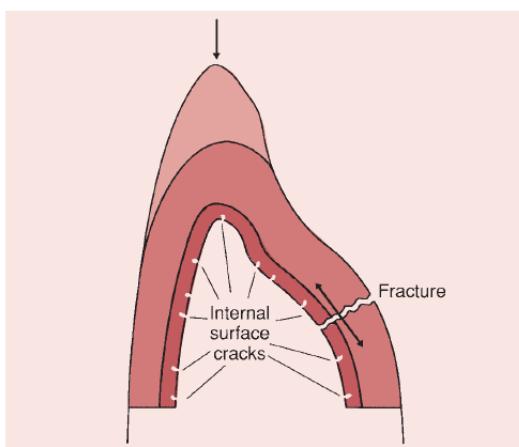


Figure 3.4.4 Palatal fracture of a porcelain jacket crown initiated from an internal surface flaw

به کاربردن گلیز که ضریب انبساط آن کمی کمتر باشد، داخل ترک ها را پر کرده و همچنین سطح را تحت فشار قرار خواهد داد. متأسفانه این عمل در سطح داخلی کراون به علت مشکل در نشستن آن امکان پذیر نیست.

استحکام کششی کم ذاتی پرسنل های فلزسپاتیک، کاربرد آنها را محدود به نواحی کم استرس می نماید. بنابراین باید پرسنل توسط یک ساپورت با استحکام بالا حمایت شود.

### طبقه بندی سرامیک های دندانی مدرن

برای غلبه بر مشکل استحکام و تافنس کم پرسنل های دندانی دو راه حل وجود دارد: راه اول این است که پرسنل را با ساختاری محکم تر ساپورت کرد. راه دوم، تولید سرامیک هایی با استحکام و تافنس بالاتر است. بدین ترتیب سرامیک های دندانی را براساس ساختار تقویت کننده شان می توان به سه گروه طبقه بندی کرد:

- متال سرامیک ها
- سیستم های دارای کور سرامیکی تقویت شده
- سرامیک های رزین باند

- مراحل تولید یک jacket crown porcelain (PJC) عبارت است از:
- متراکم سازی Compaction
  - پخت Firing
  - گلیز Glazing

**متراکم سازی:** برای ساخت PJC پودر پرسنل با آب مخلوط شده و به صورت خمیر روی دای پوشیده شده با فویل پلاتینی قرار داده می شود. در این روند سه نوع پودر پرسنل استفاده می شود: اپک برای پوشاندن رنگ ماده کور (آمالگام، پست و...) دنتین و انامل

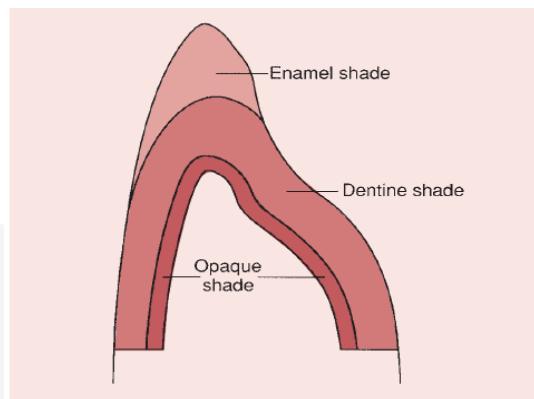


Figure 3.4.3 Porcelain build-up for a jacket crown

هدف از متراکم کردن پودر خارج کردن آب تا حد ممکن است تا ذرات پودر متراکم تر شده و انقباض پخت کاهش یابد. اندازه و شکل ذرات در این زمینه مهم است. نقش binder نگهداشت ذرات در کنار هم است زیرا ماده در این حالت که green-state باشد می شود شدیداً ترد و شکننده است.

**پخت (Firing):** ابتدا روکش به منظور حذف آب اضافی، در بخش ورودی کوره به آرامی حرارت داده می شود. با این کار به آب این فرصت داده نمی شود که ایجاد بخار نماید زیرا تولید بخار موجب ترک خوردن پودر متراکم شده (که ترد است) می شود. پس از خشک شدن پودر، روکش در کوره قرار داده شده و Binder سوزانده می شود. در این مرحله مقداری انقباض رخ می دهد.

