

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.



دانشکده علوم پایه
گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی زیست شناسی

گرایش میکروبیولوژی

عنوان پایان نامه:

بررسی حذف دو رنگ آزوی ریمازول بلک - B و ریمازول رد - B توسط باکتری

Halomonas Sp. PTCC1714

جدا شده از دریاچه ارومیه

استاد راهنما:

دکتر مجتبی تاران

نگارش:

نسرین فروع‌دین

شهریور ماه 1392

به نام خداوند جان و خرد

باسپاس از آفریدگار بخشنده و مهربان که دانش را آفرید و انسان را در مسیر رسیدن به کمال قرار داد.
باسپاس از پدرم، مادرم و خواهر عزیزم که همواره در مسیر رسیدن به موفقیت پشتوانه و همراه من بوده اند.
باسپاس از جناب آقای دکتر مجتبی تاران استاد راهنمای کراتقدم که در تمام مراحل انجام این پایان نامه با
دانش خود مرا پشتیبانی کرده اند.

آقای دکتر ناصر کریمی داور داخلی و آقای دکتر حمید رضا قاسم پور داور خارجی که زحمت بازخوانی پایان
نامه را بر عهده داشته و پیشنهادات ارزنده ای در جهت بهبود آن ارائه نمودند قدر دانی و تشکر می نمایم.
از دوستان عزیز و همکلاسیهای خوبم که با همراهی صمیمانه و محبت خالصانه شان مایه دلگرمی من بوده اند، سپاسگزارم.
دوستانی چون خانم با: فاطمه وثوقی، طیبه تهمتن، مریم سیفی، سحر رحمت آبادی، شیما رضایی، مریم لطیفی،
طاهره آذین و روناک حمزه.

به امید آنکه این تحقیق ادامه ی روزهای روشن در پیشرفت دانش و گسترش تفکر علمی در ایران عزیز باشد.

نسرین فروع دین

شهریور 1392

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموخت

و هرچه بگو شدم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانیان را پاس توانم بگویم

امروز، هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

بوسه بردستان پر مهرتان

چکیده

آلودگی محیط زیست یکی از مهمترین مسائل تهدید کننده جوامع بشری می باشد، در چند دهه اخیر به دلیل افزایش فعالیت های صنعتی و عدم رعایت الزامات زیست محیطی مقادیر زیادی از آلاینده ها وارد محیط می شوند. رنگ ها از جمله مواد شیمیایی هستند که به میزان فراوانی در صنایع نساجی، چاپ، غذایی، دارویی و آرایشی استفاده می شوند. رنگ های نساجی امروزه یکی از پرمصرف ترین مواد شیمیایی مصرفی است. در حدود ده هزار رنگ مختلف با تولید جهانی سالانه بیش از هفتصد هزار تن به طور تجاری قابل دسترس هستند. با وجود اینکه رنگ های آلی تنها بخش کوچکی از بار آلی پساب را تشکیل می دهد، ولی وجود آنها از نظر ظاهری قابل قبول نیست. در میان رنگ های شیمیایی، رنگ های آزو متداول ترین رنگ های به کار رفته مصنوعی هستند و حدود 60 تا 70٪ از رنگ های مصرفی را تشکیل می دهند. رنگ های آزو با پیوند $N=N$ شناخته می شوند که دارای تنوع رنگی بالایی هستند و به عنوان یکی از آلاینده های مهم محیط زیست محسوب می شوند. برخی رنگ ها و یا ترکیبات حاصل از تجزیه آنها سمی، جهش زا و سرطان زا هستند و برای عمل فتوسنتز بسیار مضر بوده زیرا باعث جلوگیری از انتقال و نفوذ نور شده و بنابر این بر فعالیت فتوسنتز گیاهان آبی تاثیر گذاشته باعث افزایش COD فاضلاب ها می شود، در نتیجه حتی در غلظت های کم، زندگی جانوران آبی را به مخاطره انداخته و از طریق جانوران آبی وارد چرخه غذایی انسانها می شود. از انواع رنگ های آزو ماده رنگزای ریمازول بلک-B (RB-B) و ریمازل رد-B (RR-B) می باشد که در صنایع نساجی و چرم استفاده زیادی دارد و به عنوان یکی از آلاینده های مهم محیط زیست محسوب می شوند، بنابراین حذف این مواد رنگزا از پساب لازم و ضروری است.

