

# سنتر لاکهای ارگانوسول PVC برای پوشش‌های درون قوطیهای مواد غذایی

Synthesis of PVC Organosol Lacquers for Internal Metal Can Coatings

مسعود فرونچی<sup>۱</sup>، سومن دادین<sup>۲</sup>، جلیل رضوی<sup>۱</sup>، خشاپار جلالی<sup>۱</sup>

۱-خ آزادی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی؛ ۲-انتهای کارگر شالی، سازمان انرژی انتی ایران، بخش لیزر پلیمر

دریافت: ۷۷/۹/۱۷، پذیرش: ۷۸/۶/۲۶

## چکیده

پوشش‌های پلیمری داخل قوطیهای مواد غذایی موسم به لاک، طی ۲۰ سال اخیر تغییرات زیادی داشته‌اند. قوانین محیط زیست و تکنولوژیهای جدید ساخت قوطیهای فلزی، ساخت و انتخاب لاکها را تحت تأثیر قرار داده است. ویژگیهای این لاکها باید به گونه‌ای طراحی شود که آثار نامطلوب از نظر طعم، رنگ و سمی بودن روی مواد غذایی بجا نگذارد. با توجه به اینکه این گونه لاکها در حال حاضر وارداتی‌اند، در این پژوهش مطالعه و بررسی روش‌های تهیه این مواد مدنظر است. نمونه‌های اویله لاک مورد نظر برایه رزین پلی‌وینیل کلرید ساخته شده و آزمایش‌های متعددی روی آنها انجام شده است. به علاوه، روش‌های اختلاط و نکات مهمی که در تهیه این لاکها وجود دارد، از جمله ایجاد کمترین گرانروی، مورد توجه قرار گرفته است. پس از ساختن نمونه‌های اویله، سرعت بهینه پره همزن، نسبت بهینه قطر طرف اختلاط به قطر پره همزن و ارتفاع بهینه لاک درون ظرف اختلاط، همگی براساس بهترین پراکنده‌گی ذرات جامد در فاز مایع بدست آمده‌اند. مشکلات عمده مشاهده شده پس از پخت لاکها، ایجاد جباب روی سطح، شکنندگی لاک پخته شده، هوای خشک بودن لاک خام، تخریب گرمایی، پخش ناقص ذرات در حلالها و نرم کننده‌ها و عدم چسبندگی یا چسبندگی ضعیف روی فلز بودند. در تهیه نمونه‌های بعدی، بهینه کردن خواص این لاک در موارد ذکر شده و برای کارایی‌های مختلف، افزایش مقاومت‌های مکانیکی و شیمیایی، قابلیت استفاده از تکنولوژیهای جدید قوطی‌سازی و رفع مشکلات اختلاط مواد مدنظر قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: لاک، ارگانوسول، فلزی مواد غذایی، پوشش پلیمری، پلی‌وینیل کلرید

Keywords: lacquers, organosol, food metal can, polymeric coating, polyvinylchloride

مرکب چاپ، برای جلوگیری از خوردگی و نیز تزیینات استفاده کرد. لاکهای مصرفی در قوطیهای مواد غذایی به صورت محصول رزین یا ترکیبی از رزین و روغنهای خشک شونده یا نرم کننده‌ها در حالهای فرار شیمیایی تهیه می‌شوند که پس از پختن به صورت لایه‌ای سخت و مناسب روی ورق حلبي یا هر نوع ورق خاص دیگری باقی می‌ماند [۱].

مقدمه  
منظور از لاک زدن داخل قوطیهای مواد غذایی ایجاد یک لایه محصور کننده برای حفاظت لایه‌های پوششی از مواد غذایی است. در قسمت خارجی قوطی نیز می‌توان از پوشش‌های لاک، ورنی یا

جدول ۱ - فرمولیندیهای لاکهای ساخته شده.

شماره	نام ماده	شرکت سازنده	شماره	نام ماده	شرکت سازنده
۱	رزین پلی وینیل کلرید		۱۰	پایدار کننده خوراکی کلیسیم - روی	Ciba-Geigy,Irgastab
۲	نرم کننده دی اکتیل فتالات	BASF	۱۱	رزین کوپلیمر وینیل کلرید - استات	Ciba-Geigy
۳	نرم کننده دی بوتیل فتالات	BASF	۱۲	رزین اپوکسی	Ciba-Geigy
۴	حلال متیل اتیل کتون	-	۱۳	رزین اوره فرمالدھید بوتیل دار شده	Ciba-Geigy
۵	حلال متیل ایزو بوتیل کتون	-	۱۴	رزین ملامین فرمالدھید بوتیل دار شده	Ciba-Geigy
۶	حلال تولوئن	-	۱۵	رزین فنولی اصلاح شده با راتیانه	Ciba-Geigy
۷	حلال زایلن	-	۱۶	مالئیک ایندرید	Ciba-Geigy
۸	حلال اتیل گلیکول	-	۱۷	لاک اپوکسی فنولی آلمانی	BASF
۹	حلال اتیل گلیکول استات	-	۱۸	لاک اپوکسی فنولی اتریشی	Stollack

## تجربی

مواد

مشخصات مواد بکار رفته در این پژوهش در جدول ۱ آمده است. ارائه مشخصات بیشتر در مورد رزینهای بالا به دلیل تجاری بودن تهیه کنندگان آنها میسر نبود.

