



NAISL

Volume 2, Number 3, 2018

Pages:67-78

Print ISSN: 2588-6401

Online ISSN: 2588-641X

Website: shaajournal.msrt.ir

Polishing for car glossiness using Nano-alumina and Nano-silica

Hadi Taghi-Malek^{1*}, Mohammadreza Maraki², Majid Azargoman³

Abstract

Polished car case is important when the scratches on the surface of the car lead to winding, rotting and rusting the body. Nanometric coatings improve the mechanical properties of the car cover and scratch resistance. Meanwhile, Nano particles of silica, alumina, silica, titanium, etc., are used as nanoparticles in a variety of polishes, waxes and even car paints, which can be used to test the results in a variety of tests (Carwash test , QUV, etc.) with glass and crocometric measuring devices in an excellent laboratory and excellent degree. Meanwhile, extensive experiments on nanoscale and traditional coatings have been performed to compare the glare, one of the tests being a carwash test. The test is that in coatings after 60 carwash periods, the results of the traditional coating have about 35% gloss after washing, while the Nano coating will be approximately twice the gloss in the traditional coating. Had Of course, it should be noted that the tests should be tested in equal conditions. According to the study phase, in the future, the color of the car will not require polishing or waxing, and polishing the nanoscale is done within the color of the vehicle, and the future color of the glossiness, self-cleaning and repair will definitely be needed Had.

Key Words:

Nano Alumina,
Nano Silica,
Polisher,
Car

(*) Corrospoding author

1.PhD student in Manufacturing Mechanical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

E-mail: h.tagimalek@gmail.com

Tel: 09306185534

2.Faculty of Materials Engineering, Birjand University of Technology, Birjand, Iran.

E-mail: Maraki@birjandut.ac.ir

Tel: 09306185534

3. PhD student in Manufacturing Mechanical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

E-mail: azargomanmajid@gmail.com

Tel: 09148174072

ساخت پولیش جهت براقت بدنه خودرو با استفاده از نانو آلومینا و نانو سیلیکا



نشریه رویکردهای نوین در
آزمایشگاه‌های علمی ایران
سال دوم، شماره ۳، ۱۳۹۷
صفحات ۶۷-۷۸
شاپای چاپی: ۶۴۰۱-۲۵۸۸
شاپای الکترونیکی: ۶۴۱X-۲۵۸۸
وبسایت: shaajournal.msrt.ir

هادی تقی ملک^{۱*}، محمدرضا مرکی^۲، مجید آذرگمان^۳

جلا در مورد خودروها وقتی دارای اهمیت است که خراش‌های ایجاد شده روی سطوح خودرو منجر به باد کردن، پوسیدن و زنگ زدن بدنه می‌شود. پوشش‌های نانومتری باعث بهبود خواص مکانیکی روکش خودرو و مقاومت در برابر خراش می‌شوند. در این بین نانو ذرات سیلیکا، آلومینا، سیلیس، تیتانیوم و غیره که به عنوان نانو ذرات مورد استفاده در انواع پولیش، واکس و حتی رنگ خودرو بوده که می‌توان نتایج به دست آمده را در انواع تست‌های مخصوص (تست کارواش، QUV و غیره) با دستگاه‌های سنجش گلاس‌میترو کروک‌میترو در حد آزمایشگاهی و عالی مشاهده نمود. در این بین آزمایشات بسیار گسترده‌ای بر روی پوشش‌های نانو و سنتی برای مقایسه براقت صورت گرفته است که یکی از آزمایشات، تست کارواش می‌باشد. این آزمایش به گونه‌ای می‌باشد که در پوشش‌ها بعد از ۶۰ دوره کارواش، نتایج حاصله پوشش سنتی تقریباً ۳۵ درصد براقت را بعد از شستشو دارا می‌باشد، در حالی که پوشش نانویی تقریباً دو برابر براقت در پوشش سنتی خواهد داشت. البته باید اشاره کرد که آزمایش‌های انجام گرفته باید در شرایط مساوی تست شوند. با توجه به فاز مطالعاتی انجام شده در آینده نه چندان دور رنگ خودرو نیازی به پولیش و واکس نخواهد داشت و عمل پولیش با مقیاس نانو در درون رنگ خودرو ایجاد شده و رنگ‌های آینده خاصیت خود براقت، خود تمیز شوندگی و ترمیم شوندگی حتمی خواهد داشت.

چکیده



محمدرضا مرکی



هادی تقی ملک



مجید آذرگمان

واژگان کلیدی:

براقیت،
نانو آلومینا،
نانو سیلیکا

(*) مسئول مکاتبات.

۱. دانشجوی دکتری، مهندسی مکانیک - ساخت و تولید، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

ایمیل: h.tagimalek@gmail.com

تلفن: ۰۹۳۰۶۱۸۵۵۳۴

۲. هیات علمی گروه مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی بیرجند، بیرجند، ایران.

ایمیل: Maraki@birjandut.ac.ir

تلفن: ۰۹۳۰۶۱۸۵۵۳۴

۳. دانشجوی دکتری، مهندسی مکانیک - ساخت و تولید، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