در این تحقیق با استفاده از روش تاگوچی و بررسی عواملی مثل درجه حرارت، pH، غلظت رنگ و غلظت نمک در محیط، شرایط بهینه رنگبری باکتری هالوموناس سویه PTCC1714 به منظور حذف رنگ ریمازل بلک-B و ریمازل رد-B از محیط آبی بررسی شد. با توجه به جدول آرایه ها در 4 عامل و 4 سطح 16 آزمایش طراحی شد. پس از انجام آزمایش ها نتایج بدست آمده با استفاده از برنامه کامپیوتری Qualitek-4 تجزیه و تحلیل شد. بررسی ها نشان داد که باکتری نمک دوست هالوموناس سویه PTCC1714 توانایی رنگبری در محدوده وسیعی از نمک تا 20٪ و pH (5-9) را دارا می باشد. از نظر تحمل پذیری رنگ، این سویه تا 5 گرم در میلی لیتر (5000 ppm) رنگ را تحمل می کند و بالاترین رنگبری را در 100 ppm برای ریمازل بلک-B و 500 ppm برای ریمازل رد-B نشان داد. این سویه با احراز شرایط بهینه رشد بدست آمده طی تحلیل آزمایش ها، یعنی دمای 31 درجه سانتیگراد، pH برابر 9، و غلظت نمک 10٪، تا 94٪ رنگ آزوی ریمازول بلک-B با غلظت 100 ppm را از محیط آبی حذف می کند. همچنین دمای 31 درجه سانتیگراد، pH برابر 9، و غلظت نمک 5٪، شرایط بهینه رشد این سویه برای رنگ ریمازل رد-B می باشد و در این شرایط تا 94٪ رنگ آزوی ریمازول رد-B با غلظت 500 ppm را از محیط آبی حذف می کند، که این مقدار قابل ملاحظه است. و نظر به این که سویه هالوموناس PTCC1714 عمل رنگ بری را در مدت زمان بسیار کوتاهی یعنی 72 ساعت و به صورت هوازی انجام می دهد استفاده از این باکتری در تصفیه بیولوژیک پساب های واجد رنگ های صنعتی می تواند کمک موثری در تصفیه و استفاده مجدد این گونه آب ها باشد.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

- 1-1-1- تاریخچه ی رنگرزی در جهان:..... 2
- 1-1-1- تاریخچه رنگرزی در ایران:..... 4
- 2-1- رنگزا، رنگینه و رنگدانه:..... 6
- 3-1- طبقه بندی مواد رنگزا:..... 7
- 1-3-1 طبقه بندی مواد رنگزا طبق ساختار شیمیایی..... 8
- 1-1-3-1 مواد رنگزای آزو..... 8
- 2-1-3-1 مواد رنگزای آنتراکینون..... 8
- 3-1-3-1 مواد رنگزای ایندیگوئید..... 9
- 2-3-1 طبقه بندی مواد رنگزا طبق کاربرد..... 9
- 1-2-3-1 مواد رنگزای گروه اول..... 10
- 1-1-2-3-1 مواد رنگزای اسیدی..... 10
- 2-1-2-3-1 مواد رنگزای مستقیم..... 11
- 3-1-2-3-1 مواد رنگزای بازیگ..... 12
- 4-1-2-3-1 مواد رنگرزی دیسپرس..... 12
- 2-2-3-1 مواد رنگزای گروه دوم..... 13
- 1-2-2-3-1 مواد رنگزای گوگردی..... 13
- 2-2-2-3-1 مواد رنگرزی خمی..... 14
- 3-2-2-3-1 مواد رنگزای آزوئیک..... 14
- 4-2-2-3-1 مواد رنگزای اینگرین..... 15
- 5-2-2-3-1 مواد رنگزای اکسیداسیون..... 15
- 6-2-2-3-1 مواد رنگزای راکتیو..... 15

- 16.....(مواد رنگزای کرومی (مواد رنگزای دندانهای).....7-2-2-3-1
- 17..... پیگمنت ها.....8-2-2-3-1
- 17..... مواد رنگزای طبیعی.....3-3-1
- 18..... تقسیم بندی انواع فاضلاب:.....4-1
- 18..... میزان تولید فاضلاب صنعتی:5-1
- 18.....1-5-1- فاضلاب تاسیسات بهداشتی یا اصطلاحاً فاضلاب بهداشتی:.....
- 19.....2-5-1- فاضلاب فرآیند:.....
- 19.....6-1- کیفیت فاضلاب مراحل مختلف صنعت نساجی.....
- 20.....1-6-1- آهارزنی و آهارگیری.....
- 20.....2-6-1- مرحله شستشو.....
- 21.....3-6-1- سفیدگری.....
- 21.....4-6-1- مرسریزاسیون.....
- 21.....5-6-1- رنگرزی.....
- 21.....6-6-1- چاپ.....
- 23.....7-1- ویژگی های فاضلاب صنایع نساجی.....
- 23.....8-1- روش های متداول تصفیه فاضلاب صنایع نساجی.....
- 24.....1-8-1- آشغالگیری.....
- 24.....2-8-1- یکنواخت سازی جریان.....
- 25.....3-8-1- خنثی سازی.....
- 26.....4-8-1- تصفیه فیزیکی و شیمیایی.....
- 26.....1-4-8-1- فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی حذف رنگ از فاضلاب صنایع نساجی.....
- 26.....1-1-4-8-1- فرآیند جذب سطحی.....
- 28.....2-1-4-8-1- فیلتراسیون غشایی:.....
- 28.....3-1-4-8-1- انعقاد و لخته سازی:.....
- 29.....4-1-4-8-1- فرآیندهای الکتروشیمیایی.....