پره همزن مورد استفاده از نوع پراکننده ساز پرسرعت (high speed disperser) است. این نوع پره‌ها در صنایع رنگ و لاک سازی تنها به یک شکل خاص شناخته می‌شوند و فقط با قطر و دورهای متغیر متمازیز می‌گردند. لاکها به کمک سیستم غلطکی روی سطح ورق حلبی کشیده می‌شوند. دمای پخت بین ۱۵۰ و ۳۱۰°C و زمان پخت بین ۱ تا ۱۸ دقیقه متغیر بوده و در همه نمونه‌ها دمای ساخت و اختلاط بین ۲۰ تا ۲۵°C و مدت زمان اختلاط ۱۵ دقیقه بوده است. کلیه آزمایشهای لازم براساس استانداردهای ذکر شده در بخش مراجع انجام گرفته‌اند. گرانروی نمونه‌های ساخته شده بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ بوده است.

آزمایشهای مجموعه اول: به منظور بدست آوردن بهترین شرایط و وضعیت اختلاط برای ساخت لاکهای ارگانوسول چهار نمونه R1، R2، TC1 و TC2 مورد آزمایش قرار گرفتند. بدین ترتیب که در ابتدا چهار نمونه یاد شده با دورهای متفاوت پره همزن در دو ظرف با قطرهای متفاوت مخلوط شدند. پس از اختلاط، میزان پراکننده شدن ذرات جامد در فاز مایع بر مبنای مقیاس هگمن (Hegman Value, H.V.) (بدست آمد و با یکدیگر مقایسه شد. استفاده از مقیاس هگمن روشی معمول در صنایع رنگ و لاک برای تعیین کمی نحوه پراکنندگی ذرات جامد در مخلوط حلالهایست و مطابق استاندارد ISO ۶۴۰۱-۱۹۸۵ صورت

انتخاب نوع لاک جهت حفاظت ماده غذایی درون قوطی به عوامل متعددی بستگی دارد. لاکها باید دارای قابلیت‌های بکارگیری در روش‌های مختلف پوشش‌دهی، بویژه روش غلطکی و روش پاششی و روش‌های مختلف ساخت قوطی همچون Drawn - ReDrawn (DRD) DWI (Drawn & Wall Ironed) و درزجوش و عملیات لبه برگردانی باشند. همچنین، چسبندگی عالی فیزیکی و شیمیایی لاک روی ورقه‌های فلزی از نکات لازم دیگر است [۲]. پایداری گرمایی، که باعث می‌شود لاک پس از پخت بی‌بو و غیر سMI باشد، از خواصی است که بسیار اهمیت دارد. اخیراً با اعلام فهرست ترکیبات و افزودنیهای مجاز به وسیله موسسات بهداشتی مواد غذایی، تولید کنندگان لاک و نیز سازندگان قوطی از نظر ساخت و انتخاب مواد محدود شده‌اند [۳-۵].

در حال حاضر، لاکهای داخل اکثر قوطیهای DRD دنیا از ارگانوسولهای PVC اند. پایه این مواد رزین PVC پراکننده شده با جرم مولکولی زیاد است که خاصیت گرمایزی دارد و بسیار انعطاف‌پذیر است. این رزینها همراه با حلالها و نرم کننده‌ها، که برای کمک به تشکیل فیلم مصرف می‌شوند، ارگانوسول را تشکیل می‌دهند. در اثر گرمایی کار ذرات رزین PVC متورم می‌شوند و نرم کننده می‌کنند، در ادامه این کار ذرات رزین PVC متوتر می‌شوند و نرم کننده موجود در سیستم به تشکیل یک فیلم یکنواخت کمک می‌کند [۶]. برای رنگی کردن پوشش نیز می‌توان از رنگدانه استفاده کرد [۷]. مسئله مهم دیگر متعادل کردن حلالهای مصرفی است. زیاد بودن حلال اصلی مسئله حلال پوشی اضافی (oversolvation) را پدید می‌آورد و کم بودن حلال اصلی مشکل لخته شدن را موجب می‌گردد. بهترین ترکیب حلالها حالتی است که کمترین گرانروی حاصل شود، چون در این حالت انرژی مصرفی جهت اختلاط به حداقل می‌رسد.

