

تجزیه کیفی و کمی موم مدل سازی و بررسی امکان

ساخت آن

Qualitative and Quantitative Analysis of Modelling Wax and the Study of Its Production

گلچهره خلیلی نجفی، جلیل مرشدیان

مرکز تحقیقات پلیمر ایران

دریافت: ۷۳/۷/۱۳، پذیرش: ۷۴/۵/۹

چکیده

مومهای دندانی که کاربرد زیادی در آزمایشگاهها و درمانگاههای دندانپزشکی دارند عمدتاً از خارج وارد می شوند. یکی از این مومها به نام موم مدل سازی جهت برقراری ارتفاع عمودی لازم برای تراز کردن دندانهای مصنوعی به کار می رود.

در این پژوهش موم مدل سازی که در داخل کشور مصرف زیادی دارد به وسیله روشهای دستگاهی و کلاسیک به طور کیفی و کمی تجزیه شد. بدین ترتیب که با استفاده از روشهای TG، DSC، IR، GPC، استخراج با حلال و کروماتوگرافی ستونی و لایه نازک ترکیبات موم جداسازی و شناسایی شد و درصد هر یک از اجزای سازنده آنها تعیین گردید. سپس، با تهیه مواد اولیه مشابه نمونه اصلی، یک نمونه آزمایشی تهیه شد. خواص فیزیکی نمونه اصلی و نمونه ساخته شده نظیر دمای ذوب، گرانشی، نفوذپذیری، سختی، چگالی، نقطه ریزش، استحکام کششی و ضربه پذیری اندازه گیری و مقایسه شد. با توجه به نتایج حاصل می توان نتیجه گرفت که ساخت موم مدل سازی با استفاده از مواد داخلی به آسانی امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: تجزیه، موم مدل سازی، موم ریز بلوری، موم پارافینی، موم کارنوبا

Key Words: analysis, modelling wax, microcrystallin wax, paraffin wax, carnauba wax

مقدمه

مومهای دندانی عمدتاً از مومهای طبیعی و سنتزی به همراه رزین و انواع رنگدانه ها تشکیل می شوند. درصد این اجزا در موم دندانی خواص فیزیکی- مکانیکی و در نتیجه کاربرد ویژه آن را معین می کنند. این نوع مومها در مراحل مختلف دندان سازی ترمیمی از قبیل قالب گیری و الگوبرداری از دندانها و سایر نسوج آسیب دیده حفره دهان با ثبت دقیق جزئیات آنها به کار می روند. تقسیم بندی متعارف مومهای دندانی بر اساس کاربرد آنها در جدول ۱ نشان داده شده است که شامل مومهای الگوبرداری، کمکی و

قالب گیری است.

مومهای الگوبرداری برای شکل دادن به مواد ترمیمی مختلف دندانی به کار می روند که بعداً به وسیله مواد محکمی نظیر آلیاژهای طلا- کبالت، کرم- نیکل یا رزین پلی متیل متاکریلات جایگزین می شوند و انواع آنها عبارتند از: موم الگوبرداری درونی و ریختگی و موم مدل سازی (modelling wax). موم مدل سازی جهت برقراری ارتفاع لازم برای تراز کردن (جفت شدگی) دندانهای مصنوعی و ایجاد قوس اصلی برای پیاده کردن آن روی مدل در ساخت پروتز کامل به کار می رود. این نوع موم عمدتاً از مومهای

جدول ۱ - تقسیم‌بندی متعارف مومهای دندانی [۱-۳].

الگو برداری	کمکی	قالبگیری
درونی	جعبه‌ای	تصحیح
ریختگی	دیواره‌ای	گازگیری
مدلسازی	چسبی	

طبیعی ساخته می‌شود [۱-۳].

مومهای کمکی در مراحل تهیه پروتوهای دندانی برای اتصال و جفت کردن موقت قطعات فلزی یا رزینی در یک وضعیت ثابت یا برای ساختن لبه‌های سینی قالبگیری و جلوگیری از تغییر شکل ماده قالبگیری به کار می‌روند.

مومهای قالبگیری برای تهیه قالب منفی و ثبت دقیق جزئیات بافت‌های نرم یا به منظور جفت کردن دقیق قالبهای دندانی مقابل هم به کار می‌روند. مومهای طبیعی که در ساخت مومهای دندانی مصرف می‌شوند بر اساس منابع آنها تقسیم‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از: معدنی، گیاهی و حیوانی.

مومهای معدنی شامل پارافین، ریزبلوری (microcrystalline)، اوزوکریت، سرزین و مونتان است. مومهای گیاهی شامل کارنوبا، کاندلیلا، ژاپن و مهمترین نوع حیوانی موم زنبور عسل است.

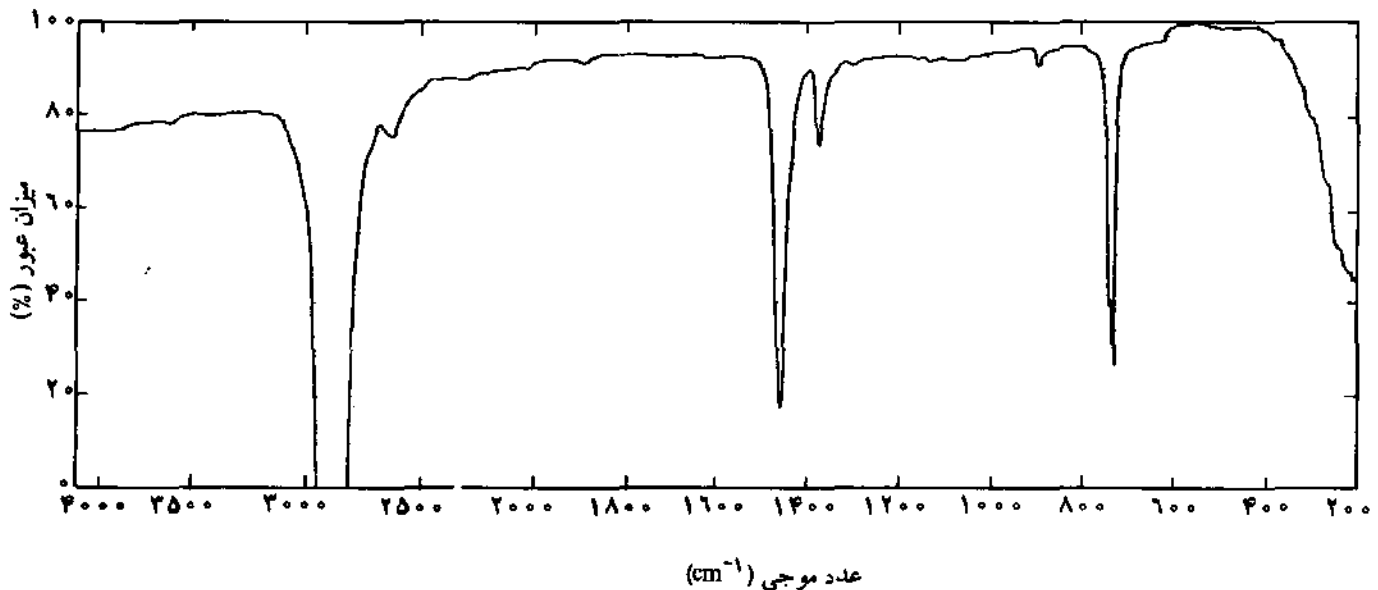
علاوه بر مومهای طبیعی، امروزه از مومهای سنتزی نیز برای تعدیل بعضی خواص مومهای دندانی استفاده می‌شود. این مومها

عبارت‌اند از: پلی‌اتیلن با وزن مولکولی ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰، پلی‌اکسی اتیلن گلیکول، هیدروکربنهای هالوژن‌دار و آمیدهای اسید چرب.

