



بررسی اثر رنگ‌دهی و شارژپذیری رنگدانه‌های مورد استفاده در تونرهای الکتروفوتوگرافی

زهرا بذرافشان^۱، مریم عطایی فرد^{۲*}، فرحناز نورمحمدیان^{۳،۴}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه پژوهشی علوم و فناوری چاپ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

۲- استادیار، گروه پژوهشی علوم و فناوری چاپ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

۳- دانشیار، گروه پژوهشی مواد رنگزا، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

۴- قطب علمی رنگ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران

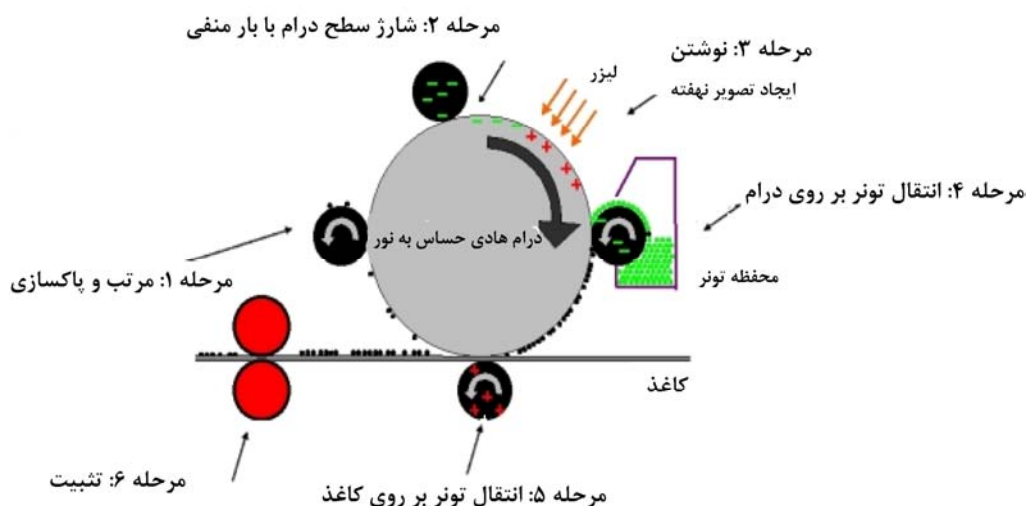
تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۳۱ تاریخ بازبینی: ۹۱/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۱

چکیده

از آنجا که امروزه استفاده از فناوری چاپ و کپی‌برداری به روش الکتروفوتوگرافی به طور فزاینده‌ای در حال رشد است، مرکب مورد استفاده در این نوع فناوری که اصطلاحاً به آن تونر گفته می‌شود، نیز مورد توجه فراوان محققین قرار گرفته است. تا چندی پیش فقط نسخه‌های چاپی سیاه و سفید در دسترس عموم بوده است و این در حالی است که نسخه‌های رنگی برای کاربران بسیار جذاب‌تر و دارای اهمیت بیشتری هستند. رنگدانه‌ها و رنگینه‌ها به عنوان ماده رنگزا در تولید تونر رنگی تاثیر به‌سزایی داشته و با توجه به مقدار مصرف آنها، بر میزان شارژپذیری ذرات تونر نیز موثر هستند. در این مقاله ضمن معرفی و بررسی اثر رنگ‌دهی رنگدانه‌های مورد استفاده، نحوه تاثیر آنها بر میزان شارژپذیری ذرات تونر نیز مورد مطالعه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی

تونر، الکتروفوتوگرافی، رنگدانه، ساختار شیمیایی، شارژپذیری.



۱- مقدمه

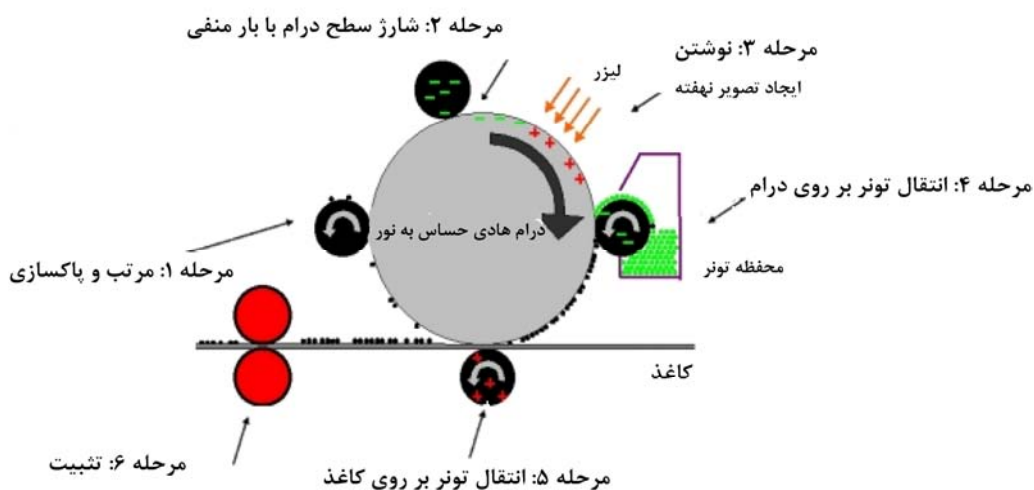
اختراع چستر اف کارلسون^۱ آمریکایی در سال ۱۹۳۸، نقطه آغاز فناوری مدرن کپی برداری محسوب می‌شود. در طول سه دهه گذشته این روش موفقیت‌های چشمگیری را کسب نموده به طوری که در حال حاضر، تقریباً تمام انواع دستگاه‌های کپی و چاپگرهای لیزری و دستگاه‌های با کارآیی بسیار بالا در سراسر جهان از فناوری الکتروفوتوگرافی^۲ بهره می‌برند. برای انتقال "تصویر نهفته"^۳ در دستگاه‌های کپی و چاپگرهای لیزری، از تونر^۴ به‌عنوان مرکب استفاده می‌شود. با توجه به میزان مصرف سالیانه قابل توجه تونر در سراسر جهان، تولید و تامین تونر دستگاه‌های کپی و چاپگرهای لیزری به یک صنعت تخصصی و توسعه یافته تبدیل گشته است [۱]. در هر دوره از فرآیند چاپ به روش الکتروفوتوگرافی در چاپگرهای لیزری تمام سطح درام هادی حساس به نور^۵ با بار الکتریکی شارژ می‌شود (مرحله ۲ از شکل ۱). اطلاعات بر روی درام هادی حساس به نور توسط پرتوهای مدوله شده^۶ از منبع نور مناسب (معمولاً لیزر) با خنثی‌سازی بارهای منفی ایجاد شده بر روی درام، تشکیل می‌شود که در این حالت به آن تصویر نهفته، گفته می‌شود (مرحله ۳ از شکل ۱). سپس تونر شارژ شده بر روی درام هادی حساس به نور منتقل شده و در این حالت تصویر نهایی تشکیل می‌گردد (مرحله ۴ از شکل ۱)، که به نوبه خود می‌تواند به کاغذ، مقوا، فیلم، و غیره منتقل و تثبیت شود (مرحله ۵ و ۶ از شکل ۱) [۲].