ایمیل: azargomanmajid@gmail.com

تلفن: ۰۹۱۴۸۱۷۴۰۷۲

که تغییر رنگ داده یا شکل آن قابل تغییر باشد، امکان پذیر می‌باشد [۶]. از جمله تحقیقاتی که در مورد نانو رنگ‌ها صورت گرفته است، می‌توان به رنگ‌هایی اشاره کرد که نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل کنند. آقای هارتموت برستینگ، یکی از محققین در آلمان اظهار داشت «ما در پی یک پوشش خورشیدی هستیم که به صورت رنگ بر روی سطوح پاشیده شود. که هدف ما، تبدیل بدنه اتومبیل‌ها به پیل‌های خورشیدی بزرگ و متحرک است.» طرز کار چنین رنگ‌هایی بدین صورت است که مولکول‌های رنگ قرمز، نور خورشید را جذب نموده و الکترون آزاد می‌کنند. این الکترون‌ها سپس به نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و یون‌های موجود در یُد، که یک باتری ساده را تشکیل می‌دهند، متصل می‌شود. پوشش‌ها و محافظ‌های سطح با تکنولوژی نانو از فناوری نانو به عنوان عامل متحول کننده جنبه‌های گوناگون زندگی در آینده نه چندان دور نام برده می‌شود. یکی از مزیت‌های فناوری نانو استفاده و به کارگیری ریز ذره‌هایی است که دیده نمی‌شوند ولی کارایی‌های شگفت انگیزی را در سیستم‌ها ایجاد می‌نمایند. پوشش‌های نانو در اصل پوششی‌هایی با قطر ۱ تا ۵ نانومتر (یک هزارم میلی‌متر) هستند که باعث ایجاد لایه‌ای محافظ به قطر بسیار کم در حد یک هزارم میلی‌متر می‌شود، در منافذ سطح جاگیر شده و قطر منافذ را از قطر یک قطره آب کوچک‌تر می‌کنند و عملاً قطرات آب قدرت عبور از سطح را از دست می‌دهند. این لایه تنها با میکروسکوپ‌های بسیار قوی قابل مشاهده است. با توجه به اینکه ملکول‌های آب از ریزترین ملکول‌ها است، سطح پوشیده شده با محافظ‌های نانو به هیچ عنوان اجازه عبور سایر ملکول‌ها را نداده و غیر قابل نفوذ می‌گردد. این پوشش‌ها در انواع گوناگون و برای کاربرد بر روی اجسام مختلف طراحی شده‌اند و بنابر نیاز می‌توانند کارایی مختلفی را داشته باشند. با تامین و اجرای پوشش‌های نانو محافظتی غیر قابل دید تخصصی جهت سطوح گوناگون، بدون تغییر بر روی سطح، این سطوح را از کلیه عوارض محیطی محافظت نموده و با هزینه مناسب سطح را ضد آب، ضد UV، ضد زنگ، ضد پوسیدگی، ضد آلودگی و در صورت نیاز ضد رنگ پاشی نماید [۶].

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نانوذرات

نانو ذرات به لحاظ منشا، می‌توانند به سه دسته تقسیم‌بندی شوند.

الف) نانوذرات طبیعی

قرن بیست و یکم، قرن فناوری نانو مهم‌ترین دوران صنعت و قرن سلامتی و صرفه‌جویی نامیده می‌شود. شواهد موجود نشان می‌دهد که درصد بالایی از بازارهای محصولات مختلف در آینده نه چندان دور متکی بر نانو تکنولوژی خواهد بود و به همین دلیل دولت‌ها و شرکت‌های بزرگ و کوچک به دنبال کسب جایگاهی برای خود در این بازارها هستند [۱]. میهیل روکو، طی مقاله‌ای در ماه می سال ۲۰۰۱، پتانسیل نانو تکنولوژی برای تغییر چشم‌گیر در اقتصاد جهانی را یادآوری نموده است. بر مبنای پیش‌بینی وی و بخش دیگری از صاحب‌نظران در ۱۰ الی ۱۵ سال آینده نانو تکنولوژی بازار نیمه‌هادی را به طور کامل تحت تأثیر قرار خواهد داد. فناوری نانو موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده‌ای عظیم می‌باشد که در تمامی گرایش‌های علمی راه یافته است. ماهیت فناوری نانو توانایی کارکردن در تراز اتمی، مولکولی و فراتر از آن در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، با هدف ساخت، دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم‌ها یا مولکول‌ها با استفاده از مواد، و وسایل و سیستم‌هایی با توانایی‌های جدید و رسیدن به بازدهی بیشتر مواد می‌باشد. فناوری نانو، فرآیند دست‌کاری مواد در مقیاس اتمی و تولید مواد و ابزار به وسیله کنترل مواد در سطح اتم‌ها و مولکول می‌باشد [۲]. در سال ۱۳۵۹ ریچارد فاینمن در سخنرانی معروف خود در همان سال در کنگره فناوری‌های نوین در مورد اتم گفت «آن پایین فضای بسیاری هست». او اندیشه خود را در مورد اتم به «دکتر مولکولی» نام گذاری کرد [۳]. یعنی این بار دکتر را آن قدر کوچک خواهیم کرد که در درون بدن، مولکول را به اندازه یک ساختمان بزرگ خواهد دید.

در اواسط دهه ۷۰، اردیک درکسلر که یک دانشجوی در شرف فارغ التحصیلی بود، ماروین مینسکی را به عنوان استاد راهنما جهت تکمیل پایان‌نامه‌اش انتخاب کرد. که در پایان‌نامه به نظریه ریچارد فاینمن کنجکاوی بسیاری نشان داد. اردیک درکسلر در اوایل دهه ۸۰، درجه استادی خود را در رشته علوم کامپیوتر دریافت کرد. او افکار جدید خود را «نانو تکنولوژی» نام گذاری کرد. او اولین مقاله علمی خود را در مورد نانو تکنولوژی مولکولی در سال ۱۹۸۱ ارائه داد و تنها دارنده درجه دکتری نانو تکنولوژی در سال ۱۹۹۱ از دانشگاه ام ای تی می‌باشد [۳]. مرکز تحقیقات شرکت فوق اخیراً نشان داده است که ایده فوق بر روی صفحات فلزی کوچک، قابل اجرا است و آقای برستینگ بیان داشت که دسترسی به اتومبیل‌هایی با رنگ حساس به نور در چند سال آینده امکان‌پذیر است. چنین اتومبیل‌هایی، باعث کاهش فشار وارد بر موتور شده و مصرف سوخت آن را کاهش می‌دهند. انتظارات بلند مدت صنایع خودرو از نانو تکنولوژی عبارتند از دسترسی به اتومبیل‌هایی که با یک اشاره انگشت، تغییر رنگ داده یا شکل آن‌ها بر حسب شرایط تغییر یابد. محققین معتقدند که دسترسی به خودرویی



(ب) نانوذرات انسانی

(ج) نانو ذرات مصنوعی (ساخته دست بشر) [۴].

- دسته اول (نانو ذرات طبیعی) از طرق مختلف مانند آتش سوزی جنگل ها و یا فوران آتشفشان ها ساخته می شوند [۴].