- 29.....5-1-4-8-1- ازن زنی.....
- 29.....6-1-4-8-1- فرآیند فنتون.....
- 30.....7-1-4-8-1- فرآیندهای فتوشیمیایی و فتوکاتالیستی.....
- 31.....5-8-1- تصفیه بیولوژیک.....
- 33.....9-1- محیط های پرشور.....
- 34.....1-9-1- میکروارگانسیم های نمک دوست.....
- 35.....2-9-1- مکانیسم عمل باکتری های نمک دوست.....
- 35.....3-9-1- طبقه بندی کلی باکتری های نمک دوست.....
- 36.....1-3-9-1-شاخه Oceanospirillales.....
- 37.....1-1-1-3-9-1- جنس Halomona.....
- 37.....4-9-1- اهمیت بیوتکنولوژی باکتری های نمک دوست :.....
- 39.....5-9-1- عوامل مختلف موثر در تنوع زیستی باکتری های نمک دوست.....
- 39.....10-1- مکانیسم رنگدایی باکتریها.....
- 41.....11-1- فلسفه تاگوچی.....
- 43.....1-11-1- استراتژی طراحی آزمایش.....
- 44.....2-11-1- تحلیل نتایج.....
- 45.....12-1- اهداف پژوهش.....

فصل دوم : مواد و روش ها

- 48.....1-2- ابزارها و دستگاه های مورد استفاده.....
- 49.....2-2- مواد شیمیایی مورد استفاده.....
- 50.....3-2- میکروارگانسیم و شرایط کشت.....
- 50.....1-3-2- تهیه محیط کشت و کشت نمونه ها.....
- 50.....4-2- آماده سازی سوسپانسیون باکتریایی.....
- 51.....5-2- روش طراحی آزمایش.....

- 52-1-5-2- روش بهینه سازی شرایط آزمایشگاهی جهت رنگبری با استفاده از روش تاگوچی.....
- 54-6-2- آماده سازی شرایط هریک از آزمایش ها.....
- 54-1-6-2- غلظت رنگ نمونه ها.....
- 55-2-6-2- مقدار تلقیح.....
- 56-3-6-2- تنظیم pH.....
- 57-7-2- اندازه گیری طیف جذبی.....

فصل سوم: نتایج

- 60-1-3- بررسی میزان رنگ و کدورت در محیط.....
- 62-2-3- نتایج مربوط به درصد رنگبری رنگ ریمازل رد - B توسط باکتری هالوموناس.....
- 63-1-2-3- تحلیل نتایج به وسیله نرم افزار کامپیوتری برای رنگ ریمازل بلک -B.....
- 66-2-2-3- نمودارهای مربوط به سطوح فاکتورها در رنگ ریمازل بلک -B.....
- 68-4-3- نتایج مربوط به درصد رنگبری رنگ ریمازل رد - B توسط باکتری هالوموناس سویه PTCC1714.....
- 68-1-4-3- تحلیل نتایج به وسیله نرم افزار کامپیوتری برای رنگ ریمازل رد-B.....
- 70-1-4-3- نمودارهای مربوط به سطح فاکتورها در رنگ ریمازل رد- B.....

فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری

- 74-1-4- نتیجه گیری.....
- 75-2-4- بحث.....
- 75-1-2-4- درصد حذف رنگ آزو از محیط آبی.....
- 75-2-2-4- غلظت رنگ آزو در محیط.....
- 76-3-2-4- شرایط pH.....
- 77-4-2-4- شرایط دمایی.....
- 77-5-2-4- غلظت نمک محیط.....

فصل اول

مقدمه

1-1- تاریخچه‌ی رنگرزی در جهان:

دانشمندان عقیده دارند انسان‌های اولیه پس از تهیه لباس، از خاک‌های رنگین یا عصاره گیاهان و میوه‌ها مواد به دست آوردند و جامه‌ها را با آن رنگ کردند و به این ترتیب لباس رنگی مخصوصی برای فرمانروایان درست شد و هنر رنگرزی نیز در خدمت بشر قرار گرفت. نساجی و بافندگی در هر منطقه نشان از وجود الیاف خودرنگ و یا رنگ شده دارد و در هر جا اثری از نساجی باشد، رنگرزی هم انجام می‌شده است (راوندی، 1356).

عقیده دانشمندان بر این است که: شناخت انسان از رنگ حداقل به سه تا چهار هزار سال پیش از میلاد مسیح بر می‌گردد. شاید انسان‌های نخستین هنگام غارنشینی و استفاده از میوه‌ها و گیاهان به رنگ بعضی از میوه‌های وحشی - همچون آلبالو و شاه‌توت پی برده و از آن برای رنگ کردن نقش و تصویر جانوران مورد علاقه یا دیوار محل سکونت و بدن خود استفاده کرده باشند (مازندرانی، 1368).