۲- تونر

تونر پودری است که عامل ایجاد تصویر و یا متن در دستگاه‌های کپی و چاپگرهای لیزری می‌باشد. ویژگی اصلی تونرهای الکتروفوتوگرافی، خاصیت الکترواستاتیکی^۷ ذرات آن است که با توجه به نوع مصرف آن، در دستگاه‌های کپی و یا در چاپگرهای لیزری می‌تواند شارژ مثبت و یا منفی

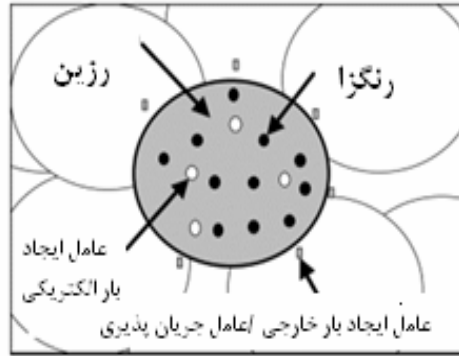
داشته باشد [۴، ۲]. با توجه به پیچیدگی فرمولاسیون تونر، هر دستگاه کپی یا چاپگر به تونر خاص خود نیازمند است. در سال‌های گذشته فقط تونرهای سیاه به صورت تجاری در دسترس بودند، اما هم اکنون تونرهای رنگی، موجود، و از اهمیت بیشتری نیز برخوردار هستند. تونرهای رنگی برای چاپگرهای رنگی در سه رنگ اصلی زرد، فیروزه‌ای^۸، ارغوانی^۹ و همچنین در سایر رنگ‌ها از قبیل قرمز، سبز، آبی، و غیره نیز وجود دارند. بنابراین تقاضا برای رنگرهای مناسب جهت تولید و تامین تونر دستگاه‌های کپی و چاپگرها به‌عنوان یک صنعت تخصصی و توسعه یافته، ایجاد شده و رو به افزایش است. همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، تونر به طور معمول شامل ۸۵٪-۹۵٪ رزین (به طور عمده کopolymerهای آکریلیک استایرن)، ۱۰٪-۱۵٪ رنگزا^{۱۰}، ۱٪-۵٪ عامل ایجاد بار الکتریکی^{۱۱} و ۵٪-۱۰٪ ترکیبات دیگر (به عنوان مثال عامل جریان‌پذیری^{۱۲}، موم^{۱۳}) بوده و دارای اندازه ذرات حدوداً ۱۰ میکرون می‌باشد [۴].

- ¹ Chester F. Carlson
- ² Electro photographic
- ³ Latent image
- ⁴ Toner
- ⁵ Photoconductor drum
- ⁶ Modulated beam
- ⁷ Electrostatic
- ⁸ Cyan
- ⁹ Magenta
- ¹⁰ Colorant
- ¹¹ Charge-controlling agent
- ¹² Flow auxiliary
- ¹³ Wax



شکل ۱- تصویر شمایی از مراحل فرآیند چاپ به‌وسیله چاپگر لیزر جت تک رنگ [۲]

الکتريکی با ساير اجزاء تونر وجود دارد، اما در کنار آن طی بررسی‌های به‌عمل آمده طبق جدول ۱ اندازه ديگر اجزا تونر نیز می‌توانند کم و بیش بر میزان شارژ الکترواستاتیک تونر تاثیر گذار باشند [۵، ۷]. پس از عامل ایجاد بار الکتريکی، رنگزا با توجه به مقدار مصرف آن، بیشترین تاثیر را بر میزان شارژ‌پذیری ذرات تونر دارد، به‌همین دلیل در این مقاله ضمن بررسی انواع رنگدانه‌های مورد استفاده، نحوه تاثیر آنها بر میزان شارژ‌پذیری ذرات تونر نیز مورد مطالعه قرار می‌گیرد.



شکل ۲- شمایی از اجزاء داخلی تونر [۴].

