

استفاده از ریز کپسولها در نساجی و تهیه منسوج آغشته به ریز کپسول حاوی عطر و اسانس

Textile Applications of Microencapsulation and Impregnating Fabrics with Microencapsulated Fragrances

محمد حقیقت کیش، فیروز مهر مظاهری، مستانه نوروز زاده

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی

دریافت: ۷۷/۳/۳، پذیرش: ۷۷/۹/۲۵

چکیده

در این مقاله، ضمن بررسی کاربردهای عمومی ریز کپسولها در کالای نساجی، چگونگی تهیه ریز کپسولهای حاوی عطر گل سرخ و اسانس پرتقال با استفاده از رزین اوره-فرمالدهید و بکارگیری آنها روی چند منسوج شرح داده می‌شود. ابعاد ریز کپسول با تغییر دور همزن به منظور تهیه ریز کپسول قابل مقایسه با ظرافت الیاف کنترل می‌شود. بازده فرایند ریز کپسولی کردن به عوامل متعدد تولید بستگی دارد که از جمله این عوامل دور همزن، زمان فرایند و نسبت اوره - فرمالدهید را می‌توان نام برد. از میان پارچه‌های آزمایش شده، پارچه‌های بی‌بافت برای محصور کردن ریز کپسولها مناسبترین پارچه شناخته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: ریز کپسول، پارچه، بی‌بافت، فرمالدهید، نساجی

Key Words: microcapsule, fabrics, nonwoven, formaldehyde, textile

مقدمه

پوشش دهی مواد در اندازه کوچک یا ریز کپسولی کردن فرایندی است که در آن ذرات ریز جامد، قطرات مایع یا حبابهای گاز با لایه‌ای نازک از مواد نسبتاً سخت احاطه می‌شود.

برای توصیف محتوای یک ریز کپسول از واژه‌هایی چون مواد فعال، ماده مغزی، فاز داخلی و هسته و برای نامیدن مواد پوشاننده کپسول نیز از واژه‌هایی چون حامل، پوشش، غشا و دیواره استفاده می‌شود [۱]. دسته وسیعی از مواد مفید در نساجی را می‌توان به عنوان هسته در کپسول قرار داد. کاتالیزورها، رنگدانه‌ها و رنگینه‌ها، چسبها، عطرها، داروها و مواد بازدارنده اشتعال جزء این دسته‌اند [۲]. مواد دیواره نیز شامل مواد طبیعی (مانند صمغ عربی، سدیم آلزینات، کلسیم آلزینات، نشاسته و ژلاتین)، مشتقات مواد طبیعی (مانند سلولوز استات، سلولوز استات

بوتیرات، سلولوز نیترات و اتیل سلولوز) و مواد مصنوعی (مانند پلیمرها و کوپلیمرهای آکریلیک، پلی استیرن و پلی وینیل الکل) است [۳، ۲]. موضوع ریز کپسولها توسط محققان بسیاری مورد توجه قرار گرفته و در این زمینه مقالاتی نیز به فارسی چاپ شده است [۴].

مشخصه اساسی یک ریز کپسول، اندازه آن است که از ۱ تا ۱۰۰۰ μm تغییر می‌کند. یک ریز کپسول با اندازه، توزیع اندازه، شکل هندسی ماده فعال هسته و چگونگی آزاد سازی مواد درونی مشخص می‌شود [۱].

دلایل بسیاری برای استفاده از ریز کپسولها وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از: آزاد سازی کنترل شده و تأخیری [۵، ۱]، حفاظت از محتویات مغزی در مقابل آثار جوی، پوشاندن طعمها و بوها [۱]، جداسازی مواد فعال و کاهش فراریت [۳].

برخی از منسوجات حاوی ریزکپسول خواص خود را برای مدتی حفظ می‌کنند، زیرا مقدار ریزکپسولها به میزانی است که حتی پس از شستشو نیز مقادیری از آنها باقی می‌مانند. به علاوه، ریز بودن بیش از حد این کپسولها باعث می‌شود که تقریباً اثری روی زیردست کالا نداشته باشند [۱۰].

یکی از کاربردهای ریزکپسولها که بسیار مورد توجه قرار گرفته است تولید منسوجات معطر است که ریزکپسولهای حاوی عطر روی آنها قرار می‌گیرند. از نوارها و پارچه‌هایی که با ریزکپسول حاوی عطر پوشش داده می‌شوند برای اهداف تبلیغاتی به عنوان خراش دادن و بویدن استفاده می‌شود [۷، ۲]. پارچه‌های معطر تولید شده بوی خوبی را منتشر و تا مدتی این خاصیت را حفظ می‌کنند [۸].

