کیتوسان؛ بیوپلیمر طبیعی محصولات مراقبتی از پوست

طیبه مؤمنی[۱و۲]
عالیه صفامنش[۲]
فائزه کاشانیان[۳و۴*]

۱. دانشکده فیزیک و شیمی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران
۲. دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳. دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. شرکت دانش‌بنیان ایستا صنعت وطن، قم، ایران

نویسنده مسئول:
فائزه کاشانیان

تهران، خیابان انقلاب، دانشگاه تهران، دانشکده علوم و فنون نوین
پست الکترونیک:
Kashanian@ut.ac.ir

تعارض منافع: اعلام نشده است.

پلیمر زیستی کیتوسان به‌دلیل خواص ضدمیکروبی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی که دارد به گزینه‌ای ایده‌آل برای کاربرد در طیف گسترده‌ای از محصولات آرایشی تبدیل شده و افق‌های جدیدی را در طراحی فرمولاسیون‌های آرایشی پدیدار نموده است. توانایی این پلیمر در برقراری برهمکنش الکترواستاتیکی با سطوح باردار منفی (مانند پوست آسیب دیده) منجر به تشکیل فیلم‌های پلیمری شده و درنهایت، به محصولات آرایشی نرمی و رطوبت می‌بخشد. این مقاله مروری، پتانسیل بالقوه کیتوسان و مشتقات آن‌را به‌عنوان مواد اولیه در محصولات آرایشی و مراقبتی پوست بازخوانی نموده است.

کلیدواژه‌ها: کیتوسان، پوست، محصولات آرایشی و مراقبتی

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

پوست و زیبایی؛ بهار ۱۴۰۳، دوره ۱۵ (۱): ۵۶-۴۳

مقدمه

امروزه، صنعت آرایشی و بهداشتی از طیف گسترده‌ای از پلیمرها در محصولات استفاده می‌کند. این پلیمرها به چهار دسته اصلی پلیمرهای مصنوعی، پلیمرهای بر پایه پلی‌ساکارید، پروتئین‌ها و سیلیکون‌ها تقسیم می‌شوند[۱]. هر کدام از این پلیمرها نقش‌های متفاوتی در فرمولاسیون محصولات آرایشی ایفا می‌کنند. به‌دلیل نگرانی‌های زیست‌محیطی و سلامتی، جایگزینی پلیمرهای مصنوعی و سیلیکون‌ها با «مواد اولیه سبز» به یکی از مهم‌ترین چالش‌های این صنعت تبدیل شده است و استفاده از پلی‌ساکاریدها به‌دلیل مزایای متعدد آنها، یک راه جایگزین محسوب می‌شود[۲].

پلی‌ساکاریدها پلیمرهای پیچیده کربوهیدرات هستند که در طول زنجیره اصلی خود، گروه‌های هیدروکسیل زیادی دارند و از منابع طبیعی مانند گیاهان و جلبک‌ها به‌دست می‌آیند و به‌طور طبیعی توسط بدن تجزیه می‌شوند[۳]. علاوه‌بر این، آن‌ها به طور کلی، غیرسمی و غیرتحریک‌کننده هستند و طیف وسیعی از خواص را دارند که می‌توان از آنها برای بهبود عملکرد محصولات آرایشی و بهداشتی استفاده کرد[۴] و این محصولات زیست‌سازگار با کاهش کربن در صنعت آرایشی و بهداشتی به حفظ سلامت پوست کمک شایانی می‌کنند[۵].

کیتوسان یکی از مشهورترین پلی‌ساکاریدهاست که به‌دلیل سازگاری زیستی، قابلیت تجزیه زیستی، غیرسمی‌بودن و خاصیت ضدمیکروبی در بسیاری از زمینه‌ها کاربرد دارد. این مولکول شکل غیر استیل

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

شده از کیتین است که دومین پلیمر طبیعی فراوان بعد از سلولز به‌شمار می‌رود. کیتین در موجودات زنده مانند سخت‌پوستان، حشرات و قارچ‌ها وجود دارد. پلیمر کیتوسان یک هتروپلی ساکارید دوتایی خطی است که از گلوکزآمین و N ـ استیل گلوکزآمین پیوسته با β ـ۱ و ۴ تشکیل شده است[۶و۷] و به‌دلیل خاصیت ضدحساسیت و ضدمیکروبی، به‌طور معمول در بخش مراقبت از پوست به‌عنوان یک ماده کمکی در پانسمان‌های التیام بخش به کار می‌رود[۸-۱۰].

علاوه‌بر خاصیت جذب اشعه فرابنفش، کیتوسان فعالیت‌های فیلم‌زایی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی نیز از خود نشان می‌دهد[۱۱]. تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که ترکیب فیلم‌های کیتوسان با ترکیبات بیواکتیو جایگزین، می‌تواند محصولی سازگار با محیط زیست با قابلیت تنظیم برای حوزه لوازم آرایشی جوانساز به ارمغان آورد[۱۲-۱۴]. به‌طور خاص، صنعت آرایشی و بهداشتی از ترکیبات مختلف مبتنی‌بر کیتوسان از جمله کلرید هیدرات کیتوسان، استات کیتوسان، لاکتات کیتوسان، کاربوکسی متیل کیتوسان، مشتقات کواترنری، الیگوساکاریدها و همچنین کیتین سولفات و کربوکسی متیل کیتین بهره می‌برد[۱۵-۱۷].

این مقاله مروری، پتانسیل کیتوسان را در فرمولاسیون‌های آرایشی برای مراقبت از پوست بررسی کرده است. جایگزینی پلیمرهای مصنوعی سنتی در لوازم آرایشی با کیتوسان که منشأ طبیعی دارد، نویدبخش تولید محصولاتی با دوام و ایمن‌تر است. علاوه‌بر این، می‌تواند به کاهش آلودگی فرآیندهای تولید نیز کمک کند[۱۸].

ویژگی‌های کیتوسان

کیتوسان، طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی ازجمله ضدکلسترول، ترمیم زخم، ضدسرطان، ضدقارچ، بندآورنده خونریزی، ضددرد، ضداسید، ضدزخم و تقویت‌کننده سیستم ایمنی دارد[۱۹] و در صنعت آرایشی، به‌طور معمول به‌عنوان ماده جانبی و جزء فعال زیستی به‌کار می‌رود. این امر به‌دلیل سمیت محدود، سازگاری زیستی و قابلیت تجزیه‌پذیری زیستی کیتوسان امکان‌پذیر است[۲۰].