- دسته دوم (نانوذرات انسانی) اغلب به عنوان محصول جانبی فعالیت های انسانی در صنعت تولید می شوند مانند نانو ذراتی که در حین جوشکاری به وجود می آید و یا از آگروز ماشین ها خارج می شود [۴].

- دسته سوم (نانو ذرات مصنوعی) شامل نانوذرات مهندسی شده می باشد. این نانو ذرات عمدتاً به علت ویژگی های مطلوبشان مانند خواص جدید فیزیکی و شیمیایی، واکنش پذیری بالاتر و غیره تهیه می شوند. این ویژگی های جدید مواد معمولی که فقط در مقیاس نانو مشاهده می شود دارای کاربردهای تجاری می باشد.

۲-۲- پولیش ها

یکی از موارد بسیار مهم در پولیش کاری، انتخاب پولیش مناسب می باشد به طوری که انتخاب نادرست پولیش می تواند گاه نتایج معکوس و زیان باری به وجود آورد که ترمیم آن بسیار دشوار خواهد بود [۷]. به طور کلی و عمومی پولیش ها معمولاً در دو نوع زبر و نرم عرضه می گردند که پولیش زبر معمولاً با رنگ قرمز یا اخراپی و پولیش نرم با رنگ کرم یا سفید ساخته می شوند.

پولیش زبر: این پولیش دارای خاصیت ساینده فوق العاده بالا می باشد به طوری که قدرت ساینده آن با سنباده (۱۲۰۰) مقایسه می شود. با استفاده از این پولیش خراش های عمیق به راحتی از بین می روند که البته سطح پولیش شده به دلیل زبری بالای پولیش کاملاً مات خواهد شد و نیاز است پس از استفاده از این پولیش، سطح رنگ با یک پولیش نرم پرداخت شود. پس توجه داشته باشید که پولیش زبر به تنهایی قابل استفاده نیست و مکمل آن پولیش نرم می باشد. مصرف مکرر و بیش از حد پولیش زبر در اتومبیل می تواند باعث ناپایدار کردن و از بین بردن رنگ اتومبیل شود [۷].

پولیش نرم: این پولیش دارای خاصیت ساینده بسیار ظریفی می باشد به طوری که سطح را کاملاً براق و صاف نموده و کلیه خراش های سطحی را از بین خواهد برد، از این پولیش می توان به صورت موضعی در قسمتی از بدنه خودرو و یا به صورت کلی تمام سطح بدنه خودرو را پولیش نمود. هم چنین از این پولیش گاهی جهت تمیز کردن لکه های محیطی مانند قیر، شیره درختان و غیره که به راحتی از روی بدنه خودرو

پاک نمی شوند استفاده می شود [۷]. انواع دیگری از پولیش ها در بازار وجود دارند که همگی از خانواده پولیش نرم می باشند، مانند پولیش مایع، اسپری پولیش، تمیزکننده و براق کننده خودرو و شامپوهای خودرو [۷].

تقسیم بندی اصلی پولیش ها بر اساس قدرت ساینده آن ها انجام می گیرد هر چقدر این قدرت بالاتر باشد، پولیش زبرتر و خشن تر بوده و بالعکس، اگر پولیش بدون هیچ گونه مواد ساینده ای معرفی گردد باید نام آن واکس گذاشته شود چرا که نام پولیش به منظور عمل ساینده آن ماده قرار داده شده است.

پولیش واکس: پولیش واکس در حقیقت یک نوع پولیش مخلوط با واکس می باشد که قابلیت براقت بیش تری را بر روی بدنه خودرو ایجاد می کند در حالی که خصوصیات پولیش نرم را نیز دارا می باشد [۷]. واکس ماشین بهتر است در سطوح تمیز خشک در سایه استفاده شود. واکس ماشین باید به یک سطح در یک زمان استفاده شود، فقط استفاده از واکس ماشین برای کاربردهای خودرو و آن ها را به سطوح شیشه ای، پلاستیک، لاستیک صدق نمی کند. واکس ماشین و مواد تشکیل دهنده رنگ خودرو تا حد زیادی بین تولید کنندگان متفاوت است. با این حال، انتخاب محصولات با کیفیت بالا کمک خواهد کرد اطمینان محافظت طولانی مدت و درخشش بالاتر مدنظر باشد. امروزه علاوه بر تمام پولیش و واکس های نسل جدیدی از ساینده های یافت شده که به نام شامپو شهرت یافته است که در جدول ۱ مشخصات آن ذکر شده است که هم زمان به همراه وایبره برقی با دستگاه عمل سایش را انجام می دهد [۱۱].

جدول ۱: مشخصات شامپوهای مورد استفاده ایرانی در وایبره

ساینده برقی [۱۱]

نوع	کارایی	کاربرد	PH
T.SH	محافظت + پولیش + سایش	+ آلومینیم + ABS نقره + طلا + زاماک + مس + برنج + آهن	8.7
FC.SH1	محافظت + پولیش + سایش	زاماک + آهن	9.5
FC.SH2	محافظت + سایش	آهن	12
C.SH1	پولیش + سایش	استیل	5
C.SH2	پولیش + سایش	+ زاماک + ABS + مس + برنج + آهن	9

۳- موم‌ها

در واکس‌ها و پولیش‌ها مواد مختلفی به کار می‌رود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها موم می‌باشد. خواص، ویژگی انواع موم در زیر بیان شده است.

موم عسل: منبع نزدیک آن زباله دور ریختنی عسل کندو می‌باشد. از ویژگی‌های آن نرمی، نقطه ذوب پایین، اما از نظر شیمیایی نسبتاً پایدار بودن آن است [۶] پارافین: از نفت خام به عمل می‌آید و در طیف وسیعی از نمرات با سختی‌های مختلف و نقطه ذوب مختلف وجود دارد. مواد معمول برای ساخت شمع بوده و شیمیایی پایدار ۱ می‌باشد [۶].

سقز: موم سخت و مات، سقز گفته می‌شود و به عنوان یک افزودنی در شمع‌سازی استفاده می‌شود. استفاده بسیار کم از آن برای جلا کافی است. ارزان‌تر از موم پارافین می‌باشد. از ویژگی آن ریزی موم، شیمیایی بسیار پایدار، بیش از حد سخت بودن آن می‌باشد [۶].

