

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه گیلان

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی - گرایش شیمی کاربردی

عنوان:

سنتز و مطالعه فعالیت آنتی باکتریال و آنتی اکسیدان رنگینه‌های آزوی

جدید بر پایه ترکیب ۵- آریلیدین-۴،۲- تiazولیدینون

از:

مستانه صفر نژادشاد

استادان راهنما:

دکتر اسفندیار علیزاده

دکتر اسداله محمدی

بهمن ۱۳۹۲

با سپاس فراوان از استاد راهنمای فرزانه ام

این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم

در اجرای این پروژه همواره رهبن منت انسان های شریف و آزاده ای هستم که از ابتدای ورود اینجانب به دوره کارشناسی ارشد تلاشی وافرد راستای پیشرفت علمی من داشته اند.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر اسفندیار علیزاده، استاد راهنمای بزرگوارم، سپاسگزارم.

سپاسگزارم از جناب آقای دکتر اسداله محمدی، استاد راهنمای فرزانه ام، که در مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد افتخار شاگردی در محضرشان را داشته ام و بار راهنمایی های ارزنده و توصیه های دلوزانه مسیر پیشرفت را بر من آسان نمودند.

از مادر و پدر نازنینم به خاطر زحمات و حمایت های بی دریغ و بی کرانشان و از خواهر عزیز و برادران مهربانم کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای پروفور نصرت... محمودی و سرکار خانم دکتر ناز چای بخش، داوران محترم، که به اینجانب افتخار داده و داوری پایان نامه را پذیرفتند کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر روحی، مدیر محترم گروه شیمی و از کارشناسان آزمایشگاه های شیمی و کارمندانی که در این گروه زحمت می کشند بسیار سپاسگزارم.

از زحمات آقایان مهندس مهدی رسا و دکتر غفوری کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از زحمات اساتید محترم، دانشجویان، کارمندان و همکاران صمیمی و مهربان دانشگاه کیلان کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. در پایان از همه

دانشجویان و دوستان خوبم در آزمایشگاه تحقیقاتی دکتر محمدی، خانم بار سنجکش و روحی نژاد، جناب آقای دکتر یوسفی و همچنین دوستان خوبم در

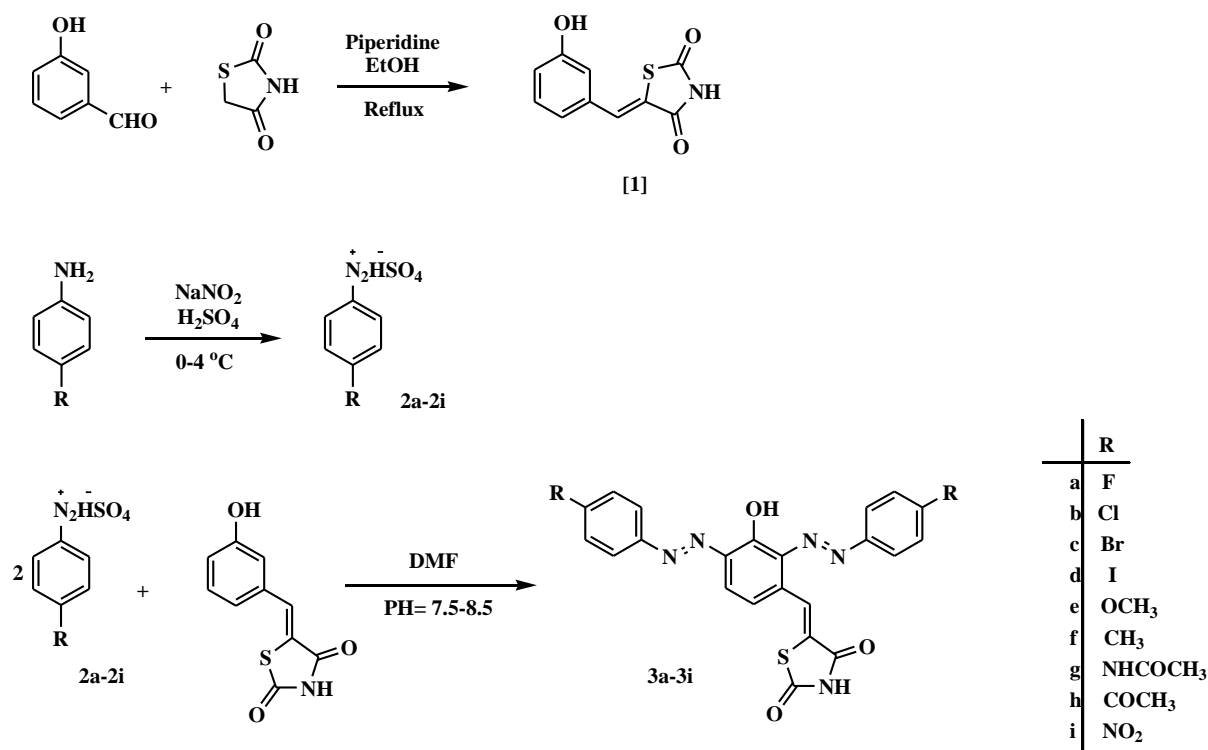
آزمایشگاه های تحقیقاتی دکتر فلاح شجاعی، دکتر غفوری و مهندس رسا، به ویژه جناب آقای تقهانی، که خاطرات خوش این دوره را برایم رقم

زدند صمیمانه قدردانی می کنم.