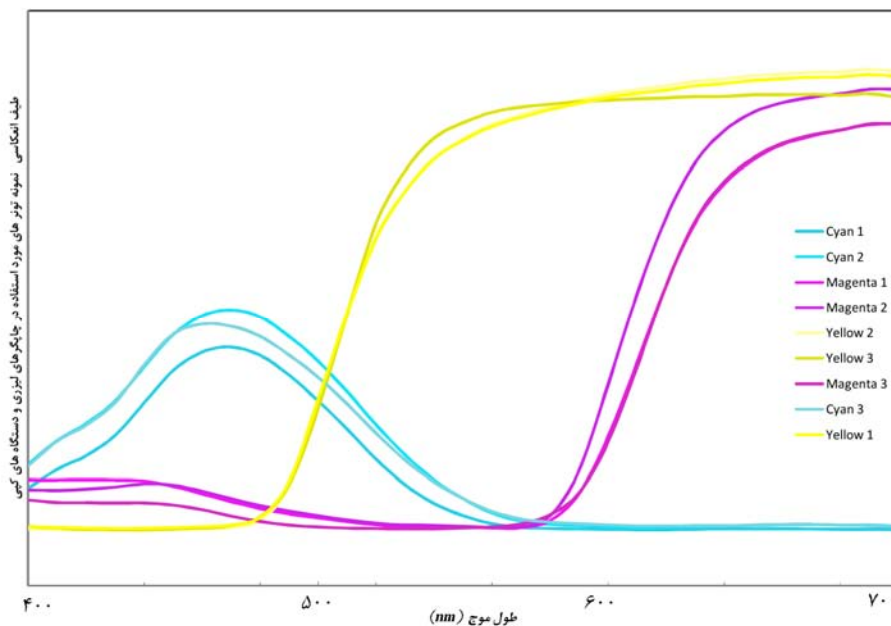
۳- رنگزاهای مورد استفاده در تولید تونر

آنچه مسلم است رنگزاهای بیشترین تاثیر را بر ظاهر رنگی تونر (جدول ۱) دارند به‌گونه‌ای که هر یک از سه رنگ اصلی مورد استفاده به‌عنوان رنگزا، مسئول جذب و انتشار قسمتی از طول موج‌های نور مرئی می‌باشند. شکل ۳ نمونه‌ای از طیف انعکاسی تونرهای مورد استفاده در صنعت چاپ از سه رنگ اصلی را نشان می‌دهد.

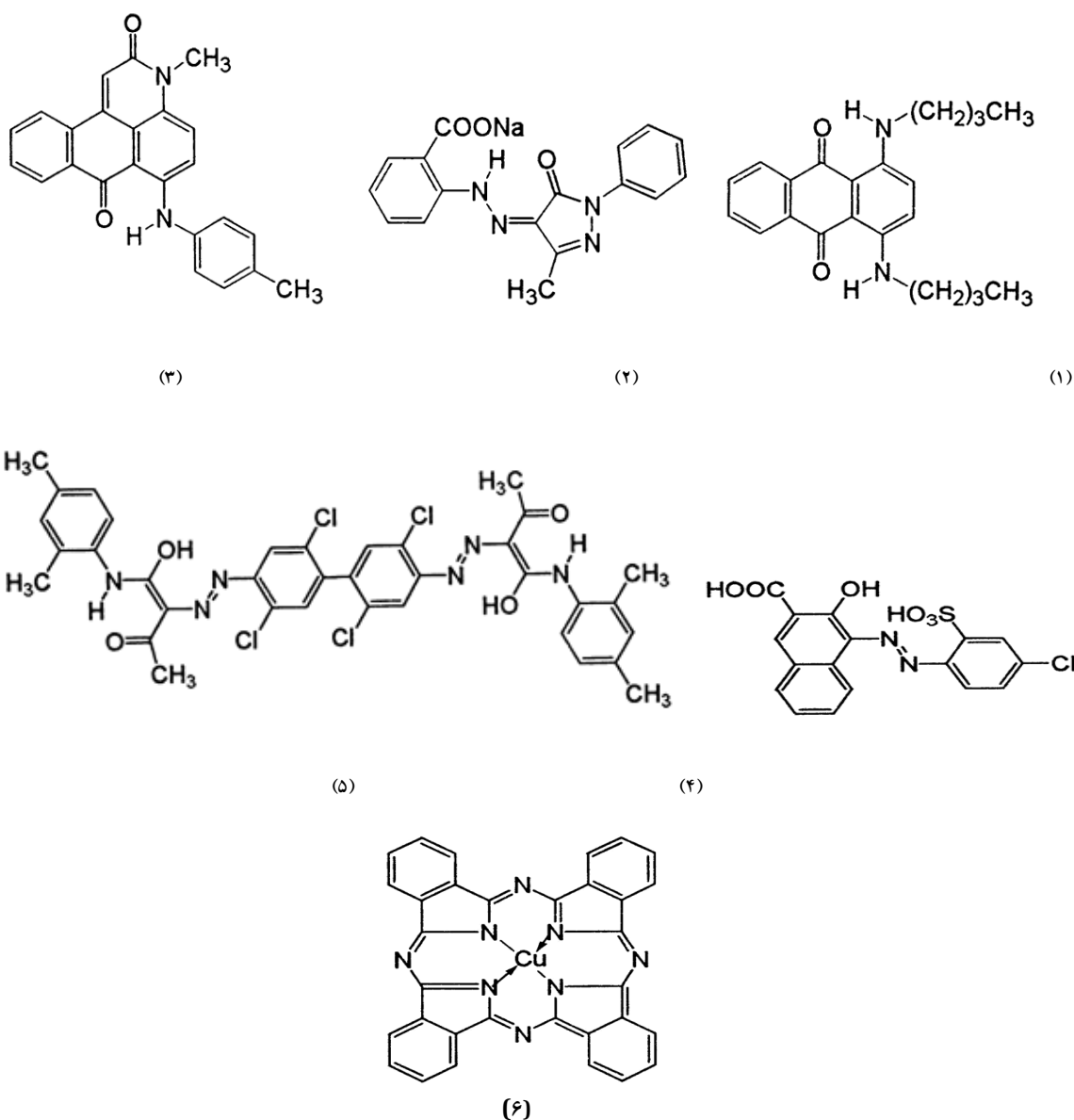
پس از رزین و رنگزا مهم‌ترین جزء تونر، عامل ایجاد بار الکتريکی است که انتقال تونر به درام و از درام به کاغذ را امکان‌پذیر می‌سازد و به‌طور کلی نقش کلیدی در هدایت ذرات تونر بر عهده دارد. در تونرهای رنگی سعی می‌شود از مواد بی‌رنگ جهت این منظور استفاده شود. مباحث زیادی در مورد سازوکار شارژ و اثر متقابل عامل ایجاد بار