یکی از لوحه‌های سفالی کشف شده متعلق به دوره سومری در 3500 ق.م فهرستی از احتیاجات یک کدبانوی خانه، به لباس را در بردارد که نشان می‌دهد، پارچه‌های آن دوره به رنگهای گوناگون رنگ می‌شده است.

در آثار مکتوب به دست آمده از چین چگونگی رنگرزی ابریشم در 2600 سال پیش از میلاد مسیح بیان شده است و توضیح داده شده که چگونه رنگ‌های زرد، قرمز و سیاه را روی ابریشم بیاورند.

گفته می‌شود که پارچه‌های رنگ شده که از مکان‌های مقدس در مصر بدست آمده مربوط به 2500 سال قبل از میلاد مسیح است. طبق مطالعاتی که شده معلوم گردیده است که این هنر از مناطق باختر و از هند به سایر نقاط جهان کشانده شده و انگیزه آن لکه‌های بجا مانده از آب میوه روی پارچه که بطور تصادفی پیش آمده بوده است (رسولی، 1391).

شواهدی نشان می‌دهد که عملیات رنگرزی در 2000 سال پیش از میلاد مسیح در اطراف دریاچه «زوریخ» انجام می‌شده است. در برخی از نقاط اطراف دریای مدیترانه که احتمالاً مسکونی بوده آثاری از تور، طناب، نمد و نخ‌های تاییده پرزدار عمدتاً کتان با رنگ آبی رنگ شده یافت شده است. قطعه‌ای از پارچه‌ای ضخیم مربوط به هزاره دوم قبل از میلاد در دست است که احتمالاً متعلق به چادری مقدس (معبد) بوده و زرد رنگ است. در منطقه‌ای که این پارچه یافت شده (در سواحل مصر) مقادیری پارچه کتان و بافته‌های

دیگر به دست آمده است که نشان از تجاری بودن منطقه دارد. از 1700 سال قبل از میلاد مسیح، ساکنان اطراف مدیترانه از پوست تنه بلوط، رنگ تهیه می کردند (جهانشاهی افشار، 1380).

تعداد مواد رنگزای طبیعی در دسترس خیلی وسیع نبوده است و برای به دست آوردن تنوع، رنگرزان از املاح فلزات استفاده می کردند. مصریان و یونانیان علاوه بر رنگزاهای متداول، از ریشه گیاهی به نام «آلکانت» برای ایجاد رنگ قرمز استفاده می کردند که در 1300 سال پیش از میلاد از جزیره قبرس خریداری می کردند.

پاپیروسهایی متعلق به قرن سوم پیش از میلاد یافت شده اند که یکی از قدیمی ترین نسخ رنگزای است که از آنها به عنوان دائرة المعارف رنگزای یاد شده است. همچنین در نزدیکی اهرام مصر هم بقایای یک کارگاه رنگزای به جا مانده است؛ این کارگاه دو اتاق جداگانه داشته که یکی برای رنگزای و دیگری جهت شستشوی الیاف استفاده می شده و کلاف های رنگ شده را در پشت بام خشک می کرده اند (وزیری، 1350).

از نوشته های کهن هند چنین پیداست که رنگرزان آن دوره، طبقه و صنف معینی بوده اند و کار رنگزای و شستشوی پارچه و لباسهای مستعمل را به عهده داشته اند. آنها از انواع رنگ زرد استفاده می کرده اند و چگونگی به دست آوردن رنگ قرمز از پوست درخت های خاص را می دانستند. در این نوشته ها، توضیحاتی در مورد تثبیت رنگ آبی به دست آمده از «نیل» بر روی پنبه هم آمده است. در حفاری های شهر «پمپی» و «هرکولانیوم» تعدادی کارگاه رنگزای متعلق به سال 79 میلادی کشف شده است (حسینی، 1389).

دو نفر که در همین زمان می زیسته اند اطلاعات مهمی از رنگزاهای آن دوران را به ثبت رسانده اند، یکی از آنها دیوس کوریدس¹ طبیعی دان رومی و دیگری پلینی² فیزیکدان یونانی است طبق نوشته های این دو نفر، از روناس و قرمزخانه برای رنگ قرمز، زعفران و اسپرک برای رنگ زرد، وسمه و نیل برای رنگ آبی استفاده می شده است. همچنین از گیاهان و موجودات فراوانی همچون حلزون ارغوانی، پوست گردو، پوست بلوط، گل پر طاووس، گل انار، گل گاوزبان و ... نام برده اند (توفیقی، 1389؛ وزیری، 1350).

هنر رنگزای در اروپا با شروع دوران مسیحیت به طور چشمگیری گسترش یافت. راهبان در طی قرون وسطی فرهنگ کاربرد رنگهای گیاهی را به زیبایی ثبت کردند.