تبخیر کمتر مدنظر قرار گرفت و نمونه‌های PG۴۲ و PA۴۲ طراحی و آزمایش شدند. در راستای کاهش میزان لاک خارجی مصرفی و در نتیجه کاهش قیمت، محلول معرفی شده در فرمولیندیهای HP۱ و HP۲ برای افزودن به لاکهای خارجی و افزایش حجم لاک، بدون پایین آمدن کیفیت مطلوب طراحی شد و مورد آزمایش‌های گوناگون قرار گرفت. کلیه فرمولیندیهای در جدول ۲ آورده شده‌اند. با توجه به اینکه کوره‌های پخت، زمانی کمتر از ۱۲ و بیشتر از ۱۸ دقیقه را (با توجه به سرعت نقاله) بکار رفته برای انتقال ورقهای لاک خورده نمی‌توانند گرمادهی کنند، برای هر یک از نمونه‌ها (با توجه به محدود بودن زمان پخت) دمای پخت کامل با انجام آزمایش‌های متفاوت بدست آمد. آزمونهای کیفی تعیین میزان پخت لاکها و پایداری آنها در برابر اسیدها، به ترتیب مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۲۰۲۸ و ۲۵۰۹ انجام گردید که در مرجع ۱۸ شرح داده شده‌اند. اشاره می‌شود که شرح کلیه آزمایش‌های مربوط به تعیین خواص لاکها به تفصیل در استاندارد ISO ۱۹۷-۱۹۸۹ نیز آمده است.

## نتایج و بحث

آزمایش‌های مجموعه اول: در آزمایش تعیین سرعت بهینه برای چهار نمونه، میزان پراکندگی ذرات جامد در فاز مایع ابتدا متناسب با افزایش دور پره بود و پس از دورهای حدود ۲۰۰۰ rpm، میزان پراکندگی با افزایش دور کاهش یافت (شکل ۱). در نتیجه می‌توان گفت که با افزایش دور، ابتدا با برخورد پره با مجموعه ذرات بتدریج پراکندگی آنها بیشتر می‌شود، ولی پس از یک دور خاص (حدود ۲۰۰۰ rpm) با افزایش دور میزان پراکندگی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند حاصل از عدم ورود مجموعه ذرات به داخل گردابه، به دلیل سرعت بالای پره باشد و در واقع نقاط ساکن پدید می‌آید که این موضوع با ریختن مرکب در محدوده خارج گردابه تایید شد. در آزمایش نسبت بهینه قطرهای، برای هر دو قطر پره همزن نتایج مشابهی مشاهده شد، چنان‌که ابتدا با افزایش نسبت قطر ظرف به قطر پره میزان پراکندگی ذرات افزایش یافت (تا نسبت بین ۱/۲ و ۲/۲). پس از آن با افزایش نسبت قطرهای، میزان پراکندگی رو به کاهش نهاد (شکل ۲) که این موضوع می‌تواند ناشی از عدم اختلاط مناسب به علت در تماس نبودن کلیه مجموعه ذرات با پره باشد. در آزمایش تعیین ارتفاع لاک، با افزایش ارتفاع ابتدا میزان پراکندگی افزایش داشت و پس از نسبتی حدود ۱/۶، پراکندگی کاهش یافت (شکل ۳). در واقع در مقادیر کمتر از ۱/۶ گردابه‌های لازم در درون ظرف، به علت کمی حجم مایع، ایجاد نمی‌شود و اختلاط ضعیف است. در مقادیر بالاتر از ۱/۶ نیز تماس نیافتن پره همزن با کلوجه‌های رزین عامل اختلاط ضعیف است که به علت بالا رفتن حجم

