

رنگهای خوراکی پلیمری

Polymeric Food Dyes

شادپور ملک پور اسطلکی، داریوش حاجی حیدری

دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده شیمی

دریافت: ۷۳/۳/۱۷، پذیرش: ۷۳/۵/۱۵

چکیده

مواد رنگی متعددی در صنایع غذایی برای ایجاد رنگ و بهبود خصوصیات ظاهری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی این مواد می‌توانند برای سلامتی انسان زیان آور باشند. پلیمرها به عنوان حامل‌های مناسب به کار می‌روند که می‌توان رنگسازهای مرسوم خوراکی را به آنها متصل کرد. رنگهای خوراکی پلیمری که از این راه به دست می‌آیند به دلیل اندازه مولکولی بزرگ در دستگاه گوارش انسان جذب نمی‌شوند و از این رو عوارض ناشی از جذب رنگهای خوراکی مرسوم را ندارند. در این مقاله خصوصیات و سنتز رنگهای خوراکی پلیمری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: رنگ کننده، افزودنی خوراکی، رنگهای پلیمری: آزو، آنتراکینون و نیتروآنیلین

Key Words: colourant, food additive, polymeric dyes: azo, anthraquinone, nitroaniline

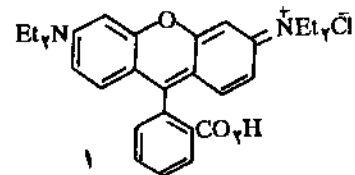
مقدمه

رنگهای خوراکی سنتزی با وجود زیان‌هایی که برای سلامتی انسان دارند مدتهاست که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، رودآمین (۱) که از اثر فتالیک انیدرید بر ۳-دی اتیل آمینوفنول به دست می‌آید در گذشته به عنوان رنگ خوراکی کاربرد داشته است، ولی از زمانی که این رنگ سرطان زا تشخیص داده شد دیگر در فرآورده‌های غذایی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

با توجه به اینکه اکثر ترکیبات افزودنی خوراکی از جمله رنگها برای سلامتی انسان مضرند [۴-۱]، تلاش‌های زیادی برای دستیابی به افزودنی‌های خوراکی بی ضرر انجام گرفته و رنگهای خوراکی متعددی ساخته شده است [۵-۸]. اغلب این مواد ارزش غذایی ندارند و در فرآورده‌های خوراکی تنها برای ایجاد رنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیشتر این رنگها ساختار پلیمری دارند و از اتصال رنگها بر پایه‌های پلیمری تهیه می‌شوند. در صنایع غذایی پایه‌های پلیمری علاوه بر بی زیان کردن رنگها در تهیه مواد افزودنی خوراکی دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند [۹ و ۱۰].

بحث

در این بخش رنگهای پلیمری غیر قابل جذب، روشهای تهیه رنگهای



علوم صنایع غذایی، سال هفتم، شماره دوم

پلیمری، خصوصیات طیفی و گرمایی و رنگهای پلیمری آزو، آنترآکینون و نیترو آنیلین مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

رنگهای پلیمری غیرقابل جذب

مطالعات اولیه‌ای که در مورد سرعت جذب مواد در بدن انجام گرفته است نشان می‌دهد که حتی اگر مواد با حجم مولکولی نسبتاً کم بزرگ شوند، سرعت جذب آنها در بدن کاهش می‌یابد [۱۱ و ۱۲] بنابراین، اگر رنگهایی که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند به پیکره یک پلیمر مناسب متصل شوند، اندازه مولکولهای ساده آنها افزایش می‌یابد و بدین ترتیب توسط دیواره روده جذب نمی‌شوند. به عبارت دیگر، مولکول به دلیل اندازه بزرگی که پیدا می‌کند نمی‌تواند از غشاهای مختلف عبور کند تا وارد جریان خون شود. از این رو، مورد سوخت و ساز قرار نمی‌گیرند. بدین ترتیب، رنگ خوراکی پلیمری با اعضای بدن از جمله کلیه و کبد تماس پیدا نمی‌کند و بدون سوخت و ساز دفع می‌شود و از این راه عوارض جانبی ناشی از جذب مواد رنگی از بین می‌رود.

در شکل ۱ سرنوشت زیست شناختی رنگ خوراکی مونومری و پلیمری به صورت نمودار نشان داده شده است.

عوامل مهمی که باید در طراحی رنگهای پلیمری در نظر گرفت شامل موارد زیرند:

پایداری: پیوندهای شیمیایی که رنگ خوراکی را به پلیمر متصل می‌کنند و همچنین پیکره پلیمری باید در مقابل محیطهای شیمیایی یا زیست شناختی و در مراحل تهیه خوراکی، شرایط حمل و نقل و

نگهداری (نور، گرما) و شرایط آتزیسی و میکروب شناختی دستگاه گوارش مقاوم باشند. این پایداری از این جهت لازم است تا از راه واپس شدن، تخریب مولکولی، هضم یا آبکافت، گونه‌های با وزن مولکولی کم قابل جذب تشکیل نشوند.