جدول ۱- میزان تاثیر اجزای تونر بر میزان شارژ الکترواستاتیک و ظاهر رنگی آن (-: بی‌تاثیر، (+: تاثیر کم، * : موثر، ++ و +++ : تاثیر بسیار زیاد) [۵، ۶].

اجزاء تشکیل دهنده	میزان مصرف	کاربرد	تاثیر بر میزان بار الترواستاتیک	تاثیر بر ظاهر رنگی
رزین	۸۵-۹۵٪	پلیمر- عامل چسبندگی	+	+
رنگزا	۵-۱۰٪	رنگ	++	+++
عامل ایجاد بار الکتريکی	۵-۱٪	ایجاد بار الکترواستاتیک	+++	+
موم	۰.۵-۲٪	ذوب	(+)	-
عامل جریان‌پذیری و سایر افزودنی‌ها	۰.۵-۳٪	جریان‌پذیری	++	-



شکل ۳- طیف انعکاسی نمونه تونرهای زرد، ارغوانی و فیروزه‌ای مورد استفاده در چاپگرهای لیزری Konica Minolta



شکل ۴- نمونه‌هایی از رنگینه‌های زرد، ارغوانی، فیروزه‌ای به ترتیب ۱-۳ و رنگدانه‌های زرد، ارغوانی، فیروزه‌ای به ترتیب ۴-۶ مورد استفاده در ساخت تونر الکتروفوتوگرافی [۷]

پخش‌شوندگی رنگ وضوح متن یا تصویر نهایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

این در حالی است که اگر در فرآیند تولید تونر به مقدار برابر و به صورت جداگانه از رنگینه و رنگدانه استفاده شود، مشاهده می‌شود که رنگینه‌ها قدرت رنگ‌دهی بیشتری را در مقایسه با رنگدانه‌ها دارند و این نکته در مقایسه با موردی که قبلاً اشاره شد و محدودیت‌هایی که در مقدار مصرف رنگزا در ساخت تونر وجود دارد می‌تواند به‌عنوان یک نکته حائز اهمیت مطرح شود [۵].

طی بررسی‌های به‌عمل آمده استفاده از رنگدانه‌ها با توجه به خواص شیمیایی و فیزیکی آنها در ساخت تونر بسیار راحت‌تر بوده و به همین

در صنعت ساخت تونر، از رنگدانه^۱ و رنگینه^۲ به‌عنوان رنگزا استفاده می‌شود که ساختار مولکولی نمونه‌هایی از رنگزاهایی که در ساخت تونر مورد استفاده قرار می‌گیرد به تفکیک رنگدانه و رنگینه در شکل ۴ نشان داده شده است [۵]. استفاده از هریک از انواع رنگزاها به نوبه خود دارای مزایا و معایبی می‌باشد اما به‌طور کلی استفاده از رنگینه به‌عنوان رنگزا در مقایسه با رنگدانه‌ها مشکل پخش‌شوندگی رنگ را در مرحله تثبیت (مرحله ششم از فرآیند چاپ لیزری) به‌دنبال خواهد داشت که این به‌عنوان ضعف بسیار جدی برای رنگینه‌ها و نقطه قوتی برای استفاده از رنگدانه‌ها مطرح می‌شود، زیرا

¹ Pigment
² Dye

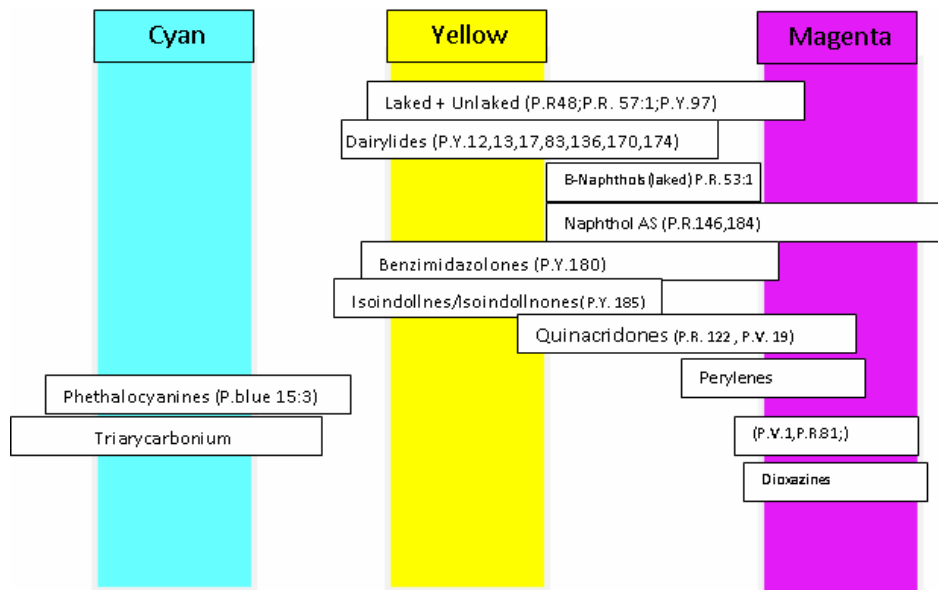
نوع رنگدانه‌های مصرفی و حتی در بعضی موارد از ذکر مقادیر مصرفی آنها اجتناب می‌ورزند. برخی از رنگدانه‌هایی که در این صنعت استفاده می‌شود به همراه شرکت‌های سازنده آنها در جدول ۲ نشان داده شده است [۴, ۸].

