

معرفی جایگاه رنگ های آب پایه ساختمانی و صنعتی

در ایران و جهان

با سلام و احترام حضور اساتید و همکاران ارجمند صنایع رنگ و رزین ایران همانطور که مستحضرید ، بازار رنگ و رزین ایران نیز مانند اغلب صنایع دیگر در ۱۲ سال گذشته با محدودیت های متعددی در مراودات علمی و فنی با بازار جهانی مواجه بوده و لذا بشدت از گردونه پیشرفت های تکنولوژیک روز دنیا دور مانده است . ولی این روند با بازگشایی بازار کشور در دوران پسابرجام تغییر شکل خواهد داد و ورود رقبای خارجی به داخل کشور از یک سو و ورود کالا و محصولات ایرانی به بازارهای جهانی موجب می گردد تا صنایع کشورمان مجبور به رقابت با رقبای بین المللی و با استانداردهای روز دنیا باشند .

ولی پیش از اینکه رقبای خارجی با عرضه محصولاتشان عرصه را بر صنایع ایران تنگ کنند لازم است تا جایگاه صنایع رنگ و رزین آب پایه ساختمانی و صنعتی در ایران و جهان شناسایی و معرفی گردد . لذا بر آن شدم تا با همکاری جمعی از همکاران و اساتید ارجمند کشورمان و با استفاده از منابع اطلاعاتی و آماری موجود و در دسترس نسبت به تدوین فهرستی مقدماتی از زمینه های فعالیت صنایع رنگ و رزین در ایران و جهان اقدام کرده و پس از کسب نظر مشورتی شما اساتید و متخصصین و کارشناسان صنایع کشورمان ، به طریقی شایسته و با مشارکت همه مراکز علمی ، پژوهشی و صنفی متخصص و ذی صلاح در ایران ، راه برای تدوین اولین استراتژی توسعه صنایع رنگ و رزین آب پایه ایران هموار گردد .

آنچه در پی خواهید خواند تنها بخش هایی از این گزارش و فهرست اولیه است که امیدوارم با انتشار اولیه آن زمینه اصلاح ایرادات و کاستی های آن فراهم آید و سپس قدم های لازم برای تدوین استراتژی توسعه صنایع رنگ و رزین آب پایه ایران و سپس سایر عرصه های این صنعت در آینده کشورمان شناسایی و اجرایی گردد .

الف) وضعیت کنونی بازار جهانی رنگ و پوشش های آب پایه صنعتی و ساختمانی :

۱- در تمام گزارشات بین المللی از ۱۰ شرکت برتر رنگسازی دنیا و نیز گزارشات ۸۰ شرکت برتر رنگسازی دنیا و حتی گزارشات بازار کشورها و مناطق مختلف از آمریکا و اروپا تا چین و آسیا می توان مشاهده نمود ، حرکت عمومی صنایع رنگ جهان به سمت توسعه رنگ و پوشش های " دوستدار محیط زیست و محصولات سبز " است که نتیجه این رویکرد " توسعه رنگ های پرجامد و فاقد حلال آلی ، رنگ های پودری و رنگ های آب پایه " است .

۲- شک نیست که محدودیت های ساختاری و فنی تولید و اجرا و مصرف رنگ های پرجامد و پودری موجب کندی رشد این پوشش ها شده و توجه جهانی به رنگ های آب پایه به دلیل سهولت تولید و اجرا و مصرف دوچندان گردد .

۳- به تحقیق این روند از اواسط دهه ۷۰ میلادی و پس از بحران نفتی ۱۹۷۳ ابتدا در رنگ های ساختمانی با رشدهای تصاعدی مواجه شده و از دهه ۱۹۹۰ میلادی به رنگ های صنعتی و اتومبیلی تسری یافته است .