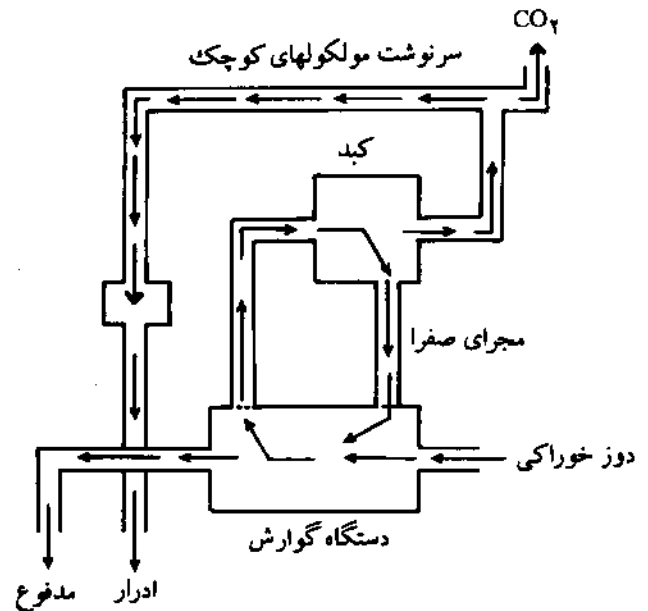
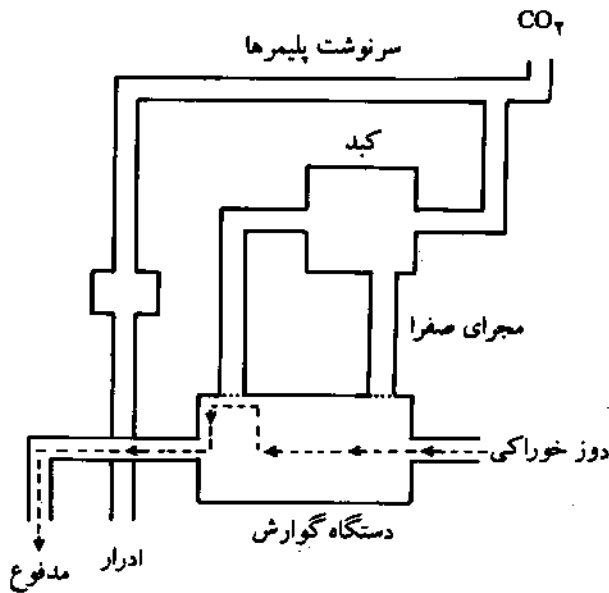
انحلال پذیری: ماهیت پیکره پلیمر اغلب میزان انحلال پذیری محصول نهایی خوراکی را در آب یا روغن تعیین می‌کند. در مورد رنگهای غذایی پلیمری مطلوب است که گروههای محلول در آب را به پیکره پلیمری و هم به رنگ مورد نظر متصل کنند تا محلولهای زلال لازم برای فراورش ماده غذایی به دست آید. به طور کلی، انحلال پذیری در آب از راه وارد کردن گروههای قطبی آبدوست، دست کم تا میزان ۱۰٪، به دست می‌آید.

وزن مولکولی: برای اینکه این مواد در دیواره روده جذب نشوند و در بدن سمومیت ایجاد نکنند، پیکره پلیمری باید از نظر وزن مولکولی و اندازه به قدر کافی بزرگ باشد. معمولاً حداقل وزن مولکولی لازم ۱۰,۰۰۰ است.

نوع پیوند: پیوند شیمیایی علاوه بر اینکه باید مقاوم باشد نباید بو یا مزه ایجاد کند.

سازگاری: از آنجا که در تهیه یک محصول خوراکی مواد مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند که هر کدام خصوصیات شیمیایی و فیزیکی ویژه خود را دارند، رنگ پلیمری باید با سایر اجزای به کار رفته در محصول خوراکی سازگاری داشته باشد و به خوبی با آن مخلوط شود.

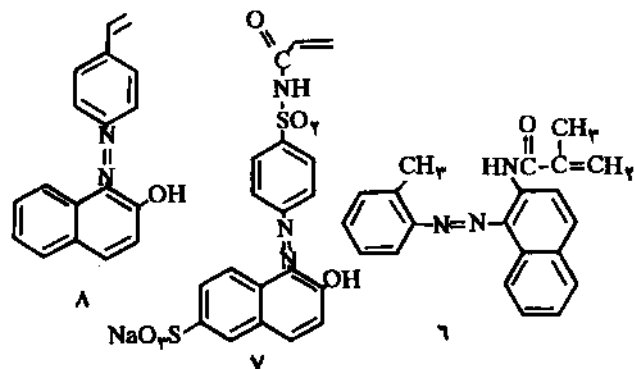
رنگ: ماده پلیمری باید قدرت ایجاد رنگ شدیدی را داشته باشد. بار الکتریکی: رنگ پلیمری ترجیحاً باید آنیونی یا بدون بار باشد، زیرا



شکل ۱ - سرنوشت زیست شناختی رنگ خوراکی مونومری و پلیمری.

تهیه می‌شود و رنگ خوراکی از پلیمر کردن این مونومرها به دست می‌آید. اغلب مشتقات یک رنگ تجارتي موجود را تهیه می‌کنند و یک گروه قابل پلیمر شدن را روی آن می‌نشانند. از جمله این مونومرها می‌توان از مشتقات استرهای آکریلات یا مشتقات متاکریل آمید (۶) و مشتقات ۷ و ۸ نام برد [۱۳ و ۱۵].

واکنشهای پلیمر کردن تراکمی: یکی دیگر از روشهای ساخت رنگهای پلیمری استفاده از واکنشهای پلیمر شدن تراکمی است. در این روش معمولاً یک رنگ دارای گروههای آمینو بایک بیس - اسید کلرید یا بیس ایزوسیانات متراکم می‌شود و از این راه رنگ پلیمری به دست می‌آید [۱۶]. مراحل انجام واکنش در معادله ۱ نشان داده شده است.