**نکته**  
 درات پودر در سطح خود به هم فیوژ می شوند. در این حالت پرسنل شدیداً متخلخل است. به این مرحله، حالت bisque stage می شود. با افزایش بیش تر حرارت، گلاس مذاب در لابلای ذرات نفوذ کرده و موجب فیوژن بیش تر ذرات می شود. در این مرحله، انقباض زیادی به میزان ۲۰٪ رخ می دهد و ماده تقریباً غیرمتخلخل است. بنابراین علت انقباض پرسنل حین پخت، به علت فیوژن ذرات حین سینترینگ است. اگر کراون مدت زیادی در کوره باقی بماند شکل خود را به علت فلوي پیرو پلاستیک (جريان یافتن گلاس مذاب) از دست خواهد داد. سرعت سرد شدن کراون باید آهسته باشد تا ایجاد ترک و craze نکند.

**پخت در خلا:** فرآیند پخت می تواند در خلاً یا در حضور هوا باشد. پخت در خلاً پرسنلی متراکم تر ایجاد می کند، حباب کمتری شکل می گیرد و استحکام و رنگ آن بهبود می یابد. نواحی دارای حباب روی ترانسلوسنسی اثر گذاشته و موجب تفرق نور می شود. همچنین آشکارشدن حباب ها پس از سایش، روی سطح، موجب افزایش خشونت سطح و نمای بد ظاهر آن می شود.

**Pure Alumina Cores – III**

نوع توسعه یافته سیستم‌های کور Alumina-reinforced ای هستند که قبل از توضیح داده شد.

**مزیت:**

۱. استحکام بالا
۲. ترانسلوسنسی بهتر نسبت به سیستم‌های glass-infiltrated
- دو نوع سیستم pure alumina core موجود می‌باشد:
۳. Procera AllCeram از شرکت Nobel Biocare. استحکام این کورها حدود ۷۰۰ مگاپاسکال و مشابه Inceram-Zirconia است که مراحل تهیه آن به شرح زیر است:
  ۱. تهیه دای از قالب
  ۲. طراحی شکل کوپینگ با استفاده از نرم‌افزار
  ۳. انتقال اطلاعات به لابراتوار مستقر در استکهم
۴. تهیه کوپینگ در لابراتوار استکهم که شامل سینترینگ آلومینای خالص ۹۹/۵٪ در ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

**بازگشت کور به مبدأ و بیلدآپ رستوریشن با استفاده از گلاس‌های فلدرسپاتیک سازگار**

- با توجه به استحکام system Techceram از شرکت Techceram که مراحل ساخت آن به شرح زیر است:
۱. ارسال قالب به لابراتوار شرکت Techceram
  ۲. تهیه دای و کور آلومینا توسط روش Thermal gun-spray Thermal gun-spray که ایجاد کوری با دانسیتی ۸۰ تا ۹۰ درصد می‌نماید.
  ۳. سینترینگ در ۱۱۷۰ درجه
  ۴. بازگشت کور به مبدأ و ایجاد کانتور نهایی با استفاده از گلاس‌های فلدرسپاتیک معمول

**-III- سیستم‌های کور زیرکونیا:**

با معرفی سیستم‌های CAD-CAM امکان استفاده از زیرکونیا برای ساخت کراون و برج مهیا شد. متراکم شدن پودر زیرکونیا در دمای بالای ۱۶۰۰ درجه اتفاق می‌افتد که در لابراتوار عملی نیست. بنابراین باید از سیستم‌های CAD-CAM استفاده کرد. استحکام فریم برج حاصل بالغ بر ۱۰۰۰ مگاپاسکال است.

