

## کنترل فرآیند در آبکاری

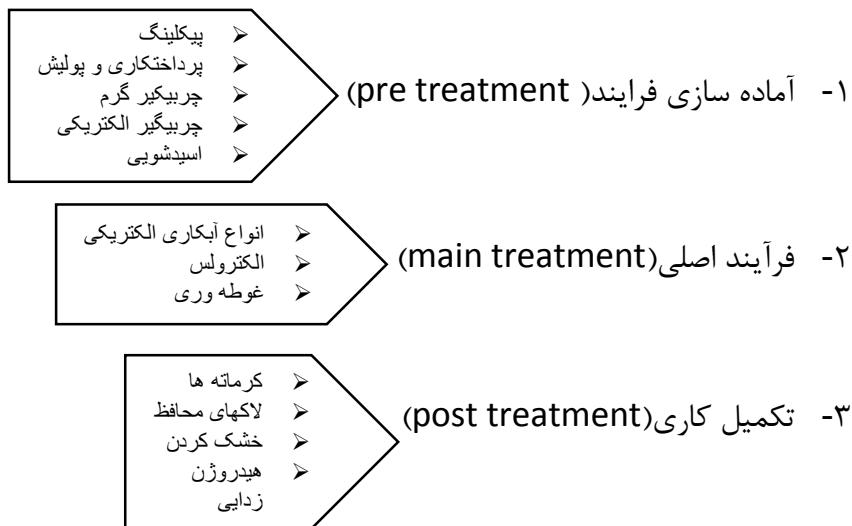
### بخش ۱: اثرباره

نویسنده: محمد رضا فرشچی

با به تعریف آبکاری یک فرایند الکتروولیتی برای نشان دادن یک لایه از فلز در سطح یک فلز یا غیر فلز به منظور ارتقاء، ظاهر، زیبایی یا خواص مکانیکی آن سطح است.

فرآیند به مجموعه فعالیت‌های به هم پیوسته‌ای اطلاق می‌شود که برای ایجاد یک یا چند تغییر تعریف شده است و هر فرآیند با یک فعالیت مشخص آغاز و با فعالیت دیگر پایان می‌یابد تا به هدف نهایی برسد.

اگر یک واحد آبکاری را به صورت فرآیند ببینیم، معمولاً می‌توان آن را به بخش‌های زیر تقسیم کرد:



برای آنکه مطمئن شویم که فرآیند آبکاری به خوبی و به نحو مطلوب کار می‌کند و تمام فعالیت‌ها به طور پیوسته و منظم انجام می‌شود، بحث کنترل فرآیند آبکاری پیش می‌آید که پایش دائم و مطلوب آن منجر به کیفیت مطلوب پوشش آبکاری می‌شود و در نهایت مزیت رقابتی را ایجاد می‌کند ای افزایش می‌دهد.

## کنترل فرآیند در واحدهای آبکاری

در واحد آبکاری بخش کنترل فرآیند به بخشی گفته می‌شود که به اصلاح روش‌ها مشغول است تا آن واحد بتواند به‌وسیله آن روش‌ها از مطلوبیت پوشش دهی خود و رضایت مشتریان مطمئن گردد.

این روش‌ها و سیستم‌ها معمولاً با هماهنگی و همکاری دیگر بخش‌های یک کارخانه تولیدی که در آن واحد آبکاری وجود دارد طراحی و مهندسی می‌شوند.

در این راستا بسته به نوع عوامل موثر در فرآیند و وسعت حوزه بررسی، بخش‌های مختلف درگیر می‌شوند که نتایج آن در کنترل کیفیت آماری، تضمین کیفیت و کنترل کیفیت فرآگیر مطرح و به طور قابل وضوح مشاهده می‌شود.

کنترل فرآیند علاوه بر دسترس پذیر کردن کیفیت و بهره‌وری، فعالیت سازمان را نیز افزایش می‌دهد و باعث کنترل فرآیند مطلوب در واحد آبکاری می‌شود.

## اهداف کنترل فرآیند در آبکاری

حفظ استانداردهای تعیین شده، کشف و تصحیح انحرافات فرآیند آبکاری در عمل و ارزیابی کارایی واحدها و افراد.

