

## مقایسه جذب آب و قابلیت انحلال اکریل گرما سخت آکروپارس و ملیودنت

دکتر فریبا گلیدی<sup>†\*</sup> - دکتر علی طاهریان<sup>\*\*</sup>

\*استادیار گروه آموزشی پروتزیهای دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

\*\*دندانپزشک

**Title:** Comparison of water sorption and solubility of Acropars and Meliodent heat cure acrylic resins

**Authors:** Golbidi F. Assistant Professor\*, Taherian A. Dentist

**Address:** \*Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences

**Background and Aim:** Water sorption and solubility are important properties of acrylic resins. Denture base acrylic resins have low solubility. This solubility results from the leaching out of unreacted monomer and water soluble additives into the oral fluids. The solubility of denture bases can cause oral soft tissue reactions. In addition, water absorbed into this material acts as a plasticizer and decreases the mechanical properties such as hardness, transverse strength, fatigue limit and also can change the color and dimensional stability. The aim of this study was to compare the water sorption and solubility of Acropars and Meliodent heat cure acrylic resins.

**Materials and Methods:** This experimental study was performed on the basis of ADA specification No.12 and ISO No.1567 and standards NO: 2571 of Institute of Standards & Industrial Research of Iran. Six disc form samples of each acrylic resin were prepared, with the dimension of 50×0.5 mm. After desiccating, the samples were kept in an oven for 24 hours and weighed. Then they were immersed in water, kept in oven for 7 days and weighed again. After this phase, the samples were carried to a dessicator, for 24 hours and kept in an oven for drying and were weighed for the third time. Data were analyzed with Mann Whitney and one sample t-test. P<0.05 was considered as the limit of significance.

**Results:** Water sorption mean values were  $30.5 \pm 0.1 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  or  $0.76 \pm 0.01 \text{ mg}/\text{cm}^2$  for Meliodent samples and  $30.7 \pm 0.87 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  or  $0.77 \pm 0.009 \text{ mg}/\text{cm}^2$  for Acropars samples. No significant difference was observed in water sorption of these two materials (P=0.9). Meliodent acrylic resin showed lower solubility ( $1.7 \pm 0.097 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  or  $0.042 \pm 0.001 \text{ mg}/\text{cm}^2$ ) than Acropars acrylic resin ( $2.5 \pm 0.13 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  or  $0.062 \pm 0.001 \text{ mg}/\text{cm}^2$ ) (P=0.002).

**Conclusion:** Acropars heat cure acrylic resin matched well with the requirements of the international standards for water sorption, but its solubility was not favorable. This problem is probably the result of high concentration of residual monomer, the amount and type of cross linking agents and plasticizers as well as the amount of water soluble additives in this material.

**Key Words:** Acrylic resin; Sorption; Solubility; heat cure acrylic resin

### چکیده

**زمینه و هدف:** اکریل‌ها یکی از پر استفاده‌ترین مواد در دندانپزشکی هستند که از خصوصیات مهم آنها قابلیت انحلال و جذب آب می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون در مورد این دو خصوصیت اکریل ایرانی تحقیقی صورت نگرفته، مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری و

† مؤلف مسؤول: نشانی: اصفهان - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی پروتز

تلفن: ۶۶۸۰۵۹۵ نشانی الکترونیک: Fgolbidi@yahoo.com

مقایسه میزان قابلیت انحلال و جذب آب اکریل گرما سخت ایرانی اکروپارس با اکریل گرماسخت ملیودنت (مورد تأیید ADA)، انجام شد.

**روش بررسی:** مطالعه آزمایشگاهی حاضر، مطابق با استاندارد شماره ۲۵۷۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و استاندارد شماره ۱۲ ADA و استاندارد شماره ۱۵۶۷ ISO انجام گرفت. از هر نوع اکریل ۶ نمونه به شکل دیسک با ابعاد  $۵ \times ۵$  میلیمتر تهیه گردید. نمونه‌ها ابتدا در دسیکاتور و سپس داخل oven به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شده و پس از آن توزین گردید؛ سپس در داخل آب غوطه‌ور شده و ۷ روز در oven نگهداری و دوباره توزین گردیدند. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور و داخل oven قرار داده شدند تا مجدداً خشک شوند و سپس دوباره وزن آنها اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات در رابطه با میزان جذب آب و قابلیت انحلال، داده‌ها با استفاده از آزمون من ویتنی و One sample t مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و  $P < ۰/۰۵$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** میانگین جذب آب در اکریل ملیودنت  $۰/۷۶ \pm ۰/۰۱$  mg/cm<sup>2</sup> یا  $۳۰/۵ \pm ۱$  μg/mm<sup>3</sup> و در اکریل اکروپارس  $۰/۷۷ \pm ۰/۰۰۹$  mg/cm<sup>2</sup> یا  $۳۰/۷ \pm ۰/۸۷$  μg/mm<sup>3</sup> بود. همچنین میانگین قابلیت انحلال در اکریل اکروپارس  $۰/۰۶۲ \pm ۰/۰۰۱$  mg/cm<sup>2</sup> یا  $۲/۵ \pm ۰/۱۳$  μg/mm<sup>3</sup> و در اکریل ملیودنت  $۰/۰۴۲ \pm ۰/۰۰۱$  mg/cm<sup>2</sup> یا  $۱/۷ \pm ۰/۰۹۷$  μg/mm<sup>3</sup> بود. بررسی‌های آماری نشان داد که میانگین جذب آب اکریل‌های اکروپارس و ملیودنت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P = ۰/۰۹$ )؛ ولی میانگین قابلیت انحلال این دو نوع اکریل تفاوت معنی‌داری نشان داد ( $P = ۰/۰۰۲$ ).

