ترکیبات موجود در فرآورده‌های ضدآفتاب: اکسید روی

محمد آزاد[1]
دکتر سامان احمدنصراللهی[2]
دکتر علیرضا فیروز[2و3]

۱. واحد تولید داروسازی جابرابن‌حیان، تهران، ایران.
۲. مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی، سازمان غذا و دارو، تهران، ایران.

نویسنده‌ی مسئول:
دکتر سامان احمدنصراللهی

تهران، خیابان طالقانی، شماره‌ی ۴۱۵، مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام.
پست الکترونیک:
snasrollahi@tums.ac.ir

تعارض منافع: اعلام نشده است.

پرتوهای فرابنفش در حالی که قسمت کوچکی از نور خورشید را تشکیل می‌دهند، برای پوست مضر بوده و باعث آفتاب‌سوختگی، آسیب و حتی سرطان پوست می‌شوند. ضدآفتاب‌ها از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های آرایشی ـ بهداشتی می‌باشند که شخص را از ابتلا به سرطان پوست یا آسیب‌های ناشی از نور خورشید محافظت می‌کنند. این محصولات به دو گروه شیمیایی و فیزیکی تقسیم می‌شوند. ضدآفتاب‌های فیزیکی حاوی اکسید روی با دو مکانیسم انعکاس و پراکندن نور، پوست را از امواج فرابنفش محافظت می‌کنند. این نوع فرآورده‌ها بدون آلرژی و ایجاد حساسیت و آکنه می‌باشند. در حال حاضر، استفاده از نانوذرات اکسید روی در فرمولاسیون ضدآفتاب‌ها این قابلیت را ایجاد کرده است که محصولات فوق هر دو مزیت محافظت در برابر پرتوهای مضر خورشید و جذابیت آرایشی را داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: پرتوهای فرابنفش، ضدآفتاب فیزیکی، اکسید روی، نانوذرات

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵
پوست و زیبایی؛ بهار ۱۳۹۳، دوره‌ی ۵ (۱): ۴۸-۴۱

مقدمه

تابش خورشید از سه جزء اصلی تشکیل شده است[1و2]: پرتوهای فروسرخ با طول موج‌های ۷۷۰ نانومتر تا طول موج‌های بلندتر که حدود ۴۵٪ نور خورشید را تشکیل می‌دهند، نور مرئی با طول موج‌های ۴۰۰ تا ۷۷۰ نانومتر که حدود ۵۰٪ نور خورشید را تشکیل می‌دهند و پرتوهای فرابنفش (Ultraviolet [UV]) با طول موج‌های ۲۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر که حدود ۵٪ نور خورشید را تشکیل می‌دهند.

پرتوهای فروسرخ و مرئی باعث قرمزی پوست شده و بلافاصله بر روی پوست تأثیر می‌گذارند و به سرعت نیز اثرشان از بین می‌رود، ولی پرتوهای UV در عین حال که قسمت کوچکی از نور خورشید را تشکیل می‌دهند، باعث التهاب و سوزش پوست و تغییرات ریخت‌شناسی، پیری زودرس و سرطان پوست می‌شوند[2].

پرتوهای UV را به سه ناحیه تقسیم می‌کنند. ناحیه‌ی UVA: پرتوهای این ناحیه در طول موج ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر قرار دارند. این پرتوها باعث برنزه‌شدن پوست می‌شوند و سبب اکسیداسیون نوری ملانین در لایه‌ی فوقانی پوست شده و به میزان کمی نیز پوست ملتهب می‌شود. ناحیه‌ی UVB: پرتوهای این ناحیه در طول موج ۲۹۰ تا ۳۲۰ نانومتر قرار دارند. این پرتوها باعث آفتاب‌سوختگی و تا حدودی ایجاد سوزش بر روی پوست می‌شوند، در این حالت ملانین تشکیل و رنگ پوست قهوه‌ای می‌شود. ناحیه‌ی UVC: پرتوهای این ناحیه در طول موج ۲۰۰ تا ۲۹۰ نانومتر قرار دارند.

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

این نوع پرتو عموماً توسط لایه‌ی ازن جذب می‌شود، ولی آن‌هایی که عبور می‌کنند بسیار به بافت آسیب می‌رسانند و می‌توانند باعث سرطان پوست شوند[۱و۲].

