

# صنعت آبکاری

فصلنامه آموزشی، خبری و پژوهشی

Electroplating Industry Magazine

سال بیست و پنجم - زمستان ۹۶ - ۱۰۸ صفحه - ۴۰۰۰ تومان

۸۶

۸۶

- امید، اعتماد، زیست اخلاقی
- آبکاری در صنایع خودروسازی
- طراحی و چیدمان در خطوط آبکاری
- معرفی کتاب آبکاری الکتریکی مواد نانو ساختار

مطالب این شماره:

صنعت آبکاری

گزارش اصلی

## آبکاری و دندانپزشکی



صنعت آبکاری  
نشریه صنعت آبکاری

NOKIAN  
شرکت نوکیان

نیکل گستر  
Nickel Gostar  
شرکت نیکل گستر

گروه کارخانجات آبکاری عارفی  
Arefi Plating Factory

CANNING  
کارخانه آبکاری کانینگ

Minaco  
صنایع آبکاری مینا

نیگاب  
شیمی  
شرکت نیگاب شیمی

شرکت شیمیایی جهانتاب

# نیگل کسٹار

نیگل کسٹار  
نوروز ۹۷




نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰ واحد ۱۴ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴  
تلفن: ۷۷۲۴۰۶۲۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۲۴۰۶۲۴ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۹۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۹  
تلفن همراه: ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۲۴۰۶۲۴ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۹۹  
پست الکترونیک: [info@nickelgostar.com](mailto:info@nickelgostar.com)  
وب سایت: [www.nickelgostar.com](http://www.nickelgostar.com)  
فکس: ۰۹۱۲۲۸۰۶۸۶۰۵  
سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۵





Made in Turkey  
Since 1970



افزودنی های انواع پروسه های آبکاری   
مواد و تجهیزات خطوط الکترو فورتیک 

تنها نماینده انحصاری و دفتر مرکزی  
Galvano Mondo ترکیه در ایران

واردات - تولید - توزیع

نیکل گستار  
Nickel Gostar



مواد اولیه، تجهیزات و دانش آبکاری، تصفیه آب و پساب



نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۴۰۱ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴  
تلفن: ۷۷۲۴۷۶۹۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۲۴۰۶۲۲  
فکس: ۷۷۲۴۴۱۵۹  
تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰  
سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰  
وب سایت: www.nickelgostar.com  
پست الکترونیک: info@nickelgostar.com



# گروه کارخانجات آبراری عارفی

## Arefi Plating Group



### محصولات



نماینده انحصاری نمد

**GAZI KEÇE**

چسب نمد محصول مشترک آلمان و ترکیه

فرچه کنفی Sisal Polish

انواع مواد و افزودنی های آبراری





## علمی آموخته ایم، حرفه ای عمل کرده ایم

پوشش دهی بر روی انواع فلز بر اساس استانداردهای بین المللی

الکترولس نیکل، نیکل، کروم، نیکل دو بل، مس، گالوانیزه آلیاژی و...

آبکاری قلع بر اساس استاندارد ASTM B545

الکتروپولیش انواع استیل

توانایی اجرای انواع آبکاری بر اساس نیاز مشتری

مشاوره، راه اندازی و نظارت بر واحدهای آبکاری

پرداختکاری سطوح انواع فولاد و آلومینیوم

واردات و عرضه مواد شیمیایی و آبکاری

ارائه خدمات علمی مشاوره ای

## خدمات ما

### ارتباط با ما

دفتر مرکزی: تهران، تهرانپارس، جاده دماوند،

کوچه بعد از معاینه فنی خودرو

بن بست سورفیران پلاک ۱۴۷

کدپستی: ۱۷۴۶۷۳۸۵۱۱

☎ ۷۷۷۰۴۱۰۹-۷۷۷۰۴۱۳۹

☎ ۷۷۷۴۴۷۸۷

☎ ۰۹۳۷۳۰۳۲۹۷۷

✉ [Info@arefi.co](mailto:Info@arefi.co)

آخرین خبرها در وبسایت ما

[WWW.AREFI.CO](http://WWW.AREFI.CO)

## آبکاری تخصصی

قلع بر روی انواع سر سیم به صورت قرقره

قلع و نقره اتصالات مسی تابلوهای برق

# PVD

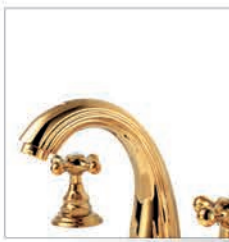
Titanium Coating



## درخشش بی سابقه کالای شما!

- سیستم آبکاری در خلاً
- مقاوم در برابر خط و خش و سایش
- مقاوم در برابر رطوبت
- مقاوم در برابر شوینده ها
- کیفیت و دوام فوق العاده

ایران برنز استیل با بیش از  
۴۵ سال سابقه در آبکاری و تولید



این نوع پوشش دهی که تکنولوژی جدید آبکاری می باشد به سیستم پوشش دهی فیزیکی در خلأ یا آبکاری در خلأ نیز معروف است. در این نوع از پوشش دهی لایه ای از فلز تارگت (هدف) که معمولاً تیتانیوم Ti، زیرکانیوم Zr، کرم Cr و... می باشد را با ایجاد خلأ و ایجاد قوس های الکتریکی بصورت بخار در آورده و با ایجاد جریان الکتریکی DC و در نتیجه بدست آوردن محیط پلاسما توسط گازهای خنثی و سایر گازها بصورت فیزیکی لایه نشانی می کند که از کیفیت بسیار بالا و مقاومت بالا در برابر خط و خش و رطوبت و سایش و شوینده های شیمیایی برخوردار است. با استفاده از این تکنولوژی پیشرفته شرکت ایران برنز استیل محصولات کلاس A خود را با ۲۵ سال گارانتی به بازار ارائه می نماید.

### تعدادی از صنایع مرتبط:

این سیستم پوشش دهی که قابل استفاده بر روی استیل، برنج و تمامی فلزات، سرامیک، کریستال، شیشه، آینه و پلاستیک می باشد امروزه در صنایع و محصولات بسیاری از جمله: زیورآلات، شیرآلات، سرامیک، کاشی، لوستر سازی، کریستال، اجناس دکوراتیو، دستگیره پلاک، درب و یراق آلات ساختمانی، اتصالات، صنایع مرتبط با آشپزخانه، ظروف، ساعت سازی، موبایل، صنایع خودرو سازی، رینگ ماشین و تزئینات داخلی و خارجی خودرو و لوازم منزل، قاشق و چنگال، لوازم جراحی و پزشکی و دندان پزشکی، ابزار آلات، ابزار برش، مته ها و فرز ها، اسباب بازی ها، لوازم آرایشی بهداشتی، کیف و کفش و کمر بند، صنایع کامپیوتر و رادیویی و سخت کاری قالب ها و ... کاربرد فراوان دارد و کشورهای پیشرفته از این تکنولوژی در تولید محصولات خود استفاده می نمایند.

این شرکت دارای نمایندگی انحصاری فروش ماشین آلات بوده و آماده همکاری و مشاوره، خدمات پیمانکاری و فروش ماشین آلات و لوازم یدکی می باشد.

### حتماً مقایسه نمایید!

جهت کسب اطلاعات بیشتر

با شماره تلفن: ۳-۷۷۸۷۶۱۱۲ و همراه: ۰۹۱۲۳۰۶۶۲۰۳ تماس حاصل فرمایید.