چکیده:

سنتر و مطالعه فعالیت آنتی باکتریال و آنتی اکسیدان رنگینه‌های آزوی جدید بر پایه ترکیب ۵-آریلیدین-۴،۲-تiazولیدینون مستانه صفرنژاد شاد

رنگینه‌های آزو گروه مهمی از مواد رنگزای آلی هستند که در زمینه‌های متنوعی از قبیل رنگرزی الیاف نساجی، مطالعه‌های پزشکی- بیولوژیکی و کاربردهای پیشرفته دیگر استفاده می‌شوند. در این پایان نامه، رنگینه‌های بیس آزوی جدید حاوی بخش فعال بیولوژیکی ۴،۲-تiazولیدین (۳a-i) در دو مرحله با استفاده از تراکم نووناگل و واکنش دی آزوت-جفت شدن با بازده‌های آلی سنتز شدند. ساختار رنگینه‌ها بوسیله روش‌های اسپکتروسکوپی UV-vis، IR، $^1\text{H NMR}$ و $^{13}\text{C NMR}$ تایید شدند. رفتار سولواتوکرومیسمی رنگینه‌ها با در نظر گرفتن ویژگی‌های جذبی آنها در حلال‌های مختلف ارزیابی شد. نهایتاً فعالیت‌های آنتی باکتریال و آنتی اکسیدان ترکیبات تهیه شده ۳a-i به طور کامل بررسی شدند.



کلید واژه‌ها: رنگینه‌های بیس آزو، ۴،۲-تiazولیدینون، اثر حلال، فعالیت آنتی باکتریال، فعالیت آنتی اکسیدان

عنوان	صفحه
فهرست شماها.....	خ.....
فهرست شکل‌ها.....	د.....
فهرست جدول‌ها.....	ذ.....
چکیده فارسی.....	ر.....
چکیده انگلیسی.....	ز.....
فصل اول: مقدمه و تئوری	
۱ مقدمه.....	۲.....
۱-۱ مفهوم رنگ.....	۶.....
۱-۲ رابطه نور و ترکیبات آلی (مفهوم رنگ از نظر فیزیکی).....	۶.....
۱-۳ رابطه بین ساختمان شیمیایی و جذب نور (مفهوم رنگ از نظر شیمیایی).....	۷.....
۱-۳-۱ تئوری ویت.....	۷.....
۱-۳-۲ تئوری آرمسترانگ.....	۷.....
۱-۳-۳ تئوری نیتزکی.....	۸.....
۱-۳-۴ تئوری پیوند ظرفیتی.....	۸.....
۱-۴ دسته بندی مواد رنگزا.....	۸.....
۱-۴-۱ گروه‌های رنگساز.....	۸.....
۱-۴-۲ گروه‌های پل دهنده.....	۹.....
۱-۵ رنگسازهای آزو.....	۱۰.....
۱-۶ روش عمومی سنتز رنگینه‌های آزو.....	۱۰.....
۱-۷ اجزای دی آزو.....	۱۰.....
۱-۸ اجزای کوپل شونده.....	۱۱.....
۱-۹ رنگ و اثرات استخلاف.....	۱۱.....
۱-۱۰ رنگ و پدیده سولواتوکرومیسم.....	۱۲.....
۱-۱۱ پدیده توتومریسم.....	۱۴.....
۱-۱۲ بررسی فعالیت‌های بیولوژیکی.....	۱۵.....

۱۸.....	۱-۱۲-۱ بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی.....
۱۸.....	۱-۱-۱۲-۱ آنتی اکسیدان های طبیعی.....
۲۰.....	۲-۱-۱۲-۱ آنتی اکسیدان های سنتزی.....
۲۱.....	۳-۱-۱۲-۱ مکانیسم های عمل ترکیبات آنتی اکسیدانی.....
۲۱.....	۴-۱-۱۲-۱ روش های تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی.....
۲۲.....	۱-۴-۱-۱۲-۱ DPPH روش.....
۲۳.....	۲-۴-۱-۱۲-۱ FRAP روش.....
۲۵.....	۲-۱۲-۱ بررسی فعالیت آنتی باکتریال.....
	فصل دوم: بحث و نتیجه گیری
۲۹.....	۲ هدف تحقیق.....
۳۰.....	۱-۲ سنتز ترکیب کوپل شونده ۵-۳-۳- هیدروکسی بنزیلیدن-۴،۲- تiazولیدین دیون.....
۳۳.....	۲-۲ سنتز رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- فلئورو فیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزیلیدن-۴،۲- تiazولیدینون (۳a).....
۳۹.....	۳-۲ مطالعه خواص جذبی و سولواتو کرومیسمی رنگینه های آزو سنتز شده (۳a-i).....
۴۲.....	۴-۲ بررسی اثر pH بر روی طیف جذبی رنگینه های بیس آزوی سنتز شده (۳a-i).....
۴۴.....	۵-۲ بررسی اثر استخلاف بر روی رنگینه های بیس آزوی سنتز شده (۳a-i).....
۴۴.....	۶-۲ بررسی فعالیت آنتی باکتری رنگینه های سنتز شده (۳a-i).....
۴۴.....	۱-۶-۲ Zone روش.....
۴۶.....	۲-۶-۲ MIC روش.....
۴۷.....	۷-۲ بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی رنگینه های بیس آزوی ۳a-i.....
۴۷.....	۱-۷-۲ FRAP روش.....
۴۹.....	۲-۷-۲ DPPH روش.....
۵۲.....	۸-۲ نتیجه گیری.....
۵۲.....	۹-۲ پیشنهاد برای کارهای آینده.....
	فصل سوم: کارهای تجربی
۵۴.....	۳ کارهای تجربی.....
۵۴.....	۱-۳ تکنیک های عمومی.....