**نتیجه‌گیری:** میزان جذب آب اکریل اکروپارس مطابق با استانداردهای موجود می‌باشد، در صورتی که قابلیت انحلال آن بیشتر از حد استانداردهای موجود است. این مسئله احتمالاً ناشی از بیشتر بودن میزان مونومر باقیمانده بعد از پخت، نوع و میزان عوامل cross linking و پلاستی‌سایزرها و یا بیشتر بودن مواد افزودنی محلول در آب موجود در ترکیب اکریل اکروپارس می‌باشد. در خصوص اکریل ملیودنت نیز میزان جذب آب مطابق با استانداردهای موجود و میزان قابلیت انحلال کمی بیشتر از حد استاندارد است.

**کلید واژه‌ها:** جذب آب؛ قابلیت انحلال؛ اکریل گرما سخت؛ اکریل اکروپارس

وصول: ۸۴/۰۱/۲۱ اصلاح نهایی: ۸۴/۰۷/۱۱ تأیید چاپ: ۸۴/۱۰/۱۹

## مقدمه

باقیمانده و مواد افزودنی محلول در آب موجود در اکریل به وسیله مایعات دهانی می‌باشد (۸،۷).

با توجه به این که مونومرهای باقیمانده می‌توانند موجب بروز واکنشهایی در بافت نرم دهان شوند اکریل‌ها باید دارای قابلیت انحلال کمی باشند (۸).

از دیگر خصوصیات اکریل‌ها که در حقیقت به عنوان نقیصه‌ای برای آنها در نظر گرفته می‌شود، جذب آب آنها است. تحقیقات سالهای اخیر نشان داده است که بین میزان محتوای آب رزین و مشکلات کلینیکی متعاقب آن، ارتباط مشخصی وجود دارد (۹).

آبی که توسط اکریل جذب می‌شود مانند پلاستی‌سایزر

قبل از معرفی رزین‌های آکرلیک به دندانپزشکی ماده اصلی که برای ساخت بیس دندانهای مصنوعی به کار برده می‌شد، لاستیک ولکانیزه بود (۲،۱)؛ ولی امروزه بیش از ۹۵٪ دنچرهای متحرک از جنس رزین‌های اکریلیک هستند (۴،۳) و تاکنون ماده دیگری که ضمن داشتن خصوصیات فیزیکی مطلوب از نظر ظاهری نیز بتواند به خوبی اکریل‌ها بافتهای نرم دهان را بازسازی کند، معرفی نگردیده است (۶،۵).

به طور کلی رزین‌های اکریلیک دارای قابلیت انحلال کمی هستند که ناشی از شسته شدن مقادیر ناچیز مونومرهای

عمل کرده و می‌تواند باعث نرم شدن، تغییر رنگ (۱) و کاهش خصوصیات مکانیکی اکریل هم چون سختی (۱۰)، استحکام عرضی (۱۱) و حد خستگی (fatigue limit) (۱۲) شود. از طرف دیگر جذب آب در رزین‌های اکریلیک موجب انبساط سه بعدی اکریل شده و ثبات ابعادی اکریل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۳).

آب جذب شده در اکریل می‌تواند با تداخل در زنجیره‌های پلیمری اکریل باعث تغییراتی همچون ایجاد خاصیت پلاستیک در ساختمان اکریل، از هم گسیختگی قابل برگشت پیوندهای ضعیف موجود در بین زنجیره‌های پلیمر و بالاخره از هم گسیختگی غیر قابل برگشت ماتریکس پلیمر شود (۱۴).