فعالیت ضدمیکروبی

یکی از مهم‌ترین خواص کیتوسان، فعالیت ضدمیکروبی آن در برابر میکروارگانیسم‌های مختلف ازجمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها است. با وجود این که مکانیسم دقیق این فعالیت هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است، فرضیه‌های مختلفی برای توضیح آن وجود دارد. طبق اولین فرضیه، فعالیت ضدمیکروبی کیتوسان به اتصال عرضی یونی بین پلی‌کاتیون کیتوسان و سطح سلولی باردار منفی میکروارگانیسم‌ها مربوط است. این اتصال منجر به تشکیل لایه‌ای متراکم می‌شود که مانع از ورود مواد مغذی به سلول‌های میکروبی و درنهایت مرگ آنها می‌شود. فرضیه دوم بر خواص شلات‌کنندگی کیتوسان تمرکز دارد. کیتوسان می‌تواند با یون‌های فلزی ضروری برای رشد میکروارگانیسم‌ها کمپلکس تشکیل دهد و به این ترتیب، رشد و تکثیر آنها را مختل کند. طبق فرضیه سوم، کیتوسان با وزن مولکولی پایین می‌تواند از دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها عبور کند و با DNA آنها برهم‌کنش داشته باشد[۲۱]. این برهم‌کنش منجر به اختلال در سنتز RNA و پروتئین و در نهایت مرگ سلول می‌شود۲۳,۲۲. عوامل مختلفی ازجمله افزایش بار کیتوسان (افزایش درجه استیل‌شدن)، افزایش وزن مولکولی پلیمر و اسیدیته محلول pH می‌توانند اثربخشی ضدمیکروبی کیتوسان را افزایش دهند. به‌طور کلی، کیتوسان در برابر باکتری‌های گرم منفی نسبت به باکتری‌های گرم مثبت اثربخشی بیشتری نشان می‌دهد[۲۳و۲۴].

فعالیت آنتی‌اکسیدان

کیتوسان به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قدرتمند در برابر طیف گسترده‌ای از رادیکال‌های آزاد، ازجمله

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

رادیکال‌های اکسیژن؛ مانند آلکیل، سوپراکسید و هیدروکسیل و همچنین ۲و۲ ـ دی فنیل ۱ ـ ـ پیکریل هیدرازین DPPH عمل می‌کند. مکانیسم دقیق فعالیت آنتی‌اکسیدانی کیتوسان هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است؛ اما به‌طور کلی به توانایی گروه‌های هیدروکسیل و آمینوی این پلیمر در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی آزاد و درنتیجه ایجاد ترکیبات پایدار نسبت داده می‌شود[۲۰]. نکته قابل توجه این است که خواص آنتی‌اکسیدانی کیتوسان تحت‌تأثیر ویژگی‌های مولکولی خاص پلیمرهای انتخابی قرار دارد[۲۴و۲۵]. کاهش وزن مولکولی کیتوسان، تمایل زنجیرهای کوتاه را برای تشکیل پیوند هیدروژنی درون مولکولی بین گروه‌های هیدروکسیل آن‌ها محدود می‌کند. این امر منجر به افزایش تعداد گروه‌های هیدروفیل در دسترس برای خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و درنتیجه تقویت فعالیت آنتی‌اکسیدانی کیتوسان می‌شود[۲۶].

پیونددهنده مخاطی کیتوسان

کیتوسان به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود، به‌ویژه بار مثبت، می‌تواند به‌طور مؤثری با باقی‌مانده‌های منفی موجود در مخاط پیوند برقرار کند. این خاصیت، کیتوسان را به گزینه‌ای ایده‌آل برای کاربردهای مختلف در حوزه‌های پزشکی، دارویی و آرایشی تبدیل می‌کند. برهم‌کنش کیتوسان با مخاط، در پلی‌ساکاریدهایی با درجه داستیل‌شدن و وزن مولکولی بالا به‌طور قابل توجهی تقویت می‌شود[۲۷]. این امر به‌دلیل افزایش تعداد گروه‌های آمینو در زنجیره کیتوسان و درنتیجه افزایش بار مثبت آن است. علاوه‌بر این، فرآیندهای مشتق‌سازی کیتوسان نیز می‌توانند به بهبود ویژگی‌های پیونددهنده مخاطی پلیمرهای حاصل در مقایسه با کیتوسان خالص کمک کنند. این فرآیندها می‌توانند شامل مواردی مانند افزودن گروه‌های عاملی هیدروفیلیک یا افزایش حلالیت کیتوسان باشند[۲۸و۲۹].

افزایش نفوذپذیری کیتوسان

کیتوسان می‌تواند با تغییر مقاومت الکتریکی ترانس‌اپیتلیال که ناشی از بازشدن و تخریب اتصالات محکم سلول است، به‌عنوان افزایش‌دهنده نفوذپذیری عمل کند. این امر ازطریق اتصال الکترواستاتیک کیتوسان به غشای سلولی امکان‌پذیر است که باعث تغییر ارتباط پروتئین‌های درگیر در اتصالات محکم می‌شود[۲۹و۳۰].

نقش کیتوسان در محصولات مراقبت از پوست

کیتوسان، به‌دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی، پاک‌کنندگی، محافظت‌کنندگی، جاذب رطوبت و ضدالتهابی، ماده مناسبی برای محصولات مراقبت از پوست به‌شمار می‌رود. به‌طور خاص، کیتوسان به‌طور گسترده به‌عنوان یک عامل جوانساز و مرطوب‌کننده، در محافظت در برابر اشعه فرابنفش، پاک‌کردن پوست و به‌عنوان تقویت‌کننده عملکردهای ضروری مختلف پوست (محافظت، جذب، تنظیم حرارت، دفاع، ذخیره‌سازی و سنتز) مورد استفاده قرار گرفته است[۲۰].

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های کیتوسان در رابطه با استفاده از آن در محصولات مراقبت از پوست، نفوذ بسیار کم آن به لایه‌های زیرین پوست است که مکانیسم اثر آن‌را در بسیاری از فرمولاسیون‌ها به سطح تماس پوست و محیط خارجی محدود می‌کند[۱۵و۳۰]. رسوب کیتوسان روی سطح پوست با ایجاد یک شبکه، به بهبود زخم کمک می‌کند و باعث تحریک سنتز کلاژن و حفظ قابلیت تنفس مناسب پوست می‌شود. علاوه‌براین، کیتوسان ازنظر زیست‌سازگاری و زیست‌تخریب‌پذیری مناسب است، خاصیت ضدباکتری، ضدخونریزی و ضدالتهابی دارد، جذب خوبی برای ترشحات زخم دارد و باعث ترمیم بافت و رشد الیاف کلاژن پوست می‌شود. این ویژگی‌ها استفاده از آن‌را به‌عنوان یک ماده تشکیل‌دهنده در طیف وسیعی از محصولات مراقبت از پوست تأیید می‌کند[۳۱و۳۲].