ضدآفتاب‌ها

ضدآفتاب‌ها به‌صورت لوسیون، اسپری، ژل، کرم یا دیگر محصولات موضعی به بازار عرضه می‌شوند. ضدآفتاب‌ها تابش فرابنفش خورشید را جذب یا منعکس می‌نمایند، از این رو وقتی بر روی پوست قرار می‌گیرند، پوست را از آفتاب‌سوختگی محافظت می‌کنند[۱]. سرطان پوست شایع‌ترین نوع سرطان است و نزدیک به نیمی از سرطان‌های ایالت متحده‌ی آمریکا را به خود اختصاص داده است. در هر سال بیش از ۳/۵ میلیون نفر در این کشور به سرطان پوست دچار می‌شوند و ملانوم بدخیم کشنده‌ترین نوع سرطان پوست می‌باشد که در سال ۲۰۱۳ درصد نسبتاً زیادی را در ایالات متحده به خود اختصاص داده است. سازمان‌های پزشکی از جمله جامعه‌ی سرطان آمریکا، استفاده از ضدآفتاب‌ها را به شدت توصیه کرده‌اند، چراکه این محصولات از ایجاد ملانوم بدخیم و کارسینوم سلول سنگفرشی و کارسینوم سلول بازال جلوگیری می‌کنند[۳].

با توجه به نوع عملکرد، می‌توان ضدآفتاب‌ها را به دو دسته‌ی کلی تقسیم نمود[۱و۴]:

۱. ضدآفتاب‌های فیزیکی که نور خورشید را منعکس می‌کنند. این نوع ضدآفتاب‌ها را بلوکه‌کننده‌ی نور (sunblock) نیز می‌گویند. البته این نام از نظر سازمان غذا و داروی آمریکا (Food and Drug Adminstartion [FDA]) نام مطلوبی نیست، چون به‌طور کاذب بیماران و مصرف‌کنندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضدآفتاب‌های فیزیکی از ترکیبات معدنی ساخته می‌شوند و دو نوع ترکیبی که به‌طور متداول استفاده می‌شوند، اکسید روی (ZnO) و دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2) می‌باشند. این ترکیبات پرتو فرابنفش را منعکس می‌کنند. البته با توجه به مطالعات انجام‌شده، اکسید روی محافظ بهتری نسبت به دی‌اکسیدتیتانیوم است.

۲. ضدآفتاب‌های شیمیایی که تابش فرابنفش، نور خورشید را جذب می‌کنند. ترکیبات ضدآفتاب شیمیایی عبارتند از: اکتیل‌سالیسیلات، اکتیل‌متوکسی‌سینامات، آوبنزن، اکتو کرایلن و ... . این ترکیبات نور UV را جذب می‌کنند و آن را به گرمایی تبدیل می‌کنند که برای پوست بدن مضر نباشد.

مزایای ضدآفتاب‌های فیزیکی نسبت به ضدآفتاب‌های شیمیایی عبارتند از[۴]: پایداری بیشتر ضدآفتاب فیزیکی در مقابل نور خورشید، مقاومت بیشتر ضدآفتاب‌های فیزیکی در مقابل شسته‌شدن و مهم‌تر این‌که ضدآفتاب‌های فیزیکی به سادگی جذب پوست نمی‌شوند و به همین دلیل حساسیت‌زا نبوده و برای افرادی که پوست حساسی دارند مناسب‌تر هستند. ضدآفتاب فیزیکی زمانی که استعمال می‌شود، به‌صورت یک لایه‌ی خمیری سفید روی پوست دیده شده (whitening effect) و لذا بسیاری از افراد تمایلی به استفاده از آن‌ها روی پوست صورت خود ندارند. البته این مشکل را می‌توان با میکرونایزکردن ذرات حل نمود. با توجه به معرفی دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2) در شماره‌ی پیشین این نشریه [۵]، در این مقاله به ترکیب اکسید روی (ZnO) پرداخته می‌شود.