ماده‌ای که در واقع استفاده می‌شود zirconia-stabilized yttria است. yttria با اینکه به مقدار کمی (حدود ۳٪ مولی) در این ساختار وجود دارد، اما نقش مهمی ایفا می‌کند. تحت شرایط نرمال و در دمای اتفاق، زیرکونیا ساختار کریستالی مونوکلینیک دارد اما اضافه در کردن yttria موجب تشکیل ساختار کریستالی تتراترونال در دمای محیط می‌شود که آرایشی نیمه پایدار (metastable) است. بنابراین با ایجاد یک نقص ساختاری کوچک (مثل ترک)، ساختار کریستالی نیمه پایدار زیرکونیا (تتراترونال) به شکل پایدارتر (مونوکلینیک) تبدیل می‌شود. این تغییر در آرایش کریستالی موجب افزایش حجم موضعی ماده و به سبب آن فشرده‌گی در نوک ترک می‌شود که همین امر رشد ترک را متوقف می‌کند. بنابراین، این ماده استحکام و چرمگی بالاتری نسبت به سایر سرامیک‌ها دارد و به همین دلیل از این ماده به عنوان **کور و فریم برج‌ها** استفاده می‌شود.

**مراحل ساخت:**

۱. تهیه قالب و ساخت مدل
۲. دیجیتالی کردن مدل
۳. طراحی رستوریشن روی کامپیووتر
۴. تراش (machining) رستوریشن

**Glass-infiltrated High Strength Ceramic Core Systems – II**

میزان آلومینای اضافه شده به گلاس‌های فلدرسپاتیک در مرحله prefiring محدود به ۴۰ تا ۵۰ درصد حجمی است اما در سیستم‌های جدید In-Ceram شرکت VITA میزان آلومینا کور به حدود ۸۵٪ رسیده است.

**مراحل ساخت آن به شرح زیر است:**

۱. کور سرامیکی در فرآیندی که slip-casting نامیده می‌شود، بروی یک دای refractory توسط خمیری از پودر آلومینا، ساخته می‌شود.
۲. پس از خشکشدن، دای به مدت ۱۰ ساعت در ۱۱۲۰ درجه سانتی‌گراد سینتر solid می‌شود. از آنجا که دمای ذوب آلومینا بسیار بالاست، در این حالت فقط liquid-phase sintering کافی نیست. بنابراین کوپینگ سرامیکی متخلخل از ذراتی است که در سطح به هم جوش خورده‌اند و ساختاری متخلخل دارند. استحکام این ساختار در این حالت ۶ تا ۱۰ مگاپاسکال است.
۳. این کور متخلخل توسط گلاس لانتانیوم در دمای ۱۱۰۰ درجه به مدت ۴ تا ۶ ساعت انفیلتراه می‌شود. در این مرحله گلاس مذاب (با ویسکوزیتی کم) به درون تخلخلها نفوذ کرده و یک سرامیک متراکم ایجاد می‌کند.
۴. در نهایت از پرسلن‌های فلدرسپاتیک معمولی برای ایجاد فرم فانکشنال و زیبایی مطلوب استفاده می‌شود.

کاربرد: با توجه به استحکام خمشی بالا (۴۰۰-۵۰۰ MPa) این سیستم برای **کراون‌های قدامی و خلفی** مناسب است.

روش‌های مشابه با آنچه گفته شد با استفاده از  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  Spinel یا زیرکونیا به جای آلومینا معرفی شده است.

**In-Ceram Alumina In-Ceram Spinel**

۱. زیبایی بهتر
۲. استحکام خمشی کمتر (۳۵۰ MPa)
۳. برای اینله‌ها و کراون‌های قدامی توصیه می‌شود.