موم کارنابوآ: موم کارنابوآ نوعی موم سخت به دست آمده از برگ درخت نخل برزیل که بیش‌ترین کاربرد آن در تولید شیشه به منظور درخشش شیشه تولید شده

است این موم به تنهایی استفاده نمی‌شود ولی در ترکیب بسیار موثر می‌باشد موم OZO: از ویژگی‌های این موم آن است که ذوب شده موم در دیگ بخار دو برابر می‌شود.

فرمول سنتی واکس ماشین معمولاً از یک ترکیب از موم کارنابوآ و مخلوطی از مواد دیگر، مانند انواع موم‌ها، روغن‌های طبیعی تشکیل شده و گاهی اوقات نیز شامل مقطر نفت ۱ می‌باشد. بسیاری از فرمولاسیون‌های جدیدتر نیز حاوی پلیمرهای ویژه و رزین است که به عنوان یک واکس ماشین و تقویت درخشش استفاده می‌شود. واکس ماشین در انواع اسپری، رب مانند و مایع با فرمول مناسب برای انواع رنگ، که اکثر واکس خودرو را در فرم رب هستند. از آن‌جا که واکس ماشین گرایش به چسبندگی، با نقطه ذوب پایین بوده، این امر منجر به جذب گرد و غبار به سطح رنگ می‌باشد. واکس ماشین باید هر یک تا سه ماه به منظور حفظ حفاظت و درخشش دوباره اعمال شود [۱۱].

بسیاری از فرمول‌های جدید در پولیش، رنگ حاوی مواد تشکیل دهنده که اجازه می‌دهد آن‌ها را به راحتی سطح رنگ نفوذ میکرونیزه کرده، فراهم کردن حفاظت طولانی مدت و بهبود درخشش به دنبال دارد [۱۱].



شکل ۲: لایه‌های برش خورده یک رنگ متالیک [۶]



استفاده از نانو لوله‌های کربنی در رنگ است. فیبریل‌ها، ساختارهای ویژه‌ای هستند که از نانولوله‌های کربنی ساخته می‌شوند و خاصیت رسانایی بالایی دارند. کاربرد فیبریل‌ها در رنگ، باعث رسانایی می‌شود و می‌توان از آن برای رنگ کردن خودرو به روش قطره‌های باردار شده استفاده کرد مثلا روش رنگ الکترواستاتیکی. در این روش، رنگ و قسمت‌هایی را که قرار است رنگ شوند، باردار می‌کنند تا جاذبه الکتریکی بین آن‌ها باعث جذب رنگ شود. به این ترتیب، کارایی رنگ، چه از لحاظ کیفیت و چه از لحاظ کمیت (میزان رنگ مصرفی) ارتقا می‌یابد [۶].

۲-۵- نام‌ها و مشخصات سری‌های پوشش سطح با فناوری نانو

- تمامی سری‌ها بجز سری O بی رنگ و نامرئی می‌باشد و هیچ اثری در دید اجسام ندارد.

- کلیه محصولات دوست‌دار محیط زیست و بر پایه آب بوده و در آن هیچ ماده شیمیایی مضر و سمی استفاده نمی‌شود.

- هرکدام از محصولات به صورت تخصصی برای سطح (سیمان، سنگ، کاشی، آجر، سفال، چوب، پارچه، شیشه، سطوح رنگ شده) مورد نظر تهیه می‌گردد و هیچ تاثیری در خواص ظاهری سطح مانند زبری و احساس خشکی و لزجی ندارد.

- به علت عدم اثرگذاری آثار محیطی و شیمیایی و در شرایط آزمایشگاهی، عمر کلیه محصولات بالای ۲۵ سال می‌باشد.

در صورت خراشیدگی سطح از محل آسیب دیده قبلی کاملا قابل ترمیم می‌باشد و نیازی به عملی اضافه در محل نیست.

به علت عدم اثرگذاری آب و باران‌های آلوده و اسیدی، آلودگی‌های محیطی سطح پوشش شده ماندگاری بیشتری پیدا می‌کند و از فرسایش و پوسیدگی آن جلوگیری می‌شود.

محصولاتی که قابلیت خودتمیز شوندگی دارند نیاز به هیچ شست و شویی ندارند و بقیه محصولات نیز تنها با پاشیدن آب بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی و برس کاملا تمیز اجرا می‌گردند. به علت ضد اشعه ماوراء بنفش (UV) بودن، رنگ و سطوح زیر این پوشش‌ها، هیچ‌گونه تغییر رنگی نخواهند داد [۸].

به طور کلی رنگ خودروها در دو گروه اصلی قرار می‌گیرد که عموماً با نام رنگ متالیک و رنگ روغنی (ساده) از یکدیگر تفکیک می‌شوند.

رنگ‌های اتومبیل‌ها در ابتدا همگی به صورت رنگ روغنی بودند که این رنگ از دولایه تشکیل شده است. اولین لایه، لایه آستر یا پرایمر که واسط بین رنگ اصلی و بدنه فلزی خودرو می‌باشد، لایه بعدی هم لایه اصلی رنگ است که روی لایه آستر قرار می‌گیرد [۱۱].

در شکل ۲-۴ لایه رنگ متالیک نشان داده شده است که علاوه بر دو لایه آستر و رنگ، از یک لایه سوم به نام کیلر یا محافظ شفاف تشکیل شده‌اند و این لایه هم که آخرین لایه است در بیرونی‌ترین سطح رنگ قرار گرفته است. دلیل و نیاز پیدایش این لایه سوم در رنگ‌های متالیک پیدا شد و در صورت نبودن این لایه، رنگ متالیک به هیچ عنوان دوام و برآیند نخواهد داشت. البته به دلیل وجود لایه کیلر، رنگ‌های متالیک دوام بسیار بالاتری نسبت به رنگ‌های معمولی دارند چرا که هر آسیبی ابتدا به سطح کلیر که لایه ضخیم‌تری نسبت به لایه‌های دیگر است خواهد رسید و مستقیماً به رنگ اصلی وارد نمی‌شود اما این نوع رنگ در طی مرور زمان بیشتر حالت مات می‌گیرد زیرا خراش‌های ریز و درشت آن به سادگی به چشم نمی‌آیند و باعث مات دیده شدن رنگ خواهند شد.