۵۵.....	۲-۳ سنتز ترکیب کوپل شونده ۵-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدین دیون (1)
۵۵.....	۳-۳ روش عمومی برای تهیه نمک‌های دی آزونیموم از مشتقات آنیلینی استخلاف شده با گروه‌های عاملی مختلف
۵۶.....	۴-۳ روش عمومی سنتز رنگینه‌های هتروسیکلی بر پایه ترکیب جفت شونده ۵-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدین دیون
۵۶.....	۱-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-فلوئورو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳a)
۵۷.....	۲-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-کلرو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳b)
۵۸.....	۳-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-برومو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳c)
۵۹.....	۴-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-یدو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳d)
۶۰.....	۵-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-متوکسی فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳e)
۶۱.....	۶-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-متیل فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳f)
۶۲.....	۷-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-استامیدو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳g)
۶۳.....	۸-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-استیل فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳h)
۶۴.....	۹-۴-۳ سنتز رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-نیترو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳i)
۶۵.....	۵-۳ بررسی خواص ضد میکروبی رنگینه‌های بیس آزوی سنتز شده (۳a-i)
۶۶.....	۱-۵-۳ Zone روش
۶۶.....	۱-۵-۳ MIC روش
۶۷.....	۶-۳ بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی رنگینه‌های بیس آزوی سنتز شده (۳a-i)
۶۷.....	۱-۶-۳ ظرفیت آنتی اکسیدانی کل
۶۸.....	۲-۶-۳ DPPH سنجش

فصل چهارم: طیف‌ها

ترکیب کوپل شونده ۵-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدین دیون (1)

۷۱.....	(1) IR
۷۱.....	(1) ¹ H NMR
	رنگینه ۵-۴,۲-بیس (۴-فلوئورو فنیل آزو)-۳-هیدروکسی بنزیلیدن-۴,۲-تiazولیدینون (۳a)
۷۲.....	(۳a) IR
۷۳.....	(۳a) ¹ H NMR

۷۴.....	¹³ C NMR (۳a)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- کلرو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳b)
۷۵.....	IR (۳b)
۷۶.....	¹ H NMR (۳b)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- برومو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳c)
۷۸.....	IR (۳c)
۷۸.....	¹ H NMR (۳c)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- یدو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳d)
۸۰.....	IR (۳d)
۸۰.....	¹ H NMR (۳d)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- متوکسی فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳e)
۸۲.....	IR (۳e)
۸۲.....	¹ H NMR (۳e)
	طیف IR رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- متیل فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳f)
۸۴.....	IR (۳f)
۸۴.....	¹ H NMR (۳f)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- استامیدو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳g)
۸۶.....	IR (۳g)
۸۷.....	¹ H NMR (۳g)
۸۹.....	¹³ C NMR (۳g)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- استامیدو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳h)
۹۰.....	IR (۳h)
۹۱.....	¹ H NMR (۳h)
	رنگینه ۵-۴،۲- بیس (۴- نیترو فنیل آزو)-۳- هیدروکسی بنزلیدن)-۴،۲- تiazولیدینون (۳i)
۹۳.....	IR (۳i)
۹۳.....	¹ H NMR (۳i)

مراجع..... ۹۷

ضمائم..... ۹۹

شما	صفحه
شمای ۱-۲ مراحل سنتز رنگینه‌های بیس آزو ۳a-i	۲۹
شمای ۲-۲ ادامه مراحل سنتز رنگینه‌های بیس آزوی ۳a-i	۳۰
شمای ۳-۲ انواع فرم های توتومری رنگینه‌های بیس آزوی ۳a-i	۳۹
شمای ۴-۲ ساختار سه فرم توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳a	۳۳
شمای ۱-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳a	۵۷
شمای ۲-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳b	۵۸
شمای ۳-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳c	۵۹
شمای ۴-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳d	۶۰
شمای ۵-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳e	۶۱
شمای ۶-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳f	۶۲
شمای ۷-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳g	۶۳
شمای ۸-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳h	۶۴
شمای ۹-۳ فرم‌های توتومری T_1, T_2 و T_3 مربوط به رنگینه ۳i	۶۵