## تولید کننده پیشرو ترکیبات فلزات گرانبها

<b>Ag</b> Silver	<b>Ru</b> Ruthenium	<b>Pt</b> Platinum
<b>Rh</b> Rhodium	<b>Pd</b> Palladium	<b>Au</b> Gold



نمکها، ترکیبات و افزودنی های آبکاری فلزات قیمتی :

- نمک های طلا ( کلرید طلا، سیانور طلا، پتاسیم سیانید مضاعف طلا و پتاسیم تترا سیانید طلا)
- نمک های نقره ( نیترات نقره خالص و فوق خالص، سیانور نقره و پتاسیم سیانید مضاعف نقره)
- نمک های پالادیوم (کلرید پالادیوم و آمونیوم هگزا کلرو پالادات)
- نمک های پلاتین ( هگزا کلرو پلاتینیک اسید و پتاسیم هگزا کلرو پلاتینات)

محلول ها و افزودنی های آبکاری طلا (آبکاری لحظه ای طلا، آبکاری میکرونی طلا، آبکاری آلیاژی طلا، و آبکاری طلا مستقیما بر روی استیل)  
محلول ها و افزودنی های آبکاری نقره (آبکاری نقره براق و آبکاری میکرونی نقره)  
محلول ها و افزودنی های آبکاری پالادیوم، رودیوم و پلاتین (آبکاری زیور آلات و کاربردهای خاص)  
محلول ها و افزودنی های آبکاری پاششی و برآش ( طلا، نقره، و سایر فلزات قیمتی و نیمه قیمتی)  
محلول ها، نمک ها و افزودنی های الکتروفرمینگ طلا، نقره و مس

راه اندازی خطوط آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی  
تامین تجهیزات و مواد شیمیایی آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی  
مشاوره و آموزش آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی

آدرس کارخانه و دفتر :

زنجان، شهرک صنعتی خرمدره، خیابان نگین ۹، قطعه ۲، شرکت یاسین شیمی ققنوس  
تلفن : ۰۲۴۳۵۵۸۲۱۰۶-۹ موبایل : ۰۹۱۲۷۴۳۳۳۷۴ فاکس : ۰۲۱۴۲۶۹۵۸۰۱

وبسایت : [www.pychemistry.com](http://www.pychemistry.com)

ایمیل : [h.babaei@pychemistry.com](mailto:h.babaei@pychemistry.com)





# ETIS Plant Engineering

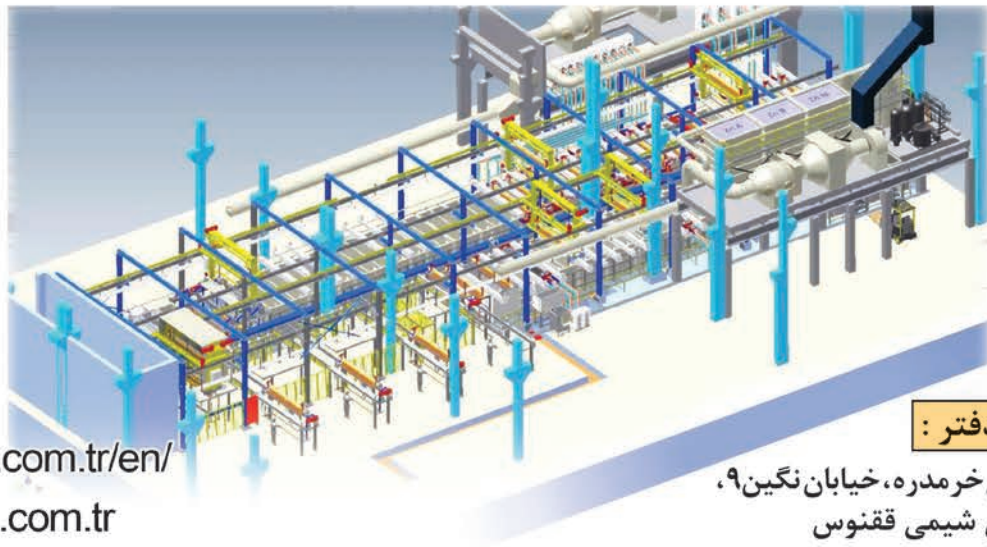
سیستمها و خطوط کلید- روشن برای انجام آبکاری الکتریکی شامل:

• گالوانیزه و گالوانیزه آلیاژی (خطوط ثابت - گردان و سیستمهای سانتریفیوژ Dip-Spin)

• مس، نیکل، کرم و آبکاری بر روی پلاستیک

• آندایزینگ (تیپ ۱ و ۲) و کرومات

• کرم سخت، فسفات، سیاه کاری، مس و نیکل شیمیایی، الکترو پولیشینگ و KTL (الکترو کوتینگ)



ETIS Ltd.

[www.etis.com.tr/en/](http://www.etis.com.tr/en/)

[etis@etis.com.tr](mailto:etis@etis.com.tr)

Tel: +90 (0) 224 483 3535

Fax: +90 (0) 224 483 3633

HOSAB 8. Cd. , 9, TR-16370, Bursa – Turkey

آدرس کارخانه و دفتر:

زنجان، شهرک صنعتی خرمدره، خیابان نگین ۹،  
قطعه ۲، شرکت یاسین شیمی قفوس

فکس: ۰۲۱۴۲۶۹۵۸۰۱ تلفن: ۰۹-۰۲۴۳۵۵۸۲۱۰۶ موبایل: ۰۹۱۲۷۴۳۳۳۷۴

وبسایت: [www.pychemistry.com](http://www.pychemistry.com)

ایمیل: [h.babaei@pychemistry.com](mailto:h.babaei@pychemistry.com)



Made in France



www.azinfolezhpooshsh.com

فیلتراسیون با استفاده از ۷ کارتریج



مخزن کربن اکتیو برای تصفیه آسان محلول



صافی دیسکی با ۵۴ پلیت



کارتریج قابل شستشو برای عملکرد بهتر و سرعت شستشوی بالاتر با سطح ۵ متر مربع



فیلتر S50

با موتورهای مگنتیک M200, M250 با ظرفیت فیلتراسیون تا 25M3/H

فیلتر L51

با موتورهای مگنتیک M200 M140 M100 با ظرفیت 18M3/H



آذین فلز پوشش نمایندگی انحصاری فیلترهای ابکاری سبک فرانسه در ایران

azinfolezhpooshsh

02155259092-3

09121218768



www.azinfelezpooshesh.com



سازنده انواع وانهای PP,PVC,PE  
با استفاده از تکنولوژی روز آلمان



سازنده دستگاه های التراسونیک  
با استفاده از تکنولوژی آلمان



با ۵ سال گارانتی بی قید و شرط

شرکت آذین فلز پوشش تولید کننده انواع وانهای آبکاری از  
جنس PP,PVC,PE و همچنین دستگاههای چربی گیری التراسونیک

www.azinfelezpooshesh.com

# یک تخصص



## COVENTYA

فعالیت منحصر بفرد شما نیازمند راه حل های منحصر

یک فهرست کامل محصولات ضد زنگ قابل تطبیق خود را در کیفیت

می تواند رضایت مشتریان گرامی ما را جلب نماید. بدین دلیل متخصصین

در همه مراحل خط آبکاری راه حل



روی - کبالت 0.8 %

ZETAFOR

• کاربرد مستقیم روی قطعات ریخته گری شده



روی - آهن 0.6 %

PERFORMA 269 - 260

• ضد زنگ  
• پذیرا کروماته مشکی

۳\_ کروماته (CR<sup>6</sup>)

و پاسیویته (CR<sup>3</sup>)



کروماته ۳ ظرفیتی (CR<sup>3</sup>)

• زرد و مشکی  
• آبی و نقره ای



کروماته ۶ ظرفیتی (CR<sup>6</sup>)

• زرد و سبز  
• مشکی

FINIDIP 100  
LANTHANE TRIAZUR  
AQUAVERT ZINTHIUM  
FINIDIP 300 / 500

### ۴\_ پوشش های حفاظتی بعد از آبکاری و پاسیویته



FINITION BS

• ضد سایش  
• باید همراه با کروماته ها یا مراحل دیگر  
پوشش های حفاظتی بعد از آبکاری استفاده شود



FINIGARD / ZINTHIUM / LANTHANE

• ضد زنگ  
• ضد سایش  
• مقاومت در برابر دمای بالا  
• مقاومت بالا در کاربرد صنعتی  
• قابلیت خود ترمیمی



## شرکت زر پوشش مهر

نماینده انحصاری شرکت COVENTYA ساخت فرانسه

آدرس: جاده ساوه، شهرک صنعتی چهار دانگه خیابان بیست و یکم  
پایین تر از میدان تجارت خیابان دانش جنوبی، خیابان ۲۲/۵ غربی (برق)  
پلاک ۴۹ و ۵۱

تلفن: ۵۵۲۷۴۱۶۰ - تلفکس: ۵۵۲۷۴۱۶۱  
۰۹۱۲۳۸۷۸۶۵۸ - ۰۹۱۲۱۹۸۴۲۳۱ - ۰۹۱۲۱۸۳۳۳۹۲

zpm\_ltd@yahoo.com

بفرد می باشد. شرکت COVENTYA در اثر دارا بودن

نتیجه نهایی شریک می داند. فقط استمرار در پیشرفت فن آوری

شرکت COVENTYA با امکانپذیر ساختن جلوگیری از آلاینده های اصلی

برای مشکلات زمان حال ارائه می دهد.