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

ضدآفتاب‌ها

پیری زودرس پوست ناشی از نور، آسیبی است که پس از قرارگیری مکرر در معرض تابش فرابنفش (Ultra iolet UV) در پوست ایجاد می‌شود و عمدتا با استرس اکسیداتیو و عدم تعادل التهابی مشخص و باعث می‌شود علائم پیری پوست ناشی از نور مانند چین و چروک‌های درشت، خشکی، رنگدانه نامنظم و شل‌شدن نمایان گردد. علاوه‌بر این، قرارگرفتن در معرض اشعه فرابنفش، ارتباط مستقیمی با سرطان پوست دارد. کیتوسان به‌عنوان یک ماده بسیار امیدوارکننده برای کاهش مشکلات مرتبط با پیری پوست شناخته شده است. درواقع، کیتوسان به‌ویژه با وزن مولکولی بالا، با تشکیل فیلم روی سطح پوست، باعث کاهش ازدست‌رفتن رطوبت پوست و بهبود خواص مکانیکی پوست (خاصیت ارتجاعی و نرمی) شده و به‌عنوان یک مرطوب‌کننده نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند[۳۲].

Kong و همکاران نشان دادند که فعالیت بیولوژیکی کیتوسان را می‌توان برای به حداقل رساندن تغییرات نامطلوب ناشی از قرارگرفتن طولانی‌مدت در معرض اشعه فرابنفش مورد استفاده قرار داد. برای مثال، کیتوسان می‌تواند با تحریک مسیرهای تولید کلاژن، به کاهش آسیب‌های ماکروسکوپی و هیستوپاتولوژیکی ایجادشده در پوست کمک کند. علاوه‌براین، می‌تواند تولید سیتوکین‌های التهابی پس از التهاب را مهار کند و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مختلف و سطح رطوبت پوست را بهبود بخشد بنابراین، می‌توان از آن برای جلوگیری از خشکی پوست ناشی از اشعه فرابنفش، هایپرپلازی اپیدرم و چین و چروک استفاده کرد؛ زیرا کیتوسان فعالیت برخی آنزیم‌ها با نقش آنتی‌اکسیدانی را افزایش و تولید سیتوکین‌های التهابی را سرکوب می‌کند[۳۳و۳۴].

کیتوسان و فیلم‌های کیتوسان جذب زیر ۴۰۰ نانومتر را نشان می‌دهند بنابراین، می‌توان از آنها به‌عنوان ضدآفتاب استفاده کرد. Gomma و همکاران گزارشی از دو فیلم کیتوسان با فاکتور محافظت‌کننده در برابر نور خورشید (SPF) تهیه کردند. هنگام مقایسه دو فیلم کیتوسان، عبوردهندگی فیلم کیتوسان با منبع قارچ برای اشعه UVA-UVB (۳۰۰-۵۰۰ نانومتر) نسبت به فیلم کیتوسان با منبع میگو کمتر بود. نتایج مطالعات آنها نشان داد که ظرفیت مقاومت در برابر اشعه فرابنفش، عصاره کیتوسان با منبع قارچی بهتر از فیلم کیتوسان با منبع میگو بوده است[۳۴].

توانایی محافظت‌کنندگی کیتوسان در برابر اشعه فرابنفش توسط Verma و همکاران ثابت شد. آن‌ها پارچه پنبه‌ای رنگ‌شده را با کیتوسان تیمار کردند و دریافتند که فاکتور محافظت در برابر اشعه فرابنفش، بیش از ۲۰ درصد نسبت به پارچه پنبه‌ای رنگ‌شده بدون تیمار و طول مدت محافظت در برابر نور افزایش یافته است[۳۵و۳۶] و محافظت در برابر اشعه فرابنفش به‌شدت به ویژگی‌های خاص پلیمر مورداستفاده، ازجمله منبع، وزن مولکولی و درجه داستیلاسیون بستگی دارد[۲۰].

Morsy و همکاران ژل‌های ضدآفتاب حاوی نانوذرات هیدروکسی آپاتیت را که به‌طور همگن در یک ماتریس کیتوسان پراکنده شده بودند، تولید کردند. مشخص شد که ایجاد یک لایه از این سیستم هیبریدی روی سطح پوست، استراتژی مناسبی برای به حداقل رساندن اثرات ناشی از قرارگرفتن در معرض اشعه فرابنفش دارد[۳۶].

Kong و همکاران در مطالعه‌ای، اثر الیگوساکاریدهای کیتوسان را بر کاهش پیری زودرس پوست ناشی از نور در موش‌های صحرایی بدون مو بررسی کردند. این مطالعه به مدت ۱۰ هفته بر روی پوست موش‌ها و با تابش اشعه فرابنفش انجام شد. نتایج نشان داد که الیگوساکاریدهای کیتوسان می‌توانند به‌طور مؤثری وضعیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی پوست را تنظیم نموده که این امر به نوبه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

خود، از آسیب‌های ناشی از اشعه فرابنفش به پوست، مانند چین و چروک، شل‌شدن پوست و لکه‌های هایپرپیگمانتاسیون، جلوگیری می‌کند[۳۳و۳۴].

Libio و همکاران از توانایی کیتوسان محلول در بافر سیترات برای تشکیل فیلم روی سطح پوست به‌عنوان یک استراتژی بسیار جالب برای لایه‌برداری لایه شاخی استفاده کردند. این کار از خاصیت چسبندگی زیستی کیتوسان برای کاهش چسبندگی سلول‌ها و جداشدن بعدی آنها استفاده می‌کند که می‌تواند با القای تکثیر سلولی و بازسازی لایه شاخی به جلوگیری از پیری پوست کمک کند. علاوه‌بر این، کیتوسان همچنین نقش مهمی در افزایش تراکم کلاژن و کاهش خطوط و چین و چروک دارد؛ زیرا در تحریک پروتئین‌ها و سلول‌ها و متعاقبا تکثیر سلولی، تشکیل یک سد قابل نفوذ (بازاپیتلیالیزاسیون) و رگ‌زایی مؤثر است[۳۷و۳۸].

Li و همکاران هیدروژل‌های نانوذره کامپوزیتی جدیدی با الهام از ملانین برای محافظت از پوست در برابر نور خورشید ساختند. این هیدروژل‌ها از نانوذرات توخالی پلی‌دوپامین و هیدروژل کیتوسان اسید هیالورونیک تشکیل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که این هیدروژل‌ها ایمن، سازگار با پوست بوده و محافظت قوی در برابر اشعه UVA و UVB دارند. این هیدروژل‌ها پتانسیل جایگزین برای ضدآفتاب‌های فعلی را دارند[۳۹].

Liu و همکارانش، نانوسیانید ـ ۳ ـ O ـ گلوکوزید C3G را ازطریق ژل‌شدن یونی کیتوسان و تری‌فسفات سدیم طراحی و سنتز کردند. این نانوذره با مکانیسم‌های مختلف، ازجمله کاهش استرس اکسیداتیو، تنظیم آپوپتوز و بهبود ظاهر پوست، اثرات محافظتی قوی در برابر آسیب‌های ناشی از اشعه UVB از خود نشان می‌دهد. نانو ـ C3G پتانسیل تبدیل‌شدن به یک درمان مؤثر برای هایپرپیگمانتاسیون و سایر مشکلات پوستی مرتبط با اشعه UV را دارد[۴۰].