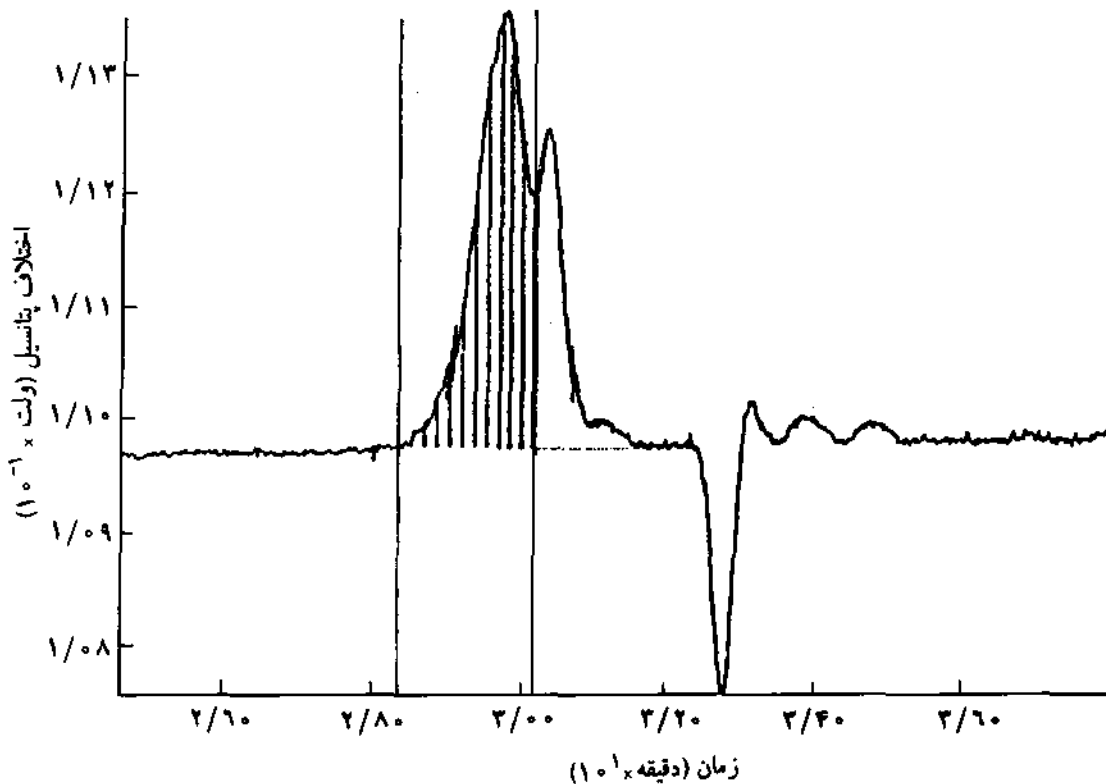
در بین مومهای طبیعی، مومهای پارافین و ریزبلوری جزء اصلی مومهای دندانی را تشکیل می‌دهند [۴، ۵]. موم پارافین مخلوطی از هیدروکربنهای آلکانی زنجیری و شاخه‌دار با ۲۶ تا ۳۰ اتم کربن و به صورت توده‌ای سفید رنگ است. گرانروی و چگالی آن در 100°C به ترتیب در حدود $5/75 \text{ cSt}$ و $0/898 - 0/915 \text{ gr/cm}^3$ است. انواع تجارتي متداول پارافین دارای محدوده دمای ذوب 40°C تا 70°C است، به طوری که دمای ذوب با زیاد شدن وزن مولکولی افزایش می‌یابد.

موم ریزبلوری از نظر ساختار شیمیایی شبیه مومهای پارافین است، با این تفاوت که درصد بیشتری از هیدروکربنهای شاخه‌دار با ۴۱ تا ۵۰ اتم کربن دارد و دمای ذوب آن بین 60°C تا 91°C است. به علاوه، انعطاف‌پذیری و چقرمگی آن بیشتر از مومهای پارافینی است که این ویژگی علت استفاده از آنها در مومهای دندانی است [۶، ۷].

مومهای هیدروکربنی مانند پلیمرهای دیگر در معرض واکنشهای تخریب قرار می‌گیرند، این واکنشها معمولاً در برابر اکسیژن روی می‌دهد و توسط نور و گرما نور تشدید می‌گردد. مومهای دندانی معمولاً در دماهای $100 - 150^{\circ}\text{C}$ فراورش می‌شوند که بدون پایدارسازی تخریب آنها حتمی است، بویژه آنکه حذف کامل اکسیژن از محیط فراورش امری دشوار است و غلظت بسیار کم اکسیژن در دمای بالا اثر کاتالیزوری شدیدی بر تخریب موم مذاب دارد. تخریب که در



شکل ۱ - طیف IR مخلوط موم ریزبلوری و پارافین جداسازی شده از موم مدلسازی.



شکل ۲- رنگ نگاشت GPC مخلوط موم ریزبلوری و پارافین جداسازی شده از موم مدل سازی.

ساخت موم مدل سازی مورد بحث قرار می گیرند.

مواد

موم مدل سازی مورد شناسایی ساخت شرکت دتری (Detrey) انگلستان با نام تجاری modelling wax است.

موادی که برای ساخت موم دندانسی به کار گرفته شدند عبارت اند از: مومهای پارافین (محدوده دمای ذوب ۵۸ تا ۶۰ °C)، ریزبلوری (محدوده دمای ذوب ۶۰ تا ۶۲ °C) و کارنوبا (محدوده دمای ذوب ۷۹ تا ۸۱ °C) که از منابع داخلی تامین شدند. رنگ قرمز سودان (Sudan III)، ضد اکسنده دی ۱- بوتیل پاراکرزول (DBPC) و کوپلیمر استیرن-آکریلونیتریل از شرکت مرک تهیه شد و حلالهای بنزن، هپتان نرمال، متانول و متیل اتیل کتون نیز برای شناسایی مصرف شدند.