شکل	صفحه
فصل اول: مقدمه و تئوری	
شکل ۱-۱ واکنش رنگ‌های پروس با الباف سلولزی.....	۴
شکل ۲-۱ روش عمومی سنتز رنگینه‌های آزو.....	۱۰
شکل ۳-۱ ساختار رنگینه‌های سنتز شده.....	۱۲
شکل ۴-۱ ساختار رنگینه‌های سنتز شده.....	۱۳
شکل ۵-۱ فرم‌های توتومری آزو- هیدرازون.....	۱۴
شکل ۶-۱ طیف جذبی رنگینه‌ها ۱-۱۲ در حلال‌های متانول و دی متیل سولفوکسید.....	۱۵
شکل ۷-۱ انواع فرم‌های توتومری ترکیب ۴،۲- تiazولیدین دیون.....	۱۶
شکل ۸-۱ فرم دپروتونه اسید اسکوربیک.....	۲۰
شکل ۹-۱ ساختار آنتی اکسیدان‌های سنتزی.....	۲۰
شکل ۱۰-۱ ساختار DPPH و کاهش آن توسط آنتی اکسیدان.....	۲۲
شکل ۱۱-۱ مکانیسم مهار رادیکال‌های آزاد توسط α -توکوفرول.....	۲۳
شکل ۱۲-۱ سنتز مشتقات ۵- آریلیدن-۴،۲- تiazولیدینون.....	۲۴
شکل ۱۳-۱ نمودار درصد مهار رادیکال آزاد بر حسب غلظت.....	۲۵
شکل ۱۴-۱ روش سنتز مشتقات تiazولیدین.....	۲۶
فصل دوم: بحث و نتیجه گیری	
شکل ۱-۲ طیف جذبی رنگینه ۳a در حلال‌های مطالعه شده.....	۴۰
شکل ۲-۲ طیف جذبی رنگینه ۳h در حلال‌های مطالعه شده.....	۴۱
شکل ۳-۲ طیف $^1\text{H NMR}$ رنگینه ۳h در حلال DMSO.....	۴۲
شکل ۴-۲ طیف جذبی رنگینه ۳e در pH های مختلف.....	۴۳
شکل ۵-۲ طیف جذبی رنگینه ۳h در pH های مختلف.....	۴۳
شکل ۶-۲ طیف جذبی رنگینه‌های ۳a-i در حلال متانول.....	۴۴
شکل ۷-۲ منحنی استاندارد محلول سولفات آهن.....	۴۸
شکل ۸-۲ نمودار نتایج ظرفیت آنتی اکسیدانی کل رنگینه‌های ۳a-i بر حسب غلظت Fe^{2+} تولید شده.....	۴۹
شکل ۹-۲ نمودار IC_{50} برای رنگینه‌های ۳a-i.....	۵۱

جدول

صفحه

فصل اول: مقدمه و تئوری

جدول ۱-۱ تغییرات رنگ مشاهده شده بر حسب طول موج تابش‌های جذب شده..... ۷

جدول ۲-۱ لیست گروه‌های رنگساز در رنگینه‌های آلی..... ۹

جدول ۳-۱ لیست گروه‌های پل دهنده در رنگینه‌های آلی..... ۹

جدول ۴-۱ ساختار بعضی از داروهای حاوی ۴،۲- تiazolidin دیون..... ۱۷

جدول ۵-۱ نتایج حاصل از تست DPPH..... ۲۴

جدول ۶-۱ نتایج حاصل از تست آنتی باکتریال..... ۲۷

فصل دوم: بحث و نتیجه گیری

جدول ۱-۲ سنتز رنگینه‌های آزو (۳a-i)..... ۳۵

جدول ۲-۲ داده‌های سولواتو کرومیسمی (λ_{max}) برای رنگینه‌های سنتز شده در حلال‌های مختلف..... ۴۰جدول ۳-۲ λ_{max} رنگینه‌های ۳e و ۳h در pH های مختلف..... ۴۳

جدول ۴-۲ نتایج حاصل از تست آنتی باکتریال (روش Zone) رنگینه‌های ۳a-i..... ۴۵

جدول ۵-۲ فعالیت آنتی باکتری رنگینه‌های سنتز شده با غلظت ۱۰ $\mu\text{g/ml}$ ۴۶جدول ۶-۲ فعالیت آنتی باکتری رنگینه‌های سنتز شده با غلظت ۴۰ $\mu\text{g/ml}$ ۴۷جدول ۷-۲ فعالیت آنتی باکتری رنگینه‌های سنتز شده با غلظت ۷۵ $\mu\text{g/ml}$ ۴۷

جدول ۸-۲ نتایج مربوط به رسم منحنی استاندارد محلول سولفات آهن..... ۴۸

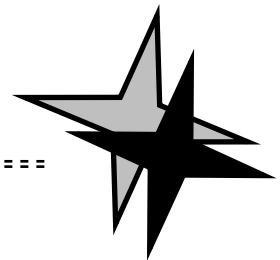
جدول ۹-۲ نتایج حاصل از تست FRAP برای رنگینه‌های ۳a-i..... ۴۹