**In-Ceram Zirconia**

۱. بر اساس سیستم In-Ceram Alumina است اما حاوی ۳۳٪ وزنی زیرکونیاست.
  ۲. سرامیک کور با استحکام بالا (۷۰۰ MPa)
  ۳. عیب آن است که ترکیب گلاس، آلومینا و زیرکونیا ماده‌ای شدیداً اپک ایجاد می‌کند.
- امروزه روش جایگزین slip-casting، سیستم‌های CAD-CAM هستند که در سیستم‌های سرامیکی CEREC یا Celay استفاده می‌شوند. فرآیند CAD-CAM شامل سه مرحله است:

۱. جمع آوری داده به شکل دیجیتال
۲. طراحی رستوریشن روی کامپیووتر
۳. تراشیدن رستوریشن روی بلوك سرامیکی

بلوک‌های In-Ceram-Spinel/Alumina/Zirconia که برای این روش استفاده می‌شوند، توسط فرآیند Dry-pressing پودر تولید می‌کنند که در نتیجه ساختار به دست آمده متراکم‌تر و هموزن‌تر است و موجب ایجاد استحکام خمشی بالاتری بعد از انفیلتراشیون گلاس می‌شود.

ونیر). در گلاس سرامیک‌های لوسایت، سرامیک لایه سطحی با سرامیک کور یکسان است (ضریب انقباض حرارتی میان ماده کور و ونیر). اما ضریب انقباض حرارتی در گلاس-سرامیک‌های لیتیوم دی سیلیکات بزرگتر از  $10\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  است، بنابراین از یک گلاس سرامیک حاوی آپاتایت که در آن فاز کریستالین شکل‌گرفته یک هیدروکسی آپاتایت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2$  باشد، برای ونیر سطحی استفاده می‌شود (این ساختار نزدیک ترین شباهت را به ساختار مینا دارد).

موارد کاربرد: روش‌های قدامی و خلفی و بریج‌های کوتاه

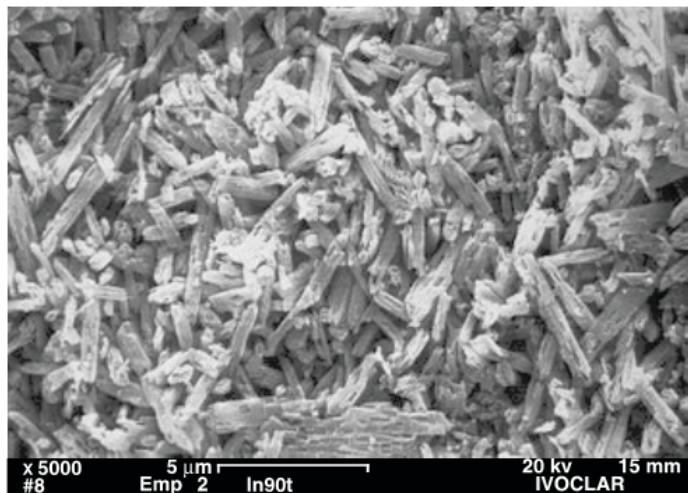


Figure 3.7.4 Scanning electron micrograph of the microstructure of a lithium disilicate glass-ceramic, showing the interlocking needle-like crystals (courtesy of Ivoclar-Vivadent UK Ltd, Leicester, UK)

طبقه‌بندی سرامیک‌های باندشونده با رزین:

گلاس‌های فلدوپاتیک:

✓ انواع سینترشونده: Vitadur

✓ انواع CAD-CAM: Vita Blocks

گلاس سرامیک‌های تقویت‌شده با لوسایت:

✓ انواع سینترشونده: Mirage, Fortress, Optec-HP

✓ انواع EmressI: Hot pressed

✓ انواع Procad :CAD-CAM

گلاس سرامیک‌های فلورو میکا:

✓ انواع کست‌شونده: Dicor

✓ انواع Macor :CAD-CAM

گلاس سرامیک‌های لیتیوم دی سیلیکات:

✓ انواع EmpressII :Hot pressed

✓ انواع IPS Emax CAD:CAD-CAM

یادداشت.