این ترکیب خمیری شکل به ضخامت حدود ۱۰ تا ۳۰ نانومتر و از دولایه تشکیل شده است. با پوشش دادن بدنه اتومبیل به وسیله نانو ذرات طلا می‌توان برآیند بدنه اتومبیل را در حد عالی دوام بخشید. لایه اول شامل ذرات گچ‌ای شکل آلومینیوم که به عنوان آستری و لایه دوم که همان نانو ذرات طلا هستند که بر روی آستری اعمال می‌شود. این عمل باعث می‌شود تا سطح در ناحیه روشن به دلیل بازتاب نور از ذرات آلومینیوم و طلا، قرمز روشن دیده شود در حالی که سطح در ناحیه سایه تقریباً بازتاب ندارد به همین دلیل تیره رنگ به نظر می‌رسد. با نانو تکنولوژی بدون آن که جنس بدنه اتومبیل و قالب‌های آن تغییر داده شود با هزینه‌ای بسیار اندک جلوه، زیبایی و دوام رنگ اتومبیل افزایش خواهد یافت [۶]. نانوذرات با اندازه‌های مختلف، نورهایی با فرکانس‌های متفاوت بازتاب می‌دهند. لذا، می‌توان از آن‌ها برای تولید رنگ‌های گوناگون استفاده کرد. کاربرد جالب توجه در رنگ‌های رسانا،

جدول ۲: مشخصات و خصوصیات سری محصولات پوشش نانو [۸].

ویژگی	O	F	GA	E	G	TP	X	C
ضد رطوبت	X	X	X	X	X	X	X	X
ضد VU	X	X	X	X	X	X	X	X
ضد بو	-	X	X	-	X	-	X	X
ضد آلودگی	-	-	X	X	-	-	-	-
ضد باکتری و ویروس	-	X	X	-	-	-	-	-
ضد آلودگی هوا	-	X	X	X	-	-	X	X
قابلیت رنگ گریزی	-	-	-	-	X	-	-	-
تمیز شوندگی	-	X	-	X	X	-	-	-
مقاوم در برابر ضربه و سایش	X	-	-	-	-	X	-	-
مقاوم در برابر اسید	X	X	X	X	X	X	X	X
مقاوم در برابر مواد شوینده	X	X	X	X	X	X	X	X
رنگ	X	-	-	-	-	-	-	-

لایه‌های نانومتری فراهم می‌آورد. اصلاح رنگ‌ها به وسیله نانومتری کردن ساختار آن‌ها منجر به بهبود خواص N در برابر ضربه و خراش را در آن‌ها بالا می‌برد [۶].

در جدول ۲ در سری پوشش‌ها هر سری خصوصیتی را دارا می‌باشد که با علامت X مشخص شده است. مزیت ویژه نانو روکش‌ها این است که امکان تنظیم مستقل سختی و ویژگی‌های سایشی روکش را با ترکیب کردن عناصر و ساخت





خراش‌های جدید



یک هفته بعد

شکل ۳: نانو روکش‌های خود ترمیم شونده در برابر خراش [۶].

شرکت مرسدس بنز، اولین سازنده اتومبیل است که از آن استفاده خواهد نمود. قیمت این رنگ نسبت به انواع قبلی تفاوتی نخواهد داشت. رنگ‌های اتومبیل معمولی، پوشش براقی دارند که از زنجیره‌های کربنی طولانی ساخته شده است. اما «نانورنگ» از ذرات سرامیکی، معدنی ساخته شده است که می‌توانند به شدت متراکم شده و مقاومت رنگ در مقابل خراش را بسیار بالا ببرند [۶].

شکل ۳ خودرویی از شرکت نیسان اولین شرکتی است که مدل‌های خود را با رنگ‌های ساخته شده از مواد خود ترمیم کننده پوشش داده است. شرکت تولیدی دایملر کرایسلر یکی از زیر شرکت‌های شرکت نیسان می‌باشد. رنگ جدیدی موسوم به «نانورنگ» را به بازار ارائه نموده است که مقاومت به خراش آن، حداقل سه برابر رنگ‌های معمولی است [۶].

شرکت فوق، چهار سال برای دسترسی به رنگ جدید تحقیق نموده و



شکل ۴: تفاوت نانو رنگ با رنگ معمولی بعد از ۶۰ بار شست و شو [۶].

۳- بحث و نتایج

۳-۱- انواع نانو ذرات بکار برده در پولیش‌ها و رنگ‌ها

شکل ۴ در یک خودرو که سمت چپ آن با نانو رنگ و سمت راست آن با رنگ معمولی رنگ شده است تفاوت رنگ‌ها پس از ۶۰ بار شست و شو به وضوح قابل مشاهده است. مزایای نانو ذرات سازگاری آسان آن با سیستم به طوری که اگر نانو ذرات مایع باشند، با کمترین میزان هم زدن اضافه شده و مخلوط می‌شود. استفاده از نانو ذرات ممکن است اثر استفاده از افزودنی‌های دیگر برای تر کردن، ضد حفره و هم ترازکننده را تحت شعاع قرار دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود قبل از نانو ذرات از ریختن تمام افزودنی‌های سیلیکونی جلوگیری شود.

نانو ذرات خواص سیستم‌های پوششی را بهبود می‌بخشند. یکی از مهم‌ترین اثرات آن‌ها بهبود مقاومت به خراش و سایش می‌باشد اما جذب UV، اثرات زیست‌کشی نیز به دنبال دارد.