جدول ۱۰-۲ نتایج حاصل از تست DPPH برای رنگینه‌های ۳a-i با مقدار ۱۰۰ μg ۵۰جدول ۱۱-۲ نتایج حاصل از تست DPPH برای رنگینه‌های ۳a-i با مقدار ۱۵۰ μg ۵۰جدول ۱۲-۲ نتایج حاصل از تست DPPH برای رنگینه‌های ۳a-i با مقدار ۲۰۰ μg ۵۱

فصل سوم: کارهای تجربی

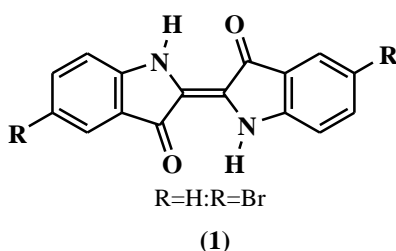
جدول ۱-۳ تهیه غلظت‌های مختلف سولفات آهن..... ۶۸

فصل اول: مقدمه و تئوری



۱ مقدمه

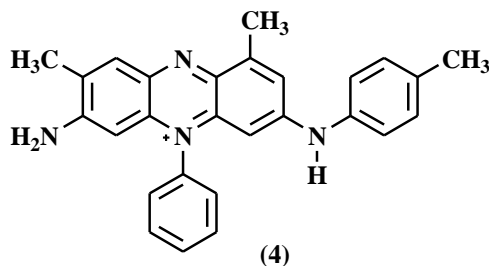
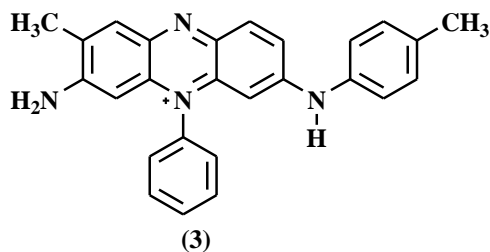
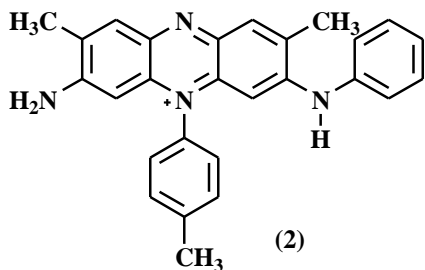
یکی از مفاهیم بی‌بدیل، که از هزاران سال قبل و حتی آغاز بشریت به نحوی با زندگی روزمره انسان‌ها پیوند عمیقی داشته، اصطلاح «رنگ» یا فام است. استفاده از مواد رنگزا از نظر تاریخی به بیش از ۴ هزار سال قبل برمی‌گردد که نشان می‌دهد مصری‌ها به هنر رنگ‌آمیزی با رنگینه ایندیگو و یا رنگ کردن اجساد مومیایی با «زعفران زرد» در بیش از ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح مهارت داشتند. همچنین اشیاء رنگ شده با قرمز ترکی (آلیزارین) و یا قرمز ارغوانی (برم ایندیگو) توسط فنیقی‌ها و مصری‌ها در بیش از ۲۰۰۰ سال قبل گویای آشنائی و استفاده از مواد رنگزا است. از سوی دیگر به دلیل احساس متفاوتی که رنگ در انسان پدید می‌آورد، دانش روانشناسی رنگ‌ها بنیان گذاشته شد و برای هر یک از رنگ‌های اصلی اثر روانی خاصی مورد توجه قرار گرفت که این امر یکی از عوامل مهم توجه به رنگ و توسعه آن پس از سنتز اولین ترکیب آلی رنگزا با پرکین^۱ در سال ۱۸۵۶ بود [۱]. شاید قدیمی‌ترین رنگینه سنتزی نیل فرنگی باشد که از آهن (III) هگزاسیانوفرات (II) ساخته شده است. تا اواسط سده نوزدهم کالاهای نساجی فقط با رنگ‌های طبیعی مانند ایندیگو^۲ (۱) رنگ‌رزی می‌شدند. اما به دلیل ثبات رنگ‌رزی پایین این رنگ‌ها، از موادی موسوم به دندان استفاده می‌شود که به طور موثری به تثبیت رنگ کمک می‌کنند. نمک‌های فلزاتی مانند آهن، قلع، کروم، مس و آلومینیم عموماً به عنوان دندان استفاده می‌شوند و در تشکیل کمپلکس رنگ با الیاف موثر هستند.



