

رنگرزی با رنگهای راکتیو

نقی سعادتجو (دانشیار)

مختار آرامی (استادیار)

ماندانا ویسه (دانشجو)

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

در مقاله حاضر بعد از بررسی تمایز بین رنگینه‌ها و پیگمنت‌ها به عنوان مقدمه، نیروهای موثر در سیستم رنگینه - لیف مطالعه شده، پیوندهای کووالانسی به عنوان قویترین این نیروها در سیستم رنگهای راکتیو-الیاف و لذا مهمترین ویژگی این نوع رنگها می باشد. بعد از ذکر تاریخچه‌ای از پیدایش، ساختمان شیمیائی رنگهای راکتیو به طبقه بندی آنها از نظر رنگرزی و مکانیسمهای مربوطه پرداخته شده است. واکنش رنگرزی با رنگهای راکتیو براساس گروههای راکتیو به چهار نوع واکنش استخلافی نکتوفیلیک دو مولکولی، افزایشی نکتوفیلیک، واکنشهای چند مرحله‌ای افزایشی و حذفی و تشکیل استر با گروه فسفونیک اسید طبقه بندی می شوند و نهایتاً ظهور نسل جدیدی از رنگهای راکتیو به نام رنگهای راکتیو دو عاملی در مقایسه با رنگهای راکتیو معمولی مورد بررسی قرار گرفته و ارجحیت آنها توضیح داده شده است.

Dyeing with Reactive Dyes

N. Saadatjou
Associate Prof.,

M.Arami
Assistant Prof.,

M. Veisheh
Student

Textile Eng. Dept Amirkabir University

ABSTRACT:

In this paper differences between dyes and pigments discussed as a introduction and effective forces in dye- fibre system were studied. The covalent bonds as a powerful forces in reactive dye-fibre system is a major especification of this dyes. The chemical constitution of reactive dyes, classification according to dyeing mechanism were explained. According to type of reactive groups, dyeing reaction with reactive dyes classified to: (a) bimolecular nucleophilic reaction, (b) nucleophilic addition, (c) several addition and elimination reactions and, (d) ester formation with phosphonic acid group. Finally development of new generation of reactive dyes (i.e. bifunctional reactive dyes) in contrast with common reactive dyes investigated and their advantages were explained.

Electrophilic reactive group, Bridge link,
Nucleophilic leaving group, Chromogen,
Exhaustion, Affinity, Fixation rate.

کلمات کلیدی

رنگرزی، رنگهای راکتیو دو عاملی، الیاف، گروه راکتیو
الکترون دوست، اتصال پل دار، گروه ترک کننده هسته
دوست، کروموزن، رمق کشی، میل ترکیبی، سرعت تثبیت.

مقدمه

علوم و تکنولوژی رنگ در برگیرنده فیزیک رنگ، شیمی

Dyeing, Bifunctional reactive dyes, Fibres,

رنگ، رنگرزی در صنایع نساجی و رنگ آمیزی در دیگر صنایع بوده و از این دیدگاه مواد رنگی یا رنگزا به دو نوع رنگینه‌ها (Dyes) و رنگدانه‌ها (Pigments) طبقه‌بندی می‌شوند. این دو نوع از نظر مکانیسم و نحوه کاربردشان با همدیگر تفاوت دارند. بدین صورت که، پیگمنت‌ها در محیطی که بکار برده می‌شوند نامحلول بوده و معمولاً بوسیله ترکیبات کمکی به سوبسترا اتصال پیدا می‌کنند. مثلاً اتصال یا چسبندگی در رنگهای ساختمانی و صنعتی و پلاستیکها توسط رزین انجام می‌گیرد. مهمترین کاربرد آنها در تهیه رنگهای پوشش سطح است. اما رنگها در شکل مایع (به صورت کاملاً محلول و یا نیمه محلول) با سوبستراهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و عمده ترین کاربردها در رنگرزی منسوجات است. دیگر سوبستراهای بکار رفته چرم، کاغذ، مو و غیره می‌باشند [۱].

در سیستم رنگدانه - سوبسترا، سوبسترا وارد واکنش شیمیایی نمی‌شود و حال آنکه در سیستمهایی که در آنها از رنگینه استفاده می‌شود، میل ترکیبی شیمیایی ویژگی مهم به حساب می‌آید. چون بحث در مورد سیستمهای اول از حوصله این مقاله خارج است آنرا کنار گذاشته و به سیستمهای رنگینه - سوبسترا که کاربردهای عمده مواد رنگی را شامل می‌گردد، می‌پردازیم.