اکسید روی (Zinc Oxide)

اکسید روی یک ترکیب شیمیایی معدنی با فرمول شیمیایی ZnO می‌باشد. اکسید روی پودر سفیدرنگی است که در آب غیرمحلول و در اکثر اسیدها (مانند هیدروکلریک‌اسید) محلول می‌باشد. این ماده به‌طور وسیع به‌عنوان افزودنی در مواد و محصولات گوناگونی استفاده می‌شود، مانند لاستیک، پلاستیک، سفال، شیشه، سیمان، روان‌کننده‌ها، رنگ، پمادها، فراورده‌های ضدآفتاب، چسب، درزگیر، باتری و ... .

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

اکسید روی در طبیعت به‌صورت زینکیت معدنی (mineral zincite) با فرمول شیمیایی (Zn,Mn)O وجود دارد، البته بیشتر به‌طور صناعی تولید می‌شود[۶و۷]. اکسید روی در صنعت با ذوب‌کردن فلز روی در دمای حدود ۱۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و قرارگرفتن بخار روی در معرض اکسیژن تهیه می‌شود و در آزمایشگاه نیز از الکترولیز محلول بی‌کربنات‌سدیم با استفاده از الکترود آنُد روی و گرما می‌توان آن را تهیه کرد[۸].

خواص شیمیایی اکسید روی

کریستال اکسید روی خاصیت ترموکرومیک (thermochromic) دارد، یعنی در اثر گرما از رنگ سفید به زرد تغییر رنگ می‌دهد و در اثر سردکردن دوباره به رنگ اولیه‌ی خود باز می‌گردد. این تغییر رنگ در دمای بالا سبب می‌شود که اکسید روی مقدار کمی اکسیژن از دست بدهد[۸]. اکسید روی یک اکسید خنثی (amphoteric) بوده و در آب غیرمحلول و در اکثر اسیدها محلول می‌باشد.

$ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$

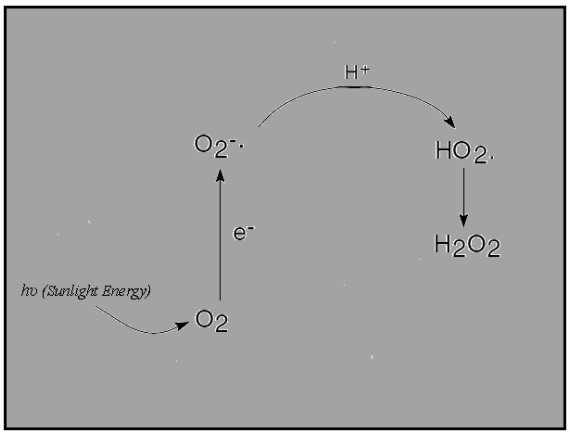
پودر اکسید روی در واکنش با قلیاها تولید زینکات (zincate) می‌کند.

$ZnO + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]_{(aq)}$

اکسید روی با اسیدهای چرب موجود در روغن‌هایی مانند اولئات و استئارات به آرامی واکنش داده و کربوکسیلات تولید می‌کند[۹و۱۰]. در یک محیط آبی ـ اسیدی چنان‌چه اکسید روی تحت‌تأثیر نور فرابنفش قرار گیرد، هیدروژن‌پروکساید تولید می‌کند. این مسأله برای فرمولاتورهایی که کرم‌های ضدآفتاب را فرموله می‌کنند باید حائز اهمیت باشد. مراحل ایجاد این فرایند در شکل ۱ نشان داده شده است[۱۱].

خواص فیزیکی اکسید روی

کریستال‌های اکسید روی دارای دو شکل اصلی می‌باشند: شش‌ضلعی (hexagonal) یا ساختار ورتیزیت (Wurtzite structure) و مکعبی (cubic) یا ساختار زینکبلند (Zincblende structure). ساختار Wurtzite



شکل ۱: مراحل ایجاد پروکسید هیدروژن در اثر وجود اکسید فلزی و نور فرابنفش در محیط آبی ـ اسیدی (در محیط آبی ـ اسیدی، بر اثر تابش فرابنفش خورشید، اکسیژن در اکسید فلزی به اکسیژن رادیکالی تبدیل شده و سپس به علت وجود یون هیدروژن در محیط اسیدی، هیدروپروکسی رادیکالی ایجاد می شود و در نهایت در اثر برهمکنش رادیکال‌ها پروکسید هیدروژن تولید می شود).