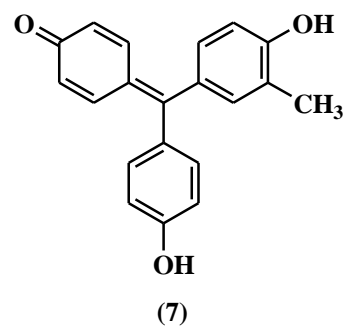
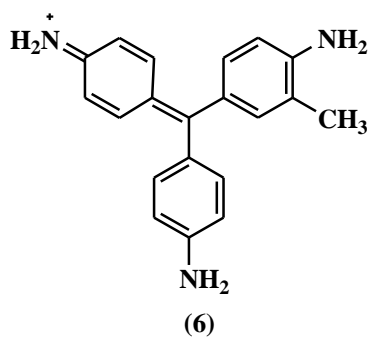
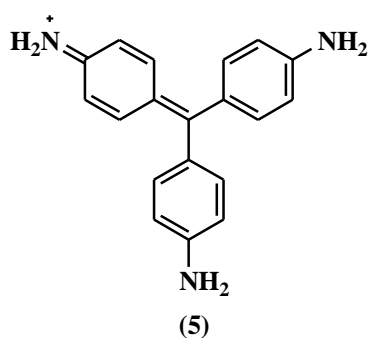
تجارت رنگ‌های سنتزی به کشف ویلیام هنری پرکین در سال ۱۸۵۶ در سنتز رنگ صورتی با نام کلی صورتی آنیلین مربوط می‌شود که امروزه با عنوان ماوئین (Mauveine) شناخته می‌شود. رنگ ماوئین بر روی ابریشم خواص ثباتی قابل قبولی دارد که در سال ۱۸۵۷ برای فروش عرضه شد. مدت‌ها گمان می‌رفت که ساختار ماوئین به صورت ساختار (۲) است اما اخیراً بررسی‌ها ثابت کرده است که این رنگ مخلوطی از ساختارهای (۳) و (۴) است.

¹ Perkin

² Indigo



کشف مهم بعدی رنگ‌های تری فنیل متیل بود. دو جزء اصلی این رنگ، رزانیلین^۱ (۵) و همورزانیلین^۲ (۶) هستند.



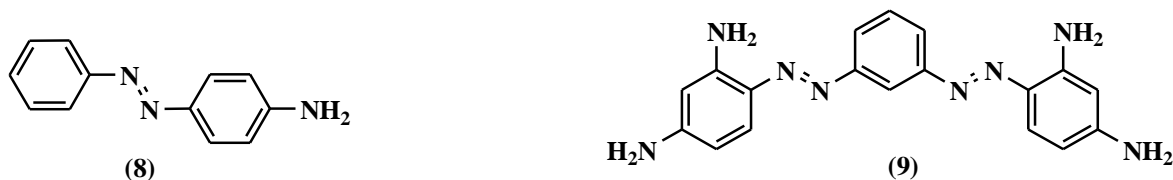
در سال ۱۸۳۴ اسید روزولیک^۳ (۷) از اکسایش فنول خام در آزمایشگاه تهیه شد که جزء نخستین رنگینه‌های سنتز شده به شمار می‌رود.

پس از ماوئین، مهمترین کشف در شیمی رنگ توسط پیتر گریس انجام شد که پایه شیمی رنگ‌ها و پیگمنت‌های آزویی را بنا نهاد. از افزایش اسید نیتروز به آمین آروماتیک، نمک دیازونیم تشکیل می‌شود که پس از کوپل شدن با آمین‌های دیگر رنگینه‌های آزویی تشکیل می‌شوند. ۴-آمینوآزوبنزن یا زرد آنیلین (۸) اولین رنگ آزوی تجاری بود که تهیه شد. قهوه‌ای بیسمارک ترکیب مخلوطی بود که جزء اصلی آن ماده (۹) است.

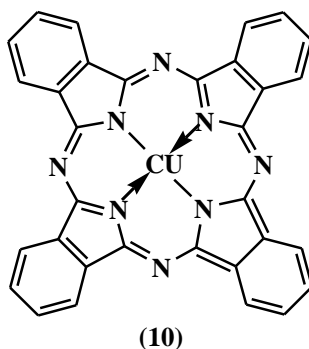
^۱ Rosaniline

^۲ Homorosaniline

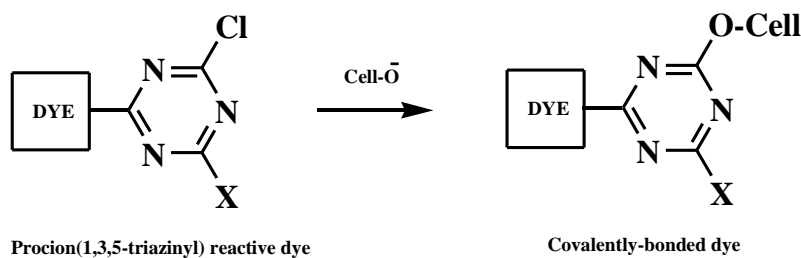
^۳ Rosolic acid



در پایان قرن نوزدهم پیگمنت‌های آلی متعددی به ویژه قابل استفاده در صنعت چاپ در مقیاس انبوه به بازار عرضه شد. این پیگمنت‌ها، درخشان تر و پررنگ‌تر از پیگمنت‌های معدنی بودند. در نیمه اول قرن بیستم گروه جدیدی از رنگ‌ها که شاخص‌ترین آنها فتالوسیانین‌ها بودند توسط شیمیدان اسکاتلندی گرانماوت^۱ کشف شد. گرانماوت فتالوسیانین مس (۱۰) را از سیستم تولید فتالمید که از واکنش انیدرید فتالیک و آمونیاک تولید می‌شد جداسازی کرد.



