

## فصل 2 ویژگیهای مورد استفاده برای توصیف مواد

### 2.1 مقدمه

موقعیتی که ماده قرار است در آنجا مورد استفاده قرار بگیرد و روش توصیه شده برای به کار بردن آن ویژگیهایی را مشخص می‌کنند که ماده به واسطه آنها شناخته می‌شود. تستهای آزمایشگاهی که برای ارزیابی مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند، اغلب شرایط موجود در جایگاهی که ماده قرار است مورد استفاده قرار گیرد را بازسازی می‌کنند. اما همیشه این امر ممکن و مطلوب نیست زیرا هدف از تستها *in-vitro* این است که در یک تست آزمایشگاهی سریع، آن چیزی که در دهان طی ماهها یا سالها اتفاق می‌افتد را پیش بینی نماید.

بسیاری از موادی که در دندان پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند به صورت دو یا چند جزئی ارائه می‌شوند که با یکدیگر مخلوط شده و وارد واکنش شیمیایی می‌شوند و خواص فیزیکی و شیمیایی آنها تغییرات عمده ای پیدا می‌کند.

پذیرش یک محصول توسط دندانپزشک به ویژگیهای ماده قبل از اختلاط، ویژگیهای آن حین اختلاط و ستینگ و ویژگیهای ماده ست شده بستگی دارد.

#### ویژگیهای مواد قبل از اختلاط: مانند شلف لایف.

- شلف لایف برخی مواد را می‌توان با نگهداری در یخچال افزایش داد.
- یک تکنیک مرسوم برای سنجش پایداری مواد *Accelerated aging* است. یعنی ماده را در دمای بالا (معمولاً 60 درجه سانتیگراد) نگهداری کرده و سپس خواص آن را می‌سنجند.

**ویژگیهای مواد حین اختلاط، کاربرد و ستینگ** به طور عمده شامل ویژگیهای رئولوژیک و شیوه تغییرات آن با زمان حین ستینگ ماده است. سهولت اختلاط مواد به عواملی مانند میل ترکیبی شیمیایی مواد با هم و ویسکوزیته اجزا قبل و بعد از اختلاط، دمای محیط و روش اختلاط بستگی دارد.

مواد در دندانپزشکی معمولاً به صورت پودر - مایع، خمیر - خمیر و یا خمیر - مایع ارائه می‌شوند. در سیستم‌های خمیر - خمیر معمولاً دو خمیر کنتراست رنگی دارند و از یکنواخت شدن رنگ مخلوط می‌توان نتیجه گرفت که دو جزء بخوبی مخلوط شده‌اند ولی در نوع پودر - مایع نمیتوان به این یقین رسید و اجزا برای یک مدت زمان توصیه شده و یا رسیدن به یک قوام توصیه شده با هم مخلوط می‌شوند. اختلاط مکانیکی مواد نتایج قابل قبول تری حاصل می‌نماید.

از زمان آغاز اختلاط دو «زمان» را می‌توان تعریف کرد که در مقبولیت ماده تاثیر عمده دارند:

➤ **زمان کارکردن (Working time)** : زمان موجود برای اختلاط و کارکردن (Manipulation) ماده.

➤ **زمان ستینگ (Setting time)** : زمانی که طول میکشد تا ماده به یک سطح مشخص از الاستیسیته یا انعطاف ناپذیری برسد .

➤ ستینگ برخی مواد برای مدت قابل توجهی پس از ستینگ ظاهری (Apparent setting) ادامه می یابد.

ویژگیهای ماده ست شده : ویژگیهایی که تا به حال گفته شد بر انتخاب دندانپزشک تاثیر دارند در حالیکه خواص پس از ستینگ مشخص می کند که یک محصول برای یک کاربرد خاص مناسب هست یا نه . ویژگیهای پس از ستینگ شامل خواص مکانیکی، خواص حرارتی، خواص شیمیایی، خواص بیولوژیک و خواص فیزیکی گوناگون دیگر می باشد.

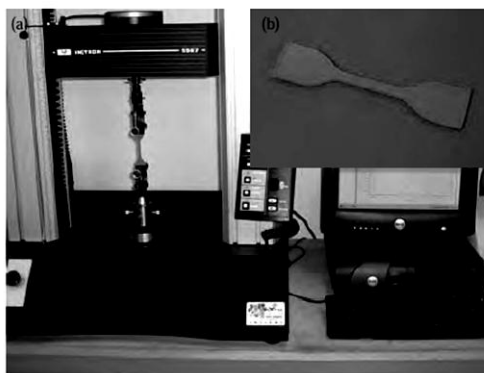
### خواص مکانیکی:

**تنش (Stress)** : وقتی یک نیروی خارجی به ماده وارد می شود، یک نیرو درون ماده ولی در جهت خلاف نیروی وارد شده در ماده ایجاد می شود. در نیروهای کششی و فشاری ساده استرس با فرمول  $Stress = F/A$  تعریف می شود که  $F$  نیروی وارده و  $A$  مساحت سطح مقطع است. واحد استرس پاسکال (Pa) است و عبارت است از یک نیوتن بر یک مترمربع .

$$1N/m^2 = 1 Pa$$

$$1N/mm^2 = 1MPa$$

استرسهای کششی، فشاری و برشی اساس سایر الگوهای استرسی پیچیده هستند .