دستگاهها

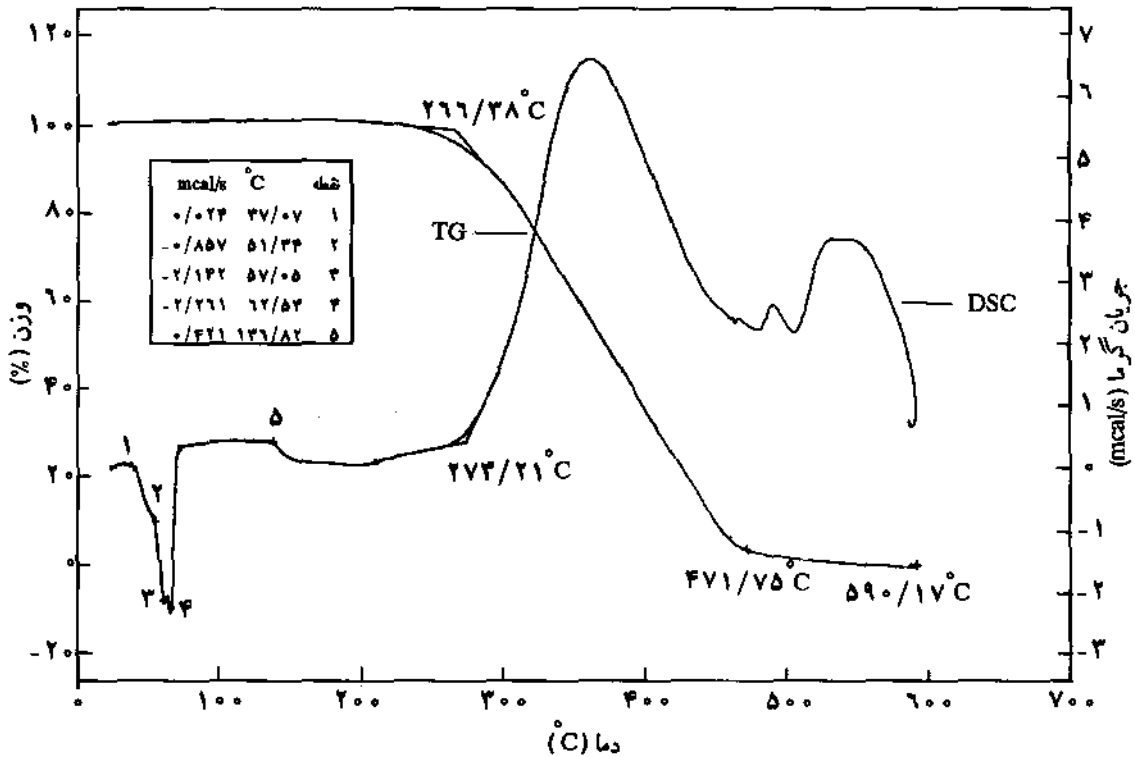
دستگاههای مورد استفاده برای شناسایی و تعیین خواص عبارت اند از: دستگاه طیف سنجی زیرقرمز (۹۷۱۲ Philips)، کروماتوگرافی ژل تراوی (C-۱۵۰ Waters)، دستگاه تجزیه گرماوزنی-گرماسنجی پویشی تفاضلی، TG-DSC (۶۲۵ PL-STA)، گرانروی سنج استوالد،

درجه اول مشخصات وزن مولکولی را تغییر می دهد، می تواند موجب تغییر رنگ و گرانروی، افت خواص فیزیکی، کاهش شفافیت و ترکهای ریز در سطح و سرانجام عدم کارآیی موم گردد. برای جلوگیری از تخریب مومهای هیدروکربنی معمولاً از ضد اکسنده دی ۱- بوتیل پاراکرزول (DBPC) استفاده می شود که از نظر بهداشتی مورد تایید است.

مومهای پارافینی در کاربردهای مختلف از جمله در مصارف مومهای دندانسی باید خواص متفاوتی داشته باشند. بنابراین، برای ایجاد خواص مطلوب در پارافین مورد استفاده، برای کاربردی خاص می توان از اختلاط آن با پلیمرها و مومهای ریزبلوری استفاده کرد. این پلیمرها عبارت اند از: پلی اتیلن، پلی ایزوبوتیلن و کوپلیمرهای اتیلن-وینیل استات، اتیلن-اتیل آکریلات و اتیلن-ایزوبوتیل آکریلات و همچنین آمیدهای اسید چرب و سایر رزینهای طبیعی و سنتزی. در اثر مخلوط شدن پارافین شکننده با استحکام کششی پایین با این مواد افزودنی خواص موم پارافین بهبود می یابد. به عبارتی ضربه پذیری، استحکام کششی و دمای ذوب آن افزایش می یابد [۸].

تجربی

در این بخش مواد، دستگاهها و روشهای به کار رفته در شناسایی و



شکل ۳- گرمانگاشت DSC و TG مخلوط موم ریزیلوری و پارافین جداسازی شده از موم مدلسازی (سرعت گرمادهی تا 150°C ، $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و پس از آن $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ است).

فاز ساکن و هپتان نرمال به عنوان فاز متحرک استفاده شد. در نتیجه، مقدار $95/7$ درصد موم هیدروکربنی از نمونه به دست آمد. مقدار روغن این موم مطابق روش ASTM D ۷۲۱ برابر $1/5$ درصد تعیین شد. در این روش، نمونه در متیل اتیل کتون حل و تا 32°C سرد شد و در نتیجه موم رسوب کرد. پس از جداسازی رسوب از روغن و حلال با تبخیر حلال درصد وزنی روغن باقیمانده محاسبه شد.

مقداری از موم هیدروکربنی جدا شده در تتراهیدروفوران (THF) حل شد تا محلولی با غلظت $0/1$ درصد به دست آید و به وسیله GPC وزن مولکولی موم تعیین شد. در این آزمایش تتراهیدروفوران به عنوان فاز متحرک در دمای 30°C با دبی حجمی $1/5$ میلی لیتر در دقیقه مورد استفاده قرار گرفت.

در رنگ نگاشت حاصل (شکل ۲) دو پیک مجزا و نزدیک به هم مشاهده می شود که پیک اول با وزن مولکولی متوسط 800 مربوط به موم ریزیلوری و پیک دوم با وزن مولکولی متوسط 340 مربوط به موم پارافین است. به علاوه، موم هیدروکربنی با TG-DSC مورد تجزیه گرمایی قرار گرفت. گرمانگاشت TG تغییرات وزن بر حسب دما و گرمانگاشت DSC تغییرات گرمای آزاد شده یا جذب شده را بر حسب دما ($\frac{dQ}{dt}$) نشان می دهد. گرمانگاشت موم هیدروکربنی (شکل ۳) نشان