براساس خصوصیات ذکر شده در استاندارد شماره ۱۲ ADA میزان قابلیت انحلال اکریل‌ها نباید بیشتر از  $0.04 \text{ mg/cm}^2$  باشد (۱۵) و براساس استاندارد شماره ۲۵۷۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۶) و همچنین استاندارد ISO ۱۵۶۷ (۱۷) میزان قابلیت انحلال اکریل‌ها نباید بیشتر از  $1/6 \mu\text{g/mm}^3$  باشد.

در خصوص جذب آب، حداکثر مجاز ذکر شده توسط ADA،  $0.8 \text{ mg/cm}^2$  (۱۵) و حداکثر مجاز ذکر شده در استانداردهای ایران و ISO  $32 \mu\text{g/mm}^3$  می‌باشد (۱۶، ۱۷).

در سالهای اخیر در ایران نیز پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه تولید مواد دندانپزشکی انجام شده است، از جمله ساخت اکریل‌های گرما سخت در ایران که از سال ۱۳۷۲ توسط شرکت مارلیک آغاز شده و تاکنون تحقیقاتی نیز در خصوص تغییرات ابعادی (۱۸) و استحکام و خمش عرضی (۱۹) و استحکام ضربه‌ای (۲۰) این نوع اکریل انجام شده است. هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی میزان قابلیت انحلال و جذب آب

### روش بررسی

در مطالعه آزمایشگاهی حاضر، برای هر یک از دو نوع اکریل اکروپارس<sup>۱</sup> و ملیودنت<sup>۲</sup> با توجه به تحقیقات انجام شده قبلی (۲۷) شش نمونه در نظر گرفته شد.

ابتدا قالب دایره‌ای شکلی از جنس فولاد ضد زنگ به قطر  $50 \pm 1$  و ضخامت  $0.5 \pm 0.05$  میلیمتر ساخته و در ۲ مرحله با استفاده از dental stone<sup>۳</sup> در مفل قرار داده شد و مفل به مدت ۴۵ دقیقه تحت فشار پرس قرار گرفت؛ سپس اکریل‌ها طبق دستورالعمل کارخانه سازنده مخلوط شده و توسط یک روش استاندارد مفل گذاری و پخته شدند.

اکریل ملیودنت با نسبت حجمی پودر به مایع سه به یک و اکریل اکروپارس با نسبت حجمی چهار به یک با هم مخلوط گردیده و پس از آن با مدت انتظار ۷-۹ دقیقه برای اکریل ملیودنت و ۶-۸ دقیقه برای اکریل اکروپارس، اکریل به مرحله خمیری رسید. آنگاه اکریل در مفل قرار داده شد و تحت فشار ۱/۵ بار پرس گردید.

این کار دوبار تکرار و اضافات اکریل در هر مرحله حذف شد. مفل ابتدا ده دقیقه تحت فشار دو بار گذاشته شد و سپس در داخل آب سرد دستگاه پخت اتوماتیک اکریل<sup>۴</sup> قرار گرفت. دستگاه طوری تنظیم شد که ۱/۵ ساعت در دمای ۷۴ درجه سانتیگراد و ۱ ساعت در دمای ۹۵ درجه

<sup>۱</sup> اکریل گرما سخت اکروپارس - شرکت مارلیک تهران - ایران

<sup>۲</sup> اکریل گرما سخت ملیودنت - شرکت بایر انگلستان Bayer UK, Newbury

<sup>۳</sup> گچ دنتاروم آلمان - Pforzheim

<sup>۴</sup> West Germany, Kavo EWL type 5518

ساتیگراد باقی بماند. پس از آن دستگاه به طور اتوماتیک خاموش شده و مفل در طول شب به مرور زمان سرد گردید؛ سپس نمونه‌های حاصله با دقت خارج گردیده و به صورت تصادفی کدگذاری شدند.

برای اندازه‌گیری میزان جذب آب، نمونه‌ها در دسیکاتور<sup>۵</sup> حاوی سیلیکاژل قرار گرفتند و دسیکاتور حاوی نمونه‌ها در داخل oven با دمای  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  به مدت ۲۴ ساعت نگه داشته شدند؛ سپس درجه حرارت oven برای مدت یکساعت به  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  رسانده شد. پس از این مرحله اندازه‌گیری وزن اولیه نمونه‌ها ( $m_1$ ) به وسیله ترازو<sup>۷</sup> با دقت  $0.001$  گرم انجام شد. توزین هر نمونه آنقدر تکرار شد تا اختلاف وزن به دست آمده در دو توزین متوالی کمتر از  $0.001$  گرم باشد.