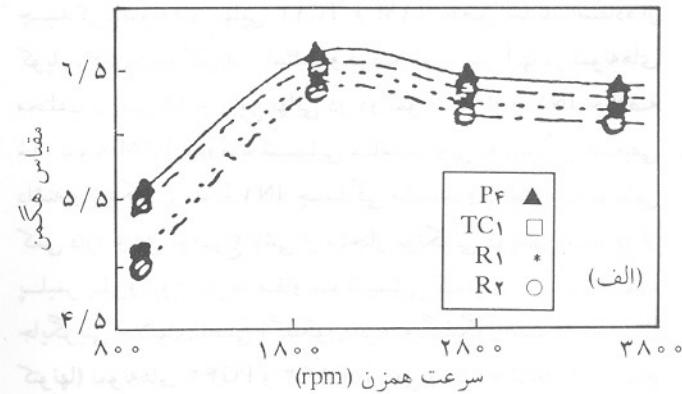
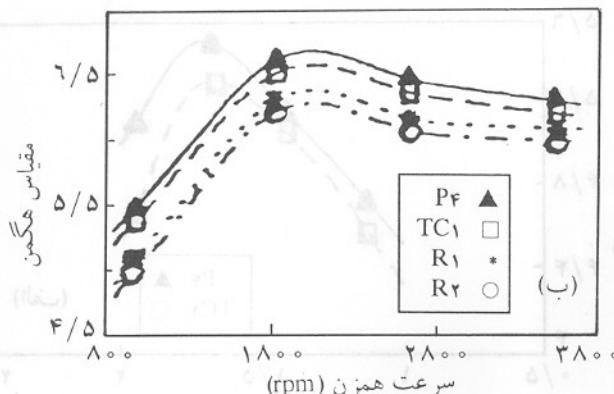
می‌گیرد. میزان خوب بودن پراکندگی با اعداد بالاتر همگمن بیان می‌شود. شرح این روش در مرجع ۸ آمده است. سپس، نمونه‌های P۴ و TC۱ برای بدست آمدن نسبت بهینه قطر ظرف اختلاط به قطر پره همزن (d<sub>c</sub>/d<sub>b</sub>) بررسی شدند. بدین ترتیب که این دو نمونه به وسیله پره همزن به قطرهای متفاوت در ظروف اختلاطی با قطرهای متفاوت تهیه شده و براساس میزان پراکندگی شدن ذرات جامد در فاز مایع (مقیاس همگمن) بررسی شدند. در هر دو آزمایش قبل، فاصله بین کف ظرف اختلاط و پره به اندازه نصف قطر پره همزن ثابت نگهداشته شد. در آزمایش بعدی نیز فاصله بین کف ظرف اختلاط و پره همزن به اندازه نصف قطر پره حفظ شد و ارتفاع لاکهای P۴ و TC۱ درون ظرف اختلاط از یک تا دو برابر قطر پره انجام شد. در این آزمایش نسبت قطر ظرف به قطر پره ثابت و برابر ۳، دور پره برابر ۱۸۷۰ rpm و مبنای بررسی، پراکندگی ذرات جامد در فاز مایع بود. در نهایت، برای اطمینان یافتن از درستی نتایج حاصل، نمونه‌ها با مقادیری نزدیک به مقادیر بهینه بدست آمده مورد آزمایش قرار گرفتند و بیشترین میزان پراکندگی حاصل گردید.

آزمایش‌های مجموعه دوم: کلیه نمونه‌های ساخته شده به دو مجموعه فرمولیند P و TC تقسیم شدند و کمترین گرانروی با تغییر در صد حلال اصلی و رقیق کننده برای هر دو مجموعه معین شد.

آزمایش‌های مجموعه سوم: نمونه‌های R۱ و R۲ به عنوان نمونه‌های اولیه ساخته شدند. برای رفع مشکلاتی چون انعطاف پذیری کم، شکنندگی لاک و چسبندگی بسیار ضعیف لاک پخته شده به سطح ورق، که مطابق استاندارد ASTM D-۳۳۵۹ معین می‌شود، نمونه‌های TC۱ و P۴ تهیه شدند. شرح آزمایش میزان چسبندگی لاکها از عبارتهاي ۸ بیان شده است. در روش تعیین میزان چسبندگی لاکها از عبارتهاي ۸ کیفی مانند خوب، ضعیف و غیره استفاده می‌شود. به منظور از بین بردن نقاط ضعیفی چون یکنواخت نبودن فیلم تشکیل شده، هوا خشک بودن لاک قبل از پخت و پایداری ضعیف گرمایی، نمونه‌های TC۱۲ و P۴۲ طراحی شدند. با توجه به این که مشکل اساسی این نوع لاکها چسبندگی ضعیف آنها به سطح ورقهای فلزی است، لازم شد عوامل مختلف افزاینده مختص افزایش دهنده چسبندگی مورد بررسی قرار گیرند. نمونه‌های P۱، PIU، P۱M، P۱A و P۱T۱ به منظور مقایسه عوامل مختلف افزاینده خاصیت چسبندگی طراحی شدند و مورد مطالعه و آزمایش‌های مربوط قرار گرفتند. پس از آن، برای تعیین بهترین درصد عامل چسبندگی انتخاب شده در مرحله قبل، نمونه‌های TC۱۳ و R۱M طراحی شدند. نمونه‌های PAM و IN۱ برای بررسی استفاده یا عدم استفاده از کوپیلیرهای وینیل کلریل - استات و درصد ترکیبی آنها طراحی شدند و مورد آزمایش قرار گرفتند. برای یکنواخت کردن هر چه بیشتر فیلم تشکیل شده، استفاده از حلالهای اصلی با دمای جوش بالاتر و میزان