Bikiaris و همکاران در پژوهشی، نانوذرات کیتوسان را سنتز کرده و آب انار را در آنها کپسوله کردند. سپس این نانوذرات بارگذاری‌شده را به شکل امولسیون درآوردند. نتایج نشان داد که سیستم‌های حاوی کیتوسان در مقایسه با نمونه‌های دیگر، محافظت‌کنندگی بهتری در برابر اشعه فرابنفش دارند[۴۱]. همچنین در مطالعه دیگری اسید الاژیک از انار استخراج و به نانوذرات کیتوسان کپسوله کردند تا از پوست در برابر UV محافظت کنند و مشخص شد که این نانوذرات می‌توانند بقای سلولی را افزایش و روند پیری را کند نمایند[۴۲].

Karami و همکاران یک هیدروژل بر پایه کیتوسان و فوکوییدان با استفاده از پیوند فیزیکی سنتز کردند. میزان نفوذ سیلیبین، اثرات ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی هیدروژل بهینه در پوست سالم و تحت تابش اشعه فرابنفش UVB در مدل‌های حیوانی بررسی شد. هیدروژل بهینه از نفوذ سیلیبین به پوست سالم و تحت تابش UVB به‌طور مؤثری محافظت می‌کند. این هیدروژل، پوست را در برابر آسیب‌های ناشی از اشعه UVB، ازجمله التهاب و تولید گونه‌های فعال اکسیژن، حفظ می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که هیدروژل بهینه حاوی سیلیبین می‌تواند به‌عنوان یک محصول ضدآفتاب مؤثر درنظر گرفته شود[۴۳].

Chen و همکاران کامپوزیت‌هایی از کیتوسان کربوکسی متیل کواترنر و مونت موریلونیت آلی را به‌عنوان یک ماده ضدچروک جدید برای کرم‌های آرایشی طراحی کردند. این ماده به لطف ساختار لایه‌ای و تعداد زیاد گروه‌های آب‌دوست، جذب و نگهداری رطوبت را تسهیل می‌کند و محافظت بسیار خوبی در برابر اشعه فرابنفش ایجاد می‌کند[۴۴].

Quan و همکاران نانوذرات گلیسیریزینیک اسید ــ β-NGA۱۸ را با آمفی‌فیلیک کیتوسان ACS ترکیب کردند تا جذب پوستی و اثربخشی ضدپیری پوست را افزایش دهند. نانوذرات کامپوزیت گلیسیریزینیک اسید

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

ANGA سمیت سلولی کمتری نسبت به NGA خالص نشان دادند. هیدروژل ANGA نفوذ پوستی اسید گلیسیریزینیک را به‌طور قابل‌توجهی افزایش و علائم پیری پوست ناشی از نور خورشید را در مدل موش کاهش داد[۴۵].

Wang و همکاران با واکنش‌دادن کیتوسان α ـ استیل‌آمید بنزوئیل کلرید در محیط اسید استیک و تحت امواج فراصوت با شدت بالا، موفق به تولید p ـ استیل‌آمید بنزوئیل کیتوسان شدند. این پژوهشگران نشان دادند که این مشتق کیتوسان قابلیت جذب اشعه فرابنفش را دارد و می‌تواند زمینه‌ساز تولید نسل جدیدی از ضدآفتاب‌ها شود[۴۶]. کار مشابهی توسط Ma و همکاران انجام شد. آن‌ها ترکیبات N ـ (۴ ـ هیدروکسی فنیل) آکریل آمید یا N ـ (۴ ـ آمینوسولفونیل) فنیل آکریل آمید را با کیتوسان واکنش دادند تا مشتقی از کیتوسان با قابلیت جذب UV تولید کنند. چنین مشتقات کیتوسانی می‌توانند در ساخت ژل‌های ضدآفتاب به کار روند[۴۷].

Huerta-Madronal و همکارانش کیتوسان را با مقادیر مختلفی از اسید رزماری‌نیک عامل‌دار کردند و کنژوگه‌های جدید کیتوسان ـ رزمارینیک اسید CSRA با پتانسیل بالا برای کاربردهای پوستی سنتز نمودند. نتایج نشان داد که CSRA فعالیت‌های ضدالتهابی، ضدباکتریایی و ضدفتواکسیداتیو قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. این کنژوگه‌ها می‌توانند فعال‌شدن ماکروفاژهای ملتهب را کاهش، توانایی ضدباکتریایی علیه باکتری اشرشیاکلی را در مقایسه با کیتوسان خالص و اسید رزماری‌نیک آزاد، به‌طور قابل توجهی افزایش دهند و از آسیب سلولی ناشی از اشعه UVB و تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر در فیبروبلاست‌ها و کراتینوسیت‌ها بکاهند[۴۸].

در مطالعه‌ای دیگر، محققان نانوذرات سلنیم با بار صفر را با کیتوسان روکش‌دار و نانوذرات کیتوسان ـ سلنیم CS-SeNPs سنتز کردند. این نانوذرات می‌توانند رادیکال‌های آزاد را در سطوح مختلف خنثی کرده و از سلول‌ها در برابر آسیب‌های ناشی از اشعه فرابنفش و مواد شیمیایی محافظت کنند[۴۹].

پاک‌کننده‌ها

هدف از روش‌های پاکسازی پوست، حذف هرگونه ماده‌ای است که در اثر تماس با هوای محیط یا استفاده از محصولات آرایشی روی آن رسوب می‌کند. با استفاده از ماهیت کاتیونی کیتوسان و برخی مشتقات آن، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان پاک‌کننده پوست بهره برد. بدین صورت که از این خاصیت برای طراحی حامل‌هایی بر پایه مواد مؤثر در پاکسازی پوست استفاده می‌شود بنابراین، برهم‌کنش بین بارهای مثبت زنجیره اصلی کیتوسان و بارهای منفی سطح پوست می‌تواند به‌عنوان ابزاری بسیار امیدوارکننده برای اطمینان از آزادسازی هدفمند مواد پاک‌کننده به کار گرفته شود[۵۰].

Theerawattanawit و همکاران نشان دادند که ژل‌های کیتوسان می‌توانند برای کاهش میزان سبوم بدون هیچ عارضه جانبی مورد استفاده قرار گیرند[۵۱]. همچنین، توانایی نانوذرات کیتوسان در کنترل میزان سبوم، توسط تانگ‌کیجانگامونگ و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت. آن‌ها پس از یک هفته کاهش قابل توجه میزان سبوم و کاهش چربی پوست را مشاهده کردند. حذف سبوم به‌دلیل توانایی کیتوسان در تشکیل کمپلکس با سبوم و کمک به حذف آن می‌باشد. همزمان، کیتوسان می‌تواند لایه‌ای ایجاد کند که از رسوب مجدد سبوم روی سطح پوست جلوگیری کند[۵۲].