پس از ثبت وزن اولیه، کلیه نمونه‌ها در داخل آب غوطه‌ور گردید و به مدت ۷ روز در oven و در دمای  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  نگه داشته شد. پس از این مدت نمونه‌ها به کمک پنس از داخل آب خارج و با یک حوله معمولی خشک شدند؛ سپس نمونه‌ها ۱۵ ثانیه در هوا حرکت داده شدند و یک دقیقه بعد از خارج ساختن آنها از آب، وزن گردیدند ( $m_2$ ).

این عمل برای هر ۱۲ نمونه انجام شد. پس از این مرحله نمونه‌های مورد استفاده، مجدداً در دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار گرفته و دسیکاتور در داخل oven به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  و سپس یکساعت در دمای  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  قرار داده شدند تا مجدداً خشک شوند. آنگاه وزن تمامی نمونه‌ها دوباره اندازه‌گیری شد ( $m_3$ ). پس از خاتمه آزمایشات حجم نمونه‌ها با استفاده از قطر و میانگین ضخامت آنها در ۵ نقطه (یکی در مرکز و چهار نقطه به فاصله مساوی در اطراف آن) به کمک کولیس دیجیتالی<sup>۸</sup> با دقت  $0.01$  میلیمتر محاسبه

گردید.

میزان جذب آب و قابلیت انحلال نمونه‌ها با استفاده از روابط ۱ و ۲ که در آنها  $m_1$  وزن اولیه نمونه‌ها،  $m_2$  وزن نمونه‌ها پس از غوطه‌ور شدن در آب،  $m_3$  وزن نمونه‌ها پس از خشک شدن نهایی در دسیکاتور و  $V$  حجم نمونه‌ها می‌باشد، محاسبه گردید (۱۷، ۱۶).

$$\mu\text{g}/\text{mm}^3 \text{ جذب آب} = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (1)$$

$$\mu\text{g}/\text{mm}^3 \text{ قابلیت انحلال} = \frac{m_1 - m_3}{V} \quad (2)$$

لازم به ذکر است که در استاندارد شماره ۱۲ ADA (۱۵) جذب آب و قابلیت انحلال اکریل‌ها بر حسب  $\text{mg}/\text{mm}^2$  ذکر شده است؛ بنابراین سطح نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری شد و جذب آب و قابلیت انحلال نمونه‌ها همچنین بر حسب  $\text{mg}/\text{mm}^2$  محاسبه گردید.

نتایج حاصله با استفاده از آزمون من‌ویتنی و One t sample مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و  $p < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری دو شاخص جذب آب و قابلیت انحلال در اکریل‌های آکروپارس و ملیودنت و مقایسه این دو با هم و با استانداردهای موجود انجام شد.

نتایج حاصل از این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که در این جدول مشخص است میانگین جذب آب نمونه‌های تهیه شده از اکریل ملیودنت  $30.5 \pm 0.1$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب و میانگین جذب آب نمونه‌های تهیه شده از اکریل آکروپارس  $30.7 \pm 0.87$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب محاسبه گردید.

بررسی‌های آماری نشان داد، اختلاف بین این دو میانگین از نظر آماری معنی دار نبود ( $P=0.9$ ). میزان جذب آب

<sup>۵</sup> دسیکاتور شرکت Normaf lab، اصفهان

<sup>۶</sup> Laboven، آلمان

<sup>۷</sup> Metler Pc 440 Deltarange/ Zurich/Switzerland

<sup>۸</sup> کولیس Mitutoyo توکیو- ژاپن

جدول ۱- شاخصهای آماری مربوط به اندازه‌گیری میزان جذب آب و قابلیت انحلال در نمونه‌های تهیه شده از اکریل اکروپارس و ملیودنت

گروه	انحراف معیار ± میانگین جذب آب $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	انحراف معیار ± میانگین جذب آب $\text{mg}/\text{cm}^2$	انحراف معیار ± میانگین قابلیت انحلال $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	انحراف معیار ± میانگین قابلیت انحلال $\text{mg}/\text{cm}^2$
ملیودنت	$30/5 \pm 0/1$	$0/76 \pm 0/01$	$1/7 \pm 0/097$	$0/42 \pm 0/001$
اکروپارس	$30/7 \pm 0/87$	$0/77 \pm 0/009$	$2/5 \pm 0/13$	$0/62 \pm 0/001$
استاندارد شماره ۲۵۷۱ ایران	$< 32$	-	$< 1/6$	-
استاندارد شماره ISO ۱۵۶۷	$< 32$	-	$< 1/6$	-
استاندارد شماره ADA ۱۲	-	$< 0/8$	-	$< 0/4$

میکروگرم بر میلیمتر مکعب) تطابق داشت (۱۶). بررسیهای آماری نشان داد که تفاوت معنی داری بین این دو میانگین وجود ندارد.