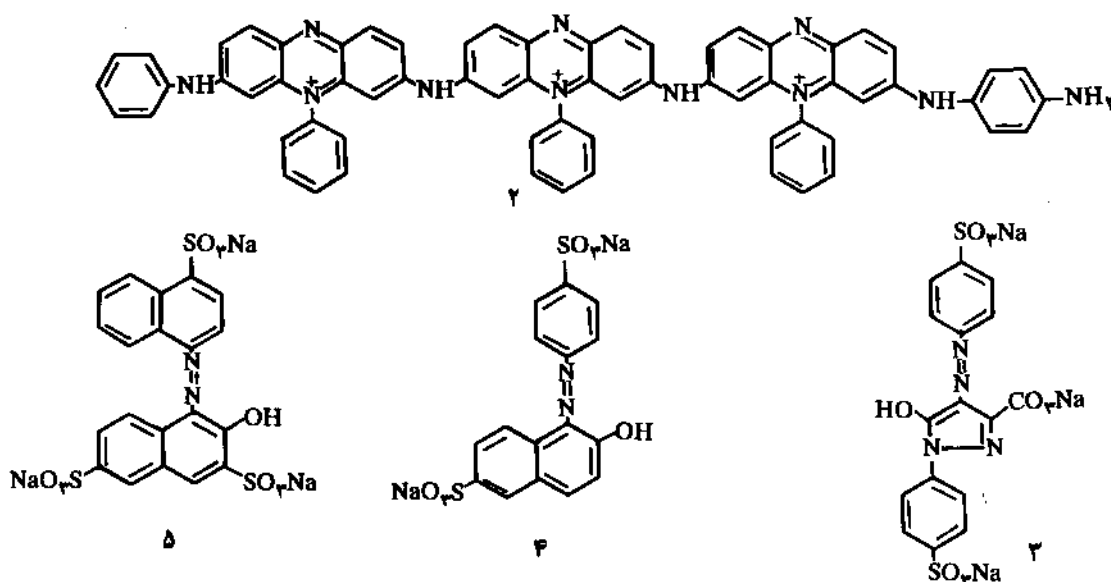
مشتقات دارای وزن مولکولی بالا از یک رنگساز: در این روش، برای مثال، از راه پلیمر شدن پیوندی، اتیلن اکسید را به یک رنگ تجارتي پیوند می‌زنند. محصول دارای مولکولهای رنگ با یک یا چند زنجیر پلی (اتیلن اکسید) متصل به آن است. با این روش می‌توان وزن مولکولی رنگ پلیمری را به دلخواه تنظیم کرد.

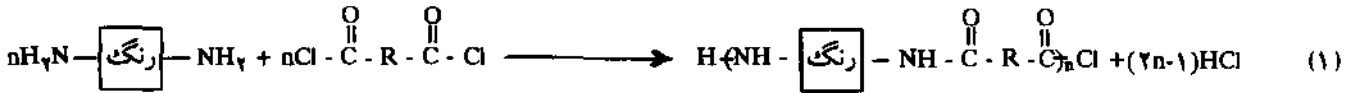
پلیمر کاتیونی توسط تعداد زیادی از اجزای غذا رسوب می‌کند. قیمت: رنگهای خوراکی پلیمری باید ارزان قیمت باشند تا در مقیاس زیاد بتوان آنها را تولید کرد.

روشهای تهیه رنگهای پلیمری غیر قابل جذب

رنگهای خوراکی از دیرباز به ویژه در یونان و روم باستان در مواد غذایی مصرف می‌شده‌اند [۱۳]، ولی سالهای زیادی از زمان ساخت رنگهای خوراکی پلیمری نمی‌گذرد. به طور کلی رنگ پلیمری یک ترکیب رنگی با وزن مولکولی زیاد می‌باشد که از تعدادی واحد تکراری تشکیل شده است. این تعریف کلی رنگ سیاه آنیلین (Aniline Black)، که حدود یک قرن پیش از راه اکسایش آنیلین با نمکهای مس یا وانادیم تهیه شده است (ساختار ۲) و همچنین بسیاری از پلیمرهای سنتزی یا طبیعی محلول یا دارای پیوند عرضی، را نیز شامل می‌شود. ولی رنگهای خوراکی پلیمری به ترکیباتی محدود می‌شود که حداقل وزن مولکولی ۱۰,۰۰۰ و رنگ شدید داشته باشند و در یک یا چند حلال حل شوند. به علاوه، جهت کاربرد باید دارای خصوصياتی باشند که قبلاً مورد اشاره قرار گرفت.

در سالهای گذشته سه رنگ خوراکی غیر پلیمری تارترازین، زرد متمایل به قرمز (Sunset yellow) و آمارانت (Amaranth) در صنایع غذایی کاربرد داشته‌اند (به ترتیب ساختارهای ۳، ۴ و ۵). همان طور که اشاره شد، یکی از راههای تهیه رنگهای پلیمری، اتصال رنگهای مورد نظر به پایه پلیمری است. به طور کلی، چهار روش برای تهیه رنگهای پلیمری وجود دارد که به ترتیب مورد بررسی قرار می‌گیرند. پلیمر کردن مونومرهای رنگی: در این روش مونومرهای رنگی مناسب





را نیز ندارد. رنگهای پلیمری بسیاری به این ترتیب ساخته شده‌اند که خصوصیات طیفی بعضی از آنها مشابه رنگهای مونومری است. در شکل ۴ خصوصیات طیفی رنگ مونومری آمارانت و رنگ پلیمری تجارتی RTM.۴۸۱ با ساختار شیمیایی ۱۲ مقایسه شده است که بسیار به یکدیگر شبیه‌اند [۱۷].

رنگهای پلیمری که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید پایداری گرمایی لازم را نیز داشته باشند تا در فرایندهای مختلف تهیه مواد غذایی از قبیل پاستوریزه کردن (pasteurization)، پختن و سرخ کردن خصوصیات خود را در اثر تجزیه از دست ندهند. این مواد همچنین باید در محلول و در شرایط مختلف pH نیز پایداری خود را حفظ کنند تا بتوانند به عنوان یک رنگ خوراکی مناسب در مواد غذایی مصرف شوند. در جدول ۱ پایداری گرمایی رنگ پلیمری تجارتی RTM.۴۷۸ با ساختار شیمیایی ۱۳ در محلول بافر فسفات ۰.۵M و pH برابر ۲/۵ و ۷ و دماهای مختلف نشان داده شده است. پودر خالص پلیمر فوق در دمای ۲۰۰°C پس از ۲۰ دقیقه فقط ۰/۳ درصد ماده رنگساز خود را از دست می‌دهد [۱۷].