از مهمترین سیستمهای رنگینه-سوبسترا، سیستم رنگینه-لیف بوده که با فرآیند و یا واکنش رنگرزی از آن یاد می‌شود. نیروهای مؤثر در رنگرزی و به عبارتی کشش بین لیف و رنگینه با مکانیسمهای گوناگونی قابل توضیح می‌باشند. اهم این مکانیسمها عبارتند از [۲]:

الف - جذب سطحی فیزیکی: رنگرزی سلولز با رنگهای مستقیم توسط پیوندهای هیدروژنی و نیروهای واندروالس.
ب - محلول حامد: رنگرزی پلی استر با رنگهای دیسپرس.

ج - تجمع نامحلول در لیف: رنگرزی پنبه با رنگهای خمی.
د - پیوندهای یونی یا نیروهای الکترواستاتیک: رنگرزی الیاف پلی آمیدی با رنگهای آنیونی و آکرلیک با رنگهای

کاتیونی.

ه - پیوندهای کووالانسی: رنگرزی با رنگهای راکتیو پیوندهای کووالانسی به عنوان قویترین اتصال و کشش بین رنگینه‌ها و الیاف، ویژگی اصلی نوعی از رنگینه‌هاست که بنام رنگینه‌های راکتیو معروف می‌باشند.

رنگینه‌های راکتیو

این رنگینه‌ها ترکیباتی هستند که در آنها گروههای مناسب برای تشکیل پیوند کووالانسی بین اتم کربن، یون یا مولکول رنگینه با اکسیژن و نیتروژن گروه هیدروکسی و آمینوی الیاف وجود دارند. پیوند کووالانسی به عنوان قویترین اتصال باعث ثبات این رنگینه‌ها در مقابل شستشو می‌شوند [۳].

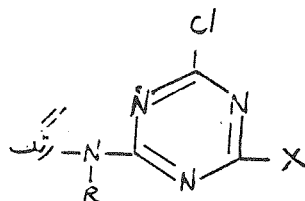
رنگینه‌های راکتیو برای اولین بار در سالهای ۵۶-۱۹۵۴ توسط راتی و استفان در ICI تحت عنوان «پروسیون‌ها» مورد استفاده عملی پیدا کردند [۴] و تقریباً در همین سالها شرکت CIBA، رنگینه‌های راکتیو دیگری با نام سیباکرون به بازار عرضه نمود. رنگینه‌های پروسیون دارای گروههای راکتیو ۲ و ۴- دی کلرو تری آزینیل آمینو هستند و اغلب دارای دو اتم کلر بوده که توسط خاصیت الکترون گیرندگی اتمهای نیتروژن فعال می‌شوند و از این طریق به تشکیل پیوند کووالانسی کمک می‌کنند. رنگینه‌های راکتیو اولیه برای رنگرزی الیاف سلولزی مورد استفاده قرار گرفتند. فرمول ساختمانی و کلی این رنگینه‌ها عبارتند از [۵]:

پروسیون (ICI):

سیباکرون پرونت (CGY):

پروسیون H (ICI):

سیباکرون پرونت (CGY):



جدول (۱) مجموعه‌ای از رنگینه‌های راکتیو را برحسب نوع شیمیایی سال عرضه به بازار و کاربرد برای الیاف مختلف را نشان می‌دهد [۶].