بر اساس استاندارد شماره ۱۲ ADA جذب آب اکریل نباید بیشتر از  $0/8 \text{ mg}/\text{cm}^2$  باشد (۱۵) که این میزان برای نمونه‌های اکریل گرما سخت ملیودنت  $0/76 \pm 0/01$  میلیگرم بر سانتیمتر مربع و برای نمونه‌های اکریل گرما سخت اکروپارس  $0/77 \pm 0/009$  میلیگرم بر سانتیمتر مربع بود، بنابراین می‌توان گفت هر دو اکریل از نظر میزان جذب آب مطابق با استانداردهای موجود بودند.

میزان جذب آب و از دست دادن مواد محلول در هر ماده به میزان پلاستی‌سایزر (۲۱)، محیطی که اکریل در آن قرار داده می‌شود (۲۲)، میزان و نوع مونومر به کار رفته (۲۳)، میزان و نوع عوامل cross linking (۱۴)، میزان فیلرها (۲۴)، دمای محیط و ضخامت نمونه اکریلی (۲۶، ۲۵)، میزان مونومر باقیمانده در اکریل (۲۸، ۲۷، ۲۵)، وزن مولکولی پلیمر (۲۹، ۲۶، ۶)، استفاده از پلاستی‌سایزر پلیمریزه شونده (۳۱، ۳۰) و روش پلیمریزاسیون (۳۲) بستگی دارد.

همانطور که قبلاً ذکر شد، آبی که توسط اکریل جذب می‌گردد، مانند پلاستی‌سایزر عمل کرده و می‌تواند باعث نرم شدن و کاهش خصوصیات مکانیکی اکریل همچون سختی (۱۰) استحکام عرضی (۱۱) و حد خستگی (۱۲) شود؛ ضمن

اکریل‌ها طبق استاندارد شماره ISO ۱۵۶۷ و استاندارد شماره ۲۵۷۱ ایران، باید کمتر از ۳۲ میکروگرم بر میلیمتر مکعب باشد. از سوی دیگر میانگین قابلیت انحلال برای نمونه‌های تهیه شده از اکریل ملیودنت  $1/7 \pm 0/097$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب و برای نمونه‌های تهیه شده از اکریل اکروپارس  $2/5 \pm 0/13$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب محاسبه گردید. بررسیهای آماری نشان داد که این دو میانگین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P=0/002$ ). در استاندارد شماره ISO ۱۵۶۷ و استاندارد شماره ۲۵۷۱ ایران ذکر شده که میزان قابلیت انحلال اکریل‌ها باید کمتر از  $1/6$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب باشد.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی مطالعه حاضر، اندازه‌گیری و مقایسه میزان جذب آب و قابلیت انحلال اکریل‌های گرما سخت اکروپارس و ملیودنت بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد، میانگین جذب آب نمونه‌های اکریل گرما سخت ملیودنت  $30/5 \pm 0/1$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب و میانگین جذب آب نمونه‌های اکریل گرما سخت اکروپارس  $30/7 \pm 0/87$  میکروگرم بر میلیمتر مکعب بود که هر دو با استانداردهای شماره ۱۵۶۷ سازمان جهانی استاندارد (ISO) (۱۷) و نیز استاندارد شماره ۲۵۷۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (کمتر از ۳۲

آب پلی‌متیل متاکریلات بود. به همین خاطر وی پیشنهاد کرد که از این ماده به عنوان co-monomer برای کاهش جذب آب استفاده شود (۲۳). علاوه بر این بررسیهای Arima و همکاران نشان داد، با اضافه کردن عوامل cross linking جذب آب اکریل به طور معنی داری کاهش می‌یابد (۱۴). Waters و همکاران با ساختن چندین ترکیب آزمایشگاهی از RTV<sup>9</sup> دریافتند، ترکیبی از RTV که بدون فیلر باشد دارای جذب آب پایبندی نسبت به بقیه ترکیبها می‌باشد و در حقیقت ارتباطی بین میزان فیلر و جذب آب ماده وجود دارد (۲۴). مطالعات Sadamori و همکاران نشان داد، جذب آب اکریل تحت تأثیر ضخامت و روش پلیمریزه شدن بوده و جذب آب نمونه‌های پلیمریزه شده با microwave بیشتر از نمونه‌های پلیمریزه شده با گرما می‌باشد (۲۶).

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۷۶ بر روی دنچرهای تهیه شده از اکریل‌های آکروپارس و ملیودنت انجام شد میزان جذب آب این دنچرها مورد بررسی قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین میزان جذب آب در این دو گروه دنچر مشاهده نشد. نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد (۱۸).