سه دسته از رنگهای پلیمری مهم شامل رنگهای پلیمری آزو، نیترو آنیلین و آنتراکینون می‌شوند که به ترتیب مورد بحث قرار می‌گیرند.

رنگهای پلیمری آزو

به طور کلی، رنگهای آزو مولکولهایی با یک یا چند گروه آزو (-N=N-) دارند که پلی را بین دو قسمت آلی تشکیل می‌دهند. به علاوه

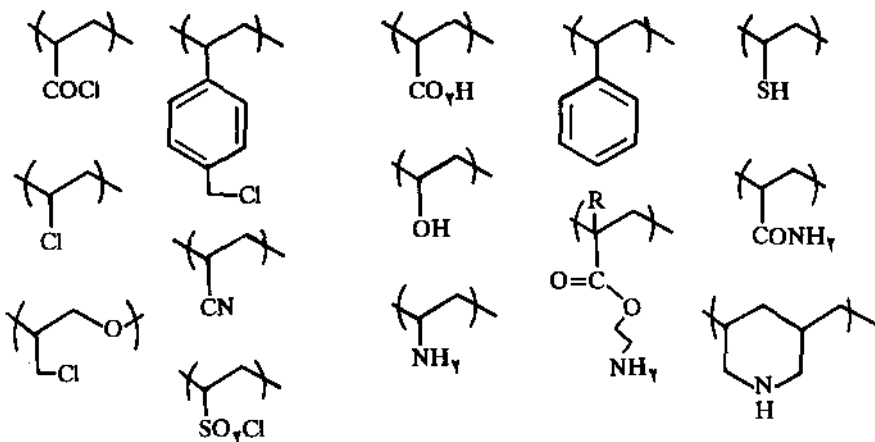
تهیه رنگ پلیتری از پلیمرهای آماده: در این روش از واکنشهای هسته دوست - الکترون دوست معمول مانند الکیل دار کردن و اسیل دار کردن برای ستر رنگ استفاده می‌شود. در این روش ابتدا باید مشخص شود که پلیمر الکترون دوست است یا هسته دوست و سپس رنگ پلیمری مناسب را طراحی و ستر کرد (معادله ۲).



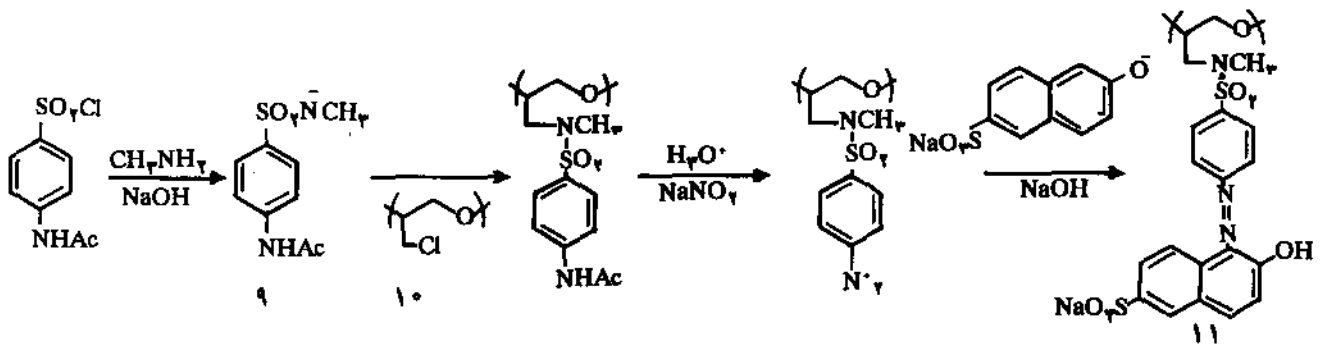
نمونه‌هایی از پلیمرهای مورد استفاده در این روش در شکل ۲ نشان داده شده است. یک نمونه جالب دیگر رنگ پلیمری سانست (۱۱) است که از راه حمله هسته دوستی آنیون سولفونامید (۹) روی پلی (اپی کلروهیدرین) (۱۰) به دست می‌آید. مراحل انجام واکنش در شکل ۳ نشان داده شده است.

خصوصیات طیفی و گرمایی

از آغاز تحقیقات در زمینه ساخت رنگهای خوراکی پلیمری یکی از اهداف ساخت رنگ مونومری مناسبی بود که صرف نظر از سمیت به طور موفقیت آمیز در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد. قدم بعدی یافتن راههایی بود که امکان تهیه رنگ پلیمری با خصوصیات طیفی مشابه رنگ مونومری را فراهم آورد. به این ترتیب رنگ مناسبی به دست می‌آید که به دلیل عدم جذب در بدن، مضرات رنگ مونومری



شکل ۲ - نمونه‌هایی از پلیمرهای مصرفی در تهیه رنگهای پلیمری.



شکل ۳- تهیه رنگ پلیمری با استفاده از پلی (ایپیکلوروهیدرین).