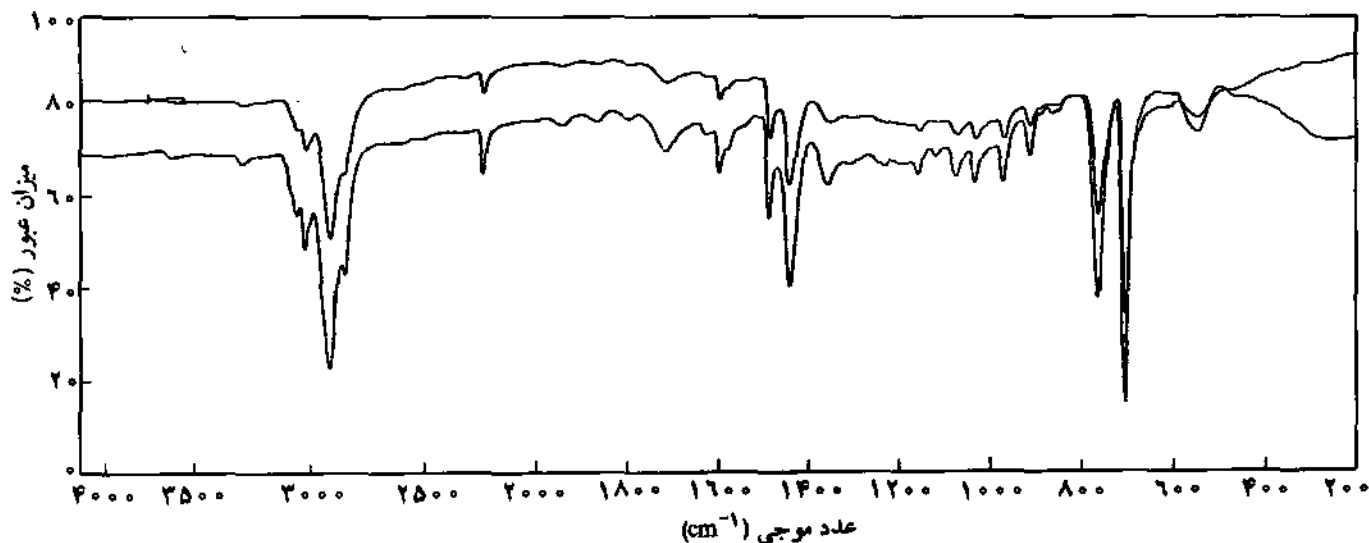
سختی سنج Zwick-Shore A، چگالی سنج Daventest، دستگاه کشش Instron ۶۰۲۵، دستگاه اندازه گیری ضربه پذیری Zwick و نفوذسنج Zwick

نتایج

تجزیه و شناسایی موم اصلی

موم مدلسازی مورد آزمایش دارای چقرمگی مناسب و محدوده دمای کاربرد وسیعی است. برای تجزیه و جداسازی اجزای این موم ابتدا روش حلال-ضدحلال به کار گرفته شد. بدین ترتیب که مقداری از نمونه در حلال بزن در دمای محیط حل شد و به آن ضد حلال متانول افزوده گردید. در نتیجه، رسوب سفید رنگی به وجود آمد که پس از جداسازی از حلال طیف IR آن گرفته شد. این طیف در شکل ۱ نشان داده شده است و مشخصات آن با طیف IR موم پارافین مطابقت دارد [۹].

قابل توجه است که با این روش جزء هیدروکربنی موجود در نمونه کاملاً جداسازی نمی شود. بنابراین، برای تعیین درصد جزء هیدروکربنی از روش کسروماتوگرافی ستونی مطابق با استاندارد ASTM D ۱۳۴۲-۸۲ استفاده شد. در این روش از آلومین به عنوان



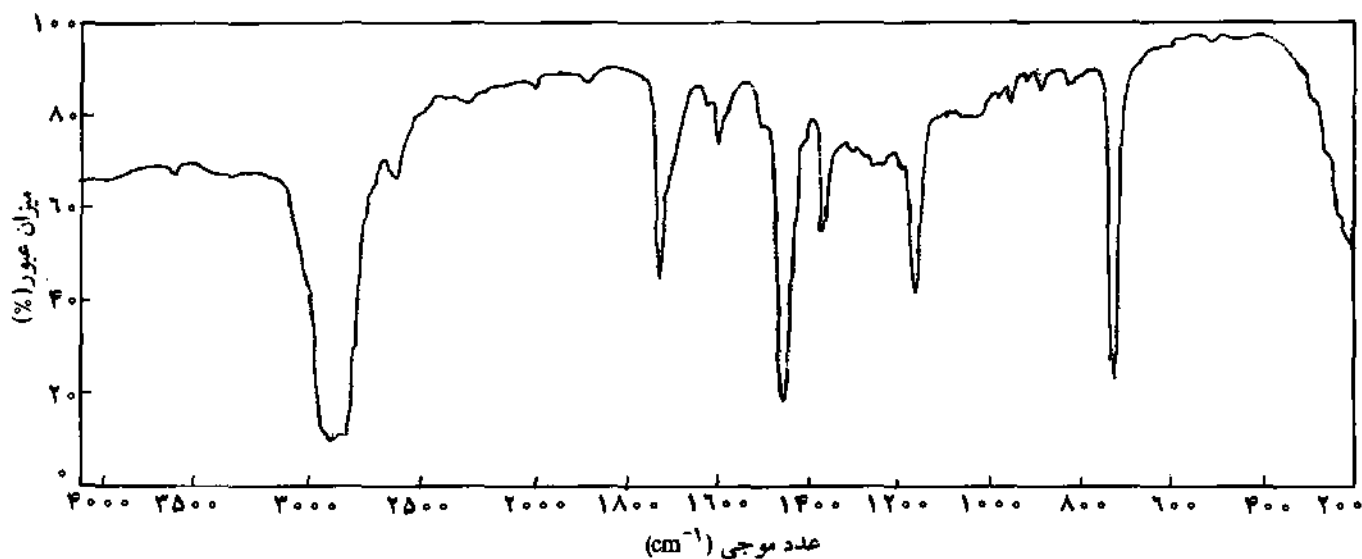
شکل ۴ - طیف IR رزین جداسازی شده از موم مدل سازی.

می شود که طیف IR آن در شکل ۴ نشان داده شده است. از مقایسه آن با اطلس IR [۱۲] مشخص می شود که این فیلم از کاپلیمر استیرن-آکریلونیتریل تشکیل شده است و برای بهبود شکل پذیری و افزایش دامنه ذوب به مومها اضافه می شود. مقدار این جزء ۰/۰۵ درصد است.