عطر معمولاً مخلوطی است از مواد مختلف که مجموعه آنها بوی خوبی را ایجاد می‌کند. مواد معطر از نظر فرار بودن با هم اختلاف دارند. بعضی از آنها فقط برای چند دقیقه و برخی تا چند هفته بوی خود را حفظ می‌کنند. بنابراین، مواد معطر را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

- مواد پایه که بیشترین دوام را دارند،

- مواد میانی یا اصلاح کننده‌ها که دوام متوسطی دارند و

- مواد بالایی که از همه فرارترند.

تعادل بین این سه گروه از مواد در یک ترکیب از نظر نفوذ عطر در حین تبخیر و کیفیت آن از اهمیت بسیاری برخوردار است [۱۲].

در این مقاله، استفاده از دو ماده معطر در ریزکپسولی کردن شرح داده می‌شود.

تجربی

مواد و دستگاهها

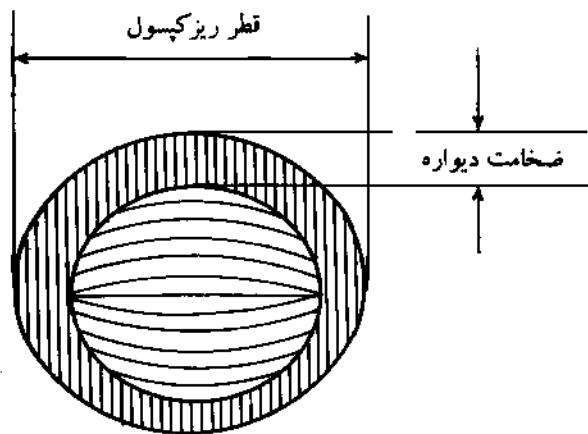
برای انجام آزمایشهای ریزکپسولی کردن از فرمالدهید، اوره، فرمیک اسید آزمایشگاهی مرکب و اسانس گل سرخ و اسانس پرتقال از نوع تجارتي استفاده شده است. رزین ویباتکس HKN از شرکت سیباگایگی تهران تهیه شد. در تهیه ریزکپسولها از همزن مکانیکی با دور متغیر استفاده شده است. عکسها با استفاده از میکروسکوپ نوری RICHERT تهیه شد. میکروسکوپ مجهز به چشمی مدرج برای اندازه گیری قطر نمونه‌ها بود. قطر و ضخامت دیواره با استفاده از میکروسکوپ عددی حداقل ۲۰ اندازه گیری شده است. میانگین قطر و ضخامت دیواره میانگین عددی حداقل ۲۰ اندازه گیری شده است. قطر و ضخامت دیواره یک ریزکپسول در شکل ۱ نشان داده شده است. پارچه‌های بی‌بافت پلی‌پروپیلن با وزن 100 g/m^2 و پارچه پنبه‌ای با وزن 135 g/m^2 و با تراکم تار 28 cm/cm بود ۲۸، تراکم پودی 18 cm/cm و نخ نمره ۲۹

روشهای بسیاری برای تولید ریزکپسولها پیشنهاد شده است که جزئیات آنها با هم متفاوت است. انتخاب فرایند تولید ریزکپسول به انحلال پذیری ماده مغزی و پلیمر دیواره، اندازه ذرات، ضخامت دیواره، نفوذپذیری (تراوایی) دیواره، نوع و سرعت آزاد سازی محتویات هسته، خواص فیزیکی و مسایل اقتصادی بستگی دارد [۲، ۳]. اگر از مایع به عنوان محیط تعلیق در فرایند ریزکپسولی کردن استفاده شود، این فرایند از راه امولسیون کردن یا پراکنده سازی دو یا چند فاز امتزاج ناپذیر انجام می‌شود. روشهای مربوط عبارتند از: توده سازی پیچیده، ناسازگاری پلیمر-پلیمر، پلیمر شدن درجا، پلیمر شدن بین سطحی، غیر قابل حل کردن، تبخیر حلال از امولسیون، ژل شدن و روزن رانی فشاری [۲]. اگر محیط تعلیق در فرایند ریزکپسولی کردن گاز باشد، ریزکپسولها با اتمی شدن یک فاز مایع تشکیل می‌شوند. روشهای مربوط عبارتند از: خشک پاشی، فرایند بستر سیال و هم‌روزن رانی [۳].

ریزکپسولها در صنایع غذایی، دارویی، شیمیایی و تولید کاغذهای کپی بدون کاربن استفاده‌های فراوانی دارند [۲، ۳]. شاخه جدیدی از فن آوری تکمیل پارچه، قرار دادن مواد با خواص ویژه و مفید در منسوجات است که در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است. تولید لباسهایی با خاصیت میکروب‌کشی و ضد عفونی کنندگی، ماسکهای ویروس کش، منسوجات کاهش دهنده خطر آتش سوزی [۶]، منسوجات معطر [۶، ۷]، صافیهای جذب کننده رنگ و مواد شیمیایی، منسوجات با ضخامت کم که عایق گرمایی خوبی‌اند [۸] نتیجه تحقیقات متخصصان در این زمینه است.