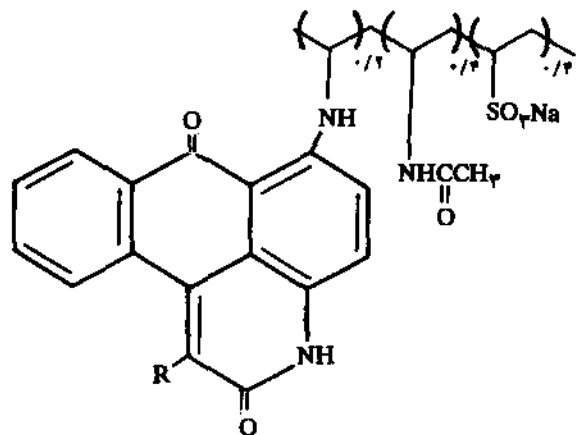
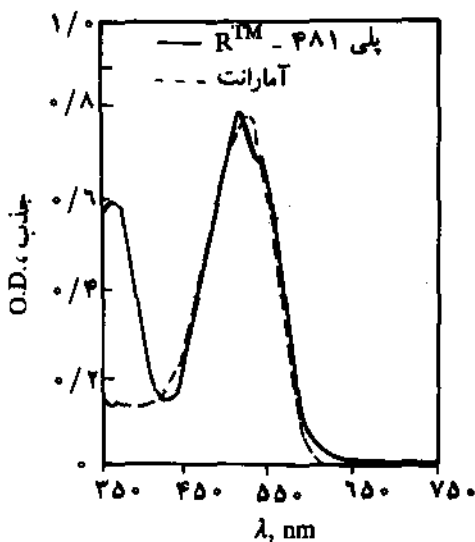
جدول ۱- مقایسه پایداری گرمایی رنگ پلیمری RTM-۴۷۸ در شرایط مختلف.

pH محلول رنگ	دما	زمان	% از بین رفتن رنگساز
۷ و ۲/۵	۲۲°C	یک سال	۰/۳
۷ و ۲/۵	۵۰°C	یک ماه	۰/۵
۷ و ۲/۵	۵۹°C	۳۰ دقیقه	صفر

سپس محصول واکنش شون - بومن (۱۶) در اثر آبکافت با هیدروکلریک اسید با رفلاکس محصول پلی سولفانیل آمید هیدروکلریک (۱۷) را تولید می کند (معادله ۴).

در هر مولکول حداقل یک حلقه آروماتیک وجود دارد. بر حسب تعداد گروه های آزو، رنگهای حاصل را به ترتیب رنگهای مونو آزو، دی آزو، تریس آزو و در نهایت پلی آزو می نامند. توسط گروه های رنگساز آزو می توان رنگهای زرد، قرمز، نارنجی، آبی، بنفش، سیاه و سبز را سنتز کرد. برای مثال، چند رنگ آزو از پلی (وینیل آمین هیدروکلریک) به روش زیر ساخته شده است [۱۸]:

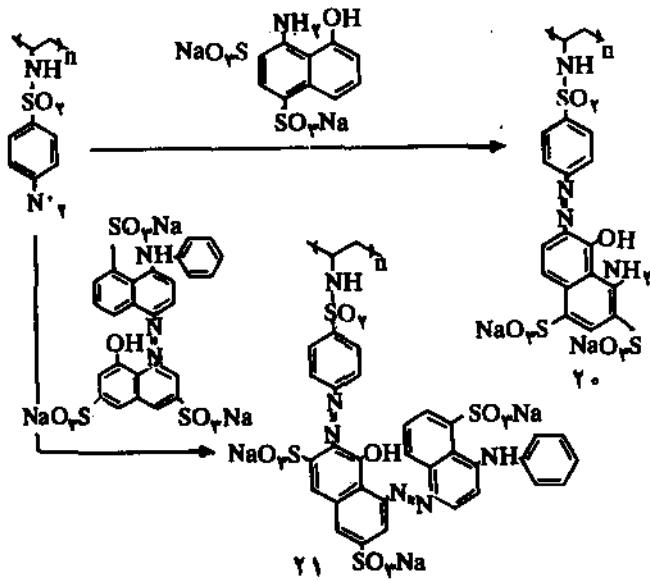
نخستین مرحله تبدیل پلی (وینیل آمین هیدروکلریک) به رنگهای پلیمری آنیونی شامل واکنش شون - بومن (Schotten-Baumann) با پارا-استامیدو بنزن سولفونیل کلرید (۱۵) طبق معادله ۳ است که منجر به تشکیل محصول پلی (پارا - استامیدو - N- وینیل بنزن سولفونامید) می شود (۱۶).



۱۲ R=Ph

۱۳ R=Ac

شکل ۴- مقایسه طیفی رنگهای مونومری و پلیمری.

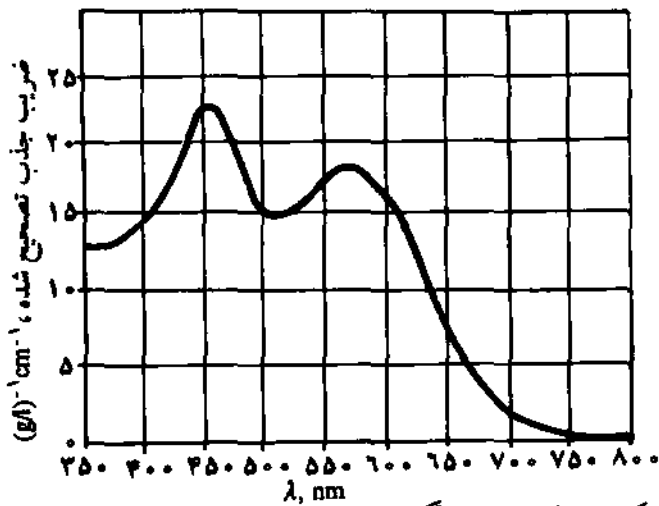


شکل ۵- سنتز رنگهای آزو پلیمری (قرمز و سیاه).

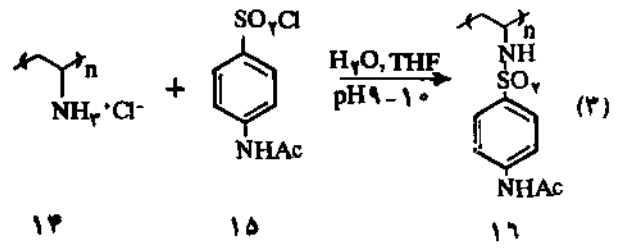
دو رنگ پلیمری آزو ۲۰ و ۲۱، که از نظر خصوصیات رنگی برجسته‌اند، به ترتیب قرمز مایل به آبی و سیاه (شبه زغال سنگ) هستند. مراحل سنتز این دو رنگ آزو پلیمری در شکل ۵ نشان داده شده است. طیف جذبی رنگ ۲۱ نیز، همان طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، چند پیک جذبی را نشان می‌دهد که احتمالاً به دلیل کنار هم قرار گرفتن گروه‌های رنگساز در امتداد پیکره پلیمر می‌باشد.