۴- در بسیاری از کشورهای توسعه یافته سالهاست که موضوع آب پایه کردن رنگ و پوشش های ساختمانی حلال پایه بسته شده و تقریباً جز معدودی رنگ و پوشش های ضد خوردگی فلزات و لاک های چوب و بخشی از رنگ های استخری و رنگ سطوح پلیمری و نظایر آن که همچنان در بعضی کشورها درصد ناچیزی حلال

- پایه باقی مانده دیگر رنگ حلال پایه ای برای سطوح مینرالی ساختمانی وجود ندارد و همه محصولات آب پایه شده اند ولی در ایران همچنان حدود ۳۰ درصد رنگ های ساختمانی - یعنی حدود ۱۰۰ هزار تن - حلال پایه مانده اند که تا ۵ سال آینده به شدت تنزل خواهند یافت و جای خود را به رقبای آب پایه می دهند .
- ۵- نسبت رنگ های آب پایه ساختمانی در اروپا و آمریکا و بسیاری کشورهای در حال توسعه از جمله ترکیه حتی از ۹۵٪ هم فراتر رفته است .
- ۶- در اروپا از مجموع پوشش های صنعتی و ساختمانی که بیش از ۱۰ میلیون تن است بالغ بر ۵۸,۵٪ آب پایه شده اند .
- ۷- در آمار جهانی از کل تولید سالیانه که بیش از ۴۱ میلیون تن برآورد شده , سهم آب پایه ها از حدود ۴۰٪ یعنی بالغ بر ۱۶ میلیون تن فراتر رفته است .
- ۸- لازم به ذکر است که همچنان بالاترین نرخ رشد در پوشش ها مربوط به آب پایه های اکریلیک هستند .
- ۹- رنگ های اتومبیلی و صنعتی که که تا ۱۵ سال قبل در انحصار پوشش های حلال پایه بودند , به سرعت مسیر آب پایه شدن را می پیمایند . بگونه ای که در تمام گزارشات موجود در جهان از ۲۰۱۰ به بعد این تغییر رویکرد جزو الویت های شرکت ها قرار گرفته است (پیوست های ۲ تا ۸) . امروزه تعدادی از شرکت های خودروساز از جمله بنز , بی ام و , اپل , فورد و چند شرکت دیگر تمام رنگ خودروبی از آستر تا رویه ضدخش نهایی پلی یورتانی خود را از محصولات آب پایه استفاده کرده اند .
- ۱۰- جهت گیری رنگ های صنعتی نیز شرایط مشابه اتومبیلی است . بگونه ای که در بسیاری از پوشش های ضد خوردگی , پوشش های کف صنعتی و ساختمانی , رنگ های چوب اعم از دکوراتیو , مبلمان و پارکت , انواع عایق های الاستیک رطوبتی , صوتی , حرارتی (مانند عایق الاستیک عرشه کشتی) تا رنگ های ضد حریق و استخری تا پوشش های تخصصی مانند رنگ های کوره ای , لاک روی الکترو موتورهای کوچک تا صنعتی بزرگ و درزگیرهای گوناگون اتومبیلی , صنعتی و ساختمانی به سمت آب پایه شدن رفته اند .
- ۱۱- ذکر این نکته ضروریست که تولیدکنندگان الکتروموتورهای صنعتی برای صادرات محصولاتشان موظف به حذف لاک های حلال پایه قدیمی و جایگزینی آن با لاک آب پایه شده اند .

World's Top ten Paints Companies 2012 Annual Report

One of the key factors of the paint market growth is the rapid development of the global construction industry. The new environmentally friendly paint will be the development of a new trend in the global paints and coatings market.

The paint and coatings industry largely depends on the purpose of the market, such as the need to meet the key industrial sectors are construction, steel, marine, automotive and wooden furniture. **The emerging markets are showing growth potential of the huge architectural paints and industrial coatings. The growing demand to promote green-based chemicals, such as zero volatile organic compounds (VOC) paints, solvent-based products based on the replacement of water-based products. Paint manufacturers are focusing on cutting-edge innovations to meet the requirements of consumers and regulators. Key vendors dominating this space include PPG Industries , Diamond Company, and AkzoNobel .**