### ۱\_ آماده سازی



محصولات چربیگیری

PRELIK/PRESOL

1000 + AB , 7000 , 1700 □□□

فرآیند های جدید مناسب برای محیط زیست:

- DCO ضعیف
- بدون ترکیب دهنده های خطرناک برای محیط زیست
- بدون مشتقات NONYLPHENOL (نونیل فنول)



تمیز کننده / فعال ساز

PICKLANE

چربیگیری در اسید کلرید ریک

### ۲\_ انواع آبکاری روی (گالوانیزه)



روی سیانور

ALCYON

کاربرد آسان



روی قلیایی بدون سیانور

OKLANE - OKLANE STAR - KALANE - PRIMION

- توزیع یکنواخت فلز
- مقاومت بالای ضد زنگ
- حفاظت از محیط زیست



روی اسیدی

ZETAPLUS - ZETANIUM

- لایه پوشش براق و تزئینی
- پذیرا کروماته آبی
- کاربرد به عنوان لایه زیر برای آبکاری صنعتی



روی - نیکل 6-8% , 12-15%

ZINALC - PERFORMA 280.5

- مقاومت بالای ضد زنگ
- پذیرا دمای بالا
- انعطاف پذیری بسیار بالا
- عدم اثر شکنندگی در آهن
- ادغام با آلومینیوم

## شرکت اشلوتر آلمان دارای یکی از بزرگترین و فعالترین مراکز تحقیقاتی آبکاری در دنیا

شرکت اشلوتر آلمان در **صد و پنجمین سالگرد تاسیس** خود، اقدام به افتتاح یکی از مدرن ترین خطوط پایلوت آبکاری در جهان به ارزش بیش از یک میلیون یورو نموده است. این خط دارای بیش از ۵۰ نوع محلول آبکاری متنوع به منظور تحقیق، آموزش و نمونه زنی در وان هایی به حجم ۴۰۰ لیتر می باشد.

الکترولس نیکل و نیکل تفلون

پروسه های آبکاری گالوانیزه آلیاژی

آبکاری کروم سه ظرفیتی

آبکاری قلع و آلیاژ های آن

آبکاری نقره و آنتی تارنیش

خط کامل آبکاری پلاستیک

انواع عملیات تکمیلی

انواع فرایند های آبکاری مس

انواع آبکاری نیکل و نیکل تریپلکس

خدمتی دیگر برای صنعت آبکاری ایران

# IBE

## ایران بورد الکترونیک

Website: [www.ibe-co.com](http://www.ibe-co.com)

شرکت ایران بورد الکترونیک به عنوان نمایندگی رسمی **umicore** در ایران مفتخر است به اطلاع برساند که **سولفات نیکل اصل بلژیک** آماده‌ی تحویل به صنایع آبکاری کشور و همکاران محترم میباشد

✓ دارای تأییدیه‌ی آنالیز شیمیایی ✓ شماره سریال جهت اطمینان از اصالت کالا ✓ قیمت و کیفیت مناسب



شرکت ایران بورد الکترونیک به عنوان نمایندگی رسمی **DTH آلمان** ، اقدام به واردات مستقیم **اسید کرومیک قزاقستان** نموده و آماده‌ی تحویل به صنایع محترم آبکاری میباشد

✓ قیمت مناسب با کیفیت عالی ✓ قابلیت انحلال سریع ✓ دارای خلوص بالا مطابق با استاندارد JISK1402



Email: [info@ibe-co.com](mailto:info@ibe-co.com)

تلفن: ۴ - ۵۵۰۳۲۱۳۳



ARJAN

## Electroless Nickel Plating (ENP)

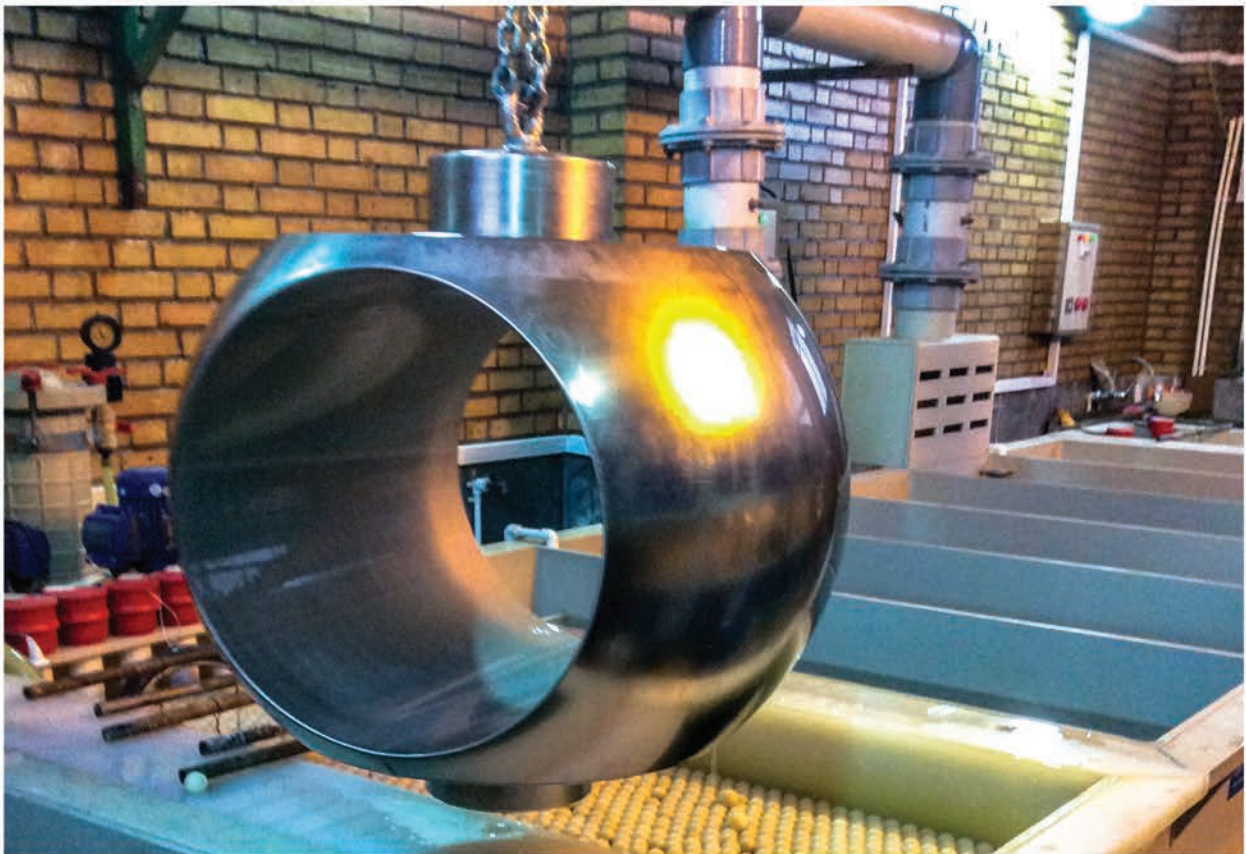
- Uniform Thickness
- High hardness
- Corrosion resistance

# شرکت ارژن

## الکترولس نیکل

حداکثر مقاومت  
در برابر خوردگی و سایش!