Fujii و همکاران در مطالعه‌ای، اثر لوسیون حاوی کیتوسان را بر خارش و خشکی پوست موش‌های بدون مو با رژیم غذایی خاص که درماتیت آتوپیک داشتند، بررسی کردند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که این لوسیون می‌تواند خارش ناشی از خشکی پوست را کاهش، رطوبت پوست را افزایش و دفع آب ازطریق

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

پوست را کاهش دهد و دمای سطح پوست را خنک نگه دارد[۵۳].

مرطوب کننده‌ها

جاذب‌های رطوبت، لوازم آرایشی هستند که برای افزایش میزان آب در لایه‌های بالایی پوست طراحی شده‌اند. جاذب‌های رطوبت کاتیونی به سطح پوست که بار منفی دارد جذب می‌شوند بنابراین، می‌توان جاذب‌های رطوبت را به‌عنوان یک جزء مرطوب‌کننده درنظر گرفت که برای جایگزینی عوامل مرطوب‌کننده طبیعی موجود در لایه شاخی پوست استفاده می‌شوند. مرطوب‌کننده‌ها با افزایش آب پوست، نرمی و لطافت آن‌را بهبود می‌بخشند. هرچه وزن مولکولی کیتوسان بالاتر باشد، ظرفیت نگهداری رطوبت آن نیز بیشتر می‌شود. این‌را می‌توان با درنظرگرفتن تعداد بیشتر مونومرهای موجود در زنجیره پلیمری توضیح داد که به تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی کمک می‌کند. این پیوندها مسئول تعدیل جذب و نگهداری رطوبت توسط کیتوسان هستند[۵۴]. کیتوسان به‌عنوان یک جاذب رطوبت با پیرولیدون کربوکسیلیک اسید PCA ترکیب شد و ماده جاذب رطوبت فیلم‌ساز تولید کرد. مشتقات آلی و آلکیل‌دار کیتوسان برای بهبود خواص جاذب رطوبت کیتوسان تولید شدند. فعالیت پلیمرهای جاذب رطوبت به بار کاتیونی، وزن مولکولی و آبگریزی پلیمر بستگی دارد[۵۵].

Chaiwong و همکاران نشان دادند که کیتوسان کربوکسی متیل می‌تواند به‌عنوان یک ماده مرطوب‌کننده مناسب عمل کند و با افزایش وزن مولکولی پلیمر، خاصیت مرطوب‌کنندگی آن نیز افزایش می‌یابد. این اثر مرطوب‌کنندگی را می‌توان با درنظرگرفتن توانایی پلیمر برای تشکیل لایه‌ای از کیتوسان هیدراته روی سطح پوست و جلوگیری از تبخیر آب توضیح داد[۵۶]. ازطرف دیگر، اثر مرطوب‌کنندگی کیتوسان با افزایش درجه استیل‌زدایی افزایش می‌یابد. استفاده از کیتوسان‌های کربوکسی متیل به‌عنوان ترکیبات مرطوب‌کننده در لوازم آرایشی توسط Chaiwong و همکاران[۵۶] مورد مطالعه بیشتر قرار گرفت. آنها دریافتند که این نوع پلیمر را می‌توان با موفقیت در کرم‌های ضدتعریق برای به‌دست‌آوردن میزان رضایت‌بخشی رطوبت پوست به‌کار برد.

Qin و همکاران چندین نمونه کیتوسان با وزن مولکولی متفاوت ($۱/۲\times۱۰^{۳}$ تا ۳۰×۱۰^{۴} کیلو دالتون) با تخریب اکسیداتیو با آب اکسیژنه تهیه کردند. میزان گروه‌های کربوکسیلیک در کیتوسان با کاهش وزن مولکولی افزایش می‌یابد. ظرفیت جذب و نگهداری رطوبت در کیتوسان‌های نهایی به وزن مولکولی و درجه استیل‌زدایی بستگی دارد. بیشترین ظرفیت جذب و نگهداری رطوبت مربوط به کیتوسانی با وزن مولکولی $۰/۴۵\times۱۰^{۴}$ و درجه استیل‌زدایی ٪۹۰ بود[۵۷].

Chen و همکاران، چندین مشتق کربوکسی متیل کیتین و کیتوسان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که جایگزینی در موقعیت 6-OH محل اصلی برای جذب و نگهداری رطوبت است، درحالی که موقعیت‌های 3-OH و N مشارکت کمتری دارند. در مورد 6-O-CM-Chitin و 6-O-CM-Chitosan مشاهده شد که با افزایش وزن مولکولی، توانایی نگهداری رطوبت نیز به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. با توجه به این یافته‌ها، 6-O-CM-Chitin و 6-O-CM-Chitosan با وزن مولکولی بالا می‌توانند به‌عنوان جایگزین‌های مناسب برای اسید هیالورونیک در محصولات آرایشی و پزشکی باشند[۵۸].

آن‌ها همچنین در پژوهش دیگری، تأثیر افزودن کیتوسان‌های محلول در آب به کرم‌های مرطوب‌کننده حیاتی (کرم‌های حاوی ویتامین E) را بررسی و دریافتند که افزودن کیتوسان محلول در آب به کرم‌های حاوی ویتامین E، با افزایش گرانروی و پایداری، می‌تواند کارایی محصولات آبرسانی پوست را ارتقا دهد بدون آنکه بر آزادسازی ویتامین E یا سازگاری با پوست تأثیر منفی بگذارد[۵۹].

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

Gholibeikian و همکاران، کرم مرطوب‌کننده‌ای بر پایه کیتوسان با استفاده از روغن‌های گیاهی، توئین و آب با نسبت‌های خاص فرموله کردند. آنالیز اسیدهای چرب نشان داد که پالمیتیک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید و استئاریک اسیدt اصلی‌ترین اسیدهای چرب موجود در این کرم بودند که روی پوست خرگوش ایجاد حساسیت نکرده و تحریک پوستی بسیار کمی داشتند[۶۰].

کمپلکس‌های کیتین ـ گلوکان که از واحدهای کیتین و β ـ گلوکان که با پیوند کووالانسی به‌هم متصل شده‌اند، تشکیل شده و خواص مرطوب‌کنندگی پایه درکرم‌ها داشتند و پس از استفاده طولانی مدت از آنها هیچگونه عوارضی مشاهده نشد و برخی از علائم پیری پوست بهبود یافت[۶۱]. علاوه‌بر این، مطالعات نشان داد نانوکامپوزیت‌های کربوکسی متیل کیتوسان کواترنری ـ مونت موریلونیت نیز به‌دلیل خاصیت مرطوب‌کنندگی و همچنین توانایی محافظت خوب در برابر اشعه فرابنفش، خواص مناسبی را در برابر پیری پوست نشان دادند[۶۲].

اصلاح شیمیایی کیتوسان با افزودن گروه‌های آنیونی، استراتژی مناسبی برای افزایش توانایی کیتوسان در جذب رطوبت و دستیابی به اثر مرطوب‌کنندگی بهتر از محصولات مبتنی‌بر اسید هیالورونیک ارائه می‌دهد بنابراین، کیتوسان‌های اصلاح‌شده آنیونی به‌عنوان ترکیبات امیدوارکننده‌ای برای اطمینان از جذب و نگهداری خوب رطوبت در هنگام استفاده از محصولات آرایشی در حال توسعه هستند[۶۳].