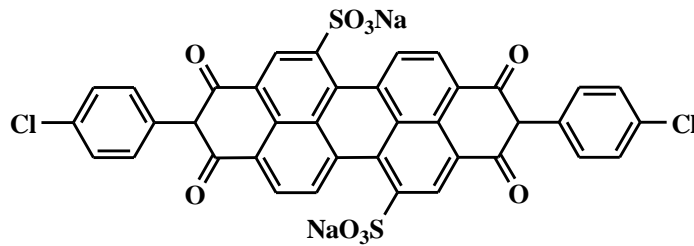
با گذشت زمان، تکنولوژی ساخت و استفاده از شمار وسیعی از رنگ‌ها و مطالعه اصول شیمیایی این ترکیبات گسترش یافت. در قرن بیستم مهم‌ترین پیشرفت در رنگ‌ریزی الیاف نساجی، فرآیند رنگ‌ریزی راکتیو می‌باشد. رنگ‌های راکتیو دارای گروه‌های عاملی هستند که در فرآیند رنگ‌ریزی الیاف با مولکول‌های موجود در ساختار پلیمری الیاف واکنش می‌دهند و در نتیجه نسبت به فرآیندهای رنگ‌ریزی دیگر، ثبات شستشویی عالی دارند. شکل ۱-۱ واکنش رنگ‌های پروس با الیاف سلولزی را که در آن سلولز از طریق O با Cl جایگزین شده است را نشان می‌دهد.



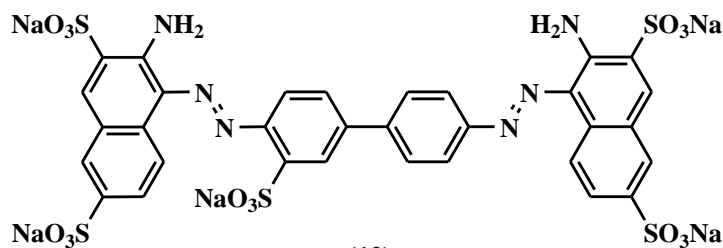
شکل ۱-۱ واکنش رنگ‌های پروس با الیاف سلولزی

¹ Grangemouth

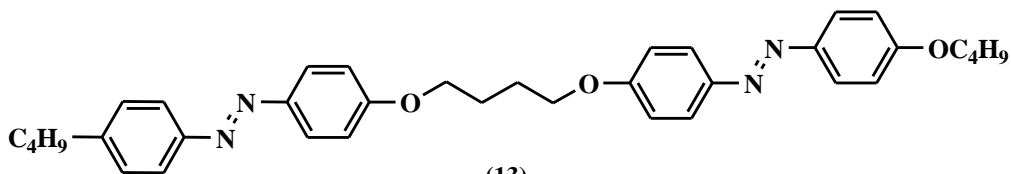
پس از آن کوشش بی‌سابقه‌ای توسط شیمیدان‌ها برای سنتز مواد آلی رنگزا (رنگینه^۱) و معدنی (رنگدانه^۲) برای مصارف مختلف آغاز شد [۲-۴]. امروزه مواد رنگزا، علاوه بر خاصیت رنگرزی، در صنایع پیشرفته دیگر از جمله صنعت چاپ (۱۱)، داروسازی و پزشکی (۱۲)، کریستال مایع (۱۳)، خوردگی (۱۴)، صنایع غذایی (۱۵)، سلول‌های خورشیدی (۱۶) و ... توسعه چشمگیری یافته است [۵-۱۰].



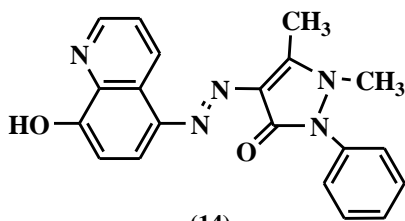
(11)



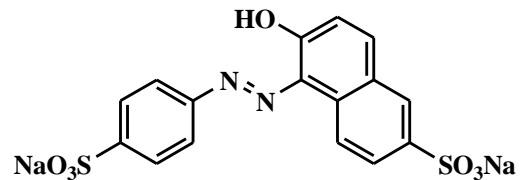
(12)



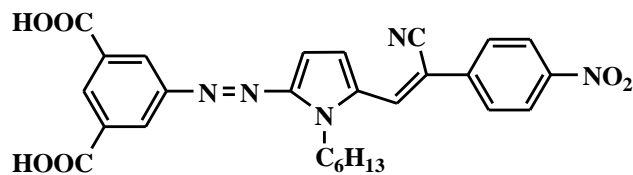
(13)



(14)



(15)



(16)

¹ Dye² Pigment

۱-۱ مفهوم رنگ

مطالعه درباره رنگ یا فام از جنبه فیزیک، فیزیولوژی و روانشناسی می‌تواند مفهوم مربوط به خود را داشته باشد. علم فیزیک، توزیع انرژی طیفی نوری را که از یک سطح صادر و یا به وسیله آن منعکس می‌شود بررسی می‌کند. شاخه‌ای از آن به مطالعه جنبه‌های شیمیایی رنگینه‌ها، در ارتباط با خواص رنگسازی این مواد می‌پردازد. فیزیولوژی، فرآیندهایی را که در چشم و مغز به هنگام تحریک ناشی از تجزیه رنگ اتفاق می‌افتد، مورد مطالعه قرار می‌دهد. روانشناسی در مسائل آگاهی و ذهنیت نسبت به رنگ همچون عنصری از تجربه بصری بحث می‌کند [۱۱].