در فرایند تولید این منسوجات موادی مانند عطرها، ضد عفونی کننده‌ها، ویروس کشها و موادی با خاصیت تغییر فاز بکار می‌روند [۹]. این مواد را می‌توان به روشهای مختلف روی انواع منسوجات بکار برد که از آن جمله می‌توان به روش کاربرد مستقیم، افزودن مواد در مراحل تولید الیاف [۱۰، ۸] و استفاده از ریزکپسولها اشاره کرد. در روش مستقیم ذرات و مواد با استفاده از روشهای پد کردن (padding)، رمق کشی، پاشیدن و چسباندن روی منسوج بکار می‌روند [۱۱، ۸]. همچنین، مواد مفید می‌توانند به داخل لیف یا منسوج نفوذ کرده و در داخل آن حبس شوند [۱۰]. روش دیگر تولید الیاف و منسوجات با خواص ویژه، افزودن مواد در مراحل تولید الیاف است. در این روش ذرات مفید را در مراحل ریسندگی الیاف در داخل آنها محصور می‌کنند. در بعضی موارد ذرات و مواد مفید را با مایع ریسندگی مخلوط کرده و سپس، این محلول را می‌ریسند [۸، ۱] یا اینکه مواد را به صورت مایع در درون حفره‌های الیاف توخالی وارد می‌کنند [۸]. ریزکپسولهای حاوی مواد با خواص ویژه ممکن است در بین الیاف یک منسوج بی‌بافت حبس شوند یا به کمک یک چسب روی سطح الیاف بچسبند [۱۰].

دیگر دور همزن ۲۰۰۰ rpm انتخاب شد. در آزمایشهایی که با شماره‌های ۵ تا ۸ مشخص می‌شود نسبت مولی اوره به فرمالدهید بترتیب ۳/۱، ۳/۶، ۴، ۴/۸ بود. در تمام این آزمایشها از ۴ mL اسانس استفاده شد و دمای آزمایش دمای معمولی بود.



شکل ۱- قطر و ضخامت دیواره یک ریزکپسول.

تکس از محصولات معمول کارخانه‌های داخلی بود.

روشها

در ریزکپسولی کردن از یک ماده معطر و پوشش اوره-فرمالدهید بدین ترتیب استفاده می‌شود که ابتدا ماده مغزی نامحلول در آب در داخل محلول آبی اوره-فرمالدهید به صورت معلق در می‌آید. سپس، pH محلول به کمک فرمیک اسید به مقدار کمی کاهش داده می‌شود تا پوسته به صورت پلیمر شبکه‌ای اوره-فرمالدهید تشکیل شود. با توجه به اطلاعاتی که در مورد این روش بدست آمد [۱،۴،۱۰] برای تهیه ریزکپسول به صورت زیر عمل شد:

مقدار مشخصی فرمالدهید و اوره به بشر ۵۰۰ mL منتقل و حجم آن با افزودن آب به ۲۰۰ mL رسانده شد. سپس، اسانس معطر به بشر اضافه و مخلوط به وسیله همزن مکانیکی همزده شد. در نتیجه، مخلوط که ابتدا بی‌رنگ و شفاف بود به مخلوط سفید رنگی تبدیل گردید. پس از سپری شدن زمان لازم برای همزدن، مخلوط حاوی ریزکپسولها روی کاغذ صافی صاف شده و ریزکپسولها چند بار با آب شستشو و سپس در مجاورت هوا خشک شدند. بنظر می‌رسد که دیواره ریزکپسولهای تهیه شده با این روش از استحکام خوبی در برابر فشار برخوردار بودند. این آزمایش با استفاده از دو اسانس گل سرخ و پرتقال انجام شد.