ماسک‌ها

یکی از روش‌های استفاده از کیتوسان محلول در آب ماسک صورت است که به‌صورت ورقه‌ای جدا می‌شود. ازآنجایی که این نوع ماسک به‌طور مستقیم با سطح پوست در تماس است، برای افزایش جوان‌سازی پوست پیشنهاد می‌شوند. این ماسک‌ها برای مدت زمان طولانی روی پوست قرار می‌گیرند تا مواد فعال خود را به‌تدریج آزاد کرده و پوست را با ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها تغذیه کنند و باعث بهبود ظاهر پوست شوند[۶۴].

محققان در مطالعه‌ای، نوعی از ماسک‌های ورقه‌ای صورت را با استفاده از کیتوسان و پلی‌وینیل الکل تولید کردند. نتایج نشان داد که فرمولاسیون ایده‌آل این ماسک‌ها شامل ۲ درصد کیتوسان، ۱ درصد پلی‌وینیل الکل و ۱۰ درصد اتانول است. اتانول برای تسریع زمان خشک‌شدن ماسک، به ترکیب اضافه شد. این فرمولاسیون، زمان خشک‌شدن مناسب و همچنین خاصیت ارتجاعی مطلوبی را برای ماسک ارائه می‌دهد[۶۵].

Sionkowska و همکاران، فیلم‌های بر پایه کیتوسان حاوی اسید هیالورونیک و روتین را با هدف استفاده در محصولات آرایشی، سنتز و بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن روتین به کیتوسان، پایداری حرارتی و زبری سطح فیلم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ اما ساختار شیمیایی آن‌را دستخوش تغییر نمی‌کند. آزمایش‌های انجام‌شده بر روی پوست نشان داد که استفاده موضعی از این فیلم‌ها، خاصیت ارتجاعی و رطوبت‌رسانی پوست را تا حدی افزایش می‌دهد. به همین دلیل، می‌توان از این فیلم‌ها به‌عنوان ماسک صورت یا سایر محصولات آرایشی جهت بهبود سلامت و شادابی پوست استفاده کرد[۶۶].

Hu و همکاران ماسک نانویی چندمنظوره با استفاده از کیتوسان و کلاژن ساخته‌اند. الیاف نانویی موجود در ماسک با رطوبت فعال شده و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، مرطوب‌کنندگی و ضدباکتریایی دارند. کارایی بالا، آزادسازی مواد مؤثر و سهولت استفاده از مزایای این ماسک‌ها می‌باشد[۶۷و۶۸].

Anies و همکاران به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوسان محلول در آب در یک ماسک لایه‌بردار و همچنین مهارکنندگی آن نسبت به

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

باکتری‌های آکنه پرداختند. نتایج نشان داد که ماسک لایه‌بردار حاوی کیتوسان، ایمن بوده و باعث قرمزی و تورم پوست نمی‌شود[۶۸].

مطالعه‌های نامبرده نشان داد که کیتوسان یک ماده اولیه نوظهور برای برآورده‌کردن برخی از نیازهای اصلی صنعت «آرایشی سبز» است. با وجود موارد ذکرشده، متأسفانه تعداد محدودی از محصولات تجاری حاوی کیتوسان در بازار وجود دارد. همچنین، در اکثر موارد از کیتوسان به‌عنوان یک ترکیب آرایشی استفاده می‌شود و زیست‌فعالیت و خواص فیزیکوشیمیایی آن به‌طور کامل به‌کار گرفته نمی‌شود. این امر تا حدودی به‌دلیل دسترسی بسیار دشوار به کیتوسان با خلوص کافی از منابع آن است.

علاوه‌براین، منشأ طبیعی کیتوسان دستیابی به مواد اولیه با ویژگی‌های یکسان در سطح صنعتی را بسیار دشوار می‌کند. درصورت امکان دستیابی به چنین موادی، هزینه‌های تولید به‌شدت افزایش می‌یابد (بالاتر از هزینه پلیمرهای مشتق‌شده از نفت). این موضوع مانع مهمی برای معرفی کیتوسان به‌عنوان یک ترکیب در صنعت آرایشی به شمار می‌رود[۱۵] بنابراین، یافتن جایگزین‌های پایدار ازنظر اکولوژیکی و اقتصادی برای تولید کیتوسان با ویژگی‌های مناسب برای استفاده در صنعت آرایشی ضروری است. این امر می‌تواند ازطریق طراحی مسیرهای سنتزی برای تولید کیتوسان یا مشتقات آن با خلوص و خواص کافی برای استفاده به‌عنوان ترکیب آرایشی صورت گیرد. همچنین، دستیابی به دانش گسترده در مورد جنبه‌های ساختاری و فیزیکوشیمیایی کیتوسان نیز ضروری است[۶۹].

به‌عنوان نتیجه‌گیری، صنعت آرایشی به‌دنبال جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد طبیعی در محصولات خود به‌دلیل تقاضای فزاینده برای محصولات ایمن‌تر و سازگار با محیط زیست است.

پلیمرهای طبیعی مانند کیتوسان به‌دلیل خواص منحصربه‌فردشان، جایگزینی مناسبی برای ترکیبات شیمیایی هستند و می‌توان از آنها در طیف وسیعی از محصولات آرایشی ازجمله محصولات مراقبت از پوست استفاده کرد. با وجود پتانسیل بالای کیتوسان، چالش‌هایی مانند بهینه‌سازی فرآیندهای جداسازی و تصفیه، شناسایی دقیق خواص مواد اولیه و انجام آزمایش‌های کافی برای ارزیابی اثربخشی وجود دارد.

این مقاله مروری، دیدگاه گسترده‌ای در مورد استفاده از کیتوسان در محصولات آرایشی ارائه و به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا از این پلیمر طبیعی به‌طور مؤثر در محصولات جدید و سازگار با محیط زیست استفاده کنند.