در این زمان تقریباً تعداد محدودی رنگزا وجود داشت و رنگرزان اروپایی نیازهای خود را از خاور دور و نزدیک تامین می کردند و نیز مرکزی برای ورود کالاهای رنگی شرق گردید. مواد رنگی، که تجارتش رونقی روز افزون داشت، به شهرهای مدیترانه ای فلورانس، پیزا و جنوا صادر می شد. شهرت رنگرزان

1)Deus curedis

2)pelini

اروپایی که از قرن دهم شروع به شکوفا شدن کرده بود، در قرن سیزدهم به اوج خود رسید (اوکتایی، 1363).

بین سالهای « 1153-1124» رنگرزان در اسکاتلند تحت قوانین مستقیم «دیوید اول» قرار داشتند. رنگرزی فرانسه در قرن سیزدهم و انگلستان در قرن چهاردهم با گسترش صنعت نساجی، از اهمیت ویژه ای برخوردار گشت. «ژنو»، «باسل» و «فرانکفورت» از بازارهای بزرگ برای تجارت مواد رنگی در اروپا طی این دوران بودند.

طی قرون پانزدهم و شانزدهم با کشف یک نوع رنگزای طبیعی در آمریکا این کشور نیز به منابع تأمین مواد رنگزا اضافه شد و درست در همین دوره بود که اسپانیا و پرتغال به دلیل کشف یک درخت در آمریکای جنوبی که می شد از آن رنگ قرمز خیلی عالی به دستاورد در کار رنگرزی زبانزد شدند. البته این درخت در قرن سیزدهم برای اهالی جزایر Anderman آشنا و به نام «Sappon» معروف بود که در آمریکای جنوبی «Brazil» نامیده می شد؛ به همین دلیل پرتغالی ها این منطقه را که محل کشت «Brazil» بود به همین نام، نامیدند و بعدها این کشور به نام برزیل معروف شد.

شگردهای رنگرزی ترکیه که سالیان سال به عنوان راز حرفه ای نگه داشته می شد، در سال 1747 به اروپا رسید.

استفاده از مواد رنگرزی طبیعی حاصل از گیاهان (ریشه، ساقه، برگ، گل، میوه و دانه) و حشرات و صدف های دریایی در دربارهای سلطنتی تا قرن نوزدهم ادامه داشت. در سال 1856، یک دانشجوی شیمی به نام ویلیام هنری پرکین¹ روش جدیدی در رنگرزی، با استفاده از آنیلین² را کشف کرد. در این زمان با گسترش یافتن علم شیمی رنگ، رنگهای طبیعی به تدریج جای خود را به رنگهای شیمیایی دادند (اوکتایی، 1363).

1-1-1- تاریخچه رنگرزی در ایران:

به استناد آثار باستانی و اشیاء بدست آمده از حفاریهای باستان شناسی در ایران از حدود 5 تا 6 هزار سال قبل، سفالینه های منقوش و رنگی، از جمله لیوان سفالی منقوش شوش مربوط به هزاره اول قبل از میلاد که در گالری "نلسون کانزاس سیتی" آمریکا نگه داری می شود وجود این اشیاء مؤید قدمت آشنایی مردم این سرزمین با رنگ و رنگ آمیزی است. از نشانه های دیگر آشنایی ایرانیان با رنگ و رنگ آمیزی می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

1) Viliam Henry Perkin

2). Aniline

بهره گیری از زنگار مس در تهیه رنگ فیروزه ای و یا سنگ چخماق و سرب در تهیه رنگ زرد، و وجود اصلاحاتی از قبیل "قرمز ایرانی" و "آبی ایرانی" که در اکثر مقالات و نوشته های مربوط به هنر سفالگری ذکر شده است، قدیمیترین ماده رنگزا که هنوز هم در صنعت رنگرزی (اعم از سنتی و جدید) نقش بسزایی دارد، نیل است. قدمت کشف و استفاده از نیل به حدود چهار هزار سال پیش برمی گردد (ضیاءپور، 1353). خوشبختانه در پرتو دستاوردهای جدید باستان شناسی، و نیز با بررسی آثار مکتوب معلوم شده است که پیش از اسلام جامعه ایران دارای سنت پیشرفته بافت قالی و نساجی بوده است. رنگرزی در ایران سابقه دیرینه ای دارد. پیش از اسلام، بخصوص شواهدی همچون اشاره "گزنفون" مورخ یونانی، به کارگاه قالی بافی شاهان هخامنشی در شهر "سارد" مربوط به 400 سال قبل از میلاد و نوشته هایی درباره قالی ارغوانی رنگ، روی قبر کوروش و کهن ترین اثر دارای گره ایران، که تا بحال نخستین نمونه قالی ایران محسوب شده و توسط پروفسور "رودنگر" در مغولستان در ناحیه ای به نام "پازیریک" کشف شده است، وجود هنر قالی بافی و به تبع آن صنعت رنگرزی را از آغاز تاریخ ایران باستان بصورت هنری ارزنده و تکامل یافته در منطقه قطعی می سازد. در حاشیه فرش پازیریک، نقش تعداد زیادی اسب به چشم می خورد و در بافت آن از رنگهای سبز، آبی، قرمز و زرد استفاده شده است. با بررسی نقوش و همچنین طریقه بافت آن معلوم می شود که دست کم سنت هزار ساله ای لازم است تا چنین فنون پیچیده ای شکل گیرد (امیری، 1385).