در شرایط محیطی، پایدارتر و البته نسبت به ساختار Zincblende متداول‌تر است. ساختار Zincblende را می‌توان به‌وسیله‌ی رشد اکسید روی بر روی بسترهایی با ساختار مشبک مکعبی (cubic lattice structure) تثبیت کرد. در هر دو ساختار مراکز روی و اکسیژن، چهارضلعی (tetrahedral) هستند و هر دو ساختار، چندشکلی (polymorph) هستند. در ساختار Wurtzite پیوند یونی ایجادشده بین روی و اکسیژن قوی‌تر از ساختار Zincblende است و در نتیجه ساختار Wurtzite برتر و پایدارتر می‌باشد[۱۲-۱۴].

کاربرد اکسید روی در صنایع دارویی و آرایشی ـ بهداشتی

اکسید روی یکی از پرکاربردترین ترکیبات در صنایع دارویی و آرایشی ـ بهداشتی می‌باشد. این ماده به‌صورت مخلوط با حدود ۰/۵٪ اکسید آهن III (Fe_2O_3)، کالامین (calamine) نامیده می‌شود و برای ساخت لوسیون کالامین استفاده می‌شود[۱۵]. اکسید روی

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

خاصیت ضدمیکروبی و گندزدایی نیز دارد[۱۶]. نانوذرات اکسید روی می‌توانند فعالیت ضدمیکروبی سیپروفلوکساسین را افزایش دهند. در یک بررسی نشان داده شده است که در شرایط برون‌تن (in-vitro)، نانوذرات اکسید روی که میانگین اندازه‌ی ذرات آن‌ها بین ۲۰ تا ۴۵ نانومتر است می‌توانند فعالیت ضدمیکروبی سیپروفلوکساسین علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی* را افزایش دهند[۱۷].

اکسید روی به جهت ترمیم و پروتز در دندان‌پزشکی، برای درمان بثورات ناشی از تأثیر پوشک و پوشینه روی پوست نوزادان و کهنسالان، در پودر بچه و کرم‌های مانع‌شونده (barrier creams) استفاده می‌شود. هم‌چنین در شامپوهای ضدشوره‌ی سر و پمادهای ضدعفونی‌کننده نیز به‌کار می‌رود[۱۸]. این ماده در محصولات آرایشی زیبایی (decorative) مانند سایه و مداد چشم نیز کاربرد دارد[۱۱].

اکسید روی در ضدآفتاب‌های فیزیکی

یکی از مهم‌ترین کاربردهای اکسید روی، استفاده در کرم‌ها و لوسیون‌های ضدآفتاب است. استفاده از اکسید روی به‌عنوان ترکیب ضدآفتاب پایدار فیزیکی در مقابل نور فرابنفش مورد تأیید FDA می‌باشد. FDA حداکثر مقدار مجاز اکسید روی در کرم ضدآفتاب را ۲۵٪ اعلام کرده است. اکسید روی در پایه‌ی ضدآفتاب حل نمی‌شود، بلکه به‌صورت یک پراکندگی ذرات در بین فازهای آبی و روغنی فرمولاسیون قرار می‌گیرد[۱۹].

هنگامی که اکسید روی در کرم ضدآفتاب استفاده می‌شود، پوست را از پرتوهای UVB و UVA با مکانیسم انعکاس و پراکندگی محافظت می‌کند. بدین‌ترتیب از اکسید روی به‌عنوان یک ضدآفتاب با طیف پهن (broad spectrum) با پوشش کامل در برابر پرتوهای UVB و UVA یاد می‌شود. از اکسید روی و دیگر ترکیبات ضدآفتاب فیزیکی مانند دی‌اکسیدتیتانیوم به‌عنوان فراورده‌های ضدآفتاب بدون خاصیت آلرژی‌زایی، بدون ایجاد آکنه و بدون تحریک‌کنندگی نام برده می‌شود[۴]. به دلیل ایجاد ظاهر سفید، پذیرش فرمولاسیون ضدآفتاب فیزیکی حاوی اکسید روی توسط مصرف‌کنندگان پایین است و به همین دلیل دو راه حل توسط صنایع آرایشی ابداع شده است: یکی افزودن اکسید آهن قرمزرنگ و یا سایر رنگ‌های مجاز به فراورده که سبب نزدیک‌ترشدن رنگ فراورده به رنگ پوست می‌شود و دیگری استفاده از پودر اکسید روی میکرونیزه یا به عبارت دیگر بهره‌گیری از نانوذرات اکسید روی[۱۱] می‌باشد.