دلیل در بسیاری از پتنت‌هایی^۱ که در این خصوص منتشر شده‌اند رنگدانه را به‌عنوان رنگزای تونر معرفی نموده‌اند. در صنعت ساخت تونر رنگدانه‌های متنوعی استفاده می‌شود ولی شرکت‌های سازنده غالباً از ذکر

¹ Patent

جدول ۲- فهرست برخی رنگدانه‌های مورد استفاده در ساخت تونر به همراه نام سازنده و کد آنها [۹]

نام تجاری	شرکت سازنده	C.I. No.
Normandy Magenta Rd-2400	Paul Uhlich	
Paliogen Violet 5100	BASF	Pigment Violet 19
Paliogen Violet 5890	BASF	
Permanent Violet Vt2645	Paul Uhlich	
Heliogen Green L873	BASF	Pigment Green 7
Argyle Green Toner Gr 0991	Paul Uhlich	
Brilliant Green Toner Gr 0991	Paul Uhlich	Pigment Green 1
Heliogen Blue L6900	BASF	Pigment Blue 15:1
Heliogen Blue L7020	BASF	Pigment Blue 15:3
Heliogen Blue D6840	BASF	Pigment Blue 15
Heliogen Blue D7080	BASF	Pigment Blue 15:3
Paliogen Blue 6470	BASF	Pigment Blue 60
Paliogen Orange 3040	BASF	Pigment Orange 52
Ortho Orange Or 2673	Paul Uhlich	Pigment Orange 2
Paliogen Yellow 152, 1560	BASF	Pigment Yellow 108
Lithol Fast Yellow 0991k	BASF	
Paliotol Yellow 1840	BASF	
Novaperm Yellow Fg1	Hoechst	
Permanent Yellow Ye 0305	Paul Uhlich	
Lumogen Yellow D0790	BASF	
Sico-Gelb L1250	BASF	
Sico-Yellow D1357	BASF	Pigment Yellow 13
Hostaperm Pink E	American Hoechst	
Fanal Pink D4830	BASF	Pigment Red 51
Paliogen Blue 6470	BASF	Pigment Blue 60
Paliogen Orange 3040	BASF	Pigment Orange 52
Ortho Orange Or 2673	Paul Uhlich	Pigment Orange 2
Paliogen Yellow 152, 1560	BASF	Pigment Yellow 108
Lithol Fast Yellow 0991k	BASF	
Paliotol Yellow 1840	BASF	
Novaperm Yellow Fg1	Hoechst	
Permanent Yellow Ye 0305	Paul Uhlich	
Lumogen Yellow D0790	BASF	
Sico-Gelb L1250	BASF	
Sico-Yellow D1357	BASF	Pigment Yellow 13
Hostaperm Pink E	American Hoechst	
Fanal Pink D4830	BASF	Pigment Red 51
Cinquasia Magenta	Dupont	
Lithol Scarlet D3700	BASF	Pigment Red 48:1
Toluidine Red	Aldrich	Pigment Red 3
Scarlet for Thermoplast NSD PS PA	Ugine Kuhlmann of Canada	
E. D. Toluidine Red	Aldrich	
Lithol Rubine Toner	Paul Uhlich	Pigment Red 57:1
Lithol Scarlet 4460	BASF	Pigment Red 48:2
Bon Red C	Domain Color Comp.	
Royal Brilliant Red Rd-8192	Paul Uhlich	
Oracet Pink Rf	Ciba-Giegy	
Paliogen Red 3871 K	BASF	Pigment Red 123
Paliogen Red 3340	BASF	Pigment Red 226



شکل ۵- شمایی از طیف رنگی رنگدانه‌های مورد استفاده در ساخت تونر [۵].

جمله میزان حل شونده‌گی و ثبات نوری خاص خود را دارد. به‌عنوان مثال رنگدانه فتالوسیانین مس خود دارای پنج نوع ساختار بلوری آلفا، بتا، گاما، دلتا، اپسیلین^{۱۱} است که از نقطه نظر ویژگی‌های رنگی و عملکردی متفاوت بوده و برخی از آنها قابل استفاده برای ساخت تونر نیستند [۱۱].

ج) خلوص: با توجه به اینکه در فرآیند تولید تونر قدرت رنگ‌دهی زیاد در مقابل میزان مصرف کم به‌عنوان یک عامل مهم برای رنگدانه‌ها مطرح می‌شود، لذا میزان خلوص آنها می‌تواند بر ظاهر رنگی تونر بسیار تاثیر گذار باشد. در تولید و آماده‌سازی رنگدانه‌ها ممکن است ناخالصی‌هایی بوجود آید که برای تعیین وجود آنها روش‌های مختلفی از جمله روش کروماتوگرافی لایه نازک TLC^{۱۲} و آزمون بر اساس استاندارد DIN-۷۸۷ ISO به‌کار می‌رود [۱۴، ۱۲، ۴].

د) نوع سطح^{۱۴}: برآیند بار گروه‌های عاملی در ساختار مواد رنگزا بر ویژگی آنیونی یا کاتیونی سطح آنها تاثیرگذار است. طبق مطالعات صورت گرفته، تاثیر زیاد رنگدانه‌ها در میزان شارژپذیری تونر با استفاده از مقادیر به‌دست آمده از میزان بار الکتریکی واحد جرم (q/m)، (در محدوده $10^{-1} \mu\text{Cg}^{-1}$ تا 50 ± 80) اثبات شده است. لذا می‌بایست نتیجه رفتار شارژپذیری تونرها با توجه به نوع رنگدانه‌ها، ساختار شیمیایی و خصوصیات حالت جامد^{۱۵} آنها به‌عنوان یک عامل مهم، مطالعه گردد. [۴، ۶].