- بیش از ۱۵ سال سابقه در ارائه خدمات الکترولس نیکل
- انجام پروسه آبکاری الکترولس نیکل مطابق با استانداردهای  
MR175 NACE و ASTM B733
- مشاوره و راه اندازی خطوط آبکاری الکترولس نیکل
- فروش مواد آبکاری الکترولس نیکل



شرکت ارژن، تهران، بزرگراه فتح، بعد از شیرپاستوریزه، خیابان فتح یازدهم، گلن چهارم شرقی، پلاک ۴

تلفن: ۰۲۱-۶۶۸۰۴۸۱۷ - ۰۲۱-۶۶۸۱۳۹۹۱ فکس: ۰۲۱-۶۶۷۹۹۹۳۸

[www.arjangroup.net](http://www.arjangroup.net)



# تکنیکی و الکترونیکی فیروزیان

انواع ترانسفورمر رکتیفایر آبکاری و حفاظت کاتدیک بر اساس سفارش

تکنیکی و الکترونیکی فیروزیان با بیش از ۴۵ سال سابقه درخشان در ساخت ترانسفورمر رکتیفایر آبکاری و حفاظت کاتدیک با بهترین کیفیت و برترین خدمات پس از فروش در خدمت صنایع آبکاری ایران



## برای اولین بار در ایران



● ترانسفورمر رکتیفایر اتوماتیک  
مخصوص آبکاری کروم  
برای بالا بردن کیفیت قطعه آبکاری شده



● ترانسفورمر رکتیفایر تمام اتوماتیک  
مخصوص هارد آنودایزینگ  
با قابلیت برنامه ریزی



● ترانسفورمر رکتیفایر هوشمند آبکاری با امکان برنامه ریزی و با قابلیت اتصال به PLC

نشانی: تهران، نارمک، خیابان دردشت، بالاتر از کوچه ۵۴، پلاک ۱۱۴

تلفن: ۷۷۹۰۹۶۹۶ - ۷۷۹۱۱۶۵۱ فاکس: ۷۷۹۱۸۱۵۸

WWW.FIROUZIAN.COM

INFO@FIROUZIAN.COM



SINCE 1957

Grauer & Weil (India) Limited


آبکاری نه تنها حرفه ماست بلکه بخشه از تاریخ ، هنر و فرهنگه ماست

## نماینده انحصاری گروول در ایران

افزودنیهای آبکاری، تجهیزات، روغنهای صنعتی، رنگها

شرکت گروول به عنوان یکی از بزرگترین تولید کنندگان مواد و تجهیزات شیمیایی و آبکاری با طیف وسیعی از محصولات قابل رقابت با بهترین محصولات جهان در خدمت صنایع شیمیایی و آبکاری می باشد.

 [www.avapooshesh.ir](http://www.avapooshesh.ir)

 [info@avapooshesh.ir](mailto:info@avapooshesh.ir)

با بیش از ۴۰ سال تجربه در صنعت آبکاری همراه با شرکت گروول با قدمتی ۶۰ ساله در کنار شما هستیم

- ارایه دهنده کلیه نمکهای آبکاری ، مواد پایه و فلزات ( سولفات قلع با کیفیت عالی )
- تولید انواع مواد زنگ زدا ، چربیگیر و کروماته با بالاترین کیفیت
- ارایه خدمات آزمایشگاهی ، رفع عیب و مشاوره واحد های صنعتی
- راه اندازی کلیه خطوط آبکاری فلزات با نظارت مستقیم کارشناسان گروول
- لاک الکتروفور تیک - نیکل الکتروولس

فصلنامه آموزشی خبری و پژوهشی

سال بیست و پنجم / شماره ۸۶ / زمستان ۹۶

زمینه: فنی، مهندسی

روش: آموزشی، خبری، پژوهشی

ترتیب انتشار: فصلی

## صاحب امتیاز، مدیرمسئول و سردبیر:

عبدالحمید سیفی نیاوندی

قایم مقام سردبیر: فاطمه پالیزبان

همکاران این شماره:

محمد علی آل ابراهیم دهکردی، سعیده بختیار، اقبال

رستمی، پیام صمدی، امید عطایی، فرزاد نصیری پوری

هماهنگی و صفحه آرا: سعیده بختیار

بازرگانی: محسن براتی، فاطمه ذوقی

امور مشترکین: محسن براتی

چاپ و لیتوگرافی: شرکت ایرانچاپ

میرداماد، انتهای نفت جنوبی، ساختمان روزنامه

اطلاعات

نشانی: تهران، خیابان سنارخان، نرسیده به  
چهارراه خسرو، جنب پاساژ کیش، پلاک ۹۸۰.

طبقه اول، واحد ۳۲

تلفن: ۴۴۳۸۳۲۴۰

نمابر: ۴۴۳۸۳۲۴۰

موبایل: ۰۹۱۲۱۲۱۴۴۳۹

www.iranplating.com

leic\_ir@yahoo.com

لینک کانال تلگرام مجله:

<https://t.me/sanatabkarimag>

## صنعت آبکاری:

مقالات آموزشی، پژوهشی و کاربردی پس از بررسی در بخش های مختلف نشریه به چاپ می رسد. مقالات تالیفی و پژوهشی که برای درج در مجله ارسال می شود، باید همراه با چکیده مقاله، اصل شکل ها، نمودارها، مراجع و جزئیات کامل باشد.

مقالات یا مطالب رسیده قبل از چاپ به تایید نویسندگان می رسد. مقالات و مطالب ارسالی مسترد نمی شود و در آرشیو نشریه بایگانی خواهد شد. نقل از محتوای نشریه ی آبکاری با اجازه ی کتبی از مدیرمسئول نشریه بلامانع است.

نشریه ی صنعت آبکاری در انتخاب، ویرایش و تخلیص متون آزاد است.

## چرا آبکاری

نشریه صنعت آبکاری، فصلنامه ای خبری، آموزشی و پژوهشی است که برای معرفی صنعت آبکاری و نقش آن در توسعه صنعتی و اقتصادی کشور منتشر می شود. در کشورهای توسعه یافته و پیشرفته

از این صنعت به عنوان فن آوری توانمند ساز Enabling Technology برای دیگر صنایع با امکان ایجاد ارزش افزوده بسیا ر بالا (تا صد برابر) و غیر قابل جایگزین یاد می گردد. بسیاری صنایع از جمله هوا فضا، دفاع، هوایی، کامپیوتر، تلفن همراه، خودرو، انرژی هسته ای، لوازم خانگی، ابزارهای صنعتی، لوازم پزشکی، شیرآلات صنعتی و بهداشتی، لوستر، شمعدان، یراق آلات، کلید، پریز، آنتیک، طلا و نقره، بدلیجات، وسایل آشپزخانه، قالب سازی، نساجی، کریستال، سلول های خورشیدی و ... وابسته به صنایع آبکاری می باشند.

این صنعت همانطور که بیان شد نه تنها از اهمیت خاصی در جهان امروزی برای توسعه صنعتی و اقتصادی برخوردار است بلکه گذشته سرشار از احترام برای ما ایرانیان دارد. بر اساس کاوش های باستان شناسی و مطالعات و تحقیقات انجام گرفته در سطح جهان، ایرانیان دوره اشکان (پارتیان) قادر بودند با باطری اختراعی خود در بیش از ۲۰۰۰ سال قبل، انواع آبکاری های تزئینی را بر روی مصنوعات فلزی که امروزه زینت بخش بسیاری از موزه های جهان هستند را انجام دهند که این خود افتخاری دیگر برای مردم این سرزمین می باشد.

این نشریه بنا بر اهمیت بی بدیل این صنعت و تاریخچه شگفت انگیز و پرافتخار آن، رسالت خود را ترویج همه جانبه این صنعت قرار داده است و در این راه دست خود را به سوی همه اساتید، متخصصان، مدیران و دیگر فعالانی که اهمیت این صنعت را در توسعه ملی و رفاه مردم کشور درک کرده اند برای دریافت پیشنهادات و همکاری دراز می کند.