رنگهای پلیمری آتروکینون

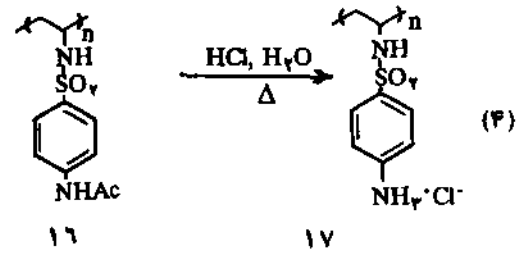
این دسته رنگها از یک یا چند گروه کربونیل، که در ارتباط با یک سیستم مزدوج می‌باشند، تشکیل شده است. گروه‌های هیدروکسیل، آمینو و مشتقات ساده آنها مانند آمینوالکیل، آمینوآریل، آمینوآسیل و استخلافهای ناجور حلقه‌ای به عنوان اکسوکروم می‌باشند. رنگهای



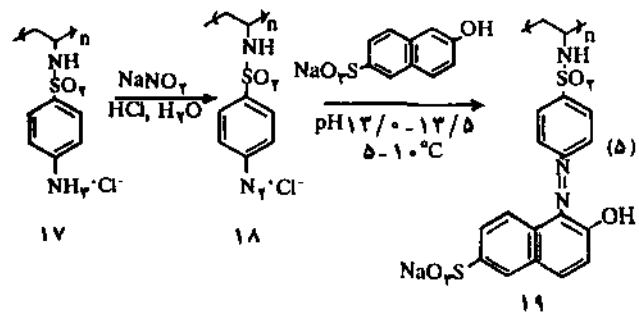
شکل ۶- طیف مرئی رنگ سیاه ۲۱.



در مرحله بعد پلی سولفانیل آمید (۱۷) به دست آمده در اثر واکنش با سدیم نیتريت مستقيماً دي آزودار (diazotization) می‌شود و نمک دي آزونوم پلیمری (۱۸) به دست می‌آید. سپس نمک دي

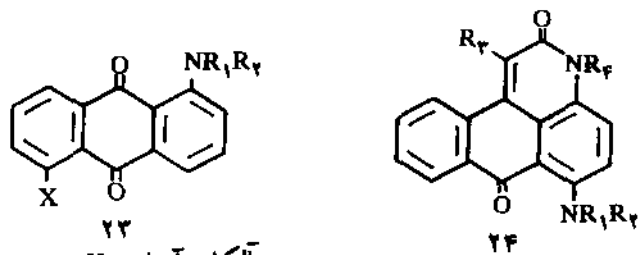


آزونوم پلیمری حاصل با سدیم ۲- نفتول ۶- سولفونات به طور کامل و سریع در محیط آبی قلیایی و سرد جفت می‌شود و رنگ نارنجی ۱۹ را طبق معادله ۵ به وجود می‌آورد.



نمونه خشک رنگ ۱۹ به سرعت در آب حل می‌شود و محلول زلالی با $\lambda_{max} = 475 \text{ nm}$ به دست می‌آید. محلولهای آبی این رنگ پلیمری در مقایسه با مشابه مونومری خود از نظر شدت رنگ غیر قابل تشخیص‌اند (۲۰ و ۲۱). از نظر خصوصیات طیفی پیک جذب مرئی رنگ پلیمری ۱۹ کمی بهتر از دو رنگ مونومری مشابه ۲۰ و ۲۱ است. این پدیده احتمالاً به خاطر برهم کنش بین رنگسازهایی است که در امتداد پیکره پلیمری در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. رنگهای پلیمری دیگر را نیز می‌توان از واکنش نمک دي آزونوم (۱۸) با عوامل جفت شونده مختلف به دست آورد.

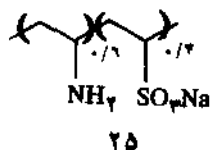
پلیمری آنتراکینون از اتصال این سیستمها روی پیکره پلیمری به دست می آیند.



۲۲
R_۱, R_۲=H, آلکیل, آریل
X=H, NR_۱R_۲

۲۴
R_۱, R_۲, R_۳, R_۴=H, آلکیل, آریل

تعدادی مشتقات سولفو دار نیز تهیه شده اند، ولی رنگهای نهایی فاقد درخشندگی رنگسازهای بدون سولفو می باشند. برای رفع این مشکل کوپلیمری با ساختار ۲۵ تهیه شده است که گروه آمین و سولفونات دارد. (اعداد کسری در ساختار ۲۵ نشان می دهند که به طور کلی پلیمر دارای ۶۰ درصد قسمت آمین و ۴۰ درصد قسمت سولفونات است و به هیچ وجه مربوط به توالی گروهها با نسبتهای یاد شده نمی باشند.) با استفاده از این کوپلیمر حتی آبریزترین رنگسازها را می توان به داخل محیط آبی آورد. از این راه محلولهای زلالی به دست می آید. با به کارگیری این پلیمر و واکنش تراکمی اولمن، رنگهای خوراکی پلیمری قرمز و آبی تهیه شده اند. در شکلهای ۷ و ۸ مراحل سنتز چهار رنگ ۲۶ تا ۲۹ این دسته رنگها نشان داده شده است [۱۹].