بهترین اندازه‌ی ذره‌ای برای اکسید روی بدون اثر سفیدکنندگی ۲۰ تا ۵۰ نانومتر است. این اندازه‌ی ذره‌ای از نمای سفید به‌وجودآمده روی پوست جلوگیری کرده و هم‌چنین به میزان مناسبی پوست را از UVA و UVB محافظت می‌کند و به دلیل پخش یکنواخت در فرمولاسیون اثر رسوب و انباشتگی در فرآورده را کاهش می‌دهد[۱۹]. لازم به یادآوری است که ابعاد ذرات اکسید روی هر چقدر که کوچک شوند نیز پرتوهای UVA و UVB را منعکس می‌کنند؛ برخلاف ذرات دی‌اکسیدتیتانیوم که در اندازه‌ی نانو، UVB را عبور می‌دهند[۲۰]. البته نگرانی‌هایی در این زمینه وجود دارد که نانوذرات اکسید روی ممکن است جذب پوست شوند.

مزایا و معایب نانوذرات اکسید روی در ضدآفتاب‌ها

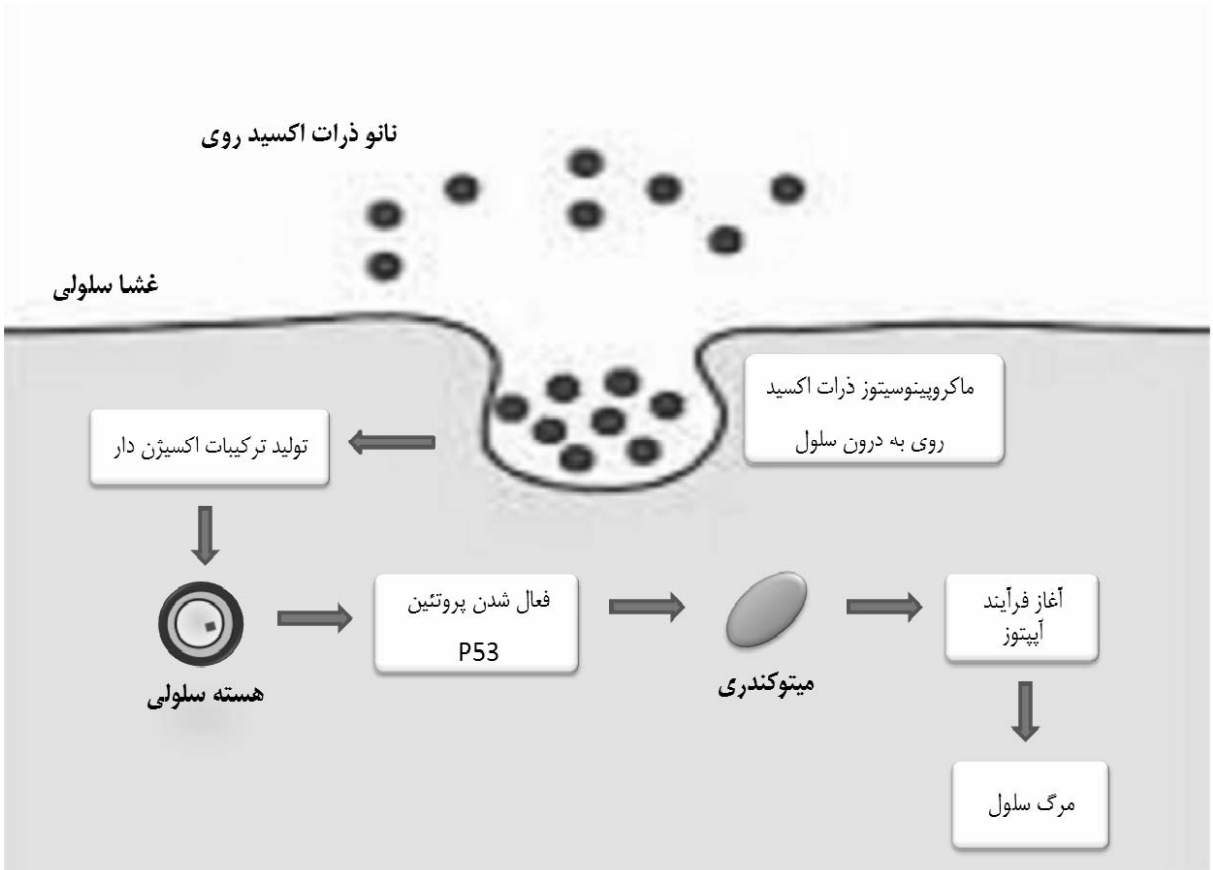
بر طبق تعریف، ذراتی که اندازه‌ی ذره‌ای آن‌ها کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشند را نانو ذره در نظر می‌گیرند. با وجود اینکه دانش کمی از اثرات بیولوژیکی نانوذرات در دست است، با این حال ضدآفتاب‌های بسیاری از نانوذرات ساخته شده‌اند و به بازارهای جهانی راه یافته‌اند[۲۱].