در مجموع با توجه به اینکه در تحقیق حاضر ضخامت نمونه‌ها، روش پلیمریزاسیون، دمای آزمایش و نیز محلولی که نمونه‌ها در آن غوطه ور شده بودند برای نمونه‌های هر دو گروه یکسان بود، می‌توان گفت که تفاوت‌های به دست آمده در نتایج، مربوط به تفاوت در نوع پلیمر، میزان مونومر باقیمانده، میزان و نوع پلاستی‌سایزر و عوامل cross linking، محتوای فیلر، میزان و نوع کومونومر به کار رفته و یا وزن مولکولی پلیمر می‌باشد.

در این پژوهش میزان قابلیت انحلال نمونه‌های اکریل نیز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج قابل توجهی به دست آمد. میزان قابلیت انحلال برای نمونه‌های اکریل گرما سخت

اینکه جذب آب در رزین‌های اکریلیک موجب تغییر رنگ و انبساط سه بعدی اکریل شده و ثبات ابعادی اکریل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۹،۱۳).

این تغییرات ابعادی تا مدتی قابل برگشت بوده و با خشک و مرطوب شدن اکریل، حجم آن کم و زیاد می‌شود؛ ولی پس از مدتی، در اکریل تاب خوردگی غیر قابل برگشت ایجاد می‌شود (۱).

تاکنون مطالعات زیادی بر روی مارک‌های تجاری مختلف اکریل انجام شده است و سعی گردیده تا تأثیر تغییر ترکیب مولکولی اکریل بر روی جذب آب و قابلیت انحلال اکریل‌ها بررسی شود. Cucci و همکاران، با استفاده از روش ذکر شده در استاندارد شماره ISO ۱۵۶۷ میزان جذب آب و قابلیت انحلال دو رزین اکریلیک خود سخت شونده و یک رزین اکریلیک گرما سخت را اندازه‌گیری کردند.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که جذب آب دو نمونه خود سخت شونده به طور معنی داری کمتر از نمونه گرما سخت بود؛ ولی بین میزان جذب آب دو نمونه خود سخت شونده تفاوتی وجود نداشت (۲۷). طی بررسی Cucci و همکاران، میزان جذب آب اکریل گرما سخت  $3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  و  $31/38$  و میزان قابلیت انحلال آن  $0.18 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  گزارش شد. با توجه به اینکه تفاوت اصلی بین اکریل خود سخت شونده و گرما سخت در بیشتر بودن میزان مونومرهای باقیمانده در اکریل خود سخت بود و این مونومر باقیمانده، جذب آب و انبساط اکریل را تحت تأثیر قرار داد، بنابراین آنها نتیجه گرفتند، کمتر بودن جذب آب و زیادتر بودن قابلیت انحلال اکریل‌های خود سخت می‌تواند ناشی از زیادتر بودن میزان مونومرهای باقیمانده آنها باشد (۲۷).

Barsby به جای پلی‌متیل متاکریلات از پودر پلی‌ایزوبوتیل متاکریلات و مونومر ایزوبوتیل متاکریلات استفاده کرد و نتیجه گرفت، اگرچه خصوصیات مکانیکی این ماده مناسب نبود؛ ولی جذب آب اکریل حاصله  $1/4$  میزان جذب

<sup>9</sup> Room Temperature Vulcanizing Soft Liner

اکریل افزایش می‌یابد (۲۷).

مسئله قابل توجه در مطالعه حاضر استفاده از نسبت چهار به یک پودر به مایع در مورد اکریل ایرانی اکروپارس بود؛ بنابراین با توجه به کم بودن میزان مونومر انتظار می‌رفت، میزان قابلیت انحلال نمونه‌های تهیه شده از این اکریل کمتر از نمونه‌های تهیه شده از اکریل ملیودنت با نسبت سه به یک پودر به مایع باشد؛ ولی میزان قابلیت انحلال نمونه‌های تهیه شده از اکریل اکروپارس بیشتر از نمونه‌های تهیه شده از اکریل ملیودنت بود. این مسئله می‌تواند ناشی از کامل نبودن پلیمریزاسیون و در نتیجه بیشتر بودن میزان مونومر باقیمانده پس از پخت نمونه‌ها و یا میزان و نوع پلاستی‌سایزر و مواد افزودنی محلول در آب و نوع و میزان عوامل cross linking باشد.