## II- گلاس سرامیک‌های فلورومیکا:

این گلاس سرامیک دارای ترکیب  $\text{MgO} \cdot \text{MgF}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O}$  است که حاوی فلوراید است که موجب ایجاد خاصیت فلورسنس مشابه دندان می‌شود و فلورومیکا نامیده می‌شوند. سرامینگ در این گلاس سرامیک‌ها موجب هسته‌زایی و رشد کریستال‌های تتراسیلیکات میکا می‌شود. این کریستال‌ها سوزنی شکل بوده و جلوی پیشرفت ترک در میان ماده را می‌گیرند. استحکام خمی این سرامیک‌ها ۱۵۰-۱۲۰ MPa است اما در زمان اتصال به بافت‌های دندانی استحکام مورد نیاز برای کاربرد در روش‌های خلفی را فراهم می‌کند. البته این استحکام برای ساخت بریج‌های تمام سرامیک کافی نیست.

نکته

عبور نور از میان ماده متأثر از اندازه کریستال و اختلاف ضریب شکست نور بین فاز گلاس و کریستالین است. اگر اندازه کریستال کوچک‌تر از طول موج نور مرئی ( $400-700\text{ nm}$ ) باشد، گلاس شفاف خواهد بود و پخش نور در آن کمتر از پرسلن آلومینایی است. دلیل تشابه ترانسلومنسی این مواد با مینا هم‌هانگی ضریب شکست نور در کریستال‌های کوچک میکا با فاز گلاس اطرافش است.

این گلاس سرامیک‌ها به ۲ روش انجام می‌گیرد:

**ریخته‌گری:** اینوستمنت مورد استفاده در این روش نیز فسفات باندشونده است و سرامیک مذاب در دمای  $1380^{\circ}\text{C}$  به روش سانتریفیوژ به درون مولد تزریق می‌شود و در ادامه برای ایجاد فاز کریستالی و افزایش استحکام، عملیات حرارتی دیگری به سرامیک اعمال می‌شود. رنگ نهایی رستوریشن با پخت پرسلن‌های سلف گلیز روی سطح به‌دست می‌آید.

امروزه این سیستم‌ها با بلوک‌های گلاس سرامیک‌هایی از همین جنس که قابلیت CAD-CAM دارند جایگزین شده‌اند (Macor).

موارد کاربرد: روش‌های خلفی، انله‌ها و بریج‌ها

## III- سرامیک‌های لیتیوم دی سیلیکات و آپاتایت:

این مواد فاقد زیبایی لازم برای رستوریشن‌های مونولیتیک هستند؛ بنابراین به عنوان ماده کور با استحکام بالا استفاده شده و با سرامیک دیگری که اهداف زیبایی را تأمین کند ونیر می‌شوند. نمونه تجاری آن عبارت است از:

**(Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) EmpressII •**

در این سرامیک فاز کریستالین شامل لیتیوم دی سیلیکات ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5 / 2\text{SiO}_2 - \text{Li}_2\text{O}$ ) با ۷۰٪ حجم گلاس-سرامیک و لیتیوم اورتوفسفات ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ) با درصد حجمی بسیار پایین‌تر است. لیتیوم دی سیلیکات یک ریزساختار خاص، درهم‌قفل‌شونده و ورق‌های با جهت‌گیری تصادفی دارد. کریستال‌های سوزنی شکل سبب شاخه‌دارشدن، منحرف شدن و گردشدن نوک ترک‌شده و پیشرفت ترک‌ها را محدود کرده و استحکام خمی را افزایش می‌دهد. (۴۵۰-۳۵۰ MPa). چقمرمگی شکست این گلاس سرامیک‌ها تقریباً ۳ برابر انواع فلدوپاتیک لوسایت است.

به‌علت سازگاری نوری بالا بین ماتریکس گلاس و فاز کریستالی، تفرق داخلی نور در این گلاس سرامیک‌ها کاهش یافته و ترانسلومنسی بالایی دارند. این رستوریشن‌ها به روش hot-processing و در دمای  $920^{\circ}\text{C}$  تهیه می‌شوند (پایین‌تر از گلاس سرامیک‌های لوسایت). در سیستم‌های دارای کور با پایه آلومینا، از گلاس‌های فلدوپاتیک برای ایجاد لایه سطحی استفاده می‌شود (به‌دلیل سازگاری ضریب انقباض حرارتی میان ماده کور و