## فهرست مطالب

یادداشت سردبیر

۳

امید، اعتماد، زیست اخلاقی

گزارش اصلی

۴

دندانپزشکی و آبکاری

گزارش تصویری

۱۵

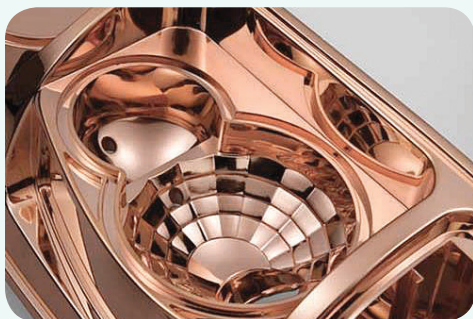
سیمای آبکاری



علمی

۲۰

طراحی و چیدمان در خطوط آبکاری



## فهرست مطالب



کتاب

۲۸

معرفی کتاب آبکاری الکتریکی مواد نانوساختار



محیط زیست، ایمنی و بهداشت

۳۰

نحوه محاسبه شاخص کیفیت منابع آب



علمی

۳۸

آبکاری در صنایع خودروسازی



محیط زیست، ایمنی و بهداشت

۴۲

بررسی روش های مختلف حذف فلزات سنگین

از محلول آبی



علمی

۴۸

آبکاری مس



مشاوره و پیشنهاد

۶۳

فرم اشتراک

۶۴

سازمان آگهی ها

## امید، اعتماد، زیست اخلاقی

امید از نظر لغوی به معنای رویداد دلخواهی است که با خوش بینی چشم به راهش بوده و یا آرزویی است که انتظار برآورده شدنش را داریم. از نظر روانشناسی، امید یک حالت روحی و روانی است که موجب انگیزش انسان برای کار و فعالیت شده و از معرفت و شناخت حاصل می‌شود. روحیه شخص با امید به رسیدن به هدف، تقویت شده و در برابر سختی‌ها واکنش مثبت از خود نشان داده و امیدوار می‌شود. جامعه یا هر اجتماعی (خانواده، سازمان، تشکل، کشور) نیز چنین است جامعه‌ای که از امید خالی شده باشد، آن جامعه میدان جنگ برای بقای فردی خواهد شد و تمام توان افراد به جای تلاش برای توسعه و بالندگی، صرف دست اندازی به حقوق دیگران و دفاع از خود در برابر حملات می‌گردد. چنین جامعه‌ای رو به پریشانی و اضمحلال و مرگ خواهد رفت. امید اساس همه تلاش‌های مفید و پرثمر انسانی برای رشد و تعالی و توسعه فرد و جامعه است.

دومین رکن مهم برای موفقیت فرد و جامعه، اعتماد است. اعتماد از نظر لغوی یعنی اعتقاد به درستکاری، راستگویی و کارایی داشتن است. اعتماد در زندگی فردی و اجتماعی افراد سه نقش عمده را ایفاء می‌کند. اول زندگی را پیش بینی پذیر می‌سازد. دوم به وجود آورنده یک احساس تعلق اشتراکی یا گروهی است. سوم کارکردن افراد با یکدیگر را سهل و امکان پذیر می‌کند. در جامعه‌ای که اعتماد غالب نباشد، بدبینی جای آن را پر و همکاری موثر شکل نمی‌گیرد و دروغ، غیبت، تهمت، به سرعت گسترش می‌یابد و بی‌اعتمادی سراسری می‌شود. در جامعه‌ای که افراد با هم برای اهداف مشترکشان همکاری نکنند، آن جامعه روی سعادت و خوشبختی نخواهد دید.

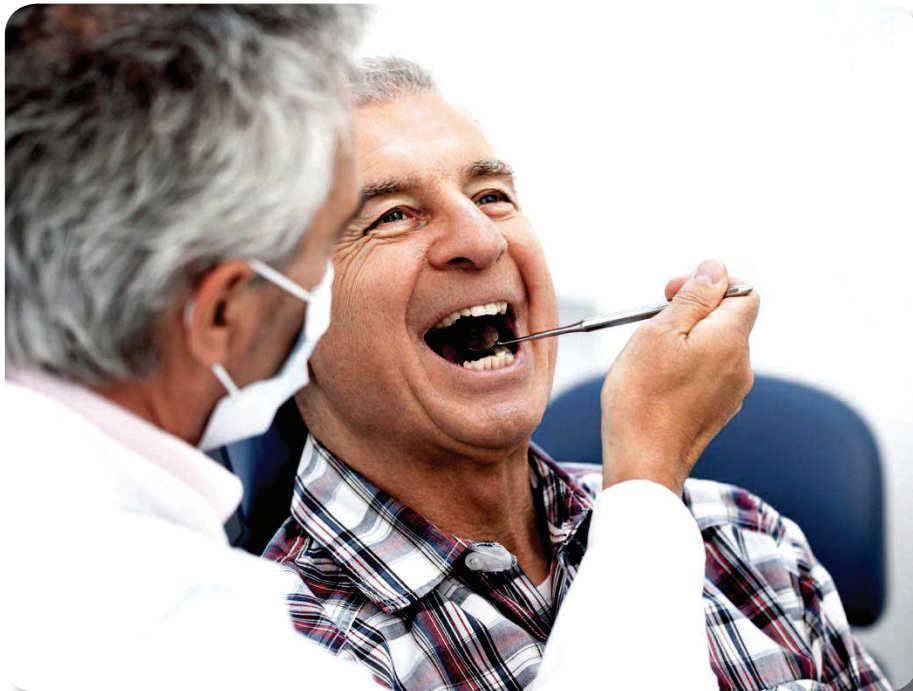
سومین عامل اساسی در دستیابی به بلوغ فردی و اجتماعی و توسعه فراگیر، الزام به عامل بودن به زیست اخلاقی است. حیات اجتماعی یک جامعه نشأت گرفته از مناسبات و ارتباط انسان با سایر انسان‌ها، محیط و طبیعت است. فرهنگ و تمدن و زیست اخلاقی یک جامعه نیز متأثر از حیات اجتماعی است. زیست اخلاقی در حقیقت ثمره ارزش‌ها و هنجارهایی است که یک جامعه در طول سال‌ها تجربه کرده است. از نظر مفهومی و نظری، داشتن ادب، شفقت، از خود گذشتگی، انصاف، رعایت حقوق دیگران، توجه به محیط زیست و حفظ آن، نمونه‌هایی از تعهد به زیست اخلاقی شمرده می‌شوند. از منظر مصداقی هم می‌توان ده‌ها نمونه نام برد که خلاف زیست اخلاقی است و جامعه را با بحران مواجه می‌کند: پارک خودرو در پیاده‌رو، راندن موتور در پیاده‌رو، عدم پاسخگویی مناسب کارمند به ارباب رجوع در ساعت موظف کاری، نبود تعهد کافی در کادر مراکز درمانی و پاسکاری بیماران، ایجاد آلودگی صوتی در خیابان و مناطق مسکونی، آزدگی همسایه‌ها به طرق مختلف، عدم رعایت قوانین ترافیکی، مصرف بی‌رویه آب و هدر دادن با توجه به خشکسالی، آلوده کردن آب و هوا، عدم رعایت استانداردها در تولید مواد و کالا و خدمات توسط کارگران و کارفرمایان، عدم رعایت نظم و نوبت و... از مواردی هستند که جامعه را با تنش، التهاب و با بحران جدی بی‌اخلاقی و بی‌اعتمادی و ناامیدی مواجه کرده است.

ضمن تبریک سال نو و آرزوی آرامش و موفقیت برای ایرانیان سراسر جهان و به خصوص فعالان صنعت آبکاری کشور، امید است این توفیق نصیبمان شود تا بتوانیم امید را در خود و هموطنان زنده نگه داشته و آنان را در رسیدن به این امریاری نماییم و مروج درستکاری و راستگویی و اعتمادسازی بوده و عامل به زیست اخلاقی باشیم.