## جدول ۲ - فرموده‌شدنی اکسیژن سایزه‌ساز

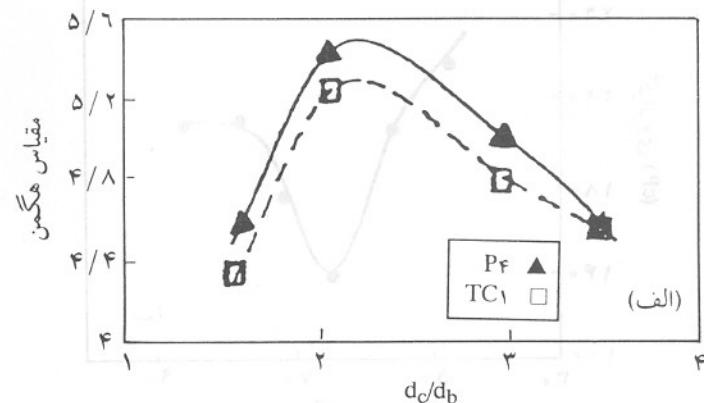
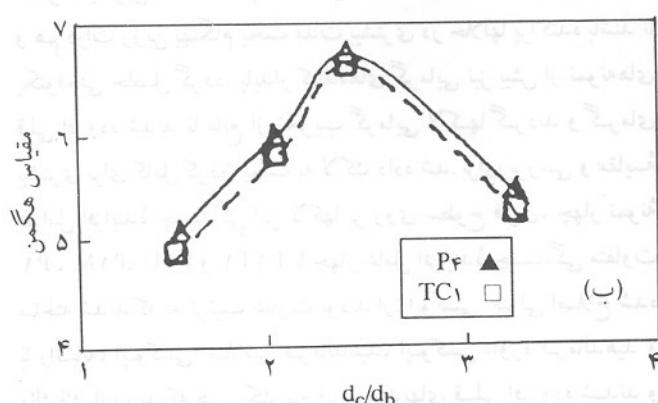
+ شنبه و یک‌میاه این جدول را مطابق با شنبه و یک‌میاه جدولی است.



شکل ۱ - مقایسه میزان پراکندگی ذرات در لاکهای R1, TC1, P4 و R2 بر حسب مقیاس هگمن، با افزایش دور پره همزن در دو قطر مختلف ظرف اختلاط: (الف) ۲۵ cm و (ب) ۱۱ cm.

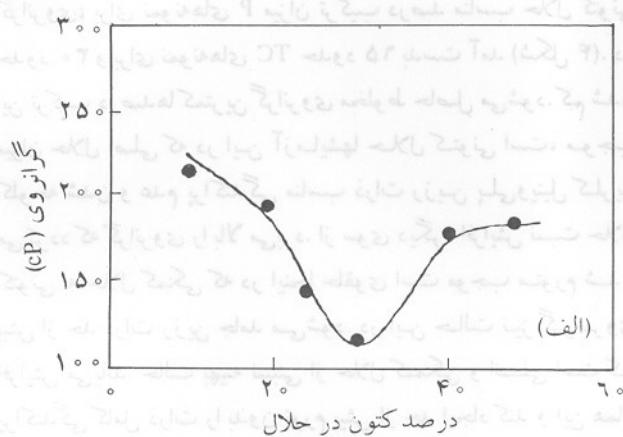
آزمایش‌های مجموعه سوم: نمونه‌های طراحی شده اولیه R1 و R2 در برابر آزمونهای انعطاف‌پذیری و چسبندگی بسیار ضعیف عمل کردند و سطح لاک نیز پس از پخت دارای شکستگی‌های بسیاری بود. در نمونه‌های TC1 و P4 با افزایش درصد نرم کننده و نیز تعویض نرم کننده قبلی (دی‌بوتیل فتالات) با نوعی که دارای دمای جوش بالاتر، فواریت کمتر و قابلیت انعطاف‌دهی بیشتری برای پلی‌وینیل کلرید بود (دی‌اکتیل فتالات)، مسئله انعطاف‌پذیری و شکستگی لاک بر ظرف گردید و مشکل چسبندگی ضعیف نیز با افزایش عوامل چسبندگی بهبود چشمگیری یافت. از آنجاکه فیلم تشکیل یافته یکنواختی مناسبی نداشت، لاک ساخته شده قبل از اعمال و طی مدت کوتاهی خشک شده و به هنگام پخت با افزایش دما از ۱۷۰°C لایه فیلم ارگانوسول تخریب گرمایی می‌شد. به همین جهت نمونه‌های TC1 و P4 با هدف رفع این مشکلات ساخته شدند. در این نمونه‌ها حالاتی اصلی و