۱۲- بنا به گزارشات جهانی پوشش های ضد خوردگی و نیز گزارش وضعیت بازار کشور چین ، همچنان بزرگترین سهم بازار از آن اپوکسی هاست ولی بالاترین نرخ رشد پوشش ها مربوط به اکریلیک های آب پایه است . در مجموع تقاضای جهانی از پوشش های حلال پایه متداول به محصولات جدید و بادوام تر و خصوصاً به سمت محصولات دوستدار محیط زیست و سبز و لاجرم فاقد حلال و یا آب پایه اپوکسی ، پلی یورتان ، اکریلیک و هیبریدهای یورتان-اکریلیک شیفت کرده است . برای مثال در پیوست های ۷ و ۸ می خوانید :

Anti-Corrosion Coating Market worth \$26,583 Million by 2019

The report, “[Anti-Corrosion Coating Market by Type \(Epoxy, Polyurethane, Zinc, Alkyd, Acrylic\), Technology \(Solvent, Water, Powder\), and End-Use \(Marine, Oil & Gas, Power Generation, Industrial, Infrastructure, Automotive\) - Global Trends & Forecasts to 2019](#)”, defines and segments the anti-corrosion coating market with an analysis and forecast for types, and applications by volume as well as value.

“Acrylic based anti-corrosion coating to have the highest growth”

Epoxy based anti-corrosion coating dominated the market in 2013 and will continue to retain the leading position in 2019. **Acrylic based anti-corrosion coating is estimated to have the highest growth from 2014 to 2019 due to the increasing environmental regulations and switch from solvent-borne coating to water-borne coating.** Polyurethane based anti-corrosion coatings are also projected to have high growth from 2014 to 2019.

“Industry shifting towards Water-borne coatings”

Solvent-borne anti corrosion coatings dominated the market in 2013. The recent regulations aimed at reducing the VOC emissions from paints and coatings have impacted the growth of the segment. The regulations have in turn driven the growth for water-borne anti-corrosion coating that is environment friendlier.

۱۳- در ایران هم اکنون تعدادی از شرکت های رنگسازی از سال ۱۳۸۵ نسبت به ساخت رنگ های آب پایه اتومبیلی اقدام کرده و تمام نیاز شرکت های خودروساز مشهوری مانند گروه سایپا و پارس خودرو را تأمین می کنند .

۱۴- چندین شرکت کوچک و بزرگ رنگساز نیز در زمینه ساخت انواع رنگ و پوشش ها و درزگیرهای آب پایه پلی یورتانی و اکریلیک فعال شده اند و محصولاتی را بصورت خاص برای صنایع مصرف کننده ساخته و عرضه می کنند ولی محصولاتشان را بصورت انبوه وارد بازار عمومی نکرده اند .

۱۵- علاوه بر این چند شرکت در تهران ، قزوین ، کرمانشاه ، اصفهان ، مشهد و تبریز ضدزنگ ها و زنگبرگردان های آب پایه (**Rust Converter**) و رنگ های استخری و چند محصول دیگر را با کیفیت مطلوب تولید و بصورت محدود عرضه کرده اند . بدون شک این شرکت ها به مرور و طی ۱ تا ۳ سال آتی محصولات خود را پس از اخذ تأییدیه های لازم از مراکز علمی ذی صلاح بصورت گسترده تری به صنایع بزرگ و پالایشگاه ها ، پتروشیمی ها ، نیروگاه ها و پروژه های ساختمانی عظیم و بازار خرده فروشی مغازه ای عرضه خواهند کرد .

پ (نتیجه گیری :