## سخن سردبیر

# دندانپزشکی و آبکاری

حمید سیفی



درد دندان یکی از مشهور ترین درد ها در بدن انسان است که همه انسان ها آن را تجربه کرده اند. دردی که امان را از آدم می گیرد و سخت ترین لحظات را در زندگی برای انسان رقم می زند. در گذشته ای نه چندان دور ، برای کشیدن دندان هیچگونه ماده ای برای بی حس کردن لثه و ریشه دندان به کار نمی رفت و مستقیماً آنبر روی دندان قرار می گرفت و با ضرب و زور دست یک مرد که عموماً سلمانی ها بودند از لثه کنده می شد که در برخی موارد علاوه بر آسیب دیدگی شدید لثه ها، باعث خونریزی نیز می شد و حتی فرد بیمار از شدت درد در هنگام کشیدن دندان بیهوش می شد . خوشبختانه دانش و مهندسی دندانپزشکی در قرن اخیر و به ویژه در دو دهه ی گذشته پیشرفت شگرف و خیره کننده ای داشته است. در گذشته دندانپزشکی را مساوی با دندانسازی می دانستند. هر چند دندانسازی بخشی از دندانپزشکی است. در حال حاضر دندانپزشکی از رشته های پزشکی مرتبط با سلامت دهان و یک علم تخصصی است که سلامت دهان و دندان را به عنوان عضوی مهم در سلامت جسم ، روح و روان، زیبایی و ادا کردن کلمات تأمین کرده است. با یاری این علم می توان بسیاری از بیماری ها را در مراحل اولیه شناخت و از پیشرفت آن جلوگیری نمود. تا سال ۱۳۰۰ تنها ۳ نفر دندانپزشک خارجی به نام های دکتر فالک کوش می چارسکی اهل لهستان، دکتر اتکیناشتومپ اهل سوئیس و دکتر هارطیون استپانیان اهل ترکیه در تهران به طبابت مشغول بودند. اولین دندانپزشک زن ایران هم خانم دکتر بدری تیمورتاش می باشند. ایشان فرزند کریم دادخان نردینی و خواهر عبدالحسین تیمورتاش، اولین وزیر دربار رضاشاه پهلوی بود. دکتر بدری تیمورتاش در در اواخر سال ۱۲۹۸ به بلژیک رفت و در دانشکده دندانپزشکی بلژیک تحصیل کرد. پس از بازگشت به ایران در سال ۱۳۳۸ دانشکده پزشکی مشهد را تأسیس کرد. کتابخانه دانشکده دندانپزشکی دانشگاه مشهد به افتخار او نامگذاری شده است. در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰۰ دندانپزشک در ایران به طبابت مشغول بوده و هر سال نیز بیش از ۱۰۰۰ نفر به این تعداد اضافه می گردد.

صنعت آبکاری تا کنون به دو شیوه در توسعه دندانپزشکی مدرن نقش ایفا نموده است اول در ساخت ابزارها و به ویژه تجهیزات الکترونیکی مورد نیاز دندانپزشکان و دوم در ساخت ایمپلنت ها به عنوان پروتزهای ثابت که با استقبال وسیعی از طرف بیماران مواجه شده است و بازاری به ارزش ۳/۸ میلیارد دلار را در سال ۲۰۱۶ برای متخصصان کاشت دندان در جهان ایجاد نموده است.

# دندانپزشکی

## دندانپزشکی

دندان سروکار دارد. اگر برای پالپ دندان مشکلی ایجاد شود باید با عمل درمان ریشه معالجه گردد.

**دندانپزشکی جرم شناسانه :** علم جمع‌آوری و استفاده از اطلاعات دندانپزشکی در قانون. این کار توسط هر دندانپزشک با تجربه و کارکشته‌ای میسر می‌شود. کارکرد اصلی این حوزه، تشخیص هویت و تایید یا تکذیب شواهد است.

**دندانپزشکی سالمندان :** شامل مراقبت‌هایی است که برای بزرگسالان مسن ارایه می‌شود. این مراقبت‌ها اعم از تشخیص، پیشگیری و درمان دهان و دندانی است که با افزایش سن ایجاد می‌شود. یک تیم شامل متخصصان رشته‌های مختلف در مراکز سلامتی به درمان این بیماران می‌پردازند.

**آسیب‌شناسی دهان، فک و صورت :** مطالعه آسیب‌شناسی و در برخی موارد درمان بیماری‌هایی که به این حوزه ارتباط دارند. **رادیولوژی دهان، فک و صورت :** مطالعه و تفسیر رادیولوژی؛ شامل مبانی فیزیکی و تکنیک‌های تصویربرداری، تفسیر ضایعات دهان و فک و صورت در انواع تصویربرداری‌ها و حفاظت در برابر تشعشعات کاربردی است.

**جراحی دهان و فک و صورت :** همان‌طور که از نامش برمی‌آید به جراحی، ترمیم و در بعضی موارد زیبایی دهان و فک و صورت پرداخته می‌شود.

**زیست‌شناسی دهان :** تحقیق و پژوهش در زیست‌شناسی دهان، دندان، سر و صورت.

**کاشت دندان :** علم و هنر جایگزین کردن جای خالی دندان کشیده شده.

**بیماری‌های دهان :** ارزیابی بالینی و تشخیص بیماری‌های مخاط دهان.

**ارتودنسی (و ارتوپدی فک و دندان) :** منظم کردن و قرار دادن دندان‌ها در محل مناسب و صحیح.

و همچنین چندین تخصص دیگر مثل متخصص دندانپزشکی کودکان، لته درمانی و پروتزهای دندانی (ثابت و متحرک) از این دسته هستند.

## دندان

دندان‌ها ساختارهایی سفید رنگ در درون فک یا دهان می‌باشند که برای خوردن، جویدن و تکه تکه کردن غذا به کار می‌روند و البته نقش بسیار برجسته‌ای هم در سخن گفتن و ادای صحیح کلمات بازی می‌کنند.



دندانپزشکی از رشته‌های پزشکی مرتبط با سلامت دهان و دندان است. در گذشته دندانپزشکی را مساوی با دندانسازی می‌دانستند. هر چند دندانسازی بخشی از دندانپزشکی است اما دندانپزشکی یک علم تخصصی است که سلامت دهان و دندان را به عنوان عضوی مهم در سلامت جسم، روح و روان، زیبایی و ادا کردن کلمات تامین می‌کند. همچنین به یاری این علم می‌توان بسیاری از بیماری‌ها را در مراحل اولیه شناخت و از پیشرفت آن جلوگیری نمود. دندانپزشکی دارای دو دوره‌ی جداگانه‌ی ۲ ساله و ۴ ساله است که در ۲ سال اول، دانشجویان واحدهای علوم پایه مثل بیوشیمی، آناتومی، بافت‌شناسی، فیزیولوژی، ژنتیک، میکروبیولوژی، پاتولوژی و ایمنی‌شناسی را می‌گذرانند و بعد از ۲ سال، با قبولی در امتحان سراسری علوم پایه، وارد دوره‌ی تخصصی دندانپزشکی شده و دروس اختصاصی خود را در زمینه‌ی آسیب‌شناسی فک و دهان، ارتودنسی (مرتب کردن دندان‌ها)، اندودنتیکس (درمان ریشه‌ی دندان)، پروتزهای ثابت و متحرک (روکش دندان، دست دندان)، پرپودنتولوژی (بیماری‌های لثه و جرم‌گیری)، ترمیمی (پر کردن دندان‌ها و زیبایی دندان)، بیماری‌های دهان و دندان، انواع جراحی دندان (کشیدن دندان)، دهان و فک و صورت، دندانپزشکی کودکان و رادیولوژی دهان و فک و صورت می‌گذرانند و در نهایت می‌توانند بیماری‌های دهان و دندان را تشخیص داده و در حد یک دندانپزشک عمومی، اقدام به درمان بیماری‌ها بنمایند.



دانشجویان این رشته باید از دست‌هایی ماهر و توانمند برخوردار باشند، چون بسیاری از کارهای دندانپزشکی، از تراش دندان گرفته تا بازسازی و ترمیم دندان، نیاز به دست‌هایی هنرمند و توانا دارد تا بتواند به نحو احسن، کارهای ظریف دندانپزشکی را انجام دهند. در ضمن امکان ادامه‌ی تحصیل فوق دکترا، در رشته‌های مختلف دندانپزشکی در کشور ما وجود دارد. برخی از انواع تخصص‌های این رشته عبارتند از:

**بهداشت عمومی دهان و دندان :** که یک تخصص غیر بالینی در دندانپزشکی است و همان‌طور که از نامش پیداست به بهداشت عمومی دهان و دندان می‌پردازد.

**ریشه‌درمانی یا اندودنتیکس :** در واقع علم و هنر تعمیر و ترمیم ریشه‌ی دندان قبل از خرابی و ایجاد سوراخ در آن می‌باشد. اندودانتیکس با مغز دندان (پالپ) و بافت‌های پیرامون ریشه

فعال است ولی پوسیدگی‌ها و آزدگی‌های رگ‌ها و عصب‌ها باعث درد و سرانجام مرگ مغز دندان می‌شود. هنگامی که مغز دندان به هر علتی دچار آزدگی شدید شد درمان ریشه دندان ضرورت پیدا می‌کند.