نانو ذرات آلومینا خواص مکانیکی و مقاومت به خراش را بهبود می‌بخشد. اما اغلب بصورت مستقیم داخل پولیش استفاده نشده و پس از اصلاح سطحی توسط سیلیکا به سیستم پوششی افزوده می‌گردند. یکی از انواع تجاری ارایه شده مربوط به شرکت BYK می‌باشد که تحت عنوان Nano BYK ارایه شده است. این شرکت سطوح مختلف را پس از انجام تست خراش توسط دستگاه meter Crock با کاغذ ۹ میکرون نشان می‌دهد. درصد حفظ براقیت به کمک تقسیم میزان براقیت قسمت سایش داده شده بر براقیت اولیه بدست آمده است. سامانه آکرلیک/ملامین تا ۸۰٪ افت براقیت را نشان می‌دهد در حالی که استفاده از تنها ۱٪ NANO BYK در مقایسه با نمونه اصلی تنها ۳۰٪ افت را نشان داده است. افزایش میزان NANO BYK تا ۳٪ می‌تواند افت براقیت را تا میزان ۹۰٪ نیز بهبود ببخشد. لازم به ذکر است که افزودنی دیگری بجز NANO BYK در آزمایش استفاده نشده است [۱۱]. ایده اصلی پشت این مدل از این حقیقت است که پلیمرهای بر پایه پلی‌استر و پلی‌اتر با سطوح معدنی به وسیله پیوند هیدروژنی یا نیروهای دو قطبی برهم‌کنش دارند. واکنش مشابه بین پلی‌سیلوکسان اصلاح شده و نانو ذرات آلومینا امکان‌پذیر است. با قراردادن نانو ذرات آلومینا و افزودنی‌های بر پایه پلی‌سیلوکسان یک سیستم واحد مانند ساختار پوسته سطحی به وجود می‌آید. از طرف دیگر پلی‌سیلوکسان‌ها مانند یک ساختار فاصله بین نانو ذرات آلومینا عمل کرده و از واکنش آن‌ها با خودشان جلوگیری می‌کنند. زمانی که مقدار کمی از ذرات نانو آلومینا در سیستم‌های پوششی پخت شونده با UV استفاده می‌شوند مقاومت به خراش به طور واضحی افزایش می‌یابد [۱۱].

نانو سیلیکا: نانو سیلیکا با سایز ۸۰-۳۰ نانومتر ماده ایست که کاربرد فراوانی دارد و به روش‌های مانند سل-ژل (sol-gel) تهیه می‌شود. کلوخه نشدن، شفاف بودن و ویسکوزیته پایین از ویژگی‌های این ماده می‌باشد. مزیت نانو سیلیکا این است که استحکام مکانیکی، مقاومت سایشی، مقاومت در برابر خراش، مقاومت در برابر آلودگی را بهبود می‌بخشد و موجب افزایش براقیت و گچی شدن رنگ می‌شود و از بروز اختلاف رنگ و نفوذپذیری گازها را کاهش می‌دهد [۱۱].

۱۰ درصد سیلیکا اثرات کم‌تری در haze یا (تیره‌گی) دارد در حالی ۷۰ درصد نانو آلومینا ۷۰ درصد haze افزایش می‌دهد. دلیل این تفاوت، اختلاف خواص مکانیکی ذرات سیلیکا و آلومینا در نانوسایز می‌باشد. برای آلومینا، مدول یانگ حدود ۱۰۰ GPa در حالی که برای سیلیکا تنها ۵۵ GPa می‌باشد و زمانی که اندازه آن‌ها تا ۴۰ نانومتر رسد مدول هیچ تغییری نمی‌کند [۱۱].

نانو تیتانیوم دی‌اکسید روتیل: ذرات تیتانیوم دی‌اکسید معمولی که به عنوان عامل حمایت کننده در پوشش‌های سطح به کار می‌روند دارای توزیع اندازه ذرات حدود ۲۲۵-۲۵۰ نانومتر تا تفرق نور را در گستره مرئی به ماکزیمم برسانند. ذرات تیتانیوم دی‌اکسید روتیل خالص، یک نیمه هادی است، که در محدوده UV فعالیت نوری از خود نشان می‌دهد که این خصوصیت را با اصلاح سطح مناسب کنترل می‌کنند. اگر اندازه ذرات باز هم کاهش یابد و به نزدیک ۴۰-۸۰ نانومتر برسد می‌تواند به عنوان یک جاذب UV بسیار موثر در گروه جاذب‌های فرابنفش و عایق‌های فرابنفش عمل کند [۱۱].

نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید روتیل ۵ برابر سطح مقطع بیشتری نسبت به ذرات تیتانیوم دی‌اکسید معمولی دارد و بنابراین به عنوان یک عامل سد کننده فرابنفش قدرتمند عمل می‌کند. اثرات تشعشعی در نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید روتیل، با خارج شدن الکترون‌ها از تراز انرژی به تراز انتقالی صورت می‌گیرد و بنابراین خروج انرژی به شکل گرما دیده می‌شود. نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید روتیل سمی نیستند، تبخیر نمی‌شود و از زرد شدگی رنگ به نحوی بسیار عالی ممانعت می‌کند و تاثیر خود را با گذشت زمان از دست نمی‌دهد [۱۱].

۲-۳- تست‌های انجام شده تست QUV در ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت انجام می‌شود سپس سطح در معرض تست کروکومتر قرار می‌گیرند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش میزان ۴٪، پس از ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت



آخرین توسعه خود در زمینه محافظ رنگ خودرو را اعلام نموده است. سیستم بسیار پیشرفته فناوری نانوی PTFE یک راه حل منحصر به فرد برای دفع دوده جاده، آلودگی، اسید حشرات، مواد رادیواکتیو جوی، و بدتر از همه، تمام نور فرابنفشی است که باعث می‌شوند رنگ خودرو به تدریج از بین برود را دفع می‌کند [۱۱].

فناوری تولید رنگ اصلاح شده با فناوری نانو در سال ۲۰۰۳ در مرسدس بنز به ثمر رسید و تغییرات عمده‌ای در کلاس C مرسدس بنز در سال ۲۰۰۵ ایجاد کرد. مهم‌ترین تغییر آن، در نوع رنگ مدل‌های سدان، واگن و کوپه در مدل‌های مرسدس بنز بود که در آن از نوع جدید فناوری رنگ‌کاری استفاده شده و حدوداً چهار سال وقت و سرمایه این کارخانه آلمانی را به خود اختصاص داده بود. لاک تمیزکننده جدید که با استفاده از فناوری نانو تولید شده، باعث می‌شود تا رنگ خودرو بسیار ضد خراش‌تر از رنگ‌های قدیمی شود. این تکنولوژی جدید کیفیت دراز مدت را افزایش داده و ارزش خودروهای سواری دست دوم را حفظ می‌کند. این لاک تمیزکننده به دست آمده از فناوری نانو، هم اکنون در مدل‌های C, S, E, CL, SL و SLK در رنگ‌های متالیک و غیرمتالیک نیز به کار می‌رود؛ و دیگر مدل‌های ساخته شده در کارخانه اشتوتگارتی مرسدس بنز از این فناوری استفاده کرده‌اند. این لاک حاوی ذرات میکروسکوپی و کوچک سرامیک است که در کوره رنگ پزی سخت شده و یک شبکه درهم تنیده را ایجاد می‌کنند، در نتیجه از رنگ در برابر خراش (که مثلاً ممکن است در کارواش ایجاد شود) بسیار موثرتر محافظت می‌شود.