- ۱- طبق آمار (پیوست ۱) حدود ۵۰ درصد رنگ و پوشش های جهان (حدود ۲۰ میلیون تن در سال) و حدود ۵۷ درصد کل تولید رنگ ایران (حدود ۳۲۰ هزار تن) در حیطه رنگ و پوشش های ساختمانی است که به سرعت راه آب پایه شدن را می پیمایند و تقریباً هیچ مانع فنی یا اقتصادی مهمی جلودار آن نیست . راهی که اغلب کشورهای آمریکایی و اتحادیه اروپا و حتی ترکیه این مسیر را سالها پیش پیموده اند و رنگ های حلال پایه جز در بعضی سطوح فلزی یا سطوح پلیمری خاص جایگاهی ندارند .
- ۲- حدود ۳۰٪ تولید رنگ جهان در حوزه رنگ های صنعتی و ۴,۵٪ رنگ های حوزه ترانسپورتیشن شامل رنگ های خودرو , قطار و هواپیما و کشتی و ... هستند که در این زمینه ها نیز تحولات چشمگیری در زمینه تغییر رویکرد از حلال پایه به آب پایه انجام گرفته است و فهرستی از این پوشش ها در ادامه خواهد آمد .
- ۳- در ایران نیز از سال ۱۳۷۹ تعداد زیادی از رنگ و پوشش های آب پایه اکریلیک ساختمانی با کیفیت عالی توسط چند تولید کنندگان ایرانی و سپس ایرانیان تحت لیسانس رنگسازان خارجی ساخته شده اند و کشورمان به لحاظ دانش فنی در این زمینه با مشکلی مواجه نیست .
- ۴- ظرفیت تولید رنگ های آب پایه اکریلیک در کشورمان از کمتر از ۱۰۰ تن در سال ۱۳۷۹ به حدود ۵۰,۰۰۰ تن در سالهای ۱۳۹۳ - ۹۴ رسیده است که خبر از رشد شتابان آن دارد .
- ۵- ضمن اینکه تولید رنگ های پلاستیک حدود ۱۸۰,۰۰۰ تن و رنگ های آلکیدی ساختمانی در حد ۱۰۰,۰۰۰ تن ادامه دارند .
- ۶- هر چند که در حال حاضر کیفیت متوسط تولیدات داخلی از سطح قابل قبول بازار برخوردار نیست ولی رفع مشکلات موجود به دلیل عدم دسترسی به مواد اولیه مناسب و یا نبود دانش فنی در داخل نیست , بلکه به دلیل عدم آموزش عمومی و عدم گسترش دانش فنی در میان اکثریت رنگسازان است .
- ۷- در میان مجموعه سبد محصولات آب پایه هنوز تعدادی از رنگ های اصلی ساختمانی و رنگ های مشترک ساختمانی - صنعتی و سپس رنگ های آب پایه صنعتی آب پایه را می توان یافت که باید بدان بیش از پیش توجه شود . در واقع در همه بخش های کمتر توسعه یافته علاوه بر توسعه علمی و فنی , بحث های مطالعات بازار و بازاریابی و نیز برنامه ریزی برای توسعه بازارهای هدف موضوعات جدی هستند که باید به موازات توسعه علمی و فنی پرداخته شود . موضوعی که دومین عامل مهم عدم گسترش بازار رنگ های آب پایه ساختمانی و صنعتی بوده است .
- ۸- رنگ های آب پایه اتومبیلی نیز از سال ۱۳۸۵ در شرکت طیف سایا در حال تولید بوده و همچنان با الویت بالایی ادامه دارند و شرکت بجز تاپ کوت های آب پایه تقریباً تمام لایه ها را تولید و عرضه می کند .
- ۹- چنانچه ایران بخواهد جایگاه جدیدی در صنایع رنگ و رزین منطقه و جهان کسب کند و نیز جایگاه خود را همچنان حفظ نماید , بی شک باید برای ورود به بازار رنگ های آب پایه برنامه ریزی جدیدی داشته باشد .
- ۱۰- بدون شک انتخاب نوع رنگ ها و الویت گذاری آن و نحوه دستیابی به هر خانواده رنگ و پوشش نیازمند مطالعات و بررسی های بعدی است .