**لثه :** بافتی است که در غشای مخاطی و بالای آراره درون دهان قرار گرفته است. در زبان فارسی آن را بَچ یا بَچ گویند. لثه در حالت طبیعی و سالم باید صورتی رنگ باشد و در صورتی که هریک از رنگ‌های قرمز، آبی یا سفید را داشت نشانه دهنده ی بیماری در این عضو است. البته رنگدانه‌هایی که در ریشه‌ی دندان است باعث تیره تر شدن لثه‌ها می‌شود در نتیجه رنگ‌ها لثه‌ها در همه یکسان نیست و می‌تواند تیره تر یا روشن تر باشد ولی چیزی که مهم است یکنواختی رنگ آن‌ها در هر فرد است. لثه خود می‌تواند بیمار باشد و از معروف ترین آن می‌توان به پیوره اشاره کرد. تغییر حالت لثه به شکل غیر طبیعی می‌تواند نشانه بیماری دیگری باشد مثلاً اسفنجی شدن لثه نشانه اسکوروی است

**ریشه :** ریشه دندان موقعیت دندان را در استخوان فک محکم می‌کند. به این ترتیب دندان می‌تواند در برابر نیروی ناشی از گاز گرفتن و جویدن روزمره غذا مقاومت کند.

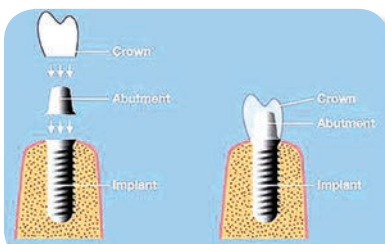
**ساروج :** قسمت رویی ریشه‌ی دندان است که بافتی سخت و آهکی و ساختاری شبیه به مینای دندان، اما نرم‌تر دارد. در واقع سمنتوم به پایداری ریشه دندان با اتصال ریشه به استخوان فک از طریق فیبرهای پیوندی کمک می‌کند.

**آراره یا فک :** بخشی از دهان می‌باشد که وظیفه جویدن غذا را بر عهده دارد و دارای دو قطعه استخوان که دندان‌های فوقانی و تحتانی بر آن‌ها جای دارند.

## آشنایی با چند واژه کاربردی

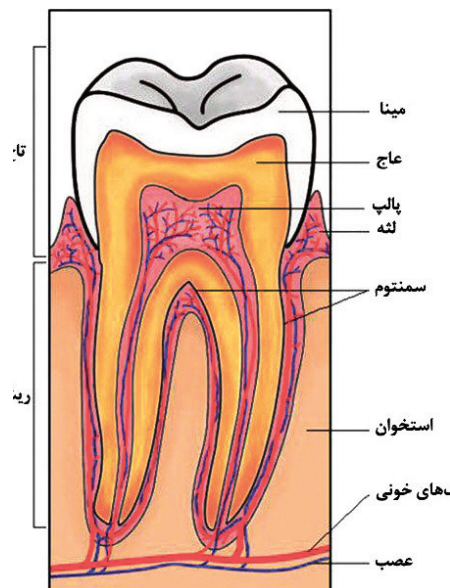
**آمالگام :** ماده پرکننده ایده‌آل در دندانپزشکی و مرکب از ۵۰ درصد جیوه، ۵/۳۴ درصد نقره، ۹ درصد قلع، ۶ درصد مس و ۰/۵ درصد روی می‌باشد. آمالگام آلیاژی است که دو فلز اصلی تشکیل دهنده آن جیوه و نقره است و عناصر دیگر مانند قلع و مس برای ایجاد بعضی خواص به این ترکیب اضافه شده‌اند. آمالگام قبل از ترکیب شدن برای آلیاژ به صورت دو قسمت پودر و مایع وجود دارد.

**ایمپلنت :** یک پیچ است که به عنوان ریشه دندان توسط دندانپزشک، درون فک قرار داده می‌شود.



**باتمنت :** ایمپلنت‌دندانی از دو جز اصلی ساخته شده است. یکی فیکسچر و دیگری باتمنت. ابتدا به جای دندانی که از دست داده‌اید فیکسچر در داخل استخوان فک کار گذاشته می‌شود و سپس بر

دندان‌ها از بافت‌هایی با درجه سختی‌های گوناگون ساخته شده‌اند. هر دندان دارای یک قسمت خارج از لثه به نام تاج و قسمت دیگری درون آراره به نام ریشه می‌باشد. مرز بین این دو قسمت را گردن یا یقه دندان می‌نامند.



## اجزای دندان

**مینای دندان :** قسمتی از تاج دندان که در دهان قابل مشاهده و لمس است، مینا نامیده می‌شود و سخت‌ترین عضو بدن از لحاظ استحکام می‌باشد و به عنوان یک پوشش کل تاج دندان را می‌پوشاند و در واقع چیزی که در دهان از یک دندان سالم مشاهده می‌کنیم همان مینای دندان است که غنی‌ترین عضو بدن از نظر کلسیم است. ضخامت این لایه متغیر بوده و در بعضی جاها تا ۳ میلی‌متر می‌رسد. ۹۶ درصد از مینا را مواد معدنی و ۴ درصد باقی‌مانده را آب و مواد آلی تشکیل می‌دهند.

**عاج دندان :** بافتی مینیرالیزه است که تنه ی اصلی دندان را تشکیل می‌دهد. عاج در ناحیه ی تاج، به وسیله مینا، و در ناحیه ی ریشه، به وسیله ساروج پوشیده شده است. رنگ عاج در مقایسه با رنگ مینا، زرد است. نور به آسانی می‌تواند از مینای مینیرالیزه و نازک عبور کند و به وسیله عاج، منعکس شود. به همین علت، تاج دندان تقریباً نمای زرد رنگی دارد. از آنجا که ماده‌ی معدنی عاج بسیار بالا و تنها مقداری کمتر از میناست، بنابراین می‌توان گفت که عاج از استخوان و سیمان سخت‌تر، و از مینا سست‌تر است. وزن عاج بالغ را حدود ۷۰ درصد مواد معدنی، ۲۰ درصد مواد آلی و ۱۰ درصد آب تشکیل می‌دهد. در مواقعی که پوسیدگی به مینای دندان نفوذ کند، در مرحله بعد به عاج دندان آسیب وارد می‌نماید. در ناحیه عاج دندان میلیون‌ها لوله ریز وجود دارد که به‌طور مستقیم به پالپ دندان متصل هستند.

**مغز دندان :** به رگ‌ها و اعصاب دندان گفته می‌شود. به حفره مرکزی در تاج دندان، اتاق پالپ گفته می‌شود. مجرای ریشه دندان را نیز کانال می‌نامند. در حالت عادی مغز دندان زنده و



**کامپوزیت:** مواد دندانی (مواد ترمیمی سفید) که در دندانپزشکی برای ترمیم تاج و یا چسباندن (ترمیم هم رنگ دندان) استفاده می شود و از ترکیبات مختلفی ساخته می شود مثل رزین و ذرات کوارتز. اتصال مواد کامپوزیتی به دندان، باندینگ خوانده می شود.



کامپوزیت ها ابتدا تنها برای دندان های قدامی (جلویی) به کار می رفت تا هم رنگ دندان باشد اما هم اکنون انواع مختلفی از آن برای همه نواحی دندانی از جمله انواع مخصوص دندان های خلفی (عقبی) نیز ارائه شده است. کامپوزیت ها به دو صورت خودسفت شونده یا سلف کیورو یا با نورسفت شونده یا لایت کیورو موجود می باشند. انواع سلف کیورو امروزه کاربرد کمتری دارند و لایت کیورها به دلیل استحکام و دوام، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند.

**بلیچینگ:** با گذشت زمان و افزایش سن معولا دندان ها دچار تغییر رنگ می گردند. این تغییر رنگ در اثر تغییر مواد معدنی مینا و عاج صورت می گیرد، به کلام دیگر انسجام مینا به مرور کم شده و شفافیت خود را از دست می دهد.