نانوذرات خاصیت ضد خراشی را سه برابر بهبود بخشیده و جلای رنگ را در طولانی مدت حفظ می‌کنند. جلای رنگ با این فناوری ۴۰ درصد بیشتر از جلای حاصل از پولیش شفاف قدیمی است؛ این موضوع با انجام آزمایشات بسیار در آزمایشگاه شستشوی خودروی این کارخانه به اثبات رسیده است. به گفته مهندسان این کارخانه، بیش از ۱۵۰ خودروی آزمایشی که تحت تست‌های طولانی مدت قرار گرفته‌اند، همگی افزایش دور از انتظاری در جلای رنگ و مقاومت به خراش نشان می‌دهند. به علاوه این سیستم جدید رنگ‌کاری، استانداردهای دقیق مرسدس را در محافظت محصولات از خوردنده‌های شیمیایی محیط ارضا کرده و انتظارات را برآورده می‌کند. پیشرفت‌های جدید در عرصه نانو تکنولوژی، ذرات ریز سرامیک را به ساختار مولکولی یک روکش تبدیل می‌کند. شرکت دایملر-کرایسلر تولید کننده مرسدس بنز اولین خودروساز جهان است که لاک مقاوم به خراش بر پایه فناوری نانو را در محصولات خود استفاده کرده است. به گفته مدیر فعلی بخش پوشش‌های OEM اتومبیلی شرکت PPG این جایزه نشان دهنده توانایی این شرکت در زمینه بر آورده کردن نیازهای مهم فعلی صنایع پوشش خودرو است.

QUV برای بهبود مقاومت خراش موثر خواهد بود [۱۱]. اگر کروک‌میتتر ده بار برای یک پوشش به کار برده شود و سپس به کمک پولیش حتی میکرونی، پولیشی به سطح اعمال شود و دوباره از کروک‌میتتر استفاده گردد درصد براقیت هم‌چنان ۸۷٪ خواهد بود. این موضوع نشان دهنده آن است که ذرات نانو به صورت یکنواخت در فیلم پخش شده و می‌توانند به حفظ خاصیت مقاومت در برابر خراش کمک نمایند [۱۱]. تاثیر نانو ذرات آلومینا با افزایش مقدار نانو ذرات، مقاومت خراش از میزان متوسط به مقدار نسبتاً خوبی افزایش می‌یابد. مقاومت خراش سیستم پوششی را پس از استفاده از افزودنی پلی سیلوکسان سطح فعال نشان می‌دهد. تنها مقدار کمی مقاومت خراش داریم. مقاومت خراش تنها با لغزش سطح در نتیجه افزودنی پلی سیلوکسان به دست می‌آید. اگر از ترکیب نانو ذرات آلومینا و افزودنی پلی سیلوکسان هم زمان استفاده شود، مقاومت خراش به طرز چشم‌گیری بالا می‌رود. تنها با ۱/۵ درصد آلومینا در ترکیب با ۰/۲ درصد افزودنی پلی سیلوکسان مقاومت خراش بسیار عالی خواهیم داشت [۱۱].

یکی از شرکت‌هایی که در زمینه تولید این پوشش‌ها بسیار موفق ظاهر شده است شرکت PPG است که به خاطر تولید این روکش‌های شفاف نانو سرامیکی موفق به دریافت جایزه PACE شد. این جایزه به منزله آن است که این شرکت توانسته جایگاه عالی ای را در دنیا در زمینه تولید پوشش‌های اتومبیلی به دست آورد. روکش‌های شفاف این شرکت اولین روکش‌های شفاف خودرویی هستند که در آن‌ها از تکنولوژی ذرات نانو استفاده شده است و موجب حفظ رنگ خودرو و ماندگاری خواص ظاهری آن از جمله براقیت می‌گردند. طبق این تکنولوژی یک شبکه با دانسیته شبکه‌ای بالا بر روی سطح پوشش تشکیل می‌شود که در نتیجه دارای مقاومت‌های بسیار بالایی نسبت به خراش‌های کارواش و دیگر اثرات مخرب محیطی مانند باران‌های اسیدی خواهد بود. ساختار شبکه‌ای که ذرات نانو بر روی سطح رنگ تشکیل می‌دهند، یک لایه محافظ و مطمئن را در مقابل سایش ایجاد می‌کند زیرا این ساختار می‌تواند مقاومت سایشی مناسبی را فراهم آورد. اما با این حال این روکش‌های شفاف حاوی نانو ذرات نمی‌تواند در مقابل خراش توسط کلید، چاقو و یا دیگر ابزار برنده از خود مقاومتی نشان دهد [۱۱]. Al_2O_3 و SiO_2, TiO_2 نانو ذرات مرسوم هستند که در روکش‌های سطح مورد استفاده قرار می‌گیرند. شرکت EURO CHOM

• رنگ‌های غیر متالیک راحت‌تر و سریع‌تر پولیش می‌شوند ولی به همان نسبت آسیب‌پذیرتر از رنگ‌های متالیک می‌باشند در حالی که رنگ‌های متالیک زمان و انرژی بیشتری جهت پرداخت شدن نیاز دارند اما به دلیل ضخیم‌تر بودن لایه خارجی آن‌ها، خراش‌ها معمولا در همان لایه خارجی قرار گرفته و حتما با پولیش قابل ترمیم می‌باشند و ریسک آسیب احتمالی در حین پولیش کاری کم‌تر خواهد بود.