Year	Classification	Building		Industry		Package		Transportation		Other		Total	
		Milion Tons	%	Milion Tons	%	Milion Tons	%	Milion Tons	%	Milion Tons	%	Total	Billion \$
2011	Milion Tons	18.054	51 %	10.974	31 %	1.062	3 %	4.602	13 %	0.708	2 %	35.4	\$ 106.00
2012	Milion Tons	20.308	51 %	12.344	31 %							39.82	\$ 120.00
2013	Milion Tons	16.700	40 %	8.350	20 %	5.428	13 %	5.010	12 %	6.263	15 %	41.75	\$ 127.30
2014	Milion Tons	21.695	50 %	12.580	29 %							43.38	\$ 132.30
2015	Milion Tons	19.013	51 %	10.438	28 %							37.27	\$ 128.23

World's Top ten Paints Companies 2014 Annual Report

The paints and coatings industry can be categorized into three markets: architectural/decorative, industrial OEM and special purpose coatings. Architectural coating is the largest segment followed by industrial coatings and special purpose coatings. The industrial coatings segment was driven by rise in industrial production and automotive OEM sector.

Paint manufacturers are constantly introducing new and technologically advanced products in the market, and formulating products for specific customer applications, meeting customer delivery requirements and providing technical assistance to the customer in product application, new technology offerings and prices. Include Diamond Paints, PPG, SACAL and Sherwin-Williams are the leading companies. Companies are focusing on zero VOC (volatile organic compounds) and green paints that are particularly in high demand among the customers.

Demand, for paints and coatings, was highest from residential buildings, accounting for around 33.1% of the global demand in 2014. In 2014, increasing application scope of green coatings and nanocoatings market coupled with growing Middle East and North Africa paints and coatings market are expected to open opportunities for the growth of the market over the next few years.

Waterborne coatings are the most used paints and coatings across various end-users, were the major consumed paints and coatings in the market in 2014 and accounted for about 40% of the global demand.

Solvent borne technologies were the second largest consumed paints and coatings in the market. They are expected to show decline within the forecast period owing to the environmental regulations associated with the VOCs.

Powder coatings are expected to be the fastest growing over the forecast period due to rising demand from automotive, electronics and construction.

Demand for other paints and coatings such as specialty coatings are likely to be steady due to a substantially higher demand from other paints and coatings in the near future.

ب) سبب محصولات رنگ و پوشش های آب پایه ساختمانی و صنعتی

❖ رنگ های ساختمانی آب پایه که تولیدشان در بسیاری از شرکت ها عمومیت یافته است .

- ۱- رنگ اکریلیک جایگزین رنگ های روغنی - در ۳ نوع براق , نیمه براق و مات
- ۲- رنگ نمای بتن با کیفیت عالی تا ارزان قیمت با کیفیت حداقلی
- ۳- پرایمر اکریلیک جایگزین روغن الیف
- ۴- رنگ های پلاستیک و نیم پلاستیک

❖ اما رنگ هایی که تاکنون ساخته نشده اند و در آینده می توانند ساخته شوند :

- ۱- انواع پوشش های آنتی باکتریال و ضد خزه و کپک برای سطوح بیمارستانی , آموزشی , مهد کودک ها و صنایع غذایی و دارویی و ...
 - ۲- رنگ های نیمه اکریلیک ارزان - جدید
 - ۳- پرایمرهای نفوذی جدید و پوششی و آستری ها
 - ۴- مادر رنگ های مختلف داخل و خارج ساختمان
 - ۵- انواع رنگ های دکوراتیو و تزئینی مات و براق و متالیک
 - ۶- رنگ های تکسچر ساده و سنگدانه دار
 - ۷- پوشش های سنگدانه ای نما
 - ۸- رنگ های نمای الاستیک
 - ۹- عایق های رطوبتی الاستیک
- عایق های اکریلیک عمومی سفید و رنگی
 - عایق های حرارتی و صوتی ساختمانی
 - عایق های حرارتی صنعتی حرارت بالا

- عایق های صوتی و حرارتی خاص سطوح بدنه کابین های قطار و مترو
- پلی یورتانی برای مصارف سطوح فلزی و کامپوزیتی و ساندویچ پنل

۱۰- کنیتکس های سفید و رنگی در دانه بندی های مختلف

۱۱- لاک های بی رنگ و رنگی

- لاک سنگ و چوب نما
- لاک پارکت اکریلیک
- لاک پارکت پلی یورتانی تک جزئی MCU
- لاک مبلمان
- رنگ و لاک روی چوبهای اسباب بازی
- رنگ و پوشش های مخصوص کابینت های MDF و نئوپان