برای تعیین اثر دور همزن روی اندازه و ضخامت دیواره ریزکپسولها چهار آزمایش صورت گرفت. دور همزن بترتیب ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ rpm انتخاب شد. مقدار فرمالدهید ۷ mL، اوره ۵ g، اسانس گل سرخ ۴ mL و زمان همزدن ۲۴ h بود. این آزمایشها بترتیب آزمایشهای یک تا چهار خوانده می‌شوند. آزمایش در دمای معمولی انجام گرفت که این دما بین ۲۰ تا ۲۷ °C تغییر می‌کرد. برای تعیین نسبت اوره به فرمالدهید در چهار آزمایش متفاوت

نتایج و بحث

کاربرد ریزکپسولهای ماده معطر در منسوجات

نمونه‌های مختلف پارچه پنبه‌ای و پلی استر با تراکمهای متفاوت در آزمایشهای اولیه مورد استفاده قرار گرفت. ملاحظه شد که در پارچه‌های با بافت تراکم ریزکپسولها روی الیاف یا بین آنها قرار نمی‌گیرند. در این گونه پارچه‌ها فضاهای خالی هم‌اندازه نیستند و در نگهداری ریزکپسولها بطور مؤثر عمل نمی‌کنند. در هر صورت، پارچه‌های بی‌بافت بستر مناسبتری برای قرار گرفتن ریزکپسولها بود. نمونه‌هایی از این پارچه‌ها با خمیری شامل ۳۰ g/L کپسولهای اسانس گل سرخ یا اسانس پرتقال و ۲۵ g/L رزین و بیاتکس HKN پد گردید. میزان برداشت بترتیب ۲۰۰ و ۲۵۰ درصد بود. نمونه‌ها پس از پد کردن در دمای معمولی خشک شدند. این نمونه‌ها به مدت چند ماه مورد مطالعه قرار گرفتند و طی این مدت نمونه‌ها ریزکپسولها را در خود نگه داشتند. و بیاتکس HKN رزینی آنیونی با بنیان وینیلی است که جهت نگه داشتن ریزکپسولها بین خلل و فرج منسوج و همچنین دستیابی به زیردست مطلوب و موردنظر در کالا مصرف می‌شوند. اشاره می‌شود که ماده یاد شده پس از کاربرد دارای اثری مقاوم در برابر شستشو و حلالهای مصرفی در خشکشویی است.

عوامل مؤثر بر ریزکپسولی کردن

در انتخاب روش تهیه ریزکپسول برای کاربرد در نساجی برای منظوری مشخص، باید نکاتی چند را در نظر داشت:

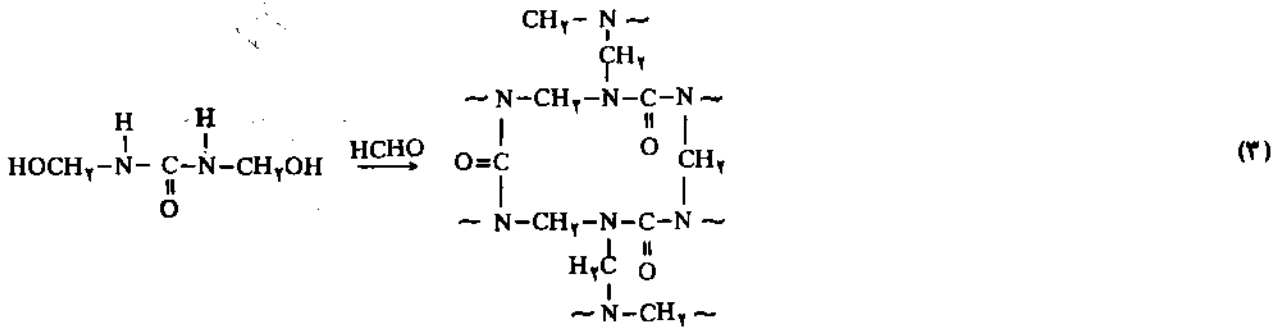
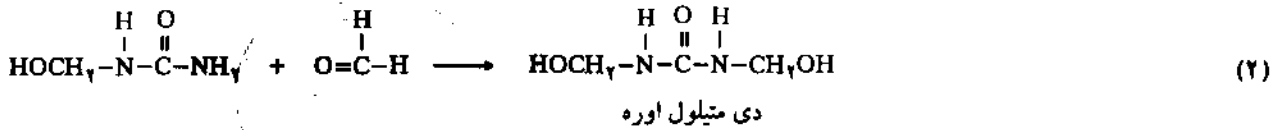
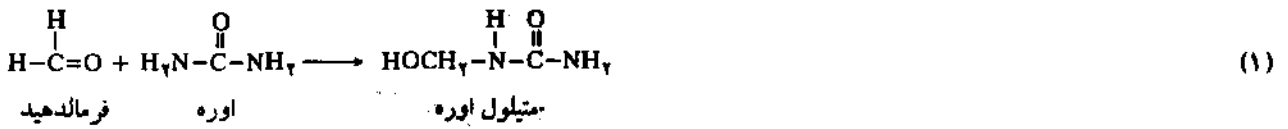
- مواد مورد استفاده باید ارزان و قابل دسترس باشند،

- مواد سمی نباشند،

- کپسولها دارای سختی و تراوایی لازم باشند.