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

نانوذرات اکسید روی مانند لایه‌ای شفاف عمل می‌کنند؛ بدین‌صورت که پرتوهای مرئی نور خورشید را جذب و پرتوهای فرابنفش را منعکس می‌کنند. به همین دلیل تغییر رنگ ظاهری پوست (نمای سفید) ایجاد نمی‌شود. هم‌چنین این نانوذرات به‌دلیل پخش یک‌نواخت روی پوست و ایجاد لایه‌ی پوششی کامل، نور UV را بهتر منعکس و پراکنده می‌کنند و لذا کارایی فرمولاسیون افزایش می‌یابد. علاوه‌بر این، نانوذرات اکسید روی حالت سیال‌بودن بهتری به خود می‌گیرند و از این رو برای فرمولاتور در تهیه‌ی فراورده‌های ضدآفتاب، فرمولاسیون مناسب‌تر و یکنواخت‌تر شده، و برای مصرف‌کننده پخش‌پذیری آن‌را روی پوست افزایش می‌دهد. در نتیجه مصرف‌کننده احساس سنگینی و جمع‌شدن پوست را نخواهد داشت[۱۱].

به دو دلیل احتمال نفوذ نانوذرات اکسید روی در پوست می‌تواند افزایش یابد. اول این‌که فاصله‌ی بین سلول‌های لایه‌ی شاخی پوست حدود ۱۰۰ نانومتر می‌باشد. نانوذرات با ابعاد کوچک‌تر می‌توانند از این فضا عبور کنند. دلیل دیگر تضعیف اتصالات بین سلولی در پوست آسیب‌دیده ناشی از امواج UVB است که سبب نفوذ راحت‌تر می‌گردد. پس از نفوذ به‌وسیله‌ی هرکدام از روش‌های فوق، نانوذرات می‌توانند در ادامه از سیستم‌های ایمنی بدن نیز اصطلاحاً فرار کنند[۲۱].

اکسید روی با اندازه‌ی کوچک‌تر از ۲۰ نانومتر می‌تواند به درم و سلول‌های فیبروبلاست نفوذ کرده و سبب مرگ سلول شود. به‌طور کلی این نانوذرات به‌دلیل اندازه‌ی بسیار کوچک به راحتی طی فرآیند ماکروپینوسیتوز از سلول پوستی عبور می‌کنند و پس



شکل ۲: مراحل اثر سمی نانوذرات اکسید روی در سلول پوستی و آغاز مرگ سلولی.

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

از عبور در سیتوپلاسم سلولی با پروتئین‌های سلولی کمپلکس تشکیل می‌دهند و گونه‌های اکسیژن‌دار واکنش‌پذیر یا (Reactive Oxygen Species [ROS]) تولید می‌کنند که این گونه‌ها به هسته‌ی سلول حمله کرده و سبب می‌شوند که به‌وسیله‌ی پروتئین P38 گروه شیمیایی فسفریل روی پروتئین P53 قرار گیرد (فسفریلاسیون). در این حالت پروتئین‌های P53 را فعال‌شده می‌نامند. پروتئین‌های P53 فعال‌شده میتوکندری سلول را تحت تأثیر قرار داده و باعث مرگ سلول می‌شوند (شکل ۲). البته امواج UV نیز این واکنش را تسریع می‌کنند.