مایع درون ظرف اختلاط پدید می‌آید. آزمایش‌های مجموعه دوم: در سری آزمایش‌های مربوط به گرانزوی، برای نمونه‌های P میزان ترکیب درصد مناسب حلal کتونی حدود ۳۰ و برای نمونه‌های TC حدود ۶۵ بدست آمد (شکل ۴). در این ترکیب درصددها کمترین گرانزوی مخلوط حاصل می‌شود. کم شدن میزان حلal اصلی که در این آزمایشها حلal کتونی است، موجب کلخه شدن و عدم پراکندگی مناسب ذرات رزین پلی‌وینیل کلرید می‌کردد که گرانزوی را بالا می‌برد. از سوی دیگر، افزایش نسبت حلal کتونی به حلal کمکی که در اینجا حلقوی است موجب متورم شدن بیش از حد ذرات رزین حامد می‌شود. در این حالت نیز گرانزوی افزایش می‌یابد. حالت بهینه نسبتی از حلal کمکی و اصلی است که پراکندگی کامل ذرات را بدون تورم بیش از حد ایجاد کند و این همان مقداری است که حداقل شدن گرانزوی را موجب می‌شود.

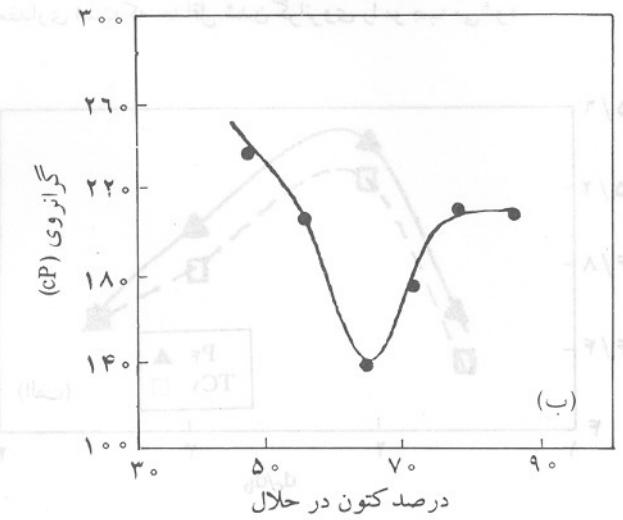


شکل ۲ - مقایسه میزان پراکندگی ذرات در لاکهای P4 و TC1 بر حسب مقیاس هگمن، با افزایش نسبت قطر ظرف اختلاط به قطر پره همزن (d<sub>c</sub>/d<sub>b</sub>) در دو قطر مختلف پره همزن: (الف) ۷ cm و (ب) ۱۰/۳ cm.

چسبندگی، نمونه‌های نهایی TC۱۳ و P۱M حاصل شدند. استفاده از کوپلیمرهای وینیل کلرید - استات و درصد مورد نیاز آنها در نمونه‌های مختلف بررسی شد و نتایج نهایی در دو نمونه PAM و IN۱ خلاصه شد. نمونه PAM مقاومت شیمیایی مناسب، ولی چسبندگی ضعیفی داشته و برعکس، نمونه IN۱ چسبندگی مناسب، ولی مقاومت شیمیایی داشته. نمونه IN۱ چسبندگی مناسب، ولی مقاومت شیمیایی داشته و بر عکس، نمونه PAM چسبندگی ضعیفی دارد. در جهت کمی دارد و این موضوع ناشی از ساختار مولکولی کوپلیمر است که از پلیمر پلی وینیل کلرید مقاومت شیمیایی کمتری دارد. در جهت جایگزینی حللهای اصلی (گلیکول اترها و گلیکول استرها به جای کتونها) نمونه‌های PG۴۲ و PA۴۲ طراحی و ساخته شدند که در تمام زمینه‌های مورد آزمایش بسیار مناسب عمل کردند، چون هم دمای جوش بالاتر و هم فراریت کمتری نسبت به حللهای کتونی مورد استفاده در نمونه‌های قبلی داشتند و در نتیجه فیلمهای یکنواخت تری حاصل شد. دو نمونه از لاکهای خارجی که در حال حاضر ۹۵ درصد مصرف صنایع بسته‌بندی کشور را تشکیل می‌دهند، بمنظور کاهش قیمت