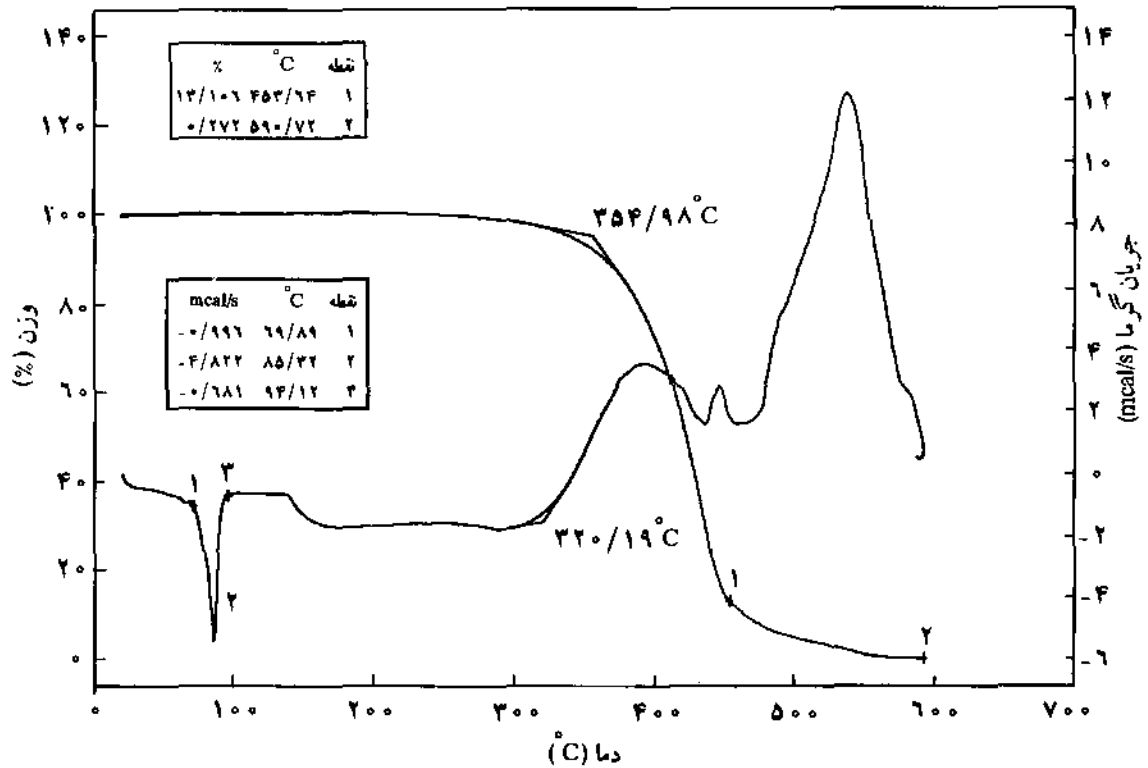
برای اطمینان از جداسازی کامل مومهای هیدروکربنی از اجزای دیگر، عدد صابونی شدن موم هیدروکربنی طبق روش استاندارد ASTM D ۹۸ تعیین شد که مقدار آن برابر ۱/۹۶ بدست آمد. مطابق این روش استاندارد می توان نتیجه گرفت که موم هیدروکربنی به طور

دهنده دو جزء پارافینی و ریزبلوری به ترتیب در دماهای ذوب ۵۷ و ۶۲°C است. در ضمن پیکی در ۴۷ تا ۵۰°C ظاهر شد که مربوط به تغییر حالت بلوری مومهای هیدروکربنی است. همچنین، در این گرمانگاشت نقطه شروع تخریب موم در دمای ۲۷۳/۲۱°C مشاهده می شد [۱۰، ۱۱]. بدین ترتیب ثابت می شود که موم هیدروکربنی جدا شده از نمونه، مخلوطی از دو موم پارافین و ریزبلوری است.

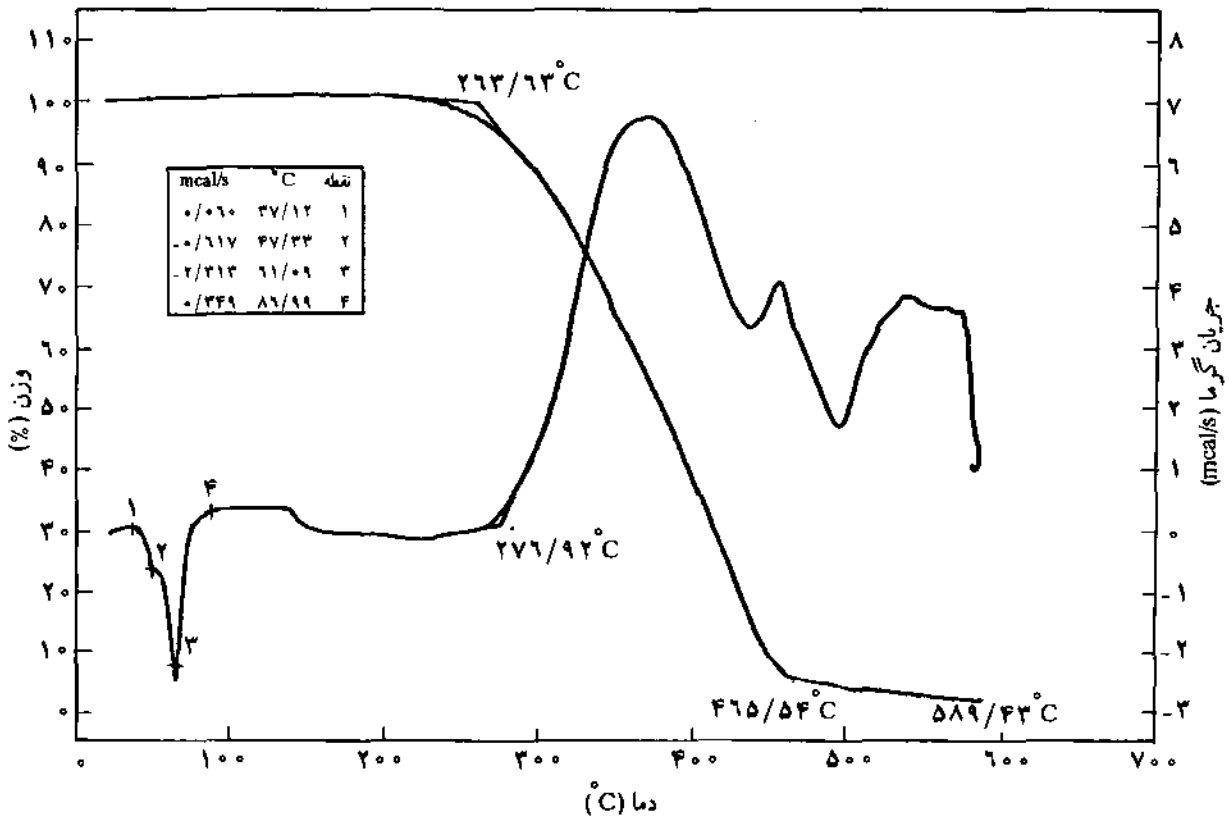
در روش تعیین کمی جزء هیدروکربنی، پس از اینکه تمام محتویات محلول موم در حلال هپتان به ستون کروماتوگرافی منتقل شد، فیلمی از ته نشین شدن ذرات بسیار ریز رزین در ظرف محلول تشکیل