رنگدانه‌هایی که در صنعت ساخت تونر مورد استفاده قرار می‌گیرد علاوه بر تامین رنگ تاثیر به‌سزایی نیز بر میزان شارژ الکترواستاتیک ذرات تونر دارند به‌طوری‌که انواع مختلفی از رنگدانه‌های مورد استفاده از جمله رنگدانه‌های گروه آزو^۱، تتراکربوکسی دی‌میدها^۲، کوئینون‌های چند حلقه‌ای^۳، فتالوسیانین‌ها^۴، دی آریلیدها^۵، کوئین آکریدون‌ها^۶، پریلین‌ها^۷ موثرترین عامل رنگ‌دهی به ذرات تونر و عامل کنترل میزان شارژ الکترواستاتیک ذرات تونر می‌باشند [۶]. شکل ۵ طیف رنگی انواع مختلف رنگدانه‌های مورد استفاده در تولید تونر را نشان می‌دهد.

۴- رنگدانه‌ها و خواص الکترواستاتیکی آنها

در توصیف رنگدانه‌ها، خصوصیتی مورد بررسی قرار می‌گیرد که برخی از آنها به اختصار در ادامه آمده است:

الف) اندازه ذرات: اندازه ذره مشخصه فیزیکی بسیار مهمی برای رنگدانه است چرا که این ویژگی می‌تواند بر سایر خواص حتی رنگ آن تاثیرگذار باشد. این مشخصه معمولاً به‌عنوان توزیع اندازه ذرات و یا میانگین اندازه ذرات معرفی می‌شود. شکل ذره نیز مشخصه مهمی است که باید در کنار اندازه آن مورد بررسی قرار گیرد. در رنگدانه‌های معدنی میانگین قطر اندازه ذرات بین 0.1 تا 10 میکرومتر و برای رنگدانه‌های آلی بین 0.1 تا 1 میکرومتر گزارش شده است [۱۰].

ب) ساختار بلوری: ذرات رنگدانه هر یک می‌توانند یکی از اشکال ممکن بلوری شدن را داشته باشند و هر شکل بلوری ویژگی‌های متفاوتی از

⁸ Alpha phthalocyanine (red-blue shade)

⁹ Beta phthalocyanine (green-blue shade)

¹⁰ Gamma Phthalocyanine

¹¹ Delta phthalocyanine

¹² Epsilon phthalocyanine (red shade)

¹³ Thin layer chromatography

¹⁴ Surface type

¹⁵ Solid-state parameter

¹ Azo Pigments

² Tetracarboxydiimides

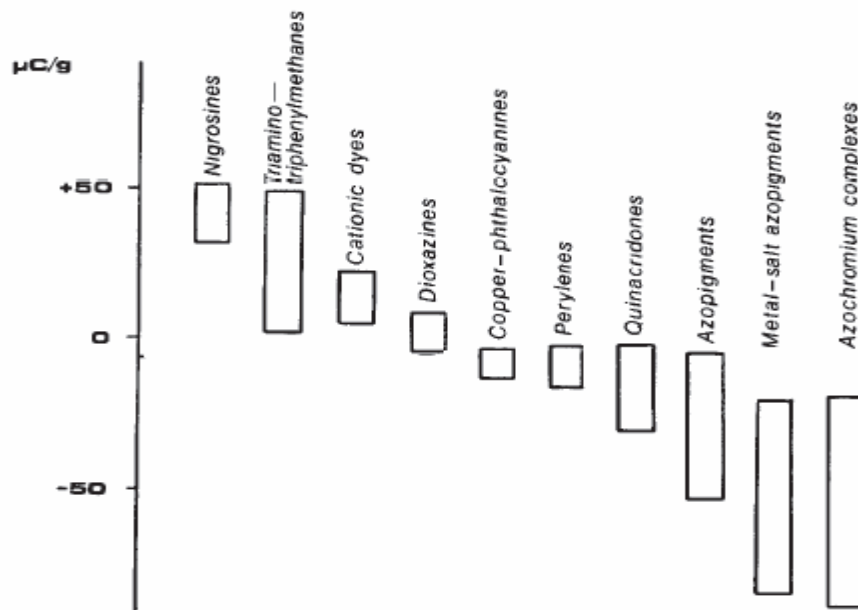
³ Polycyclic quinones

⁴ Phthalocyanines

⁵ diarylides

⁶ Quinacridones

⁷ Perylenes



شکل ۶- اثر رنگدانه‌های مورد استفاده در بر مقدار بار الکتریکی واحد جرم (q/m) تونر [۴، ۶]

۴-۱- ساختار شیمیایی و خصوصیات شارژپذیری

اگر تونری تولید شود که تنها شامل رزین و رنگدانه و فاقد عامل کنترل بار الکتریکی باشد، هنگامی که نمودار میزان شارژ تونر در مقابل نوع رنگزا ترسیم می‌شود، مشاهده می‌شود که هر نوع رنگزا محدودده خاصی از طیف شارژ را (بجز چند استثنا) به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۶) [۴-۶].

به‌عنوان نمونه نیگروزین‌ها^۱ و تری آمینوتری فنیل متان‌ها^۲، مانند برخی از رنگینه‌های کاتیونی دیگر به تونر بار مثبت می‌دهند. کمپلکس‌های آزوکروم^۳ و رنگدانه‌های آزو فلز- نمک^۴ برای شارژ قوی تونر با بار منفی مناسب هستند و همانطور که انتظار می‌رود مواد با گروه‌های NR₃⁺ و NR₄⁺ شارژپذیری مثبت دارند و مواد با گروه‌های COOH، CONR₂⁻، SO₂NR₂⁻ و غیره شارژپذیری منفی دارند. هر چند تری آمینو تری فنیل متان‌ها معمولاً شارژپذیری مثبت دارند، اما این نکته جالب توجه است که مشتقاتی که از آن تولید می‌شود می‌توانند شارژپذیری منفی نیز داشته باشند.