بنظر می‌رسد که قرار دادن ریزکپسولها در منسوج باید آخرین مرحله تولید را تشکیل دهد، زیرا غالباً ریزکپسولها نمی‌توانند دما و عملیات مکانیکی را تحمل کنند.

در این پژوهش، فرایند ریزکپسولی کردن با استفاده از روش پلیمر شدن اوره-فرمالدهید بکار گرفته شد. این روش به دلیل سهولت دستیابی به مواد اولیه لازم و همچنین، به جهت سخت بودن نسبی دیواره‌ها انتخاب شد. زیرا، دیواره‌ها می‌توانست برای مدت قابل



می‌کند. چنانچه نیروهای برشی از مقاومت ماده مغزی افزونتر گردد، ذرات تغییر شکل داده و سرانجام به ذراتی با ابعاد کوچکتر تبدیل می‌گردند. سرعت حرکت مایع از مرکز ظرف (در مجاورت همزن) تا دیواره متفاوت است، در نتیجه توزیع تنشهای برشی در ظرف همگن و یکسان نیست. بنابراین، ریزکپسولها دارای اندازه‌های متفاوتی خواهند بود.

در شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی از ریزکپسولهای بدست آمده نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شکل کپسولها بی‌قاعده است و کروی نیست. بنظر می‌رسد که فشارهای ایجاد شده در حین خشک شدن باعث در هم رفتن پوشش و خارج شدن

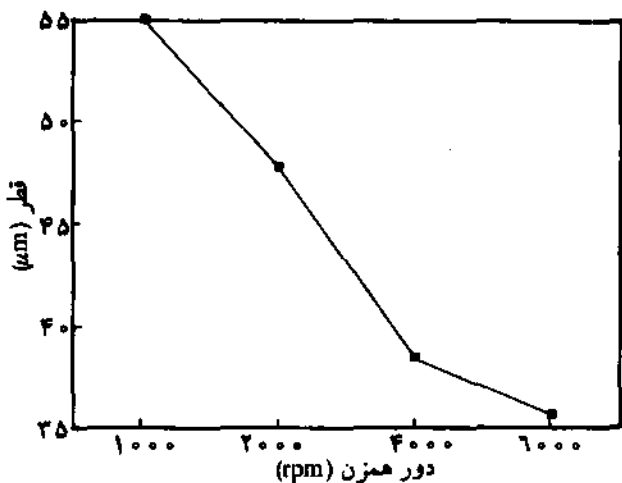
توجهی اسانسهای فرار را در خود قرار دهد. در هر حال، لازم است به مسایل ایمنی کاربرد اوره-فرمالدهید توجه داشت. برای تولید ریزکپسولهای حاوی مواد معطر به مقدار زیاد باید از رزینهایی با بنیان اتیلن اوره تری آزرین استفاده کرد تا مشکل ایمنی حل شود.

همان‌طور که گفته شد، در این فرایند ابتدا مواد مغزی غیرمحلول در آب در داخل محلول آبی اوره-فرمالدهید به صورت معلق درمی‌آیند و ذراتی را تشکیل می‌دهند. با کاهش pH به کمک کاتالیزور مصرفی پوسته از پلیمر شبکه‌ای اوره-فرمالدهید تشکیل می‌شود. واکنش تشکیل پلیمر شبکه‌ای مطابق معادله‌های ۱ تا ۳ است [۲]. در اینجا نیز همانند پلیمرهای شبکه‌ای معمولی پیوندهای میان مولکولها، سختی پلیمر تشکیل شده را معین می‌کنند.

عوامل مختلفی بر اندازه، شکل و مقدار ضخامت و سختی دیواره ریزکپسولهای تولید شده مؤثر است. این عوامل عبارتند از: دما، سرعت همزن، زمان همزدن، نسبت و مقدار مواد بکاررفته. در این مقاله دورهمزن، زمان همزدن و نسبت اوره به فرمالدهید بررسی می‌شود.

اثر سرعت همزن بر اندازه ریزکپسولها در شکل ۲ نشان داده شده است. با افزایش سرعت همزن از ۱۰۰۰ به ۶۰۰۰ rpm، متوسط اندازه قطر ریزکپسولها از ۵۵ به ۳۶ μm کاهش می‌یابد. نتیجه بدست آمده با نتایج تحقیقات مشابه قبلی [۲، ۴] مطابقت می‌کند.