References

1. Ricapito NG, Ghobril C, Zhang H, et al. Synthetic biomaterials from metabolically derived synthons. Chem Rev 2016;116 :2664-704.
2. Lautenschläger H. Saccharides in cosmetic products-From alginate to xanthan gum. Kosmetische Praxis 2009;4:12-5.
3. AlMaadeed MAA, Ponnamma D, Carignano MA. Polymer science and innovative applications: materials, techniques, and future developments: 5th ed. Amesterdam; Elsevier; 2020.
4. L'Haridon J, Martz P, Chenéble JC, et al. Ecodesign of cosmetic formulae: Methodology and application. Int J Cosmet Sci 2018; 40:165-77.
5. Guillot J, Giauffret J, Martini MC, et al. Safety evaluation of gums and thickeners used in cosmetic formulations. Int J Cosmet Sci 1982; 4 :53-66.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

6. Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, et al. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chem 2010; 122 :161-6.
7. Shahidi F, Arachchi JKV, Jeon YJ. Food applications of chitin and chitosans. Trends Food Sci Technol 1999; 10:37-51.
8. Barbosa GP, Debone HS, Severino P, et al. Design and characterization of chitosan/zeolite composite films-Effect of zeolite type and zeolite dose on the film properties. Mater sci eng 2016;60:246-54.
9. Loureiro KC, Barbosa TC, Nery M, et al. Antibacterial activity of chitosan/collagen membranes containing red propolis extract. Int J Pharm Sci 2020;75:75-81.
10. Yoshida CM, Pacheco MS, de Moraes MA, et al. Effect of chitosan and Aloe vera extract concentrations on the physicochemical properties of chitosan biofilms. Polymers 2021;13: 1187.
11. Aranaz I, Acosta N, Civera C, et al. Cosmetics and cosmeceutical applications of chitin, chitosan and their derivatives. Polymers 2018;10 :213.
12. Afonso C, Hirano R, Gaspar A, et al. Biodegradable antioxidant chitosan films useful as an anti-aging skin mask. Int J Biol Macromol 2019;132:1262-73.
13. De Oliveira Filho JG, de Deus IPB, Valadares ACF, et al. Chitosan film with citrus limonia essential oil: Physical and morphological properties and antibacterial activity. Colloid Interface 2020;4 :18.
14. Rubilar JF, Cruz RM, Silva HD, et al. Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract. J Food Eng 2013;115 :466-74.
15. Morin-Crini N, Lichtfouse E, Torri G, et al. Applications of chitosan in food, pharmaceuticals, medicine, cosmetics, agriculture, textiles, pulp and paper, biotechnology, and environmental chemistry. Environ Chem Lett 2019;17 :1667-692.
16. Guzmán E, Cavallo JA, Chuliá-Jordán R, et al. pH-induced changes in the fabrication of multilayers of poly (acrylic acid) and chitosan: fabrication, properties, and tests as a drug storage and delivery system. Langmuir 2011;27 :6836-845.
17. Guzman E, Chulia-Jordan R, Ortega F, et al. Influence of the percentage of acetylation on the assembly of LbL multilayers of poly (acrylic acid) and chitosan. Phys Chem Phys 2011;13:18200-82007.
18. Maliki S, Sharma G, Kumar A, et al. Chitosan as a tool for sustainable development: A mini review. Polymers 2022;14 :1475.
19. Zargar V, Asghari M, Dashti A. A review on chitin and chitosan polymers: Structure, chemistry, solubility, derivatives, and applications reviews. Chem Bio Eng 2015;2 :204-26.
20. Casadidio C, Peregrina DV, Gigliobianco MR, et al. Chitin and chitosans: Characteristics, eco-friendly processes, and applications in cosmetic science. Mar Drug 2019;17 :369.
21. Gomes LP, Andrade CT, Del Aguila EM, et al. Assessing the antimicrobial activity of chitosan nanoparticles by fluorescence-labeling. Indian J Biochem Biophys 2018;12 :112-7.
22. Liu X, Jiang Q, Xia W. One-step procedure for enhancing the antibacterial and antioxidant properties of a polysaccharide polymer: Kojic acid grafted onto chitosan. Int J Biol Macromol 2018;113:1125-133.
23. Perinelli DR, Fagioli L, Campana R, et al. Chitosan-based nanosystems and their exploited antimicrobial activity. Eur J Pharm Sci 2018;117:8-20.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

24. Demetgül C, Beyazit N. Synthesis, characterization and antioxidant activity of chitosan-chromone derivatives. Carbohydr Polym 2018;181:812-17.

25. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, et al. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: A review. Int J Biol Macromol 2020;164:2726-744.

26. M. Ways TM, Lau WM, Khutoryanskiy VV. Chitosan and its derivatives for application in mucoadhesive drug delivery systems. Polymer 2018;10 :267.

27. Moreno JAS, Mendes AC, Stephansen K, et al. Development of electrosprayed mucoadhesive chitosan microparticles. Carbohydr Polym 2018;190:240-7.

28. Hamedi H, Moradi S, Hudson SM, et al. Chitosan based bioadhesives for biomedical applications: A review. Carbohydr Polym 2022;282:119100.

29. Chaiyasan W, Praputbut S, Kompella UB, et al. Penetration of mucoadhesive chitosan-dextran sulfate nanoparticles into the porcine cornea. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 2017;149:288-96.

30. Rejinold NS, Choi G, Choy J-H. Chitosan hybrids for cosmeceutical applications in skin, hair and dental care: an update. Emergent Materials 2021;4 :1125-142.

31. Peng W, Li D, Dai K, et al. Recent progress of collagen, chitosan, alginate and other hydrogels in skin repair and wound dressing applications. Int J Biol Macromol 2022;208:400-08.

32. Jimtaisong A, Saewan N. Utilization of carboxymethyl chitosan in cosmeticsInt. J Cosmet Sci 2014;36 :12-21.

33. Kong S-Z, Li D-D, Luo H, et al. Anti-photoaging effects of chitosan oligosaccharide in ultraviolet-irradiated hairless mouse skin. Exp Gerontol 2018;103:27-34.

34. Gomaa YA, El-Khordagui LK, Boraei NA, et al. Chitosan microparticles incorporating a hydrophilic sunscreen agent. Carbohydr polym 2010;81 :234-42.

35. Verma M, Gahlot N, Singh SSJ, et al. UV protection and antibacterial treatment of cellulosic fibre (cotton) using chitosan and onion skin dye. Carbohydr Polym 2021;257:117612.

36. Morsy R, Ali SS, El-Shetehy M. Development of hydroxyapatite-chitosan gel sunscreen combating clinical multidrug-resistant bacteria. J Mol Struct 2017;1143:251-58.

37. Libio IC, Demori R, Ferrão MF, et al. Films based on neutralized chitosan citrate as innovative composition for cosmetic application. Mater Sci Eng 2016;67:115-24.

38. Li N, Ji X, Wang B, et al. Functional composite hydrogels entrapping polydopamine hollow nanoparticles for highly efficient resistance of skin penetration and photoprotection. Mater Sci Eng C 2021;128:112346.

39. Li Q, Liu S, Guo Y, et al. Mussel-inspired polydopamine-enhanced polyimide for ultrahigh toughness and ultraviolet shielding applications. ACS Appl Polym Mater 2021;3 :896-907.

40. Liu Z, Hu Y, Li X, et al. Nanoencapsulation of cyanidin-3-O-glucoside enhances protection against UVB-induced epidermal damage through regulation of p53-mediated apoptosis in mice. J Agric Food Chem 2018;66: 5359-367.

41. Bikiaris ND, Michailidou G, Lazaridou M, et al. Innovative skin product emulsions with enhanced antioxidant, antimicrobial and UV protection properties containing nanoparticles of pure and modified chitosan with encapsulated fresh pomegranate juice. Polym 2020;12 :1542.