به‌عنوان مثال، اگر تری آمینو تری فنیل متان با سه گروه SO₃⁻ ترکیب شود آنگاه وجود این مشتق خاص، باعث شارژپذیری منفی آن می‌گردد [۴، ۵، ۱۳].

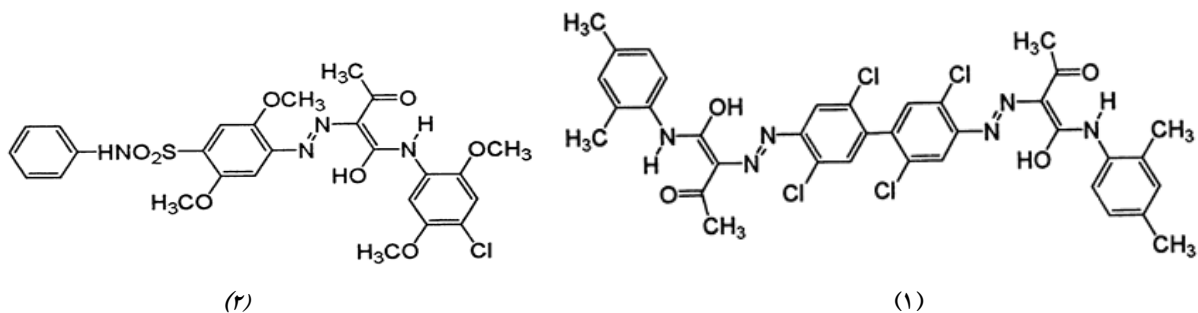
۴-۲- تاثیر خصوصیت‌های حالت جامد^۵

علاوه بر ساختار شیمیایی و اثر گروه‌های عاملی، میزان تاثیر خواص حالت جامد رنگزاها در شارژپذیری تونر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. حالت جامد یکی از گسترده‌ترین شاخه‌های فیزیک است. این شاخه درباره چگونگی تشکیل مواد با در نظر گرفتن تمام جزئیات حاکم بر طرز قرار گرفتن اتم‌ها بحث می‌کند. خواص فیزیکی هر گونه جسم فیزیکی (فلز و یا غیر فلز)، مورد بحث این شاخه است. در بحث حالت جامد، اجسام به چهار دسته رسانا، نیمه‌رسانا، نارسانا و ابررسانا تقسیم می‌شوند [۱۵، ۱۶].

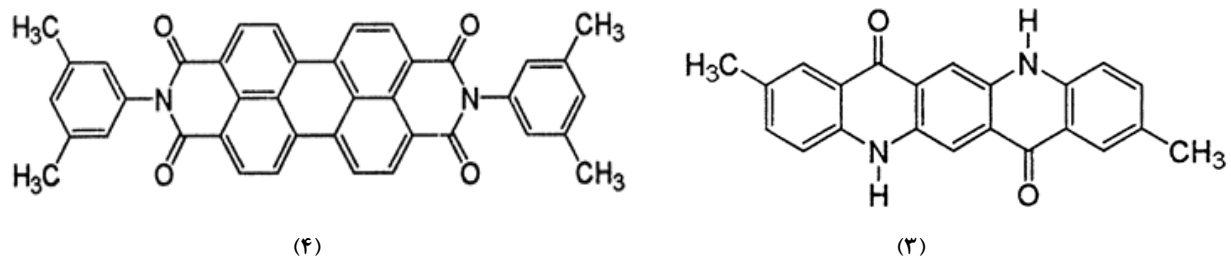
خصوصیت‌های حالت جامد را می‌توان با تغییر نحوه به پایان رساندن فرآیند و یا با تغییر شرایط تولید، تعدیل و اصلاح نمود. بررسی خواص حالت جامد امکان توصیف جزئیات رنگزا را در کنار بررسی و تغییر عوامل مختلف جهت تغییر و بهبود اثر شارژپذیری میسر می‌سازد.

به همین دلیل در ادامه از بین تنوع بسیار زیاد انواع رنگزاها به بررسی تاثیر خصوصیت‌های حالت جامد چهار نوع از آنها شامل رنگدانه‌های ترکیبات مونوازو، دی آزو، کوئین آکریدون‌ها و پرلین‌ها که می‌توانند بر میزان قابلیت شارژپذیری تونر با بار منفی موثر باشند، می‌پردازیم (شکل ۶).

¹ Nigrosines
² Triamino-triphenylmethanes
³ Azochromium Complexes
⁴ Metal-salt azopigments
⁵ Solid-state parameters



شکل ۷- ساختار شیمیایی رنگدانه‌های آزوئی نوواپریم زرد FGL (CI Pigment Yellow 97,11767) و نوواپریم زرد H10G (CI Pigment Yellow 81,21127) به ترتیب ۱ و ۲.



شکل ۸- ساختار شیمیایی رنگدانه‌های کوئین آکریدون هوستاپرم صورتی E (CI Pigment red 122,73915) و رنگدانه پرلین Pv fast red B (CI Pigment red 149,71137) به ترتیب ۳ و ۴.

به‌سزایی بر میزان شارژ الکترواستاتیک ذرات تونر دارند. برای مثال نیگروزین‌ها و تری آمینوتری فنیل متان‌ها به طور معمول رنگدانه‌هایی با قابلیت پذیرش بار مثبت هستند.