قدرت سمیت نانوذرات اکسید روی به‌دلیل کوچک‌بودن اندازه‌ی ذره‌ای و بزرگ‌بودن سطح ذره و در نتیجه افزایش خصلت واکنش‌پذیری این نوع ذرات نسبت به ذرات بزرگ‌تر می‌باشد، از این رو می‌توانند در حضور امواج فرابنفش، اکسیژن نوزاد، پروکسید و الکترون به‌صورت رادیکال آزاد را تولید نمایند[۲۱].

گذشته از تئوری‌های نفوذ و تخریب سلولی ذکرشده، در مطالعات ایمنی نانوذرات استفاده‌شده در ضدآفتاب‌های فیزیکی هیچ اثری از جذب در لایه‌های زیرین پوست مشاهده نشده است. یک بررسی جامع از مقالات پزشکی که در سال ۲۰۱۱ منتشر شده است بیان می‌کند که هیچ شواهدی از جذب سیستمیک اکسید روی پیدا نشده است[۲۲]. در گزارشی دیگر درباره‌ی ایمنی نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم و اکسید روی در کرم‌های ضدآفتاب که توسط وزارت بهداشت استرالیا در جولای ۲۰۰۹ بعد از بررسی و مطالعه حدود ۴۰ پژوهش انجام شده، چنین آمده است: در طی مطالعه‌ی درون تن افرادی که از کرم ضدآفتاب حاوی نانوذرات اکسید روی یا دی‌اکسیدتیتانیوم استفاده کرده‌اند هیچ‌گونه مدارکی که نشان‌دهنده‌ی سمیت این نانوذرات باشند، مشاهده نشده است[۲۳]. با این حال برای افزایش کارایی فرمولاسیون ضدآفتاب و کاهش تولید ترکیبات اکسیژن‌دار واکنش‌پذیر در پوست، بر سطح نانوذرات اکسید روی، یک پوشش مناسب از ترکیبات آلی (مانند alkoxy titanates، silanes، methypolysiloxanes) یا ترکیبات معدنی (مانند alumina، silica، zirconia) قرار می‌دهند[۱۱].

نتیجه‌گیری

کاربرد ضدآفتاب در جلوگیری از سرطان پوست شناخته شده است. ضدآفتاب‌های فیزیکی به جهت جذب ناچیز و غیرحساسیت‌زابودن آن‌ها، بسیار مورد توجه واقع شده‌اند. اکسید روی ازجمله معروف‌ترین ترکیبات معدنی است که به همراه دی‌اکسیدتیتانیوم در فرمولاسیون ضدآفتاب‌های فیزیکی به‌کار می‌رود. امروزه به جهت افزایش کارایی فرمولاسیون‌ها در برابر امواج فرابنفش و نیز افزایش پذیرش مصرف‌کنندگان، از نانوذرات اکسید روی در ساخت ضدآفتاب فیزیکی استفاده می‌شود. با وجود احتمال بالای جذب نانوذرات و مبهم‌بودن اثر بیولوژیکی آن بر روی سلول‌ها، تاکنون جذب و در نتیجه سمیت در اثر استفاده‌ی روزانه از نانوذرات اکسید روی در ضدآفتاب‌ها دیده نشده است.

References

1. Baumann L, Saghari S, Weisberg E. Cosmetic dermatology. 2nd Ed. NewYork, McGraw-Hill. 2009: pp. 245-55.
2. Janiš R, Krejčí J, Hauerlandová I, et al. Behaviour of zinc oxide nanoparticles in sunscreens. Int J Biol Biomed Eng 2013; 7:1-6.
3. The European Cosmetic Association, Colipa, Safety for Success Dialogue. Nano-titanium dioxide in sunscreens, Brussels, 2009.
4. Ruocco V, Morganti P, Wolf D, Wolf R. Sunscreens. J Clin Dermatol 2001; 19:452-9.