42. Abd-Elghany AA, Mohamad EA. Chitosan-coated niosomes loaded with ellagic acid present antiaging activity in a skin cell line. ACS omega 2023;8 :16620-6629.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

43. Ali Karami M, Sharif Makhmalzadeh B, Pooranian M, et al. Preparation and optimization of silibinin-loaded chitosan–fucoidan hydrogel: An in vivo evaluation of skin protection against UVB. Pharm Dev Technol. 2021;26: 209-19.

44. Chen X, Zhang M, Wang X, et al. Peptide-modified chitosan hydrogels promote skin wound healing by enhancing wound angiogenesis and inhibiting inflammation. Am J Transl Res 2017;9 :2352-362.

45. Quan W, Kong S, Li S, Ouyang Q, Lu S, Guo J, et al. Anti-photoaging effects of nanocomposites of amphiphilic chitosan/18β-glycyrrhetinic acid. Molecul 2023;28 :4362.

46. Wang J, Jin X, Chang D. Chemical modification of chitosan under high-intensity ultrasound and properties of chitosan derivatives. Carbohydr Polym 2009;78: 175-77.

47. Ma G, Qian B, Yang J, et al. Synthesis and properties of photosensitive chitosan derivatives (1). Int. J Biol Macromol 2010;46 :558-61.

48. Huerta-Madronal M, Caro-Leon J, Espinosa-Cano E, et al. Chitosan–Rosmarinic acid conjugates with antioxidant, anti-inflammatory and photoprotective properties. Carbohydr Polym 2021; 273:118619.

49. Zhai X, Zhang C, Zhao G, et al. Antioxidant capacities of the selenium nanoparticles stabilized by chitosan. J Nanobiotech 2017;15:1-12.

50. Tunku Mahmud TH, Abdul-Aziz A, Muda R. A review on the potential use of chitosan-based delivery system in mild facial cleansing formulation. Int J Polym Mater 2015;64 :432-37.

51. Theerawattanawit C, Phaiyarin P, Wanichwecharungruang S, et al. The efficacy and safety of chitosan on facial skin sebum. Skin Pharmacol Physiol 2022;35 :23-30.

52. Tangkijngamvong N, Phaiyarin P, Wanichwecharungruang S, et al. The anti-sebum property of chitosan particles. J Cosm Dermatol 2020;19: 2135-140.

53. Fujii M, Shimizu T, Nakamura T, et al. Inhibitory effect of chitosan-containing lotion on scratching response of hairless mice with atopic dermatitis-like dry skin. Biol Pharm Bull 2011;34 :1890-894.

54. Shariatinia Z. Carboxymethyl chitosan: Properties and biomedical applications. Int J Biol Macromol 2018;120:1406-419.

55. Pham TT, Nguyen TH, Thi TV, et al. Investigation of chitosan nanoparticles loaded with protocatechuic acid (PCA) for the resistance of Pyricularia oryzae fungus against rice blast. Polymer 2019;11:177.

56. Chaiwong N, Leelapornpisid P, Jantanasakulwong K, et al. Antioxidant and moisturizing properties of carboxymethyl chitosan with different molecular weights. Polymer 2020;12 :1445.

57. Qin C, Du Y, Xiao L, et al. Moisture retention and antibacterial activity of modified chitosan by hydrogen peroxide. J Appl Polym Sci 2002;86 :1724-730.

58. Chen X, Zhang H, Yang X, et al. Preparation and application of quaternized chitosan- and AgNPs-Base synergistic antibacterial hydrogel for burn wound healing. Mol 2021;26 4037.

59. Chen R, Heh R. Skin hydration effects, physico-chemical properties and vitamin E release ratio of vital moisture creams containing water-soluble chitosans. Int J Cosmet Sci 2000;22 :349-60.

60. Gholibeikian M, Nooriani Z, Firouzi A, et al. The formulation of moisturizing and hydrating cream based on natural ingredients such as chitosan. J Cosmet Dermatol 2024;2:24-8

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

61. Gautier S, Xhauflaire, Uhoda E, et al. Chitin–glucan, a natural cell scaffold for skin moisturization and rejuvenation. Int J Cosmet Sci 2008;30 :459-69.

62. Chen X, Zhang M, Chen S, et al. Peptide-modified chitosan hydrogels accelerate skin wound healing by promoting fibroblast proliferation, migration, and secretion. Cell Transplant 2017;26:1331-340.

63. Mi Y, Miao Q, Cui J, et al. Novel 2-Hydroxypropyltrimethyl ammonium chitosan derivatives: synthesis, characterization, moisture absorption and retention properties. Mol 2021;26 :4238.

64. Spiro A, Lockyer S. Nutraceuticals and skin appearance: Is there any evidence to support this growing trend? Nutrition bulletin. 2018;43:10-45.

65. Wetchakun C, Puapermpoonsiri U. Sila-on W. Effect of alcohol and co-film former on the physical and mechanical properties of facial mask formulations. Isan J Pharm Sci 2015;11 :25-32.

66. Sionkowska A, Lewandowska K, Kurzawa M. Chitosan-based films containing rutin for potential cosmetic applications. Polymers 2023;15 :3224.

67. Hu W, Yin H, Guo Y, et al. Fabrication of multifunctional facial masks from phenolic acid grafted chitosan/collagen peptides via aqueous electrospinning. Int J Biol Macromol 2024: 131443.

68. Anies C, Eko W, Agnesia SR, et al. Anti-acne potency of water- soluble chitosan peel –off gel mask against Propionibacterium acnes. Russ j agric soc econ sci 2024; 147:94-100.

69. Kumar M, Vivekanand V, Pareek N. Insect chitin and chitosan: Structure, properties, production, and implementation prospective. Natur Mat Produ from insects. Chemistry and Applications 2020:51-66.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

Chitosan; a promising natural biopolymer in skin care products

Tayebeh Momeni, PhD[1,4]
Alieh Safamanesh, PhD[2]
Faezeh Kashanian, PhD[3,4*]

1. Faculty of Physics and Chemistry, Alzahra University, Tehran, Iran
2. Faculty of Science, University of Birjand, Birjand, Iran
3. School of Modern Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Ista Sanat Vatan Knowledge Based Company, Qom, Iran

Received: May 07, 2024
Accepted: Jun 09, 2024
Pages: 43-56

Corresponding Author:
Faezeh Kashanian, PhD

Enghelab Ave, School of Modern Science and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran
Email: Kashanian@ut.ac.ir

Conflict of interest: None to declare

Chitosan biopolymer, due to its antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant properties, has become an ideal candidate for use in a wide range of cosmetic products and has opened up new horizons in the design of cosmetic formulations. The ability of this polymer to electrostatically interact with negatively charged surfaces (such as damaged skin) leads to the formation of polymeric films and ultimately imparts smoothness and moisture to cosmetic products. This review article revisits the potential of chitosan and its derivatives as raw materials in cosmetic and skincare products.

Keywords: chitosan, skin, cosmetic and skincare products

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

Copyright © 2024 Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.