ترکیبات کروم و رنگدانه‌های فلز- نمک آزو معمولا رنگدانه‌هایی با قابلیت پذیرش بار منفی هستند. گروه‌های عاملی می‌توانند اثر شارژپذیری را به‌طور قابل توجهی تغییر دهند و باعث تغییر مقدار بار الکتریکی واحد جرم (q/m) صرف نظر از نوع رنگدانه گردند. خواص حالت جامد نیز می‌تواند بر اثر شارژپذیری موثر باشند نتایج داده‌های تجربی رنگدانه‌ها نشان می‌دهد ارتباط مستقیمی میان مقدار مقاومت الکتریکی، میزان بلوری شدن و اثر شارژپذیری وجود دارد و این در حالی است که به نظر می‌رسد اثر اندازه ذرات بسیار ناچیز بوده و یا بی‌تاثیر است.

بنابراین ساختار شیمیایی و خواص حالت جامد بر میزان شارژپذیری رنگدانه مورد استفاده در تونر تاثیر به‌سزایی دارند.

طبق مطالعات صورت گرفته بر روی دو رنگدانه آزوئی نوواپریم زرد FGL^۱ (CI Pigment Yellow 97,11767) و نوواپریم زرد H10G^۲ (CI Pigment Yellow 81, 21127) بین اثر میزان شارژپذیری بالاتر و افزایش میزان مقاومت ویژه الکتریکی این دو رنگدانه رابطه مستقیم وجود دارد و اندازه ذرات و میزان بلوری شدن تاثیر عمده‌ای بر خواص شارژپذیری آنها ندارند [۴، ۵]. در مورد رنگدانه‌هایی بر پایه کوئین آکریدون به‌عنوان مثال هوستاپرم صورتی E^۳ (CI Pigment red 122,73915) و رنگدانه‌هایی بر پایه پرلین برای نمونه Pv fast red B (CI Pigment red 149,71137) (شکل ۸)، میزان شارژپذیری با بلوری شدن بیشتر رنگدانه رابطه مستقیم دارد [۴].

۵- نتیجه‌گیری

رنگدانه‌ها بیشترین تاثیر را بر ظاهر رنگی تونر دارند. رنگدانه‌هایی که در تولید تونر استفاده می‌شوند علاوه بر تامین رنگ مناسب، تاثیر

¹ Novoperm FGL
² Novoperm H10G
³ Hostaperm Pink E

۶- مراجع

1. L. Ortar, "Environmental issues associated with printing - how to reduce carbon footprint and save up to 50% of the printing costs with PretonSaver™", CEO, environmental consultant, Beyond Business LTD, **2009**.
2. M. Ebadi, M. Ataefard, "Synthesis of laser jet toner via emulsion aggregation method", Journal Study Color World. (2012), JSCW-25-06-2012-10043.
3. V. Verhaeghe, one-pass or four-pass, laser or led, www.tomshardware.com, **2005**.
4. H-T. Macholdt, A. Sieber, "Charging effects of organic pigments in electrophotographic toners", Hoechst AG, Forschung Pigmente, G 834, D-6230 Frankfurt 80, FRG, **1987**.
5. H-T. Macholdt, "Charge control agents and triboelectrically-adjusted pigments in electrophotographic toner", J. Electrostat. 40&41, 621-626, **1997**.
6. F. Andami, M. Ataefard, F. Najafi, M. R. Saeb, "Synthesis of toner by in situ suspension polymerization method", Journal Study Color World. (2012), JSCW-15-05-2012-10035.
7. H. S. Freeman, J. Sokolowska, "Developments in dyestuff chemistry", 8 Rev. P Rog Coloration, 29, **1999**.
8. R. Baur, H-T. Macholdt, "Organic pigments for digital color printing"; IS+T 11th Int. Congr., Hilton Head/US Proceedings, 118-121, **1995**.
9. N. A. Listigovers, F. M. Pontes, M. P. Breton, G. K. Hamer, Ink compositions, US Patent 5 760 124, assigned to Xerox Corporation (Stamford, CT), June 2, **1998**.
10. J. Shore, "Colorants and auxiliaries: organic chemistry and application properties 2TH edition", **2001-02**.
11. Color Handbook, 2012 Special Chem S. A.: www.specialchem4coatings.com/tc/colorhandbook/index.aspx.
12. Type of colorant, colour4free:H23, http://www.colour4free.org.uk / Books /H23ColorantTypesV01.pdf.
13. Hodogaya Chem. Co. Ltd, European Patent Application 0141377 (**1984**).
14. DIN-ISO 787, Part 9.
15. K. L. Birkett, P. Gregory, "Metal complex dyes as charge control agents", Dyes Pigm., 7, Issue 5, Pages 341-350, **1986**.
16. R. Baur, H-T. Macholdt, A. G. Hoechst, "Charge control agents for triboelectric (friction) charging", J. Electrostat., 30, 213-222, **1993**.
17. Perylene tetracarboxydiimide as an electron acceptor in organic solar cells: A study of charge generation and recombination, Cavendish Laboratory, JJ Thomson Avenue, Cambridge CB3 0HE, U.K., Max Planck Institute for Polymer Research, 113 (50), 21225-21232, **2009**.
18. Ciba, Colorants for plastics, http://www.ciba.com/index/ind-index/ind-automotive/products-9/ind-pla-eae-procolorants-3.html, **2009**.
19. Chester F. Carlson, US Patent 2221776 (**1938**).
20. L. B. Schein, "Electrophotography and development physics"; Springer Seres in Electrophysics 14, Springer Verlag, **1992**.
21. J. S. Chang, A. J. Kelly, J. M. Cowley, "Handbook of electrostatic processes", Marcel Dekker, Inc, **1995**.
22. Colour Index, 3th Issue, The society of dyers and colourists, BRADFORD/UK, The Colour Index describes and lists the different pigments in terms of running numbers and combines this number with CAS-No and chemical constitution, **1995**.