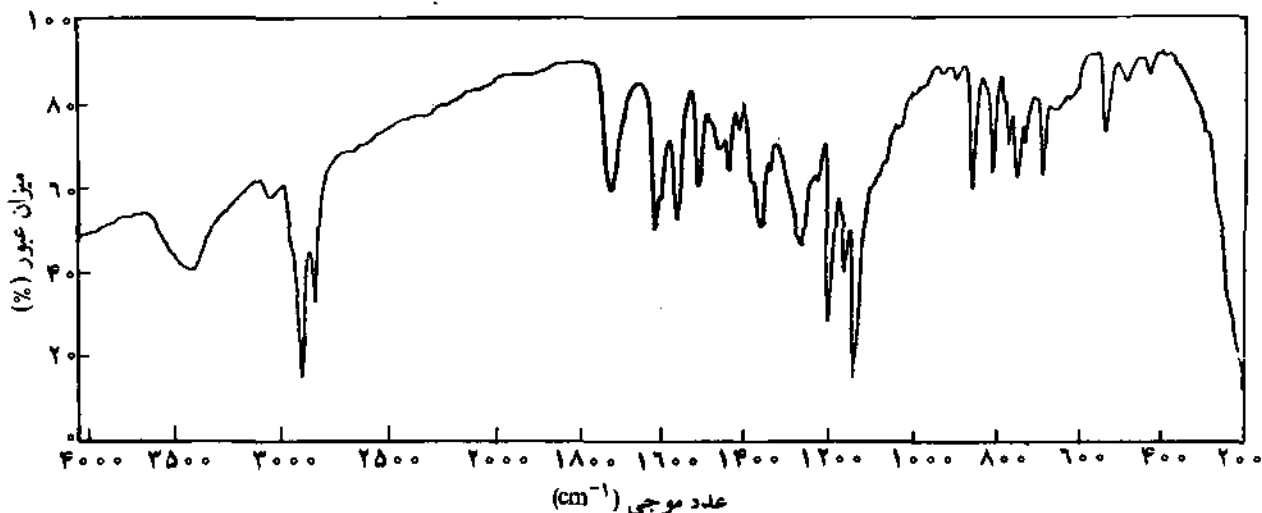
شکل ۵ - طیف IR موم کارنوئای جداسازی شده از موم مدل سازی.



شکل ۶- گرمانگاشت DSC و TG موم کارنوبای جداسازی شده (سرعت گرمادهی تا 150°C ، $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و پس از آن $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ است).



شکل ۷- گرمانگاشت DSC و TG موم مدلسازی (سرعت گرمادهی تا 150°C ، $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و پس از آن $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ است).



شکل ۸ - طیف IR رنگ جداسازی شده از موم مدلسازی.

باقیمانده پس از تبخیر حلال توزین شد. از آنجا که رنگهای محلول در چربی به میزان کم در حد ppm اضافه می‌شوند، مقدار موم کارنوبا بدین ترتیب برابر ۴/۲۵ درصد به دست آمد.

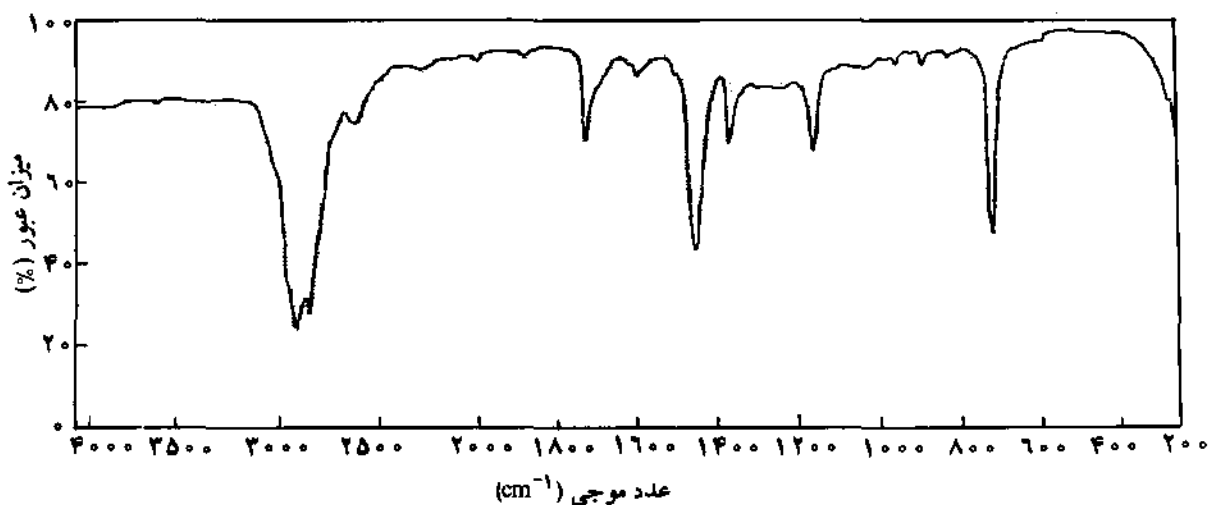
برای شناسایی رنگ، مقدار کمی از نمونه در حلال بنزن حل شد که بدین ترتیب رنگ به همراه جزء هیدروکربنی جداسازی شد. سپس به این محلول مقدار ۰/۰۲ گرم سیلیکاژل اضافه شد تا رنگ را جذب کند. در مرحله بعد دانه‌های سیلیکاژل توسط کاغذ صافی جدا گردید. برای جداسازی موم جذب شده از رنگ، سیلیکاژل به وسیله ۵۰ میلی‌لیتر هپتان جوشان شسته و محلول زیر صافی تبخیر شد تا تمام حلال خارج شود که با سرد کردن بشر موم جذب شده رسوب کرد.

در مرحله بعد دانه‌های قرمز رنگ سیلیکاژل به یک ستون کروماتوگرافی که با سیلیکاژل به طور یکنواخت پر شده بود، اضافه شد و

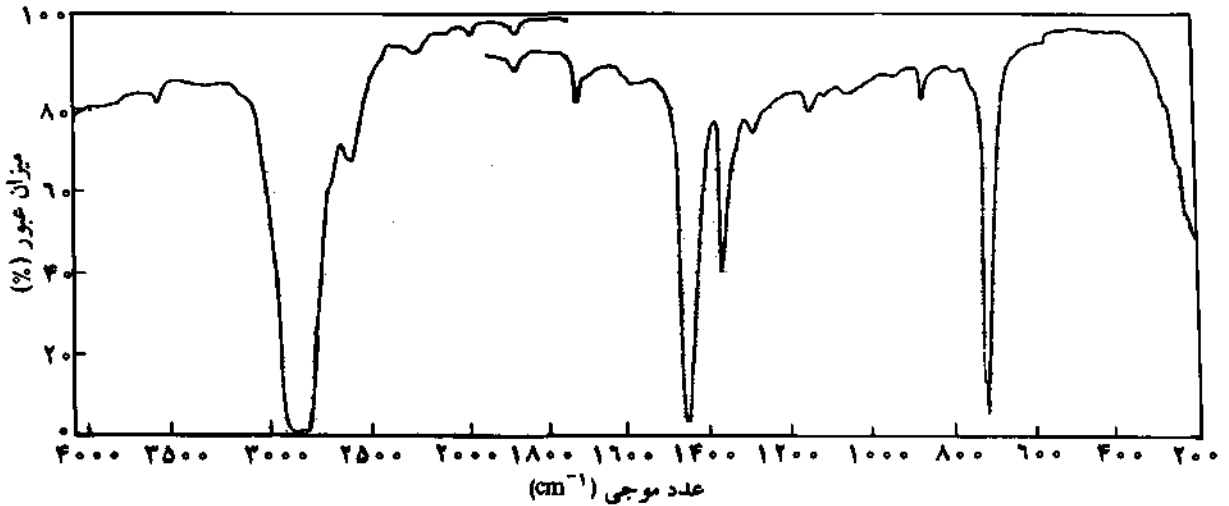
خالص از اجزای دیگر جدا شده است.