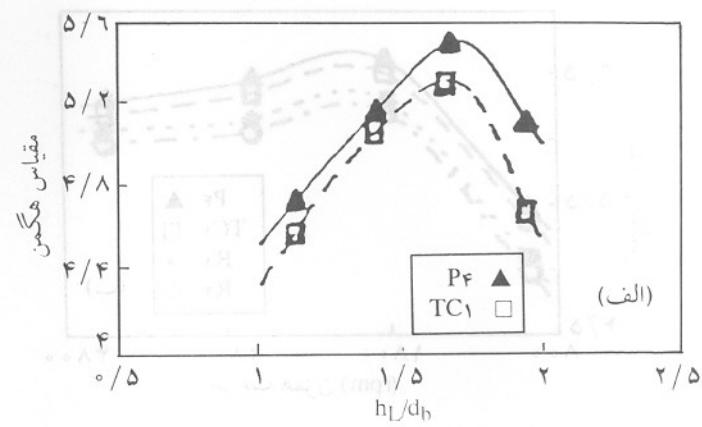


(الف)

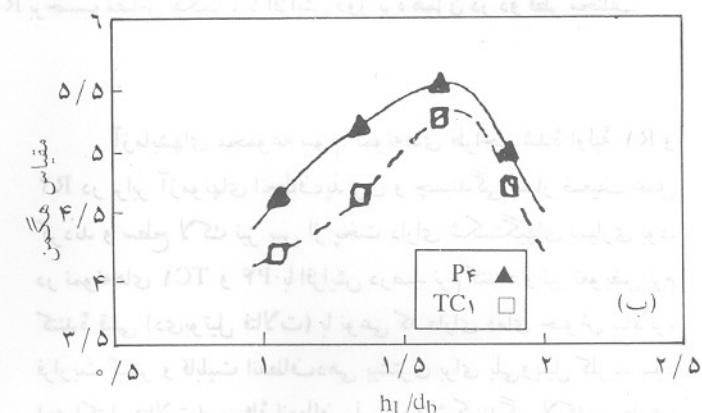


(ب)

شکل ۴ - تغییرات گرانزوی محلول لاکها در حلال با درصد حلال کتونی برای لاکهای نوع: (الف) TC و (ب) P.



(الف)



(ب)

شکل ۳ - مقایسه میزان پراکندگی ذرات در لاکهای P4 و TC1 بر حسب مقیاس هگمن، با افزایش نسبت ارتفاع لاک درون ظرف اختلاط به قطر پره همنز ( $h_L/d_b$ ) در دو قطر مختلف پره همنز: (الف)  $1.0/3 \text{ cm}$  و (ب)  $7 \text{ cm}$ .

کمکی تغییر یافتند و با حللهایی با دمای جوش بالاتر و میزان فراریت کمتر جایگزین شدند تا هم مسئله هواخشک بودن لاک بر طرف گردد و هم ذرات رزین بنهنگام پخت مدت بیشتری در حللهای پراکنده باشند تا یکنواختی حاصل گردد. پایدار کننده‌های گرمایی نیز بیش از نمونه‌های قبلی افزوده شدند تا مانع از تخریب گرمایی لاکها گردد و گرمایی بیشتری برای کامل کردن پخت به لاک داده شد. برای بررسی و مقایسه عوامل افزاینده چسبندگی این لاکها بر روی سطوح فلزی، چهار نمونه P۱T۱، P۱U، P۱M، P۱U با چهار عامل افزاینده چسبندگی متفاوت ساخته شدند که به ترتیب عبارت بودند از: اپوکسی-فولی اصلاح شده با راتیانه، اپوکسی-ملامین فرمالدهید، اپوکسی-اوره فرمالدهید و مالئیت اندرید که هر یک به فرمولیندیهای قبلی افزوده شدند و چسبندگی آنها مورد آزمایش قرار گرفت. همه نمونه‌ها نتایج قابل قبولی ارائه دادند و انتخاب نهایی براساس مسائل اقتصادی انجام شد که مناسب‌ترین نمونه P۱T۱ بود. برای تعیین درصد مورد نیاز و مناسب عامل

هو موپلیمر بدست می‌آید که در آن صورت چسبندگی مناسبی بدست نمی‌دهد.

۹- بهترین دمای پخت برای این نوع لاکها حدود  $20^{\circ}\text{C}$  و بهترین مدت زمان پخت حدود ۱۳ تا ۱۷ دقیقه (بسته به سیستم پخت شبکه‌ای مورد استفاده) است.

۱۰- مقدار مالیک ایندیرید مصرفی که بهترین چسبندگی را (با حفظ خواص دیگر لاک) ایجاد می‌کند، برای سیستمهای TC و P حدود یک درصد وزنی جامد است.

۱۱- روش پخت در دمای  $31^{\circ}\text{C}$  و زمان ۱ دقیقه، که از روش‌های معمول پخت لاکهای است، برای ارگانوسولهای ساخته شده در این تحقیقات مناسب نیست.