هنگامی که ماده مغزی نامحلول وارد محیط آبی می‌شود، ابتدا همزدن آن را به صورت ذرات کروی درمی‌آورد که ماده در حالت کمترین انرژی سطحی است. کشش سطحی و خواص رئولوژی ماده مغزی و تنشهای حاصل از چرخش همزن، اندازه ریزکپسولها را مشخص



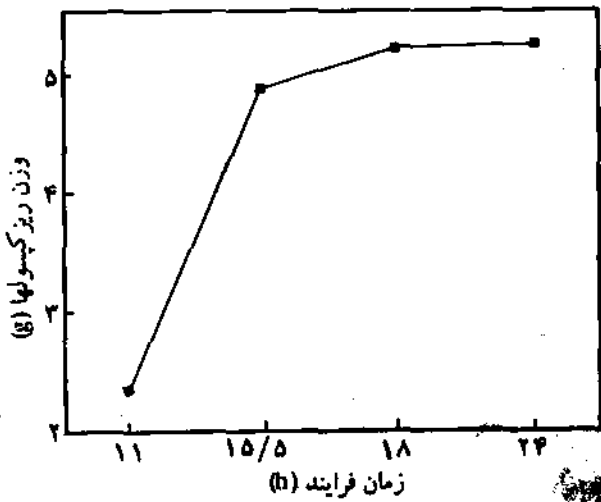
شکل ۲- تغییرات قطر ریزکپسولها در اثر تغییر دور همزن.



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی ریزکپسولهای تهیه شده در دور همزن: (الف) ۲۰۰۰ rpm (آزمایش ۱)، (ب) ۴۰۰۰ rpm (آزمایش ۲) و (ج) ۶۰۰۰ rpm (آزمایش ۳).

مقدار ریزکپسولهای تولید شده در هر یک از آزمایشهای ۱ تا ۴ باهم متفاوت است و بستگی به دور همزن دارد. تغییرات وزن کل ریزکپسولها در شکل ۵ نشان داده است. ملاحظه می شود که وقتی دور همزن از ۲۰۰۰ rpm بیشتر می شود، بازده واکنش با وجود مقادیر اولیه یکسان کاهش می یابد. کاهش مقدار کل ریزکپسولهای تولید شده می تواند در اثر مصرف شدن تمام اوره و فرمالدهید برای تشکیل پوسته باشد، زیرا با کوچک شدن ذرات سطح مخصوص افزایش می یابد. از طرف دیگر، به هنگام صاف کردن امکان خروج

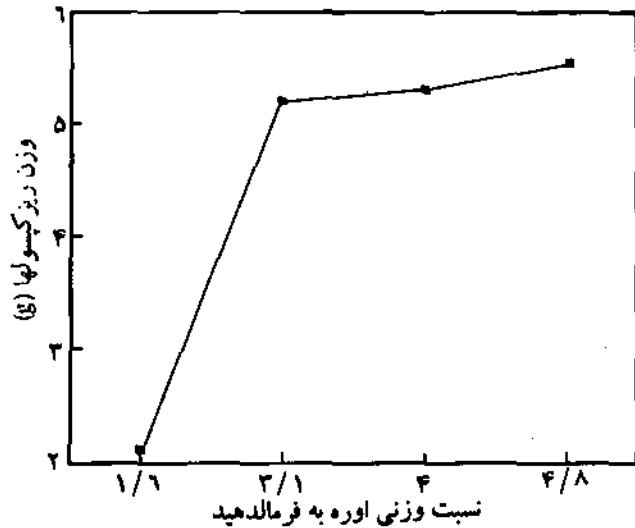
شکل از صورت کروی می شود. ریزکپسولها در هر یک از آزمایشهای مختلف ابعاد متفاوتی دارند (از ۱۶ تا ۹۵ μm). اثر تغییر سرعت همزن بر ضخامت دیواره ریزکپسولها در شکل ۴ نشان داده شده است. با افزایش سرعت همزن، بیش از ۲۰۰۰ rpm، ضخامت دیواره کپسولها تقریباً ثابت می ماند. ضخامت دیواره با تغییر دور همزن از ۱۴ به ۵ μm کاهش می یابد. اگر میانگین قطر ریزکپسولها را ۶۲ μm و میانگین ضخامت دیواره را ۱۰ μm در نظر بگیریم، در این صورت ۷۰ درصد از حجم ریزکپسول مواد فعال میانی است.



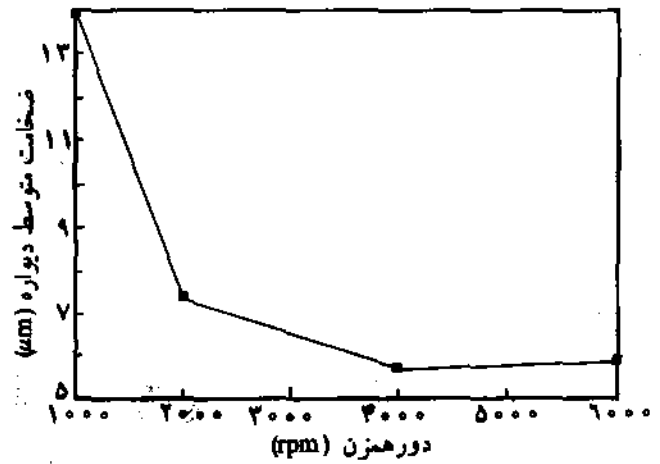
شکل ۶- تغییرات وزن ریزکپسولهای تولید شده در اثر تغییر زمان فرایند.