• مات شدن و تار شدن سطح رنگ خودرو به دلیل وجود مجموعه‌ای از خراش‌های خیلی ریز می‌باشد که با چشم به راحتی قابل تشخیص نمی‌باشند ولی در کنار هم قرار گرفتن این خراش‌های ریز باعث مات شدن سطح رنگ می‌گردد.

• همه خراش‌ها با پولیش قابل ترمیم نمی‌باشند ولی با این حال ممکن است با استفاده از پولیش بتوان خراش ایجاد شده را کوچک‌تر نمود.

• هیچ پولیشی نمی‌تواند رنگ از بین رفته و تراشیده شده را دوباره باز گرداند.

مقایسه نتایج به دست آمده تست‌های مقاومت در برابر خراش با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) در روکش‌های شفاف معمولی و روکش‌های حاوی نانو ذرات نشان می‌دهند که نیروی لازم برای ظاهر شدن اولین ترک در ساختار روکش‌های شفاف نانو حدود 20 N/m می‌باشد، در حالی که در پوشش‌های متداول این ترک در $4/7 \text{ N/m}$ ظاهر می‌شود. از جمله دیگر خواص منحصر به فرد پوشش نانو حفظ براقیت آن می‌باشد. روکش‌های شفاف نانو در مقایسه با سیستم‌های قدیمی در حدود 40% درصد افزایش براقیت داشته است.

آزمایشات بسیار گسترده‌ای بر روی پوشش نانو و هم‌چنین پوشش‌های سنتی برای مقایسه براقیت صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان تست کارواش را نام برد که برای این پوشش‌ها بعد از 60° دوره کارواش، نتایج زیر حاصل شده است:

پوشش سنتی 35% درصد براقیت بعد از شستشو داشت در حالی که پوشش نانویی تقریبا دو 65% درصد براقیت در پوشش سنتی بعد از ده مرتبه شستشو داشته است. البته باید اشاره کرد که شرایط آزمایش باید کنترل شوند و تحت شرایط به خصوص این تست صورت گیرد. روکش‌های شفاف حاوی نانو ذرات هم‌چنین مقاومت بسیار خوبی را در مقابل اشعه فرابنفش و مواد شیمیایی حاصل از تابش نور خورشید از خود نشان می‌دهد که به نوبه خود منحصر به فرد می‌باشد.



شکل ۵: مدل دیجیتالی یک گلس‌میتر برای سنجش جلا و براقیت سطح

نتیجه‌گیری

در شکل ۵ یک گلاس‌میتر دیجیتالی برای سنجش جلا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تهیه نمونه‌های متالوگرافی از نمونه‌های ناهموار، استفاده از سنباده‌های درشت تا ریز مطلوب می‌باشد. سنباده‌زنی موجب صاف شدن سطح، از بین رفتن لایه‌های نا خواسته و آشکار شدن لایه‌های مورد نظر می‌شود. متداول‌ترین روش سنباده زنی و پرداخت‌کاری روش مکانیکی است. هدف از سنباده زنی که عموما مرحله به مرحله زبری سنباده را کاهش می‌دهند، به دست آوردن یک سطح صاف بدون شیار و تغییر شکل در سطح نمونه است. دیسک اول سنباده زنی و دیسک دوم پولیش کاری را بر عهده دارد. در این پژوهش با توجه به مطالعات و آزمایشات در مورد انتخاب پولیش زبر و نرم نتیجه می‌گیریم:

• اولین و مهم‌ترین مسئله در مورد پولیش، انتخاب صحیح نوع پولیش که شامل شدت زبری آن می‌باشد.

• پولیش چیزی به رنگ و سطح بدنه خودرو اضافه نمی‌کند، بلکه لایه‌ای نازک از سطح را حذف می‌کند.

• یک پولیش همان‌طور که می‌تواند خودرو را زیبا کند، در صورت انتخاب و استفاده نادرست می‌تواند به خودرو آسیب برساند.



[9] Astronomer M, Mamedani Rad Sh, and Asadiyan Haj Aghaei G, the World of Nano and Almasolehraha (Persian), Book, First Edition, Androshara, 2009.

[10] MustafaNezhad D, and Rafiee M., Arthiston Co, nanoparticle used in surface coatings in industries and automotive industry, 2015.

[11] Tagimalek H., The use of nanoparticles in the production of polishes and waxes in order to gloss and polish the car body, BS Thesis, Urmia University of Technology, 2015.

با توجه به مطالعات انجام شده به این نتیجه می‌رسیم که در آینده نه چندان دور علم نانو در تمامی علوم و به خصوص در حوزه مطالعاتی پولیش واکس، رنگ، کلیر، جلا و براقیت که مورد تحقیق بوده کاملاً وارد شده و انقلابی دیگر در حوزه رنگ ایفا می‌کند که در این حوزه کارخانه بزرگ ماشین‌سازی بنز و غیره به حدی پیش رفته‌اند که تا چندی اصلاً رنگ خودرو نیازی به پولیش و واکس نخواهد داشت که عمل پولیش را با مقیاس نانو در درون رنگ ایجاد کرده‌اند و رنگ‌های آینده خاصیت خودبراقیت و خودتمیز شوندگی خواهند داشت.

مراجع

[1] Nanotechnology, Monthly, No. 102, 190, 2015

[2] Judge Nouri S and Judge Nouri S.P., Book, An Introduction to the Politics of Science and Technology and Innovation, Second (Persian), Tarbiat Modares, 2014.

[3] Schmid G., Nanoparticles: From Theory to Application, USA, 2004.

[4] Simchi A.S., Introduction to nanoparticles (Properties, Methods of Production and Application (Persian), Book, Second Edition, Industrial Sharif, 2013.

[5] Kahn J., Nanotechnology, National Geographic, June, 119-98, 2006.

[6] Nanotechnology, Website, Education, 2015.

[7] Little a, Abbasi a.h, Afshari h, Doubt h, HeratiFar a.m, and M. Mirdamadian, Nanotechnology in Automotive Industry and its Applications, Second Edition(Persian), Tehran, Secretariat of the Nano Technology Development Specialist, 2012.

[8] Fanavar Co. Tomorrow Green, Paper, Coatings and Nanotechnology Surfaces, 2014.