در دوره ساسانی رنگرزان از احترام خاصی برخوردار بوده اند. کشف نمونه هایی از پارچه های دوره ساسانی که شاهکارهایی از ذوق و ظرافت و هنر طراحی و رنگرزی بحساب می آید ناشی از وجود صنایع پیشرفته رنگرزی و نساجی و بی تردید بافت فرش است که اعتبار آن را به اوج می رساند. از نمونه های فرش ساسانی که متأسفانه با حمله اعراب از میان رفته است ولی ذکر آن در بسیاری از کتب قرون اولیه اسلامی از جمله تاریخ طبری آمده است فرش بهارستان یا بهار خسرو می باشد که علاوه بر استفاده از سنگها و جواهرات و تزئینات گران بها و بی نظیر، استفاده از رنگ های زیبایی که تمام فصول سال را به نحو حیرت انگیزی در مقابل نگاه بیننده قرار داده است؛ شیوه ساسانیان در بکارگیری رنگها با شیوه بیزانسی تفاوت داشته و تنها رنگهای بکار رفته یکی است ولی رنگهای ساسانی دارای درخشش کمتر و معتدل تر است و هنرمندانه تر تقسیم شده و با در نظر گرفتن نقش انتخاب شده اند (ضیاءپور، 1353).

در دوران آل بویه و سپس سلجوقیان به وجود کارگاههای رنگرزی که بصورت صنفی و تولیدی در بسیاری شهرهای ایران نظیر یزد، کاشان و اصفهان اشاره شده است. در این کارگاهها علاوه بر بافندگان، رنگرزان نیز بطور دائم حضور داشتند و تجربه و مهارت و ذوق خود را در این رنگرزانها بکار می گرفتند. شهرت ایرانیان در رنگسازی و دریافت ارزش رنگها بخصوص در زمینه های مربوط به کتاب سازی و مینیاتور نیز به مرزی رسیده بود که با گسترش مکتب هنری برجسته ای نظیر مکتب هرات، ایرانیان بعنوان استادان رنگ شناخته می شدند. با شروع حکومت سلاجقه در ایران تمامی فنون و بخصوص نساجی و قالی بافی نیز بخاطر

عشایر ترک در سراسر ممالک اسلامی اهمیت فراوان پیدا کرد. یک نمونه ازبافته های دوره سلجوقی که در موزه "متروپولیتن" موجود است دارای اشکال توریقی (به معنی برگ دادن درخت) به رنگ پرتغالی و قهوه ای، و قطعه ای دیگر به رنگ سبز و سفید است رنگ های فرش با استفاده از گیاهان و به کمک مهارت استادکاران رنگرز به حد دامنه ای رسید که بتدریج دیگر هنرها و صنایع دستی را در سایه قرار داد. "روناس"، "نیل"، "اسپرک"، "پوست گردو"، "پوست انار" و "زعفران" و سایر رنگهای گیاهی که از صدها سال پیش بشر شناخته بود بدست هنرمندان رنگرز ایرانی جلوه ای یافت که در هیچ کجای دیگر از جهان تقلید شدنی نبود (ضیاء پور، 1353؛ صوراسرافیل، 1378). دوران صفویه اوج ترقی صنایع نساجی و قالی بافی است، و خوشبختانه آثار زیادی از آن زینت بخش موزه های دنیاست که شیوه رنگ آمیزی ملایم و بی نظیر در قطعات بدست آمده به چشم می خورد. رنگ های متعددی که در بافت قالی ها بکار رفته است عبارتند از: قرمز سیر، آبی، سبز، زرد کمرنگ و نارنجی، که این رنگها تقریباً معادل رنگهای هستند که امروزه در رنگرزی سنتی ایران از آنها استفاده می شود و نشانه بارز قدمت صنعت رنگرزی در ایران است. رنگرزان به کمک خلاقیت خود، ته رنگهایی به وجود می آوردند که با یکدیگر تفاوت جزیی داشتند. مثلاً در ترکیب رنگها، بنفش مخلوط با سرخ را برای ساختن رنگی مانند شاه توتی که درخشش شگرفی داشت و یا با مخلوط بیشتری از زرد تند آنها را به رنگ سرخ خرمالویی درمی آوردند. صنعت رنگرزی ایران در اواخر دوران صفویه، همزمان با رشد رنگرزی مدرن در اروپا عظمت و درخشندگی خود را تا حدی از دست داد. در دوره پهلوی به سبب استفاده از رنگهای شیمیایی خارجی و پنبه و پشم وارداتی برای تار و پود قالی، اصالت و خود کفایی این هنر و فن آسیب دید به طوری که هنوز نمی توان به راحتی این هنر سنتی را از آفتی که دچار شده نجات داد (ضیاء پور، 1353).