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

5. Ahmad Nasrollahi S, Alibakhshi H. [Titanium dioxide in sunscreen products]. Dermatology and Cosmetics 2013; 4: 218-22. [Persian]
6. Hernandezbattez A, Gonzalez R, Viesca J, et al. CuO, ZrO_2 and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants. Wear 2008; 265: 422.
7. Völz HG, Kischkewitz J, Woditsch P, et al. (eds.). Pigments, Inorganic. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2006.
8. Wiberg E, Holleman AF. Inorganic Chemistry. Berlin, Elsevier. 2001; 1296-1303.
9. Greenwood NN, Earnshaw A. Chemistry of the elements. 2nd ed. U.K, Elsevier. 1997; 1215-40.
10. Spero JM, Devito B, Theodore L. Regulatory chemical handbook. Russia, CRC Press. 2000.
11. Serpone N, Dondi D, Albini A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products. Inorganica Chimica Acta 2007; 360: 794-802.
12. Fierro JLG. Metal oxides: Chemistry and applications. NewYork, CRC Press Taylor & Francis Group. 2006; 1-30.
13. Wang ZhL. Nanostructures of zinc oxide. Mater Today 2004; 7: 26-33.
14. Klingshirn FC, Meyer BK, Waag A, et al. Zinc oxide: From fundamental properties towards novel applications. London, Springer. 2010; 9-10.
15. Ferracane JL. Materials in dentistry: Principles and applications. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001; 70-143.
16. Nagarajan P, Rajagopalan V. Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles-an antimicrobial study. Sci Technol Adv Mater 2008; 9(3) 035004 (7pp).
17. Banoee M, Seif S, Nazari ZE, et al. ZnO nanoparticles enhanced antibacterial activity of ciprofloxacin against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2010; 93: 557–61.
18. The department of health and social services and public safety. British Pharmacopoeia. Section 13.2.2. Barrier preparations. London. The Stationery Office, 2008.
19. Caswell M. Sunscreen formulation and testing. Cosmet Toiletries 2001; 116: 49-60.
20. Butler H. Poucher's. cosmetics and soaps. 10th ed. Boston. Kluwer Academic Publishers. 2000; 467-503.
21. Gilbert E, Pirot F, Bertholle V, et al. Commonly used UV filter toxicity on biological functions: review of last decade studies. Int J Cosm Science 2013, 35: 208-19.
22. Burnett ME, Wang SQ. Current sunscreen controversies: A critical review. Photodermatol Photoimmunol Photomed 2011; 27: 58-67.
23. OTC medicines section, A review of the scientific literature on the safety of nanoparticulate titanium dioxide or zinc oxide in sunscreens. Department of health and ageing therapeutic goods administration. Australian government, Australia, 2009.

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]

Zinc oxide in sunscreen products

Mohammad Azad, BSc[1]
Saman Ahmad Nasrollahi, PharmD, PhD[2]
Alireza Firooz, MD[2,3]

1. Jaber-ebne-Hayyan Pharmacentical Company, Tehran, Iran.
2. Department of Dermatology, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Cosmetic Products Reaserch Center, Food and Drug Organization, Tehran, Iran.

Although ultraviolet rays constitute a small portion of the sunlight, they are destructive on skin. Ultraviolet rays cause sunburn, skin damage and skin cancers. Sunscreens are one of the most widely used cosmetic products which protect skin from cancer or other damages. There are two categories of sunscreen agents: chemical and physical. Physical sunscreens containing zinc oxide work through two mechanisms of reflection and scattering. Physical sunscreens are non-allergenic, non-irritating and non-comedogenic. Currently, by using zinc oxide nanoparticles in sunscreen formulation, both prevention of harmful sun rays and receiving cosmetic benefits are achieved.

Keywords: ultraviolet, physical sunscreens, zinc oxide, nanoparticles

Received: Mar 1, 2014 Accepted: Mar 16, 2014

Dermatology and Cosmetic 2014; 5 (1): 41-48

Corresponding Author:
Saman Ahmad Nasrollahi, PharmD, PhD

Center for Research and Training in Skin Diseases and Leprosy
No. 415, Taleghani Ave, Tehran, 1416613675, Iran.
Email: snasrollahi@tums.ac.ir

Conflict of interest: None to declare

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2026-06-11]