اندازه روزنه آنها محدود است تکرار شود تا بتوان علت تأثیر عوامل مختلف روی بازده را پاسخ داد.

نمونه‌های مخطفی از پارچه‌های بافته شده و بی‌بافت، مطابق آنچه که در قسمت قبیل گذشت، آزمایش و مشاهده شد که در پارچه‌های بافته شده کپسولها نمی‌توانند با آن درگیر شوند و در آن باقی بمانند. در حالی که در پارچه بی‌بافت، که تراکم الیاف در آن کمتر و فضای خالی بین الیاف زیادتر است، کپسولها به الیاف نسبتاً ضخیم می‌چسبند. شکل‌های ۹ الف و ب نمونه‌ای از عکسهای تهیه شده از این الیاف است. بطوری که ملاحظه می‌شود، ریزکپسولها در نقاط مختلفی به



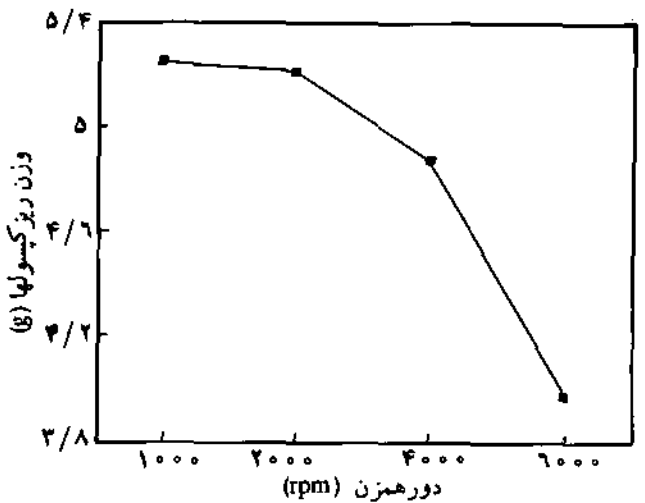
شکل ۷- اثر نسبت اوره به فرمالدهید بر وزن ریزکپسولهای تولید شده.



شکل ۴- تغییرات ضخامت دیواره در اثر تغییر دور همزن.

ریزکپسولهای بسیار کوچک که در سرعت‌های زیاد تولید می‌شوند وجود دارد. زمان فرایند بر بازده عملیات مؤثر است. شکل ۶ تأثیر زمان عملیات بر افزایش وزن کلی ریزکپسولها را نشان می‌دهد. برای تهیه مقدار کافی ریزکپسول زمان آزمایش باید از ۱۶ h تجاوز کند.

نتایج بدست آمده از اثر نسبت اوره-فرمالدهید و مقدار اسانس مصرفی روی وزن تمام ریزکپسولهای تولید شده در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که عوامل مختلفی مانند نسبت مواد اولیه بر بازده ریزکپسولی کردن مؤثر است. شکل ۸ نشان می‌دهد که برای بازده مناسب باید مقدار لازم ماده میانی در دسترس باشد تا مواد پلیمر شونده بتوانند روی ذرات این ماده پوسته تشکیل دهند. لازم است که آزمایش اثر عوامل مختلف بر بازده با صافیایی که



شکل ۵- تغییرات وزن ریزکپسولهای تولید شده در اثر تغییر دور همزن.

استفاده از ریزکپسولها در نساجی و تهیه منسوج آغشته به ...

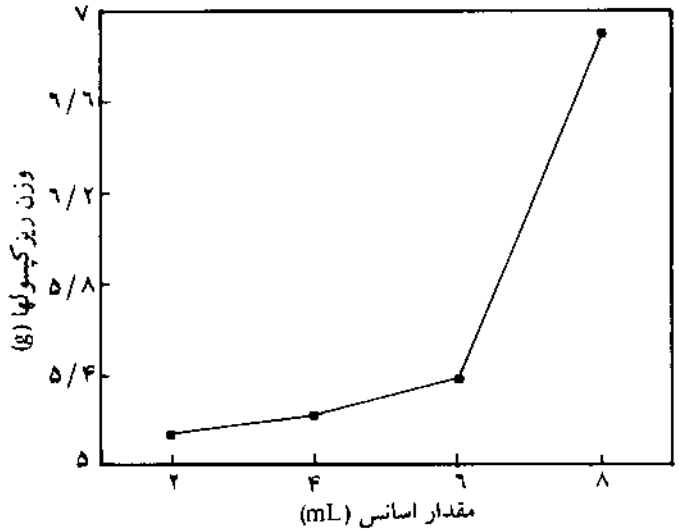
ریزکپسولها دارای قطری بر مراتب کوچکتر از قطر الیافند. در پارچه‌های بی‌بافت فضای بین الیاف نیز بر مراتب بزرگتر از فضای بین الیاف در پارچه‌های بافته شده است.