1-2- رنگزا، رنگینه و رنگدانه:

رنگزا ترکیبی است که توانایی رنگین کردن یک بستر را دارد. تمامی مواد رنگزا، رنگینه نیستند. یک رنگینه باید در محیط استفاده (معمولاً آب) یا حداقل در زمان فرآیند به صورت محلول باشد. رنگینه ها معمولاً نسبت به کالا دارای تمایل¹ بوده و از محلول آبی جذب کالا می شوند. از طرف دیگر، رنگدانه ها مواد رنگزایی هستند که ذرات آن به صورت نامحلول است و هیچ تمایلی به کالا ندارند. این مواد رنگزا دارای اندازه ذرات بزرگ بوده و قادر به نفوذ نیستند، لذا روی سطح کالا قرار می گیرند و در صورتی که هیچ گونه چسبندگی روی کالا نداشته باشند، به راحتی از سطح کالا جدا می شوند.

1).Substantivity

در بیشتر فرآیندهای رنگرزی، ابتدا انتقال ترکیب شیمیایی رنگینه از محلول رنگینه به روی سطح لیف اتفاق می‌افتد؛ این فرآیند جذب سطحی^۱ نامیده می‌شود. رنگینه ممکن است از محلول به آهستگی به داخل لیف نفوذ کند. در نتیجه فرآیند نفوذ، انتقال رنگینه به داخل منافذ لیف یا در بین زنجیره‌های پلیمری بسته به ساختار داخلی لیف صورت می‌گیرد. به طور کل، فرآیند جذب سطحی و نفوذ رنگینه به داخل لیف، جذب عمقی یا Absorption گفته می‌شود. جذب عمقی یک فرآیند برگشت‌پذیر است، لذا رنگینه می‌تواند طی فرآیند شستشو از لیف به سمت محلول خارج شود. این فرآیند را دفع^۲ گویند. علاوه بر پدیده جذب مستقیم، رنگینه ممکن است در داخل لیف، حبس فیزیکی یا رسوب شود یا ممکن است با لیف واکنش شیمیایی دهد. دیده شده است در صورتی که رنگینه در داخل لیف به صورت دو حالت اخیر باشد، ثبات رنگینه در فرآیند شستشو بهتر، و فرآیند برگشت‌ناپذیر است. به منظور نفوذ به داخل لیف، باید رنگینه‌ها در آب به شکل ذرات جدا از هم (تک‌مولکولی) باشند. این ذرات اغلب به صورت آنیون‌های رنگی مانند نمک‌های سدیم اسید سولفونیک همچون کنگو رد هستند. آن‌ها همچنین ممکن است به صورت کاتیون‌های رنگی چون مووین^۳ یا مولکول‌های خنثی با حلالیت پایین در آب مانند رنگینه‌های دیسپرس باشند. رنگینه باید تحت شرایط رنگرزی نسبت به لیف تمایل داشته باشد، لذا در طی فرآیند رنگرزی، حمام رنگرزی به تدریج از رنگینه تهی می‌گردد. در انتهای عمل رنگرزی گفته می‌شود که رنگینه نسبت به لیف تمایل دارد و حمام رنگرزی رقیق‌تری^۴ شده است.

چهار ویژگی رنگینه‌ها عبارت‌اند از:

- قدرت رنگی.
- حلالیت در آب در طی فرآیند رنگرزی.
- مقداری سبستتویته برای لیف.
- خواص ثباتی قابل قبول برای کالای رنگرزی شده (اکبری، 1391).

1-3- طبقه‌بندی مواد رنگزا:

مواد رنگزا را می‌توان بر اساس ساختمان شیمیایی و یا نحوه کاربرد آن‌ها طبقه‌بندی کرد. در یک طبقه‌بندی بر حسب ساختمان شیمیایی، امکان حضور مواد رنگرزی که پایه شیمیایی یکسان، ولی خصوصیات کاربردی متفاوتی دارند، بسیار محتمل است و بالعکس، مواد رنگرزی که خصوصیات کاربردی یکسانی دارند، می‌توانند پایه‌های شیمیایی متفاوتی داشته باشند (Hunger, 2003).

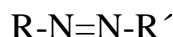
2). Adsorption
1). Desorption
2). Mauveine
3). Exhausted

1-3-1 طبقه‌بندی مواد رنگزا طبق ساختار شیمیایی

مواد رنگزا طبق ساختار شیمیایی به گروه‌های مواد رنگزای آزو، آنتراکینون، ایندیگوئید، تری آریل متان، پلی متین، فتالوسیانین، نیترو، نیتروز، و دیگر مواد رنگزایی که در هیچ یک از طبقات فوق نمی‌گنجد، تقسیم‌بندی شده است. در زیر به طور مختصر درباره هر یک از این طبقات شرح داده خواهد شد.