جدول (۱) مروری بر رنگهای راکتیو

سال	تولیدکننده	نام رنگ	نوع شیمیائی	مکانیسم	الیاف
۱۹۳۲	آی گ	سوپرآمین- اورانژ R	ω - کلرواستیل آمینو	استخلافی	پشم
۱۹۵۲	هوخت	ریمالان	وینیل سولفون، β - سولفاتو استیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۵۴	سیبا	سیبالان برلیانت	ω - کلرو استیل آمینو	استخلافی	پشم
۱۹۵۶	آی سی آی	پروسیون M	دی کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	آی سی آی	پروسیون M	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	سیبا	سیباکرون	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	هوخت	ریمازول	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	سلولز
۱۹۵۸	هوخت	ریمالان- فست E	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۰	ساندوز	دریمان	تری کلرو پیریمیدین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۰	گایگی	راکتون	تری کلرو پیریمیدین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۰	بایر	لوفیکس	سولفاتو اتیل سولفون آمید	افزایشی	سلولز
۱۹۶۱	بایر	لوفیکس	۲ و ۳- دی کلرو کینوکسالین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۱	سیبا	سیباکرولان	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	پشم
۱۹۶۱	بی آس اف	پریمازین	کلرو پروپیل آمید، سولفاتو پروپیل آمید	افزایشی	سلولز
۱۹۶۲	ساندوز	لانازین آبی FBL	α - کلرو آکریل آمیدو	افزایشی و استخلافی	پشم
۱۹۶۲	ساندوز	دریمالان	ω - کلرو استیل آمیدو	استخلافی	پشم
۱۹۶۳	هوخت	ریمازولون	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۳	فران کالر	ریتکس الیسیان بعدی	دی کلرو فتالازین، بنز کلرو تیزول	استخلافی	سلولز
۱۹۶۴	آی سی آی	پروسیلان	آکریل آمیدو، ω - کلرو استیل آمینو	افزایشی و استخلافی	پشم
۱۹۶۴	بی آس اف	پریمازین P	دی کلرو پیریدازون	استخلافی	سلولز
۱۹۶۶	سیبا	لانازول	β - برومو آکریل آمید	افزایشی	پشم

ادامه جدول (۱)

سال	تولیدکننده	نام رنگ	نوع شیمیائی	مکانیسم	الیاف
۱۹۶۷	سومیتومو	لانافیکس	سولفاتو اتیل سولفون آکریل آمید	افزایشی	پشم
۱۹۶۷	کاسلا	سولیدازول N	وینیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۷	بایر	لانافیکس P	متیل سولفونیل کلرومتیل پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	بایر	لوفیکس E-A وروفیکس	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	ساندوز	دریمالان F دریمارن K و R	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	گایگی	راکتولان	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	هوخست	هوستالان	متیل تورین اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۷۱	سیبا	سیباکرون - پرونت	۲-کلرو -۴- متوکسی تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	آی سی آی	پروسیون H-E	بیس - مونوکلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	سیانامید	کالکوباند	N - متیلول	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	هوخست	ریمازول H و D	β - سولفواتیل سولفونامید، دی آلکیل آمینو اتیل سولفون	افزایشی	سلولز
۱۹۷۷	آی سی آی	پروسیون T	فسفونیک اسید	استخلافی	سلولز
۱۹۷۸	سیبا-گایگی	سیباکرون F	مونو فلورو - ۴ - تری آزین	استخلافی	سلولز

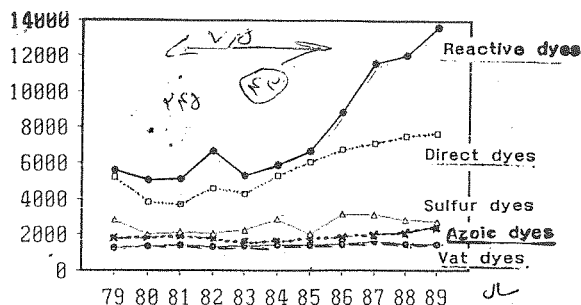
از آنجائی که مهمترین مورد استفاده رنگینه‌های راکتیو در رنگری الیاف سلولزی بوده و هست لذا بهتر است این رنگینه‌ها را با دیگر رنگهائی که در رنگری الیاف سلولزی مورد استفاده قرار می‌گیرند مقایسه کنیم. جدول (۲) جمع‌بندی این مقایسه را ارائه می‌کند.

جدول (۲) مقایسه رنگینه‌های الیاف سلولزی

رنگینه‌ها	شروع	کیفیت		
		شفافیت	رمق‌کشی	خواص ثباتی
رنگینه‌های گوگردی	۱۸۸۳	×	Δ	×
رنگینه‌های مستقیم	۱۸۸۴	Δ	○	×
رنگینه‌های خمی	۱۹۰۱	Δ	○	⊙
رنگینه‌های آزوئیک	۱۹۱۲	○	Δ	○
رنگینه‌های راکتیو	۱۹۵۶	⊙	Δ	○