نتیجه‌گیری

موضوع استفاده از ریزکپسولی کردن در تکمیل پارچه برای کاربردی مشخص، که سالهای ابتدایی پیشرفت را می‌گذرانند، بررسی شد. آزمایشهایی نیز به منظور مشخص ساختن اثر متغیرهای تولید انجام گرفت و نتایج آن ارائه شد. پارچه‌های بدون بافت باردار شده به وسیله ریزکپسولها نیز توانستند تا مدت چند ماه ریزکپسولها را در خود نگه‌دارند و فشارهای مکانیکی وارد شده بر پارچه باعث خروج مواد خوشبوی محفوظ مانده می‌شد.

لازم است که مطالعات تجربی دقیقتر برای استفاده از مواد مفید دیگر در آینده مورد توجه قرار گیرد. یکی از این مواد مفید می‌تواند مواد التیام بخش جراحات باشد که نیاز به آزادسازی کنترل شده یا دلخواه دارند. موضوع چگونگی پیوند دادن ریزکپسولها به الیاف نیز از جمله مسائلی است که در آینده باید به آن توجه شود.

ملاحظه شد که عوامل مختلف مانند سرعت همزن، زمان همزدن، نسبت مواد بر اندازه و مقدار ریزکپسول تولید شده مؤثر است.



شکل ۸- اثر مقدار اسانس به کار رفته بر وزن ریزکپسولهای تولید شده.

الیاف چسبیده‌اند. با فشار دادن این منسوج بین انگشتان، شکستن ریزکپسولها و خروج عطر به خوبی حس می‌شود. الیاف معمولی مورد استفاده در تهیه منسوجات دارای ظرافتی در محدوده ۰/۲ تا ۱/۷ تکس‌اند که قطری در حدود ۱۳ تا ۴۰ μm خواهند داشت. ریزکپسولهای مصرفی باید دارای قطری چند برابر کمتر از محدوده یاد شده باشند تا بتوانند در محلهای خالی، که ابعادی حدود ابعاد الیاف دارند، قرار گیرند. همان‌طور که در تصاویر شکل ۹ ملاحظه می‌شود، ریزکپسولها در پارچه‌های بدون بافت توانسته‌اند به الیاف بچسبند. این



شکل ۹ - تصاویر میکروسکوپی منسوج بی‌بافت و ریزکپسولها: (الف) حاوی اسانس پرتقال با برداشت ۲۵۰ درصد و (ب) حاوی اسانس گل سرخ با برداشت ۲۰۰ درصد.

مراجع

- Month, May 1988.
- 7 Nelson G.; *Rev. Prog. Coloration*; **21**, 72-85, 1991
 - 8 Hongu T. and Phillips G.O.; *New Fibers*; Ellis Horwood, New York, 1990.
 - 9 Lennox-Kerr; *Textile World*, **145**, 11, 72-4, November 1995.
 - 10 Schaab C.K.; *Impregnation Nonwoven Fabrics with Microencapsulated Components*; *Nonwoven Industry*, November 1958.
 - 11 Kuraray Co. Ltd. of Kurashiki Japan; *Anti-microbial Polyester Fibers*; *High Performance Textiles*, September 1992.
 - 12 Calkin R. and Jellinek J. S.; *Perfumery Practice and Principles*; John Wiley & Sons, New York, 1994.
 - 1 Herbig A.; *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*; 2nd Ed., Mark H. F. (Ed.), **8**, 719-36, 1986.
 - 2 *Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*; VCH, **A16**, 575-85 , 1990.
 - 3 Herbig S.; *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*; **13**, 436-56, 1967
 - ۴ - حاجی شفیعی نسیم، وهاب‌زاده فرزانه، تقی‌زاده سیدمجتبی؛ علوم و تکنولوژی پلیمر؛ سال هشتم، شماره سوم، صفحه ۱۸۶-۱۸۱، ۱۳۷۴.
 - 5 Alemzadeh I., Vosoughi M. and Ahmari A.; *Evaluation of Water Soluble Drug Release from Polymer (Ethylcellulose)*; International Seminar on Polymer Science and Technology, Tehran, 3-5 November, 1990.
 - 6 Anon; *New Finishes Using Microencapsulation*; Textile