در ضمن در مطالعه‌ای که قبلاً بر روی تغییرات ابعادی اکریل اکروپارس انجام شد (۳۰)، یک انقباض تأخیری در دنج‌های ساخته شده از این نوع اکریل مشاهده گردید. این مسئله را نیز می‌توان ناشی از نشت مونومر باقیمانده به داخل آب و یا کامل نبودن پلیمریزاسیون اکریل دانست، بدین ترتیب که با گذشت زمان و تکمیل پلیمریزاسیون، زنجیره‌های پلیمر که حالت زیگزاگی دارند مرتبتر شده و بیشتر در هم فرومی‌روند و موجب ایجاد انقباض تأخیری در اکریل می‌شوند. برای کاهش قابلیت انحلال اکریل اکروپارس روش‌های زیر توصیه می‌شود:

۱- افزودن عوامل cross linking

۲- تغییر در میزان و نوع پلاستی‌سایزرها و یا استفاده از پلاستی‌سایزر پلیمریزه شونده

۳- افزایش وزن مولکولی پلیمر و کاهش میزان مونومر باقیمانده از طریق پخت صحیح و طولانی مدت اکریل با توجه به اینکه در خصوص تغییرات ابعادی (۱۸)، استحکام و خمش عرضی (۱۹) و استحکام ضربه‌ای (۲۰) این نوع اکریل تحقیقاتی صورت گرفته، در پژوهش‌های بعدی

اکروپارس  $2/5 \pm 0/13$  میکروگرم بر میلی‌متر مکعب و برای نمونه‌های اکریل ملیودنت  $1/7 \pm 0/097$  میکروگرم بر میلی‌متر مکعب بود؛ در حالی که براساس استاندارد شماره ISO ۱۵۶۷ (۱۷) و استاندارد شماره ۲۵۷۱ مؤسسه استانداردهای تحقیقات صنعتی ایران (۱۶) قابلیت انحلال اکریل‌های گرما سخت نباید از  $1/6$  میکروگرم بر میلی‌متر مکعب بیشتر باشد؛ در ضمن براساس استاندارد شماره ۱۲ ADA نیز میزان قابلیت انحلال اکریل گرما سخت در آب نباید بیشتر از  $0/04 \text{ mg/cm}^2$  باشد (۱۵) که این میزان برای اکریل ملیودنت  $0/042 \pm 0/001$  میلی‌گرم بر سانتیمتر مربع و برای اکریل اکروپارس  $0/062 \pm 0/001$  میلی‌گرم بر سانتیمتر مربع به دست آمد که به طور مشخص بیشتر از حد استانداردهای مذکور بود. بررسی‌های آماری نشان دادند که تفاوت بین میانگین قابلیت انحلال در اکریل‌های گرما سخت اکروپارس و ملیودنت معنی‌دار بود.

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد حلالیت اکریل می‌تواند موجب ایجاد واکنش در بافت نرم دهان شود (۸) و خود ناشی از حل شدن عناصر محلول در آب اکریل، مونومرهای باقیمانده، پلاستی‌سایزرها و عوامل cross linking و آغازگرهایی است که به تدریج در محیط دهان شسته می‌شوند (۷،۳،۲،۱).

Arima و همکاران با افزودن عوامل cross linking به ترکیب اکریل نشان دادند که قابلیت انحلال اکریل با افزایش غلظت این مواد، کاهش می‌یابد (۱۴). همچنین Parker و همکاران به جای استفاده از پلاستی‌سایزرهای معمول که در طول زمان حل می‌شوند از پلاستی‌سایزرهای پلیمریزه شونده استفاده کردند و نشان دادند، اکریل‌های حاوی این پلاستی‌سایزرها دارای جذب آب و قابلیت انحلال کمتری بودند (۳۰).

بررسی Cucci و همکاران نشان داد، چنانچه نسبت مونومر به پلیمر (مایع به پودر) زیاد شود، قابلیت انحلال

**تشکر و قدردانی**

می‌توان سایر خصوصیات این اکریل از جمله میزان تخلخل، سختی، ثبات رنگ، ترکیب پودر و مایع، اندازه دانه‌های پودر، وزن مولکولی پلیمر، خمش ناشی از فشار، سازگاری نسبی اکریل، میزان مونومر باقیمانده و استحکام کششی را مورد مطالعه قرار داد.

این طرح در دانشکده دندانپزشکی اصفهان انجام شد و هزینه انجام آن به وسیله معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأمین گردید که بدین وسیله از زحمات ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