⊙: عالی ○: خوب Δ: مناسب ×: نامناسب

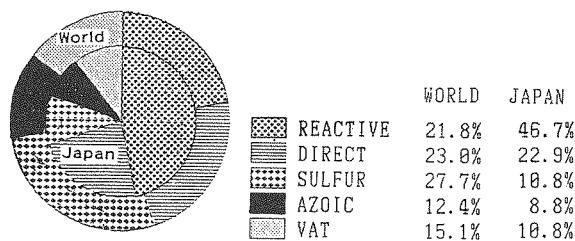
افزایش استفاده از رنگینه‌های راکتیو مخصوصاً در کشور ژاپن بارز بوده و شکل (۲) آنرا نشان می‌دهد [۸]:



شکل (۲) مقایسه مصرف مهم‌ترین رنگینه‌های الیاف سلولزی در ژاپن

به مرور زمان بر مصرف رنگینه‌های راکتیو افزوده شده و مخصوصاً این موضوع در کشور ژاپن که بیشترین پژوهش را در مورد رنگینه‌های راکتیو انجام داده مشخص تر است.

شکل (۱) مقایسه‌ای از نظر کاربرد بر پنج نوع رنگینه مهم در جهان برای الیاف سلولزی را در مقایسه با ژاپن نشان می‌دهد [۷].



شکل (۱) مصرف رنگینه‌های مهم الیاف سلولزی در جهان

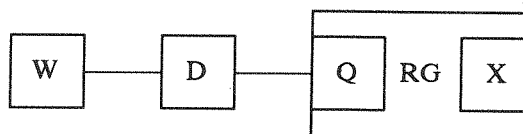
رنگینه‌های راکتیو را از دیدگاهی به سه نسل می‌توان تقسیم بندی کرد توسعه این رنگینه‌ها را با خصوصیات و مثال نمونه برای هر کدام می‌توان به صورت جدول ۳ نشان داد.

جدول ۳: توسعه رنگینه‌ها

خصوصیات	مثال نمونه	۱۹۸۰ ۱۹۷۰ ۱۹۵۶		
		←	←	←
برای رنگرزی پشم و چاپ الیاف سلولزی	پروسیون H (ICI) ریمازول (HOE)		←	←
برای رنگرزی رمق کشی	لوافیکس E-A (BAY) پروسیون HE (ICI)		←	←
رمق کشی و ثبات بالا	سیباکرون C,F (CGY) سومیفیکس سوپرا (Sum)	←		

ساختمان کلی رنگینه‌های راکتیو را می‌توان به صورت زیر

نشان داد: [۹]



که در آن:

RG: گروه یا گروه‌های راکتیو الکتروفیلیک

Q: اتصال پل دار

X: گروه ترک کننده نوکلئوفیلیک

D: کروموزن

W: گروه یا گروه‌های حل کننده در آب

طبقه‌بندی رنگهای راکتیو و مکانیسم رنگری راکتیو

از دیدگاههای مختلف می‌توان رنگهای راکتیو را طبقه‌بندی کرد، اما شاید مهمترین بررسی این رنگها از نقطه نظر مکانیسم واکنش رنگری براساس گروههای راکتیو باشد. بر این اساس چهار نوع رنگ راکتیو وجود خواهد داشت [۱۰]:

۱- گروههایی که توسط استخلاف نکلئوفیلیک دو مولکولی وارد واکنش می‌شوند. واکنش به صورت فرمول (۱) در ضمیمه می‌باشد.

HY گروه عاملی سوبسترای نساجی (مثلاً در سلولز به صورت $\bar{O}R$ و در آب مثل $\bar{O}H$) است.

مهمترین مثالهای واقعی رنگهای راکتیو در این طبقه‌بندی قرار داشته و شامل انواع شیمیائی مونوکلروتری آزینیل (MCT)، دی کلروتری آزینیل (DCT)، مونوفلوروتری آزینیل (MFT)، وینیل سولفون (VS) و غیره می‌باشد.

تعدادی از مثالهای بعنوان نمونه با ذکر ساختمان شیمیائی آنها در زیر آورده می‌شود:

از نوع دی کلروتری آزینیل (DCT) مثل پروسیون MX

(به فرمول (۲) در ضمیمه رجوع کنید)

از نوع مونو کلروتری آزینیل (MCT)،

مونوفلوروتری آزینیل (MFT) و

وینیل سولفون (VS)

(به فرمول (۳) در ضمیمه رجوع کنید)

مثالها:

سیباکرون و پروسیون H

: $(X=C1, Z=NHR, NHAr, NR_1R_2, NRAr)$

F سیباکرون : $(X=F, Z=NR_1R_2, NRAr)$

سیباکرون پرونت : $(X=C1, Z=OR)$

پروسیون SP : $(X=C1, Z=SO_3H)$

: سومیفیکس سوپرا*

$(X=C1, Z=NH-C_6H_4 - m - SO_2$

$CH_2CH_2OSO_3H)$

ریمازول :