## فعالیت‌های کنترل فرآیند

- کنترل متغیرهای وان‌های آبکاری در سه بخش آماده سازی، اصلی، تکمیل کاری
- کنترل مواد ورودی به فرآیند
- کنترل حین آبکاری به منظور اقدامات پیشگیرانه
- مطالعات ویژه در فرآیند آبکاری با هدف ریشه یابی مشکلات اصلی خط آبکاری

## عوامل ایجاد پوشش بی کیفیت در نتیجه عدم کنترل فرآیند آبکاری

- خطای انسانی ناشی از عدم آموزش و عدم انجام صحیح فرآیند های آبکاری
- مواد اولیه نامطلوب
- تجهیزات آبکاری فرسوده و غیرحرفه‌ای
- محیط آبکاری نامناسب از نظر ساختار و محیط زیست
- ضعف در طراحی مهندسی خط آبکاری
- عدم کنترل روزانه با استفاده از cheek print

## نتایج ناشی از آبکاری با پوشش نامطلوب

- ادعای خسارت
- برگشت قطعات آبکاری شده
- هزینه اصلاحی و دوباره کاری
- هزینه های پیشگیرانه
- سلب اعتماد مشتریان از واحدهای آبکاری

آنچه مسلم است کنترل دقیق فرآیند آبکاری به صورت پیوسته ما را به اهدافمان می رساند و عدم کنترل آن نتایج نامطلوب و جبران ناپذیر را در بر خواهد داشت و به طور باورنکردنی به شدت مشکلات زیاد می شود به طوری که آن واحد آبکاری در زمان کوتاه و با هزینه های اندک قابل اصلاح نمی باشد.

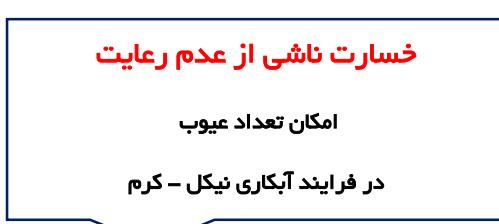


برای مثال در یک واحد آبکاری نیکل - کروم بر روی قطعات فولادی که یکی از معمولی ترین فرآیندهای آبکاری می باشد تعداد احتمال ایجاد مشکلات می تواند به عدد زیر برسد.

**۴۳۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰**

بله در نگاه اول عدد فوق بسیار تعجب برانگیز، باورنکردنی و غیرعلمی به نظر می رسد اما بیاییم قدم به قدم جلو برویم تا ببینیم چگونه به این تعداد امکان ایجاد مشکل می رسیم و چگونه می توانیم آن را کم یا حذف کنیم!!!!!!

در یک واحد آبکاری حداقل کنترل ها روی متغیرهای ذیل باید انجام شود و اگر این کنترل ها به صورت مطلوب صورت نگیرد در اثر تاثیر گذاشتن بر همدیگر مشکلات بیشتر و بیشتر می شود و دیگر قابل کنترل نمی باشد در یک مدل ریاضی امکان به وجود آمدن عیوب بسیاری در یک واحد آبکاری نیکل کروم هست.



**435 000 000 000**



در تمامی فرآیند های آبکاری هم اثر گذاری متغیرهای آبکاری بر یکدیگر می تواند واحد آبکاری را به یک نتیجه مطلوب و یا نامطلوب برساند.

در واقع اثر مرکب نه تنها در فرآیندهای آبکاری بلکه در جای جای هستی قابل رویت می باشد

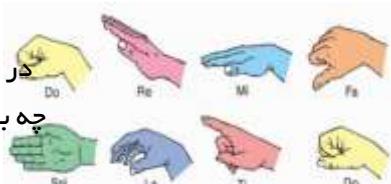
## نمونه های اثر مرکب در جهان هستی

در اثر ترکیب و اثرگذاری ۳ رنگ اصلی بر همدیگر میلیون ها رنگ ترکیبی زیبا به وجود می آید.



**۳ رنگ اصلی**

در اثر ترکیب و اثر گذاری ۷ نت موسیقی بر هم دیگر چه بسیار موسیقی و اصوات دلنووازی بشر در طول تاریخ ساخته است.