۱۲- رنگ های استخری ضدخزه

۱۳- رنگ های کف ساختمانی و صنعتی در انواع :

- اکریلیک سخت در حد رنگ ترافیک
- اکریلیک الاستیک
- اپوکسی صنعتی
- پلی یورتان صنعتی
- هیبریدهای پلی یورتان اکریلیک
- رنگ کفپوش سیلیکونی های هیبریدی سیلان , اکریلیک , یورتان
- پوشش عرشه الاستیک Elastomeric Deck Coating

۱۴- رنگ و پوشش های ضدخوردگی تک لایه و چند لایه نظیر

▪ زنگ برگردانها Rust Convertors

- پوشش های اکریلیک عمومی
- پوشش های پلی یورتانی و هیبریدهایش
- ضد زنگ های هیبریدی سیلان- یورتان - اکریلیک که در دنیا هم جدید هستند
- پوشش های ضدخوردگی آب پایه آلکیدی
- لاک اپوکسی آب پایه برای سطوح الکتروموتور

۱۵- پوششهای ضد حریق

۱۶-انواع رنگ و پوشش های کوره ای

- نظیر آلکید مالئات آب پایه

- اکریلیک ها و پلی یورتانها
- ۱۷- رنگ های ترافیکی آب پایه
- ۱۸- انواع رنگ های آب پایه اتومبیلی از آستری تا لاک رویه

پیوست ۱

ابعاد صنعت رنگ ایران

بر اساس اطلاعات بهار ۱۳۹۴ سرانه رنگ های ساختمانی در ایران ۴ کیلوگرم برآورد می شود :

$$\underline{80.000.000 \times 4 = 320.000.000}$$

این عدد برابرست با ۵۷,۱۴٪ کل تولید رنگ ایران شامل

رنگ های پلاستیک حدود ۵۶,۲۵٪ ساختمانی و ۳۳٪ کل رنگ کشور

رنگ های روغنی حدود ۳۱,۲۵٪ ساختمانی و

۲۰,۵٪ کل رنگ کشور

رنگ های اکریلیک ۱۲,۵٪ ساختمانی و

۷,۱۷٪ کل رنگ کشور

سرانه سایر رنگ ها شامل رنگ های صنعتی ، دریایی ، اتومبیلی و غیره حدود ۳ کیلوگرم برآورد می شود :

$$\underline{80.000.000 \times 3 = 240.000.000}$$

سرانه تولید رزین های صنعتی و ساختمانی حدود ۲ کیلوگرم برآورد می شود :

$$\underline{80.000.000 \times 2 = 160.000.000}$$

بدین ترتیب کل تولید رنگ ایران برابر

560.000.000

کیلو گرم

1.5 % تولید جهانی

3.5 % تولید منطقه آسیا - پاسیفیک

کل رقم تولید رنگ های آب پایه ساختمانی و صنعتی و اتومبیلی ایران حدود ۲۳۵ هزار تن است که بیش از ۴۱٪ کل رنگ کشور است که با نرم های جدید در جهان می تواند تا به ۵۵-۶۰٪ یعنی ۳۱۰ تا ۳۳۶ هزار تن افزایش یابد.

یعنی به راحتی می توانیم ۸۰ تا ۱۰۰ هزار تن دیگر نیز افزایش تولید رنگ های آب پایه داشته باشیم که سهم زیادی از آن متعلق به رنگ و پوشش های ساختمانی است.

۱- پوشش های دوستدار محیط زیست :

این پوشش ها عبارتند از پوشش های آب پایه ، پوشش های پودری ، پوشش های پر جامد و پوشش های تابش پز ، جدول ۱ نشان می دهد که رشد مصرف ای پوشش ها چندان سریع نیست .