$(X=C1, Z=NH-C_6H_4 - p - SO_2$

$CH_2CH_2OSO_3H)$

* سیباکرون C :

$(X=F, Z=NH-alkylene-SO_2CH=CH_2)$

پروسیون سوپرا* :

(به فرمول (۴) در ضمیمه رجوع کنید)

مونو - (متا - کربوکسی پیریدینیم) - تری آزینها :

(فرمول (۵) ضمیمه) : کایاسلون راکت

۲ و ۴ و ۵- تری هالوژنو پیریمیدینها :

دریمارن X, Z : $(X=CL)$

$(X=F)$: دریمارن K, R، دریمالان F، لوافیکس P-A،

وروفیکس ۲ و ۳- دی کلروکینواکسالین :

(فرمول ۶ در ضمیمه) : لوافیکس E

* رنگهای راکتیو دو عاملی

فعالیت شیمیائی این گروههای راکتیو به صورت زیر و

براساس اصول شیمی فیزیک آلی می‌باشد:

دریمارن X و Z > سیباکرون و پروسیون H > سیباکرون

پرونت > سیباکرون mF لوافیکس E > پروسیون MX

۲- گروههایی که براساس مکانیسم افزایشی نکلئوفیلیک

وارد واکنش می‌شوند. واکنش کلی (فرمول ۷ در ضمیمه

آمده است)

رنگهای راکتیو دیسپرس (رنگهای پروسینیل)

۳- گروههایی که با چندین مرحله، واکنش افزایشی و

حذفی با گروههای نکلئوفیلیک لیف انجام می‌دهند. مثال

نمونه در این مورد رنگهای لانازول یا رنگهای راکتیو از نوع

α - برمواکریل - آمید هستند که در رنگری الیاف پشمی

مورد استفاده قرار می‌گیرند مکانیسم رنگری این رنگها با

پشم به صورت فرمول ۸ ضمیمه است [۱۱] :

۴- گروههای راکتیوی که با تشکیل استر توسط گروه فسفونیک اسید وارد واکنش می شوند. واکنش کلی به صورت فرمول ۹ ضمیمه است:

مثال واقعی: پروسیون T که بعداً به رنگینه‌های پروسیلین معروف شدند. این رنگینه‌ها بوسیله شیمییدانهائی کشف شده‌اند که در صنایع نساجی مشغول کار بودند [۱۲].

در رنگرزی با رنگینه‌های راکتیو غیر از گروههای راکتیو، دیگر اجزاء ساختمانی آنها نیز تاثیر می گذارند. مثلاً با تغییر گروه ترک کننده نوکلئوفیلیک (X) می توان رنگهای متنوعی را سنتز نمود [۱۳]، به فرمول ۱۰ ضمیمه رجوع شود.

Sumifix Supra Brilliant Red 2BF:
(A=o-SO₃H, B=m-SO₂ CH₂CH₂OSO₃H)
(C. I. Reactive Red 194)

Remazol Red RB: (A= p-SO₂CH₂CH₂OSO₃H,
B=m-SO₃H)
(C. I. Reactive Red 198)

Remazol Red FG: (A=o-SO₃H, B=p-SO₂
CH₂CH₂OSO₃H)
(C. I. Reactive Red 227)

اتصال پل دار (Q) نیز موجب تاثیراتی در چهار عامل فعالیت شیمیائی سیستم راکتیو، سرعت تثبیت، پایداری رنگرزی راکتیو و بالاخره میل ترکیبی سلولز می گردد. قسمت کروموژن رنگ (D) نیز تامین کننده فام رنگینه‌های راکتیو بوده و برای تهیه رنگهای زرد، نارنجی و قرمز از کروموژن مونوآزو، برای رنگهای بنفش و آبی از کمپلکس - فلزی، مونو دی آزو و برای رنگهای آبی روشن از کروموژنهای آنتراکینونی، فتالوسیانین، کمپلکس مس فورمازان و تری فنودی اکسازین [۱۴]، استفاده می شود. نهایتاً برای رنگرزی سلولز و الیاف پروتئین، وجود ۱ تا ۴ گروه سولفونیک اسید (W) در رنگینه‌های راکتیو ضروری است.