۱۲- فرمولیندیهای HP۱ و HP۲ ارائه شده می‌تواند میزان لاکهای وارداتی را به حدود  $\frac{1}{4}$  میزان اولیه کاهش دهد، بدون اینکه در خواص مطلوب و مورد نظر لاکها اشکالی ایجاد شود. دو نمونه مورد آزمایش حدود ۹۵ درصد کل لاکهای وارداتی مورد استفاده صنایع بسته‌بندی کشور را تشکیل می‌دهند.

## مراجع

- ۱- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ویژگیهای عمومی لاکهای مصرفی در ظروف مواد غذایی، چاپ سوم، تیر ۱۳۷۴.
2. Good R.H.; *Foods and Packaging Interactions*; Hotchkiss J.H. (Ed.); ACS Symposium Series 36, ACS, Washington, DC, Chap. 17, 1988.
3. Ackermann P., Jagerstad M. and Ohlsson T.; *Foods and Packaging Materials: Chemical Interactions*; The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1995.
4. Eichner K.; *Food Packaging and Preservation*; Mathlouti M. (Ed.), Elsevier, UK, 1986.
5. Cottier S., Riquet A.M., Feigenbaum A. and P. Mortreuil; *Polym. Inter.*; **43**, 363, 1997.
6. Zeno W.; *Organic Coatings*; **1 & 2**; Elsevier, 1994.
7. Carbo A., Good R.H.; *US Patent 4556498*, 1986.
- ۸- جلالی خشایار؛ مطالعه و تحقیق در زمینه ساخت پوشش‌های پلیمری درون قوطیهای مواد غذایی؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی، تابستان ۱۳۷۷.

و وارداتشان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. همچنین، درصدهای مختلفی از آنها با فرمولیندیهای مختلفی مخلوط شدنده که پس از بررسی مسئله سازگاری و دارا بودن کیفیت مناسب، نمونه‌های نهایی HP۱ و HP۲ حاصل شدنده که نتایج کلیه آزمایشها مورد نیاز بسیار عالی بود و مواد اضافه شده به لاک خارجی برای لاک آلمانی تا ۰ درصد برای لاک اتریشی تا ۷۰ درصد کارایی مناسب را نشان داد.

## نتیجه گیری

- ۱- سرعت بهینه پره همزن برای ساخت لاکهای ارگانوسول حدود  $2000\text{ rpm}$  است که بهترین پراکندگی ذرات رزین جامد را در فاز مایع موجب می‌شود.
- ۲- نسبت قطر ظرف اختلاط به قطر پره همزن در محدوده  $1/2$  تا  $2/2$  بهترین اختلاط را نتیجه می‌دهد.
- ۳- ارتفاع لاک باید حدود  $6/1$  برابر قطر پره همزن باشد تا بهترین اختلاط حاصل گردد.
- ۴- از اصول اولیه و بسیار مهم در ساخت ارگانوسولها بدست آوردن وضعیت تعادلی حلالهایت. حداقل گرانوی برای فرمولیندیهای P با درصد حلال کتونی  $30\%$  و برای فرمولیندیهای TC با درصد حلال کتونی  $65\%$  حاصل می‌شود که بهترین پراکندگی ذرات جامد در مایعات را نتیجه می‌دهد.
- ۵- استفاده از حلالهای با دمای جوش بالا (بین  $100^{\circ}\text{C}$  و  $180^{\circ}\text{C}$ ) در ارگانوسولها خاصیت یکنواختی فیلم تشکیل شده را افزایش می‌دهد. در صورتی که حلال اصلی چنین خاصیتی داشته باشد بسیار مؤثر است.
- ۶- نرم کننده دی بوتیل فتالات در محلهایی که تشکیل فیلمهای انعطاف‌پذیر مد نظر است کارایی خوبی ندارد و نرم کننده دی اکتیل فتالات برای این کاربرد بسیار مناسب است.
- ۷- برای افزایش خاصیت چسبندگی، سیستمهای پخت شبکه‌ای اپوکسی - فنولی اصلاح شده با راتینه، اپوکسی - ملامین فرمالدھید بوتیل دار، اپوکسی - اوره فرمالدھید بوتیل دار و مالیک ایندیرید نتایج قابل قبولی ارائه دادند، ولی از نقطه نظر اقتصادی، سیستمهای دیگر سیار پرهزینه‌تر از سیستم مالیک ایندیریدند.
- ۸- افزودن کوپلیمر وینیل کلرید - استات به ارگانوسولها، چسبندگی را افزایش می‌دهد، ولی مقاومت شیمیایی کاهش می‌یابد. چسبندگی مناسب به ازای  $30\%$  قسمت وزنی کوپلیمر در برابر  $100\%$  قسمت هوموپلیمر ایجاد می‌شود که در این مورد مقاومت شیمیایی ضعیف است. بهترین مقاومت شیمیایی با  $13/5$  قسمت کوپلیمر در برابر  $100\%$  قسمت