شکل 2.1 (a) دستگاه تست خواص مکانیکی در حال انجام آزمون استحکام کششی . به شکل نمونه در (b) دقت کنید. نمونه طوری به شکل dumb bell طراحی شده تا دو انتهای آن به خوبی توسط گیره دستگاه گرفته شود. قسمت میانی باریک این اطمینان را ایجاد می کند که شکست در بخش میانی اتفاق می افتد نه دو انتهای نمونه

استرس کششی ایجاد یک استرس کششی خالص در یک محور در ماده می‌نماید در حالی که استرس فشاری پیچیده تر بوده و بردارهای نیرویی در ماده ایجاد می‌نماید که ایجاد استرس برشی در ماده تحت فشار می‌نماید.

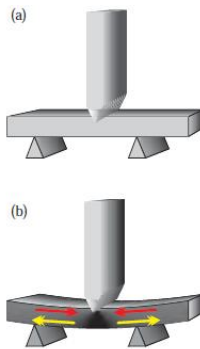
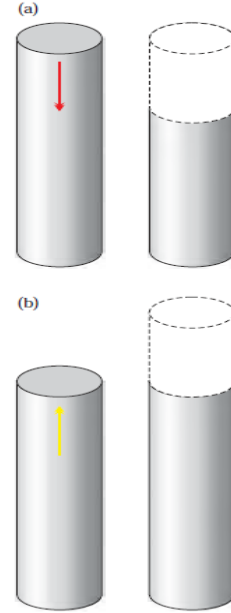


Fig. 2.3 Diagrammatic representation of a 3-point bending test or transverse test (a). Bending of the beam introduces both tensile and compressive stresses (b).

آزمون خمش سه نقطه ای (Three-point Bending) : در این آزمون نیرو به وسط یک باریکه (تیر) از ماده که بر روی دو تکیه گاه در دو طرف قرار گرفته وارد شده و مقدار عددی استرس از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Stress} = \frac{3FL}{2bd^2}$$

L فاصله بین دو تکیه گاه / b: عرض نمونه / d: ضخامت نمونه.

آزمون کششی فشاری قطری (Diametral Compressive Tensile Test): وقتی استفاده می‌شود که انجام آزمون کششی به علت طبیعت شکننده ماده مشکل است . وقتی نمونه استوانه ای شکل از یک ماده شکننده در جهت قطر تحت فشار قرار گیرد یک نیروی کششی در نمونه شکل می‌گیرد و میزان استرس از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{Stress} = \frac{2F}{\pi DT} \text{ at the axis of the cylinder}$$

این معادله در مورد مواد غیرشکننده صدق نمی کند؛ زیرا در اثر فشار سطح تماس صفحه دستگاه با نمونه افزایش می یابد. (شکل 2-4b).

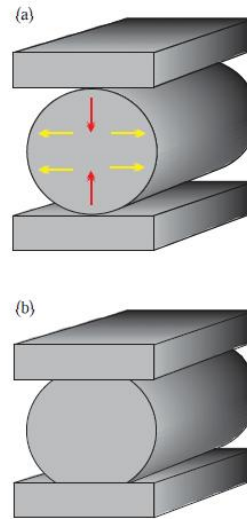


Fig. 2.4 Diametral compressive test for (a) a brittle material and (b) a ductile material.

استرس یا استحکام شکست : حداکثر میزان استرس قابل تحمل در یک ماده به عنوان استحکام آن شناخته می شود. اگر آزمون کششی انجام شود، استرس شکست، نشان دهنده استحکام کششی و در آزمون فشاری نشاندهنده استحکام فشاری است.

➤ آزمون کششی فشاری قطری معیاری برای استحکام کششی ماده است.

در آزمون خمشی، شکست از سمتی ایجا می شود که تحت کشش قرار داد. استرس خمشی (bending stress) هنگام شکست، استحکام خمشی (Flexural strength) نامیده شده و ارتباط نزدیکی با استحکام کششی دارد.

در مواد شکننده (Brittle) استحکام خمشی شدیداً تحت تاثیر نواقص سطحی، حبابها و سایر عیوب سطح است که موجب تمرکز استرس شده و ماده در استرسی کمتر از حد مورد انتظار منتشر می شود.

نکته: بنابراین پالایش کردن ترمیمها می تواند موجب افزایش استحکام شکست آنها شود.

کرنش (strain): اعمال نیروی خارجی بر یک جسم منجر به تغییرات ابعادی می شود. مقدار عددی استرین از فرمول زیر بدست می آید:

$$\text{Strain} = \frac{\text{Change in length}}{\text{Original length}}$$