در مرحله بعد از جزء نامحلول نمونه در حلال بنزن طیف IR تهیه شد (شکل ۵) که با طیف IR موم کارنوبا مطابقت داشت [۹]. همچنین گرمانگاشت TG-DSC این جزء گرفته شد (شکل ۶) که از مقایسه آن با گرمانگاشت موم مدلسازی (شکل ۷) و جزء هیدروکربنی (شکل ۳) معلوم می‌شود که افزایش موم کارنوبا سبب افزایش دما و محدوده ذوب موم هیدروکربنی می‌شود و به دلیل سازگاری موم کارنوبا با موم هیدروکربنی در گرمانگاشت DSC موم مدلسازی یک پیک گرماگیر ذوب مشاهده می‌شود [۱۳].

برای تعیین کمی موم کارنوبا، پس از خارج شدن تمام جزء هیدروکربنی از آن، ستون کروماتوگرافی با متانول شستو داده شد. در نتیجه، موم کارنوبا به همراه رنگ صورتی نمونه خارج گردید و



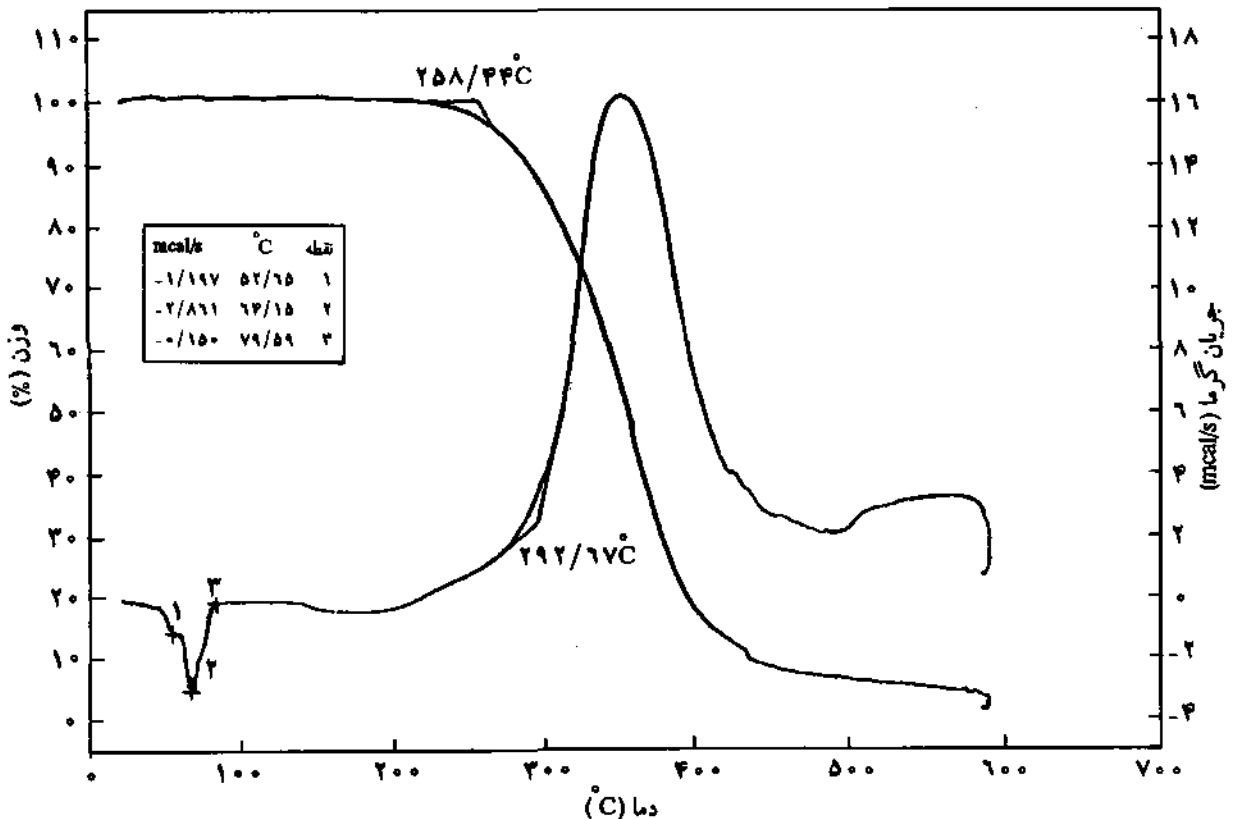
شکل ۹ - طیف IR موم مدلسازی.



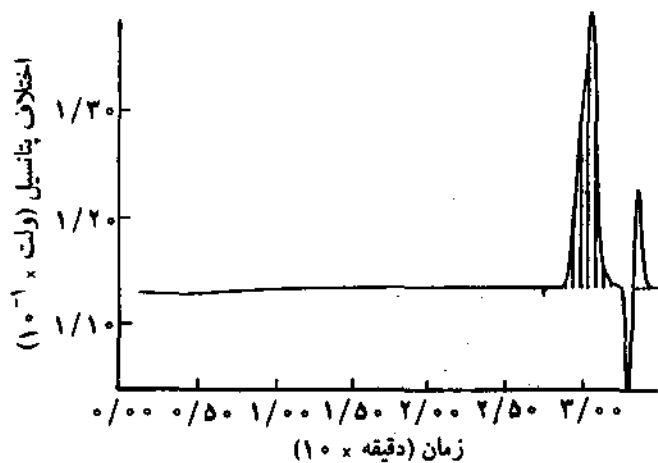
شکل ۱۰ - طیف IR موم ساخته شده.

۱۰:۹۰ استفاده شد و طیف IR آن دوباره به دست آمد (شکل ۸) که جدایی کامل موم از رنگ را تایید می‌کند.
با توجه به طیف IR رنگ معلوم می‌شود که این ماده رنگی آلی به فرمول ۱-[[۴- (فنیل آزو)-فنیل] آزو]-۲- نفتانول و نام تجاری

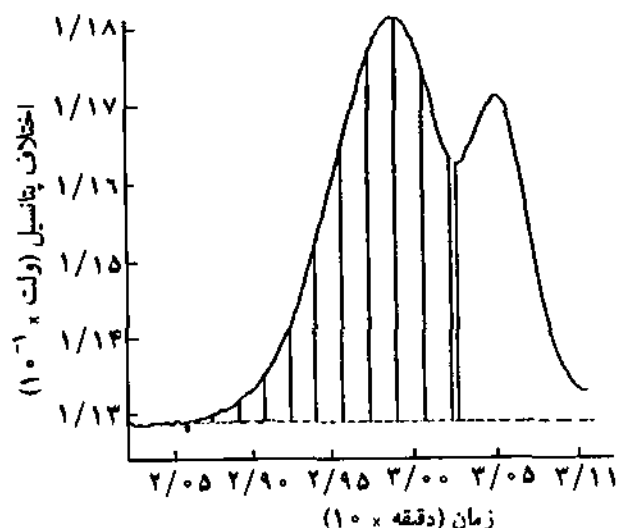
رنگ به وسیله ۱۰۰ میلی لیتر مخلوط حلالهای بنزن-متانول به نسبت ۸۰:۲۰ جداسازی شد. از طیف IR رنگ معلوم شد که با مقدار کمی موم هیدروکربنی همراه است. برای خالص سازی بیشتر رنگ از روش کروماتوگرافی لایه نازک با مخلوط حلالهای متانول-بنزن به نسبت



شکل ۱۱ - گرماتگاشت DSC و TG موم ساخته شده (سرعت گرمادهی تا ۱۵۰°C، ۵°C/min و پس از آن ۱۰°C/min است).