سرعت رشد مصرف انواع پوشش ها در اروپا

نوع پوشش	۱۹۹۶	۲۰۰۶
حلال پایه	۴۰٪	۳۳٪
آب پایه	۵۰/۵٪	۵۶٪
پودری	۳/۲٪	۴/۴٪
پر جامد	۵/۴٪	۵/۴٪
تابش پز	۰/۹٪	۱/۲٪

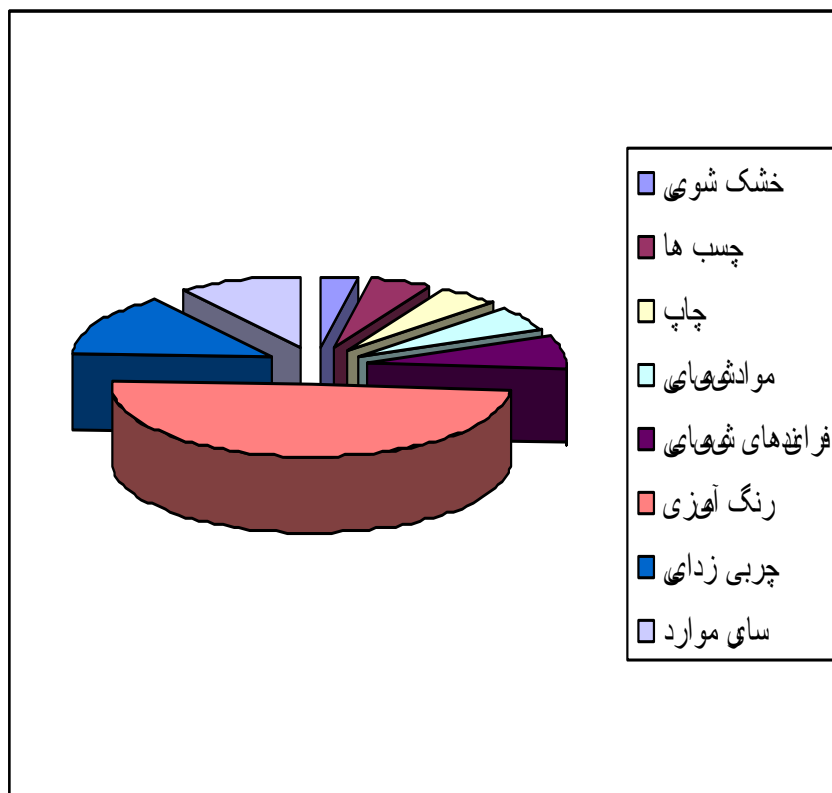
در این سالها تولید رنگ در قاره اروپا بین ۷,۵ تا ۸ میلیون تن بوده که کاهش ۷ درصدی رنگ های حلال پایه به معنی کاهش تولیدی در حدود ۵۲۵ تا ۵۶۰ هزار تن در این ۱۰ سال است. از سویی افزایش ۵,۵ درصدی رنگ های آب پایه نیز به منزله افزایشی ۴۱۲ تا ۴۴۰ هزار تن در طی ۱۰ سال مذکور است. در اروپا پوشش های آب پایه در آینده حرف اول را خواهند زد و عامل اصلی در این بین مسائل زیست محیطی می باشد .

نوع پوشش	۱۹۹۶	۲۰۰۶
حلال پایه	۳,۰۰۰,۰۰۰	۲,۶۴۰,۰۰۰
آب پایه	۳,۸۰۰,۰۰۰	۴,۵۰۰,۰۰۰
پودری	۲۴۰,۰۰۰	۳۵۲,۰۰۰
پر جامد	۴۰۵,۰۰۰	۴۳۲,۰۰۰
تابش پز	۶۷,۵۰۰	۹۶,۰۰۰

اعداد بر اساس تن

شکل ۲

میزان VOC آزاده شده ناشی از فرایندهای مختلف در اروپا آورده شده است میتوان مشاهده نمود. **نیمی از مواد آلی فرار موجود در محیط ناشی از فرایند رنگ آمیزی می باشد.**



شکل ۲: میزان VOC آزاد شده ناشی از فرایندهای مختلف در اروپا