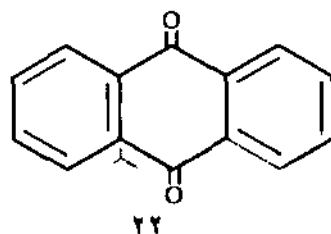


۲۵

رنگهای پلیمری نیتروآنیلین

رنگسازهای نیتروآنیلین گروه بسیار ایده آلی می باشند، زیرا اتصال مستقیم C-N-C بین رنگساز و پیکره پلیمر از راه واکنش جابه جایی هسته دوستی ساده قابل دستیابی است (معادله ۶). از این گروه رنگها همچنین پیش ماده های رنگساز نسبتا ارزان و متنوع از زرد تا قرمز در دسترس است. از آنجا که لازمه یک رنگ خوراکی پلیمری قابلیت حل شدن آن در آب است، رنگساز باید حداقل دارای یک گروه سولفونیک اسید باشد. از مشتقات کلرونیتروبنزن که در مقیاس تجارتي تولید می شوند تاکنون چند رنگ پلیمری سنتز شده اند و از جمله آنها سدیم ۴-کلرو-۳-نیتروبنزن سولفونات (۳۱) به عنوان یک پیش ماده رنگساز ایده آل انتخاب شده است. در شکل ۹ مراحل سنتز رنگ خوراکی پلیمری ۳۱ از این پیش ماده رنگساز نشان داده شده است [۵].
رنگ ۳۱ که دارای خصوصیات آنیونی و کاتیونی است به عنوان یک رنگ آمفولیت در نظر گرفته می شود و در بعضی شرایط pH بسیار محکم به جزء مورد عمل می چسبد. یکی از بهترین راههای

آنتراکینون (۲۲)، که ساختار اصلی این دسته رنگها را تشکیل می دهد، زرد کم رنگ است و در طیف UV آن در متیلن کلرید پیکی در ناحیه $\lambda_{max}=227nm$ مشاهده می شود. اگرچه خود آنتراکینون به عنوان رنگ مطرح نمی شود، ولی وارد کردن گروههای الکترون ده نسبتا ساده به ساختار اصلی آن ترکیباتی را به وجود می آورد که بسته به قدرت الکترون دهی ($OH < NH_2 < NR_2 < NHAr$) در نواحی مختلف طیف مرئی جذب دارند (جدول ۲).



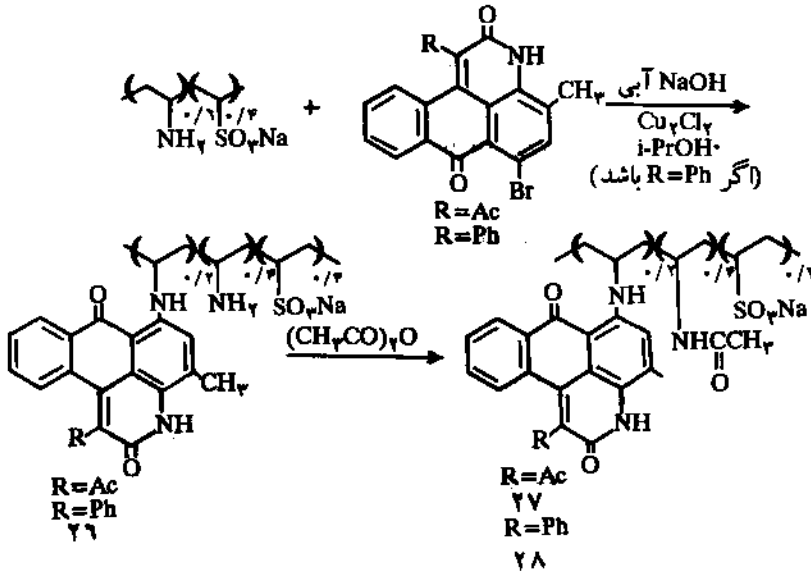
۲۶

جدول ۲ - جذب آنتراکینونهای استخلاف شده.

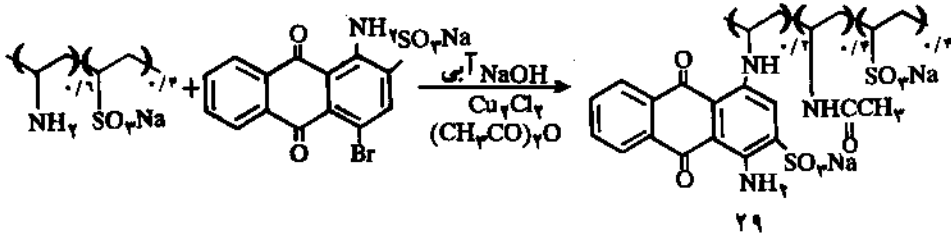
استخلاف	$\lambda_{max}(nm)$
۱- هیدروکسی	۴۰۵
۲- آمینو	۴۶۵
۱- متیل آمینو	۵۰۸
۱- هیدروکسی - ۴- آمینو	۵۲۰
۱ و ۴- دی آمینو	۵۵۰
۱ و ۵- دی آمینو	۴۸۰
۱ و ۴ و ۵- ترا آمینو	۶۱۰
۱ و ۴- دی آنیلینو	۶۲۰

رنگهای آنتراکینونی قرمز رنگ متعددی ساخته شده اند که دارای ساختار عمومی ۲۳ می باشند. انواع مشابه آنها، یعنی آنتراپیریدینونها، نیز با ساختار ۲۳ تهیه شده اند. لازمه رنگ قرمز در این دسته مواد، وجود یک گروه آمینو در موقعیت ۱ آنتراکینونها یا موقعیت ۶ آنتراپیریدینونها می باشد. این مشتقات آمینو معمولا از ترکیبات برم دار مشابه به وسیله واکنش تراکمی اولمن (Ullmann) که با مس (I) کاتالیز می شود به دست می آیند.