شکل ۱۳- رنگ نگاشت GPC موم ساخته شده.



شکل ۱۲- رنگ نگاشت GPC موم مدلسازی.

مقایسه موم مدلسازی و موم ساخته شده در جدول ۲ نشان داده شده است [۱۵].

آن Sudan III است [۱۴].

مقایسه طیفهای IR، TG-DSC و GPC

مقایسه طیف IR موم مدلسازی (شکل ۹) و نمونه ساخته شده (شکل ۱۰) شباهت ترکیب شیمیایی آنها را نشان می‌دهد. از مقایسه گرمانگاشتهای TG-DSC موم مدلسازی (شکل ۷) و موم ساخته شده (شکل ۱۱) معلوم می‌شود که دما و محدوده ذوب و نقطه شروع تخریب آنها نیز مشابه است. علاوه بر این، با مقایسه رنگ‌نگاشتهای GPC موم مدلسازی (شکل ۱۲) و موم ساخته شده (شکل ۱۳) تشابه نسبی اجزا و وزن مولکولی آنها مشخص می‌شود.

نتیجه‌گیری

در آزمایشهای انجام شده در این پژوهش نتایج زیر به دست آمد:
۱- تجزیه کیفی موم مدلسازی وارداتی نشان می‌دهد که این موم از مومهای پارافین، ریز بلوری و کارنوبا، کopolیمر استیرن-آکریلونیتریل،

ساخت نمونه آزمایشی

اختلاط مواد اولیه مومهای پارافین، ریز بلوری و کارنوبا و همچنین رنگ قرمز سودان، ضد اکسند و کopolیمر استیرن-آکریلونیتریل در یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری که در یک حمام روغن سیلیکون در دمای 130°C و به وسیله یک همزن مکانیکی انجام شد. درصد مواد در مخلوط برابر مقدار بدست آمده از نتایج تجزیه نمونه اصلی بود.

مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی مومها

ابتدا موم ساخته شده به ضخامت موم مدلسازی قالبگیری شد. سپس، از ورقهای به دست آمده و همچنین ورق موجود موم مدلسازی مطابق استانداردهای زیر نمونه‌هایی تهیه شد و آزمایشهای فیزیکی-مکانیکی مربوطه روی آنها انجام گرفت. نتایج خواص اندازه‌گیری شده برای

جدول ۲- مقایسه خواص اندازه‌گیری شده موم مدلسازی و موم ساخته شده.

D132-86	D127-87	Din52504	D252	D2240	D1505	D445-86	استاندارد
نفوذپذیری (0/01 mm)	نقطه ذوب قطره (°C)	استحکام کششی (N/mm ²)	ضربه پذیری (J/mm)	سختی (%)	چگالی (g/cm ³)	گرانروی در دمای 100°C (cSt)	نوع موم
9	76	1/35	45	81	0/942	9/78	موم مدلسازی
9/7	78	1/39	48/8	82	0/965	10/2	موم ساخته شده

- 2 American Dental Association; *Guide to Dental Materials and Devices*; 297-320, 1974.
- 3 Skinner E.W. and Phillips R.; *Science of Dental Materials*; Marcel and Dekker, Toronto, 130-215, 1965.
- 4 Craig R.G. and Peyton F.A.; *J. Dent. Res.*; **44**, 6, 1306-1316, 1980.
- 5 Ohashi M.; *J. Am. Dent. Assoc.*; **72**, 1141-1150, 1966.
- 6 Freund M. and Csikos R.; *Paraffin Products: Properties, Technologies and Applications*; John Wiley and Sons, New York, 1982.
- 7 Mc Mahon G.S. and Wood J.A.; *Petroleum Waxes*; John Wiley and Sons, New York, 1984.
- 8 Warth A.K.; *The Chemistry and Technology of Waxes.*; Mc Millan Press, 1, 300-500, 1986.
- 9 *Atlas of Polymer and Plastics Analysis*; Hümmel and Scholl, 2, 353, 1985.
- 10 Mackenite R.C.; *Differential Thermal Analysis*; Academic Press, 1980.
- 11 Brown M.E.; *Introduction to Thermal Analysis*; Reinhold, New York, 1988.
- 12 *Atlas of Polymer and Plastics Analysis*; Hümmel and Scholl, 1, 353, 1985.
- 13 Craig R.G.; *J. Dent. Res.*; **50**, 450-454, 1971.
- 14 *Atlas of Organic Materials*; Sadtler Research Laboratories, 1962.
- 15 Powers J.M. and Thermal R.G.; *J. Dent. Res.*; **57**, 37-50, 1978.

رنگ و ضد اکسنده تشکیل شده است که ترکیبات یاد شده را می توان به وسیله روشهای کروماتوگرافی و استخراج با حلالهای بنزن، متانول و هپتان نرمال از یکدیگر جداسازی کرد.

۲- مقدار عدد صابونی شدن پارافین جدا شده از نمونه و مقایسه آن با مقدار داده شده در روش استاندارد ASTM D ۹۸ بیانگر کارایی روش جداسازی مورد استفاده است.

۳- با دستگاههای GPC و DSC می توان دو جزء پارافین و ریزبلوری موجود در موم هیدروکربنی را جداسازی کرد.

۴- نتایج تجزیه کمی موم مدل سازی به قرار زیر است: مومهای پارافین و ریزبلوری ۹۵/۷ درصد، موم کارنوبا ۴/۲۵ درصد، کوپلیمر استیرن-آکریلونیتریل حدود ۰/۰۵ درصد و رنگ در حدود ۰/۰۱ گرم که رنگ مصرفی در آن ترکیب ۱- [۴- (فنیل آزو)- فنیل] آزو] - ۲- نفتانول و ضد اکسنده آن از نوع دی ۱- بوتیل پاراکرزول است.

۵- مقدار روغن موم هیدروکربنی (پارافین + ریزبلوری) حدود ۱/۵ درصد موم مربوط است.

۶- اختلاط مواد حاصل از تجزیه جهت ساخت موم مدل سازی به آسانی امکان پذیر است.

۷- با مقایسه نتایج تجزیه گرمایی، رنگ نگاری و طیف نمایی و همچنین خواص فیزیکی، شباهت موم ساخته شده به موم مدل سازی وارداتی تایید می شود.

۸- ساخت مومهای دندان بویژه موم مدل سازی با استفاده از مواد تهیه شده در داخل کشور در مقیاس بالا و به آسانی امکان پذیر است.

مراجع

- 1 Craig R.G. and Peyton F.A.; *Restorative Dental Materials*; Henry Kimpton, London, 206-297, 1985.