1-1-3-1- مواد رنگزای آزو

مواد رنگزای آزو از لحاظ تجاری، مهم‌ترین طبقه مواد رنگزا هستند که تقریباً بیش از 50٪ کل مجموع مواد رنگزای تولید شده در جهان را تشکیل می‌دهند؛ همچنین بیشترین تعداد از مواد رنگزای مطالعه شده و بیشترین حجم از مقالات، مربوط به این طبقه‌اند و به دو دلیل، دارای اهمیت ویژه‌ای هستند: اول اینکه دارای قدرت رنگی زیادی هستند (قدرت رنگی مواد رنگزای آزو حدود دو برابر بیشتر از مواد رنگزای آنتراکینون است). دوم اینکه آن‌ها از مواد واسطه‌ای ساخته می‌شوند که به آسانی تهیه می‌شوند، به خصوص که دامنه وسیع این مواد واسطه سبب می‌شود که فام‌های متنوع رنگی ایجاد شود. شکل زیر، نمایش ساده از ساختار شیمیایی مواد رنگزای آزو را نشان می‌دهد که در آن R و R' معمولاً ترکیبات آروماتیک‌اند.

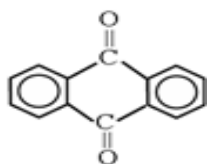


شکل (1-1): ساختار کلی یک ماده رنگزای آزو

بر حسب تعداد گروه‌های آزوی موجود در ساختار رنگینه‌ها به مونو، دیس، تریس، و پلی آزو تقسیم می‌شوند (Saratale et al., 2011).

1-3-1-2- مواد رنگزای آنتراکینون

مواد رنگزای آنتراکینونی بعد از مواد رنگزای آزو، مهم‌ترین طبقه از مواد رنگزا هستند. در مقایسه با مواد رنگزای آزو که هیچ همتای طبیعی ندارند، عامل رنگزای (ریشه یا کروموژن) همه مواد رنگزای قرمز طبیعی مهم، بر اساس بنیان آنتراکینون است. معروف‌ترین آن‌ها «آلیزارین» با نام علمی 1 و 2-دی هیدروکسی آنتراکینون است. در واقع، این دسته از مواد رنگزا به دلیل خواص ثباتی خوب به خصوص ثبات در برابر نور مشهور شده‌اند. دلیل اساسی که این مواد رنگزا از نظر تجاری کمتر گسترش یافته‌اند، ارزانی قیمت و سادگی سنتز مواد رنگزای آزو بوده است. مواد رنگزای آنتراکینونی تجاری مهم، همگی مشتقات 9 و 10 آنتراکینون با ساختمان زیر هستند که خود دارای رنگ زرد کم شدت می‌باشد.

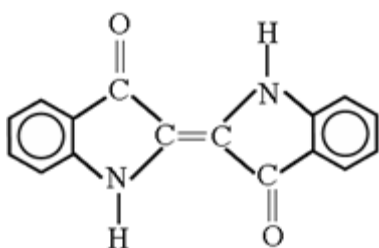


شکل (2-1): ساختار آنتراکینون

مواد رنگزا به وسیله گروه‌های الکترون‌دهنده در یک موقعیت آزاد 8 یا چند موقعیت مخصوصاً 1 و 4 و 5 و 8 به دست آمده‌اند. گروه‌های آمینو آلکیل، آریل آمینو، هیدروکسی و آلکوکسی، از جمله استخلافات مهم آنتراکینون‌ها هستند (اکبری؛ 1391).

3-1-3-1- مواد رنگزای ایندیگوئید

مواد رنگزای ایندیگوئید، به وسیله یک فرآیند محلول‌سازی (حل کردن رنگینه به کمک یک ماده احیاکننده در محیط قلیایی قبل از رنگریزی) بر روی الیاف به کار برده می‌شود. آن‌ها از لحاظ تاریخی، دارای اهمیت ویژه‌ای هستند، زیرا نیل از قدیمی‌ترین مواد رنگزای شناخته شده است. امروزه، نیل یکی از مهم‌ترین مواد رنگزای طبیعی است که هنوز هم در رنگریزی کالای نساجی به کار می‌رود. نیل بر روی الیاف سلولزی، رنگ آبی می‌دهد و خواص ثباتی عالی دارد (اکبری؛ 1391). فرمول ساختاری آن به صورت زیر می‌باشد:



شکل (3-1): ساختار کلی یک ماده رنگزای ایندیگو

2-3-1- طبقه‌بندی مواد رنگزا طبق کاربرد

طبقه‌بندی مواد رنگزا همان‌طور که در کتاب مرجع رنگ ثبت شده، به جز یک مورد تماماً بر حسب نوع کاربرد تنظیم شده است. مواد رنگزای مصرفی در نساجی به دو گروه اصلی، و هر گروه به چند شاخه فرعی تقسیم شده است. منظور از این تقسیم‌بندی این است که روی خصوصیات ویژه و معینی در ارتباط با عملکرد عمومی رنگریزی و ثبات در برابر عملیات شستشویی تأکید شود.