**۷ نت موسیقی**

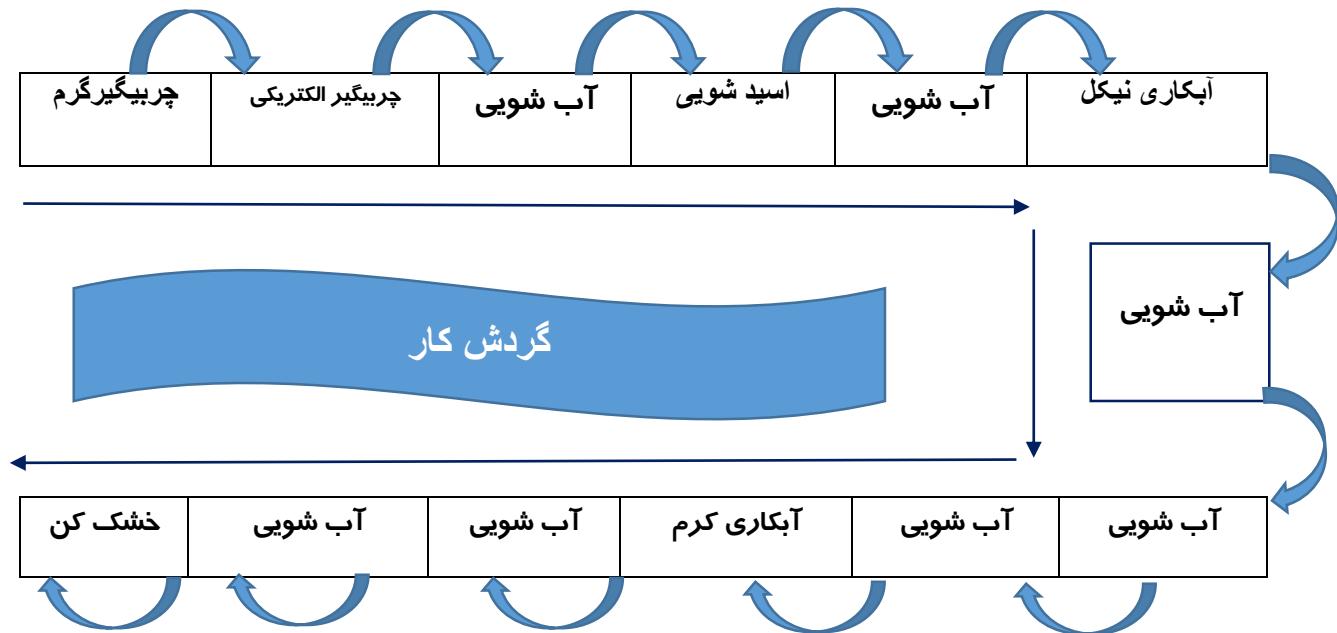
در اثر ترکیب و تاثیر فقط ۵ مزه اصلی در یکدیگر چه بسیار مزه ها را در اثر دنیا بزرگ غذاها حس می کنیم



**۵ مزه اصلی**

حال میخواهیم بینیم که اثر مرکب مانند طبیعت در فرآیندهای آبکاری چگونه عمل میکند.

## ترتیب فرآیند ساده خط آبکاری نیکل



اگر یک فرآیند آبکاری نیکل کروم مطابق گردش کار بالا باشد پس ترتیب فرآیند و متغیرهای هر فرآیند را نیز به صورت کلی می‌توان طبق جدول زیر در نظر گرفت که هر یک از متغیرهای یا کنترل مطلوب دارند یا از کنترل خارج شدند پس برای هر متغیر دو حالت خوب و بعد می‌توان در نظر گرفت بنابراین اگر مثلاً آبشویی دارای ۳ متغیر باشد با ۲ حالت خوب و بد که در هم اثر می‌گذارند ما را به ۶ حالت کلی در هر ایستگاه فرآیند آبکاری می‌رساند که خود آن در ایستگاه بعدی تاثیر دارد و مابقی ایستگاه‌ها هم از این قاعده مستثنა نیست.

برای ترتیب فرآیند آبکاری نیکل کرم می‌توان یک مدل ریاضی ساده طراحی کرد که عوامل بطور مستمر در یک دیگر تاثیر می‌گذارند و تاثیرات را بسیار پیچیده می‌کنند.