۲-۱ رابطه نور و ترکیبات آلی (مفهوم رنگ از نظر فیزیکی)

قبل از پرداختن به بحث رنگ و رنگینه، لازم است مطالبی در مورد نور بیان شود. نور مرئی قسمتی از پرتو الکترومغناطیسی شامل طول موج‌های بین ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm می‌باشد. در دو طرف این طیف مرئی، ناحیه غیر مرئی برای چشم انسان وجود دارد که شامل امواج رادیویی، امواج میکروویو، مادون قرمز، فرابنفش، اشعه ایکس و پرتوهای گاما می‌باشد. هر یک از انواع تابش‌های الکترومغناطیسی توسط انرژی آن (E) شناخته می‌شود که مقدار آن به فرکانس (ν) و طول موج (λ) تابش بستگی دارد.

$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{معادله (۱-۱)}$$

در این رابطه h ثابت پلانک و مقدار آن $۶/۶۲ \times ۱۰^{-۲۷}$ erg/s، ν فرکانس پرتو تابیده شده بر حسب هرتز (Hz)، λ طول موج نور تابشی و c سرعت نور برابر ۳×۱۰^{۱۰} cm/s می‌باشند. بر اساس این رابطه انرژی تشعشع نسبت مستقیم با فرکانس و نسبت معکوس با طول موج دارد [۱۲].

همان طور که گفته شد حساسیت چشم انسان نسبت به نور مرئی، محدود به دامنه کوتاهی از امواج الکترومغناطیسی حدود ۴۰۰-۷۰۰ nm است و در این محدوده امواج با رنگ‌های متفاوتی در چشم بیننده ظاهر می‌گردند. چنانچه مخلوط طبیعی نور سفید خورشید، از یک منشور عبور کند، تجزیه شده و تابش‌های با طول موج بلندتر، طرف قرمز طیف را تشکیل می‌دهند که انرژی کمتری دارند و تابش‌های با طول موج کوتاه تر طرف بنفش طیف را تشکیل می‌دهند که انرژی بیشتری دارند. جدول (۱-۱) چگونگی تغییرات رنگ مشاهده شده را با طول موج تابش‌های جذب شده نشان می‌دهد [۱۳].

جدول ۱-۱ تغییرات رنگ مشاهده شده بر حسب طول موج تابش‌های جذب شده

طول موج جذب شده (nm)	رنگ مشاهده شده	رنگ جذب شده
۴۰۰ - ۴۳۵	زرد - آبی	بنفش
۴۳۵ - ۴۸۰	زرد	آبی
۴۸۰ - ۴۹۰	نارنجی	سبز - آبی
۴۹۰ - ۵۰۰	قرمز	آبی - سبز
۵۰۰ - ۵۶۰	ارغوانی	سبز
۵۶۰ - ۵۸۰	بنفش	زرد - سبز
۵۸۰ - ۵۹۵	آبی	زرد
۵۹۵ - ۶۰۵	سبز - آبی	نارنجی
۶۰۵ - ۷۵۰	آبی - سبز	قرمز

۳-۱ رابطه بین ساختمان شیمیایی و جذب نور (مفهوم رنگ از نظر شیمیایی)

شیمییدان‌ها از ابتدا توجه خود را به رابطه بین ساختار شیمیایی و رنگ ترکیبات آلی معطوف کردند. چندین تئوری درباره مواد رنگزا بر اساس اولین سیستم کاملاً تجربی که توسط ویت^۱ در سال ۱۸۷۶ بنیان گذاری شده بود ارائه گردید.

۱-۳-۱ تئوری ویت :

طبق این تئوری ماده رنگزا از دو قسمت کروموفور و اکسوکروم تشکیل شده است. یک ترکیب آلی وقتی رنگی است که دارای یک یا چند گروه اشباع نشده داشته باشد که به این گروه‌های اشباع نشده کروموفور گویند. گروه‌های شیمیایی موجود در ترکیب رنگی که باعث افزایش شدت رنگ می شوند اکسوکروم نام دارند.

۱-۳-۲ تئوری آرمسترانگ^۲ :

طبق این تئوری تمام ترکیباتی که ساختار کینوئیدی داشته باشند رنگی هستند البته این تئوری دارای مثال نقض می‌باشد که منجر به رد شدن آن گردید.

^۱ Witt

^۲ Armstrong