رنگینه‌های راکتیو جدید (رنگینه‌های راکتیو دو عاملی)

با همه اینکه رنگینه‌های راکتیو بعنوان یکی از مهمترین رنگینه‌ها برای رنگرزی الیاف مختلف مخصوصاً الیاف سلولزی مورد استفاده قرار می گیرند اما هنوز هم از نظر خواص رنگرزی دارای اشکالاتی است که آنها را می توان به صورت جمع بندی شده توسط جدول (۴) نشان داد.

جدول ۴- مسائل موجود در رنگرزی الیاف سلولزی با رنگینه‌های راکتیو

مشکل و نتیجه	خواص رنگرزی
رنگرزی خیلی گران، رنگی شدن بالای پساب	درجه پائین رمق کشی و تثبیت
تکرارپذیری و یکنواختی ضعیف	حساسیت به شرایط رنگرزی
تغییر رنگ	اکسیداسیون / احیاء با عرق و نور
تغییر رنگ	اکسیداسیون با کلر فعال موجود در آب
لکه دار شدن و رنگ پس دادن	هیدرولیز توسط گازهای اسیدی آتمسفر

اولین بار توسط گروه Abeta در شرکت Sumitomo ژاپن در دهه ۱۹۷۰ تحت عنوان Sumifix Supra سنتز و مورد مطالعه قرار گرفتند [۱۵]. این رنگینه‌ها براساس مطالعات مقدماتی روی ساختمان شیمیائی، خواص رنگرزی و

برای فائق آمدن به اشکالات بالا، نسل جدیدی از رنگینه‌های راکتیو به نام رنگینه‌های دو عاملی مخصوصاً با گروههای عاملی مختلف (گروه مونوکلروتری آزینیل و وینیل سولفون) تهیه و به بازار عرضه شده‌اند. این رنگها

- Res. J., 56 (1986) 447.
- [12] B.L.Mc Connell, L.A. Graham & R.A. Swidler, Text. Res. J. 49 (1979) 458.
- [13] S.Abeta, K. Akahon, U. Meyer & H. Zollinger, JSDC, 107 (1991) 12.
- [14] A.H.M. Renfrew, Rev. Prog. Coloration, 15 (1985) 15.
- [15] S.Fujioka & S.Abeta, Dyes and Pigments, 3 (1982) 281.
- [16] J.P. Luttringer & A. Tzikas, Textilveredlung, 25 (1990) 311.

خواص ثباتی تهیه شده و تکرارپذیری رنگرزی آنها به مقدار خیلی زیاد تصحیح گردیده است. این رنگها خواص ثباتی و یکنواختی را نیز تقویت کرده و به دلیل رمقکشی بالا، پساب رنگرزی را کمتر رنگی می نمایند.

نوع دیگری از رنگینه های راکتیو دو عاملی، رنگهائی هستند که دارای دو گروه دو عاملی مشابه هستند و شرکت ICI آنها را تحت عنوان «پروسیون سوپرا» به بازار عرضه کرده است. بعد از سال ۱۹۸۸ نیز سیباگایگی نوع دیگری از این رنگینه های راکتیو دو عاملی را با گروههای مونوفلورو و وینیل سولفون تحت نام سیباکرون C معرفی نموده است [۱۶].

منابع

- [۱] نقی سعادتجو، «شیمی و تکنولوژی رنگ»، انتشارات نیما، تبریز، سال ۱۳۶۴، ص ۳۱.
- [2] I.D. Rattee, "The Physical Chemistry of Dye Adsorption" Academic Press, 1976, p.244.
- [۳] منبع ۱، ص ۱۷۰.
- [4] I.D. Rattee & Stephen, BP 772030. BP 774 925, BP, 781 930
- [5] D.R. Waring & G. Halles "The Chemistry and Application of Synthetic Dyes", Plenum Bess, London, 1990, p.51.
- [6] D.M. Lewis, JSDC, 98 (1982) 165.
- [7] Sumitomo Chemical Co., Technical Information, 1993, p.3.
- [8] S.Abeta & K. Imada, Rev. Prog. Coloration 20 (1990) 19.
- [9] H. Zollinger, Color Chemistry, VCH, Weinheim, 1991, p. 168.
- [10] C.L Bird Ed., "Theory of Coloration of Textile", SDC Publ., Bradford, 1988, p.330.
- [11] P.Ball, U. Meyer & H. Zollinger, Text.