## مدل ریاضی احتمال مشکلات آبکاری نیکل / کرم

ترتبیب فرآیند	متغیر ها	جمع کل
چربیگیر گرم	غلظت. دما. مواد شیمیایی	$۳ \times ۲ = ۶$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
اسید	غلظت. فلزات حل شده. pH.	$۳ \times ۲ = ۶$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
چربیگیر الکتریکی	غلظت. دما. مواد شیمیایی. تسمه مسی. کاتد. شدت جریان	$۶ \times ۲ = ۱۲$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
فعال کننده	غلظت. ناخالصی ها	$۲ \times ۲ = ۴$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
آبکاری نیکل	غلظت (متغیر). دما. آند. تسمه مسی.	$۱۵ \times ۲ = ۳۰$
	ناخالصی (۳). فیلتراسیون. تلاطم. افزودنی ها (۳). شدت جریان	
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
آبکاری کرم	غلظت. دما. آند. تسمه مسی. شدت جریان	$۵ \times ۲ = ۱۰$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$۳ \times ۲ = ۶$
	مدل نهایی	$870,712,934,400$

➤ همانطور که ملاحظه می کنید بطور کلی تعداد 870,712,934,400 امکان وجود خواهد داشت که نیمی از آن ها مطلوب و مابقی نامطلوب است برای درک بهتر جدول بالا، یک ردیف را به زبان ساده شرح داده میشود:

ترتبیب فرآیند	تغییرات	جمع کل
چربیگیر گرم	غلظت. دما. مواد شیمیایی	$۳ \times ۲ = ۶$

$$(امکان) ۶ = ۲(حالت خوب و بد) \times ۳(متغیر)$$



نشریه پیام آبکاری تابستان ۱۳۹۹

گروه نشریات پوششهای سطحی و پیام آبکار

پیام آبکار

همانطور که از داده ها واضح است، بیشترین شرایط نامطلوب واحد ابکاری از عدم کنترل ۲۰ متغیر کلی به وجود می آید که می توان آن ها را کنترل کرد و در دامنه خودشان نگاه داشت برای مثال کنترل متغیرهایی مانند غلظلت مواد شیمیایی، دما، PH، کیفیت آب ورودی، اتصالات مسی، شدت جریان و بسیاری از آن ها، بسیار راحت و قابل اجرا می باشد بنابراین با حذف متغیرهای منترل شده تعداد احتمال و امکان خرابی در ریاضی بسیار پایین می آید.

اما امکان دارد متغیرهایی مانند کنترل ناخالصی های فلزی، آلی و یا ذرات معلقزی، آلی و یا ذرات معلق درون وان های ابکاری فرآیندی سخت تر کنترل شود.

## تعداد احتمالات مشکلات آبکاری نیکل / کرم

ترتب فرآیند	تغییرات	جمع کل
چربیگیر گرم	غلظت. دما. مواد شیمیایی	$1 \times 2 = 2$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
اسید	غلظت. فلزات حل شده. PH.	$1 \times 2 = 4$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
چربیگیر الکتریکی	غلظت. دما. مواد شیمیایی. تسممه مسی. کاتد. شدت جریان	$1 \times 2 = 2$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
فعال کننده	غلظت. ناخالصی ها	$1 \times 2 = 2$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
آبکاری نیکل	غلظت (۳ متغیر) دما. آند. تسممه مسی. فیلتراسیون. تلاطم. افزودنی (۳). ناخالصی ها (۳)	$3 \times 2 = 6$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
آبکاری کرم	غلظت. دما. آند. تسممه مسی. شدت جریان	$2 \times 2 = 4$
آبشویی	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
آبشویی (۲)	آب ورودی. دما. سرعت آب ورودی	$1 \times 2 = 2$
مدل نهایی		196,608

جهت بهینه سازی اگر بتوانیم تعداد عوامل قابل کنترل را کاملاً پایش و در شرایط مطلوب نگه داریم طبق جدول بالا آن عوامل از مدل ریاضی حذف می شوند و تعداد متغیر های نامطلوب اثر کمتری بر یکدیگر دارند بنابراین جدول بالا نمایانگر این است که با کنترل فرآیند می توان تعداد مشکلات احتمالی را به راحتی کاهش داد و برای نمونه در فرآیند آبکاری نیکل/کرم از 870,712,934,400 امکان به 196,608 با رعایت نکات جدول بالا بهینه سازی انجام شده است.

در بخش بعدی به این موضوع خواهیم پرداخت که چرا اصولاً کنترل فرآیند آبکاری باید مورد توجه قرار گیرد. و به بحث اثر مرکب و برتری خفیف در این زمینه خواهیم پرداخت و در ادامه پیشنهاد و راهکار هایی برای کنترل بهتر و دائم واحد های آبکاری خواهیم داد.



نشریه پیام آبکاری تابستان ۱۳۹۹  
گروه نشریات پوششهای سطحی و پیام آبکار