**منابع:**

- 1- Craig RG. Restorative Dental Materials. 11<sup>th</sup> ed. CV Mosby Co: St. Louis; 2002. p. 636-66.
- 2- Anusavice KJ. Phillips Science of Dental Materials. 11<sup>th</sup> ed. Saunders Co: St. Louis; 2003. p. 143-70, 721-56.
- 3- Van Noort R. Introduction to Dental Materials. 2<sup>nd</sup> ed. Mosby Co: Edinburgh 2002. p. 28- 11.
- 4- Sear VH. Development in denture field during the past half century. J Prosthet Dent 1958; 8: 243-7.
- 5- Peyton LA. History of resin in dentistry. Dent Clin North Am 1957; 19: 211-22.
- 6- O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 2<sup>nd</sup> ed. Quintessence: USA; 1997. p. 79-97.
- 7- Craig RG, Power JM, Wataha JC. Dental Materials Properties and Manipulation. 17<sup>th</sup> ed. CV Mosby Co: St. Louis; 2000. p. 257-81.
- 8- Kalipcilar B, Karaagaclioglu L, Reisoglu H. Evaluation of the level of residual monomer in acrylic denture base materials having different polymerization properties. J Oral Rehabil 1991; 18: 399-401.
- 9- Haragreaves AS. Equilibrium water uptake and denture base resin behaviour. J Dent 1978; 6: 342-52.
- 10- Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Some physical properties of organic denture base materials. J Am Dent Assoc 1963; 67: 489- 504.
- 11- Dixon DL, Ekstrand KG, Breeding LC. The transverse strength of three denture base resins. J Prosthet Dent 1991; 66: 510-3.
- 12- Fujii K. Fatigue properties of acrylic denture base resins. Dent Mater J 1998; 8: 243-59
- 13- Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of plasticized denture acrylic lining materials. Dent Mater J 1989; 5: 161-4.
- 14- Arima T, Murata H, Hamada T. The Effect of cross linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. J Oral Rehabil 1996; 23( 7): 476-80.
- 15- www.ADA.org.specification No. 12; 2000-2006.
- ۱۶- استاندارد شماره ۲۵۷۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگیها و روش آزمون رزین‌های قاعده دندان مصنوعی. ۱۳۶۵؛ چاپ اول.
- 17- International Standard Organization, Dentistry Denture Base Polymers, 2<sup>nd</sup> ed. ISO 1567; 1988.
- ۱۸- گلبیدی ف، غزنوی غر. اثر پخت اکریل بر روی تغییرات ابعادی دنجر. مجله پژوهش در علوم پزشکی (ویژه نامه دندانپزشکی). ۱۳۷۷ سال سوم؛ شماره ۴.
- ۱۹- گلبیدی ف (استاد راهنما). جلال موشنگانی امید. بررسی استحکام و خمش عرضی در اکریل گرما سخت اکروپارس و مقایسه آن با اکریل گرما سخت ملیودنت. پایان نامه عمومی ۱۳۵ دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. دانشکده دندانپزشکی. ۱۳۷۷.
- ۲۰- گلبیدی ف (استاد راهنما). مقدادی امیر. بررسی مقایسه‌ای استحکام ضربه‌ای اکریل گرما سخت اکروپارس و ملیودنت. پایان نامه عمومی ۲۴۳ دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. دانشکده دندانپزشکی. ۱۳۸۳.
- 21- Kawano F, Dootz ER, Karan A, Craig RG. Sorption and solubility of 12 soft denture liners. J Prosthet Dent 1994; 72: 393-8.

- 22- Kazanji MN, Watkinson AC. Soft linging materials: their absorption and solubility in artificial Saliva. *Br Dent J* 1988; 165: 91-4.
- 23- Barsby A. Denture base resin with low water absorption. *J Dent* 1992; 20: 240-44.
- 24- Waters MG, Jagger RG, winter RW. Water absorption of (RTV) Silicon denture soft lining material. *J Dent* 1996; 24: 105-8.
- 25- Parr R, Rueggeberg A. In vitro hardness, water sorption, and resin solubility of laboratory processed and autopolymerized longterm resilient denture liners over one year of water storage. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 139-44.
- 26- Sadamori SH, Ishii T, Hamada T. Influence of thickness on the linear dimensional change, warpage, and water uptake of a denture base resin. *Int J Prosthodont* 1997; 19 35 43.
- 27- Cucci AL, Verganic CE Giampaolo ET, Afonso MC. Water sorption, solubility and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat polymerizing acrylic resin. *J Prosthet Dent* 1998; 86 434-8.
- 28- Fletcher AM. The level of residual monomer in self curing denture base materials. *J Dent Res* 1983; 62: 118-20
- 29- Dixon DL, Breeding LC, Ekstrand KG. Linear dimensional variability of three denture base resins after processing and in water storage. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 196-200.
- 30- Parkers S, Matrin D, Braden M. Soft acrylic resin materials containing a polymer sable plasticizer II: Water absorption characteristics. *Biomaterials J* 1999; 20: 55-60.
- 31- El-Hadary A, Drummond JL. Comparative study of water sorption, solubility, and tensile bond strength of two soft lining materials. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 356-61.
- 32- Debby MS, Wong A. Effect of processing method on dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin denture. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 300-4.