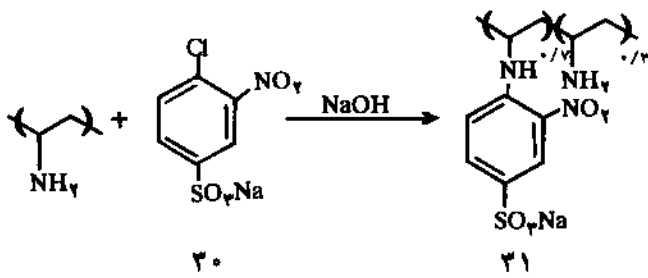
یک نکته در مورد تقریبا تمام پیش ماده های قرمز آنتراکینونی وجود دارد و آن نداشتن گروههای حل شونده سولفونات می باشد.



شکل ۷ - سنتز رنگهای پلیمری آنتراکینون قرمز.



شکل ۸ - سنتز رنگ پلیمری آنتراکینون آبی.

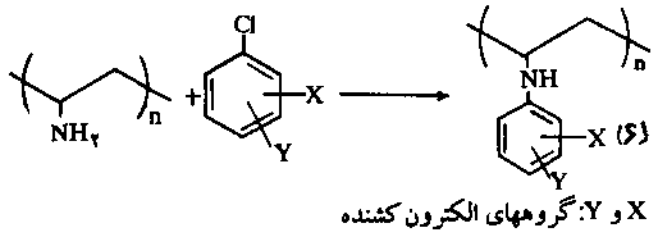


شکل ۹ - سنتز رنگ (زرد) پلیمری نیتروآنیلین.

نتیجه گیری

رنگهای خوراکی که به عنوان افزودنیهای خوراکی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرند، اغلب برای سلامتی انسان مضرند. رنگهای خوراکی پلیمری متعددی از اتصال رنگسازها بر پیکره پلیمری سنتز شده اند که به دلیل حجم زیاد مولکولهای رنگ پلیمری در بدن جذب

تهیه رنگهای کاتیونی استفاده از پلیمرهای کاتیونی مانند پلی (وینیل) آمین است که به مقدار جزئی آن را با رنگسازهای بی بار استخلاف می کنند. چند رنگ کاتیونی پلیمری از دسته رنگسازهای نیتروآنیلینی و آنتراکینونی سنتز شده اند. این رنگها از ترکیبات مشابه آنیونی خود انحلال پذیری کمتری دارند، ولی در آب کمی اسیدی کاملاً حل می شوند. سنتز یکی از مرغوبترین این رنگها (۳۲) در شکل ۱۰ نشان داده شده است. در حال حاضر، این رنگ زرد به عنوان رنگ خوراکی پلیمری توسط شرکت آلد ریچ به فروش می رسد.



X و Y: گروههای الکترون کشنده

4258189, 1981; Chem.Abstr., 94, 2102994-r, 1981.

7 Bunes L.A., US Patent 4182882, 1980; Chem Abstr., 92, 182565-t, 1980.

8 Bellanca N. and Furia T.E., US Patent 4167422, 1979; Chem.Abstr., 92, 43267-j, 1980.

9 Weinsbenker N.M., *Polym.Prepr., Am.Chem.Soc., Div.Polym. Chem.*, 18, 1, 531, 1979.

10 Zaffaroni A., US Patent 3876816, 1975.

11 Höber R. and Höber J., *J.Cell. and Comp.Physiol*, 10, 401, 1937.

12 Dacre J.C., *Metabolic Aspects of Food Safety*, Chapter 5, Academic Press, N.Y., 1969.

13 Mckone H.T., *Bull.Hist.Chem.*, 10, 25-31, 1991.

14 Utsumi I., Ida T., Takahashi S. and Hasimoto T., *Kogyo Kagaku Zasshi*, 73, 1151, 1970.

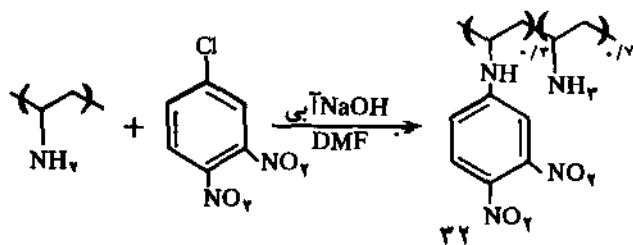
15 Blackhall A., Boyd V., Fishwick B.R., Macheta Z. and Robinson F., Brit.Patent 1269627, 1972.

16 Shiba M., Hiramasa H., Nakano H., Kawano Y., Shigeri Y. and Kondo T., *Polymer.J.*, 4, 366, 1973.

17 Furia T.E., *Food Tech.*, 3, 5, 34, 1977.

18 Dawson D.J., Gless R.D. and Wingard R.E., *J.Am. Chem. Soc.*, 98, 5996, 1976.

19 Dawson D.J., Otteson K.M., Wang P.C. and Wingard R.E., *Macromolecules*, 11, 320, 1978.



شکل ۱۰ - سنتر رنگ (زرد) کاتیونی پلیمری.

نمی‌شوند و از این رو در اثر خوردن محصولات غذایی حاوی این رنگها، زبانی به سلامتی انسان وارد نمی‌شود. رنگهای خوراکی پلیمری را می‌توان با اطمینان در صنایع غذایی مورد استفاده قرار داد. این رنگها، که معمولاً از چهار روش تهیه می‌شوند، از نوع رنگهای پلیمری آرو، آتراكینون و نیتروآنیلین می‌باشند.

مراجع

- Hinton D.M., *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.*, 32, 2, 173-190, 1992.
- Borzelleca J.F. and Hallogan J.B., *ACS Symp.Ser.*, 484, 377-390, 1992.
- Noonan J., *Color Additives in Food*, *CRC Handbook of Food Additives*, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1975.
- Harding R., *Bull.O.I.V.*, 65, 26-35, 1992.
- Dawson D.J., *Aldrichimica Acta*, 14, 2, 23, 1981.
- Wang P.C., Wingard R.E. and Bunes L.A., US Patent