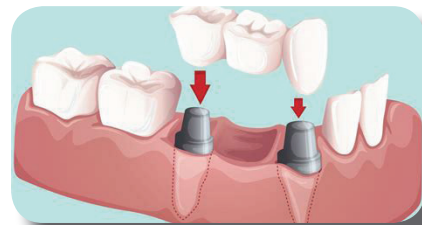
بلیچینگ پروسه ای است که طی آن با استفاده از مواد اکسیدکننده شیمیایی، دندان های طبیعی تغییر رنگ یافته، سفید می شوند (طی این روند رنگ دندان ها نسبت به حالت اولیه روشن تر می شود). جنس دندان از عوامل تعیین کننده در میزان سفید شدن دندان است. بر اساس اینکه سفید کردن دندان در مطب انجام شود و یا در خانه، به دو صورت Home Bleach و Office Bleach نامگذاری می شود و شیوه آن ها نیز متفاوت است.

**فرسایش:** از دست رفتن مینای دندان در اثر اسید را گویند. مینای دندان بافت سختی است که عاج دندان را محافظت می نماید و در صورت فرسایش و از بین رفتن عاج نمایان شده و دندان در برابر تحریکات بیرونی حساس می گردد هر زمانی که غذایی اسیدی می خوریم، مینای دندان هایمان برای مدتی کوتاه نرم می شوند و مقداری از مواد معدنی خود را از دست می دهند، بزاق دهان در اثر یک مکانیسم طبیعی این مینای آسیب دیده را باز سازی می کند. در صورتی که استفاده از مواد غذایی اسیدی مکرر

روی آن اباتمنت همراه با روکش ساخته شده قرار خواهد گرفت.



**بریج:** بریج یا پل جهت درمان بی دندانی ساخته می شود، به این صورت که دو دندان یا ایمپلنت دو طرف ناحیه بی دندانی را همانند پلی به هم متصل کرده و به این ترتیب دندان و یا دندان های از دست رفته را جایگزین می کند. بریج به طور دایم به دندان ها متصل می شود و جهت ساخت آن لازم است که دندان ها تراشیده شوند.



در اغلب بریج ها دو طرف محل اتصال دندان های پایه روکش می شوند و در بعضی از آن ها بریج به دندان های دو طرف توسط بالههایی می چسبد و در برخی مواقع این بریج تنها از یک طرف پایه دارد. بریج ها از جنس چینی یا سرامیک اتصال یافته به فلز و گاهی اوقات تنها به وسیله ی مواد سرامیکی یا چینی ساخته می شوند.

**ارتودنسی:** مرتب کردن یا ردیف کردن دندان ها به منظور سلامت و بهداشت و زیبایی است. به این دلیل که تمیز کردن دندان های کج، کار سختی می باشد و همین موضوع با گذشت زمان موجب پوسیدگی دندان ها و بیماری های لثه می گردد که به وسیله براکت ها انجام می گیرد. ارتودنسی به دو صورت ثابت و متحرک انجام می گیرد. انتخاب هر کدام بسته به شرایط بیمار و نظر ارتودنسیست دارد.



ارتودنسی با براکت و سیم آبرگری طلا

در ارتودنسی ثابت بیمار نمی تواند دستگاه ارتودنسی را از دهان خارج سازد، بر خلاف ارتودنسی متحرک که بیمار معمولا هنگام غذا خوردن دستگاه را در می آورد. در ارتودنسی با دستگاه ثابت، براکت ها بر روی دندان ها چسبانده شده و ثابت می مانند. ولی در ارتودنسی متحرک، بیمار هر زمانی که بخواهد می تواند براکت ها را گذاشته و بردارد. نمی توان گفت کدام یکی از این روش ها بهتر از دیگری می باشد زیرا هر کدام مزایا و معایب خود را دارند. اکثر ارتودنسیست ها پیشنهاد استفاده از ارتودنسی ثابت را دارند زیرا از آن به عنوان روشی دقیق تر و مطمئن تر یاد می کنند.

باشد و بزاق فرصت بازسازی مجدد مینای دندان را نداشته باشد ، فرسایش و از بین رفتن مینا اتفاق می افتد.



**سایش:** از دست دادن ساختار دندان توسط نیروهای مکانیکی یا یک عنصر خارجی مثل نگه داشتن چیزی بین دندان ها، مسواک زدن نادرست، استفاده نادرست از خلال دندان و همچنین درآوردن و جاگذاری مکرر دستگاه های دهان است. و در صورت پیشرفت می تواند باعث از دست رفتن سریع مینای دندان شود زیرا در این منطقه بافت دندان بسیار نازک است



**آبسه دندان:** حفره پرچرکی است که در داخل یا اطراف ریشه دندان تشکیل می شود. آبسه دندان معمولاً به دنبال پوسیدگی دندان ایجاد می شود که به تدریج مینا و عاج را تخریب کرده و به میکروب ها اجازه تهاجم به مغز دندان (پالپ) را می دهد اگر پالپ دندان پس از عفونی (آلوده به باکتری) شدن نتواند از خود دفاع کند احتمال تشکیل آبسه دندانی در نوک ریشه بسیار زیاد می شود. عفونت از نوک ریشه دندان خود را به لثه رسانده و باعث تورم و ایجاد درد شدید آن می شود.



**بیلد آپ:** باز سازی مجدد ساختمان از دست رفته ی دندان به کمک مواد ترمیمی را گویند. بیلدآپ دندانی می تواند با مواد ترمیمی مثل آمالگام یا کامپوزیت باشد و یا با پست و کر انجام گیرد.



**اچ کردن:** استفاده از ژل اسیدی برای ایجاد سطح سخت میکروسکوپیک بر روی مینای دندان یا عاج دندان به منظور ایجاد

قابلیت پیوند آن با رزین ها به کار می رود.



**اف آر سی:** روشی مقرون به صرفه برای جایگزینی دندان از دست رفته است که در آن به جای فلز، کامپوزیت های تقویت شده با فایبر، پلیمرهای تقویت شده با الیاف به همراه کامپوزیت استفاده می شود. قاب فایبر به دندان طبیعی با چسب متصل شده می شود به طوری که باند بین کامپوزیت و مینای دندان قدرتمندترین پیوند ممکن در دهان است.

**اوردنچر:** اوردنچر نوعی دست دندان است که در دهان بر روی تعدادی پایه قرار می گیرد. این پایه ها می توانند دندان های بیمار باشند که عصب کشی شده و کوتاه می شوند تا در زیر دست دندان قرار بگیرند و یا این پایه ها می توانند ایمپلنت هایی باشند که در فک بیمار قرار داده شده اند.

**بازسازی تاج:** به بازسازی تاج دندان که در اثر پوسیدگی، شکستگی یا تراش از بین رفته باشد، به کمک مواد ترمیمی و یا روش های دیگر گفته می شود و معمولاً پس از بیلدآپ تاج دندان، روی آن روکش یا کراون قرار داده می شود. بیلدآپ دندانی می تواند با مواد ترمیمی مثل آمالگام یا کامپوزیت باشد و ... انجام گیرد. پیش از گذاشتن کرون (روکش) برای تاج دندان، لازم است ساختار حمایت کننده آن ایجاد شود. بخشی از تاج که برای حمایت از روکش مهیا می شود به طوری که ممکن است با بیلدآپ توسط مواد ترمیمی، بین داخل تاج، بین داخل کانال (پست های پیش ساخته) یا پست داخل کانال باشد.

به ساختار های مصنوعی که جایگزین ساختار از دست رفته دندان می شوند، رستوریشن (Restoration) گفته می شود. روکش یا کراون (Crown) یک رستوریشن است که سطح خارجی تاج دندان را می پوشاند یا به اصطلاح روکش (Veneer) می کند.

**بیوپسی:** نمونه برداری از بافت زنده است که می تواند زیر میکروسکوپ و یا با روش های شیمیایی انجام شود. معمولاً تشخیص بیماری های دهان با بیوپسی انجام می شود.

**بیحسی:** برای بی حس کردن محیط دهان، بسته به نوع کاربردی که دندانپزشک از بی حسی در نظر دارد، از مواد و تکنیک های مختلفی استفاده می شود. لیدوکائین به عنوان متداول ترین بی حس کننده موضعی در جراحی های کوچک و دندانپزشکی استفاده می شود.

**بی حسی موضعی:** اغلب شامل نورآدرنالین (نور اپی نفرین) می شود که بی حسی را برای مدت بیشتری موثر نگه دارد و از خونریزی بیش از حد حین جراحی یا کشیدن دندان جلوگیری

**فیلینگ :** جایگزین کردن مواد مصنوعی (مواد دندانی) به جای بافت مینای دندان است که در واقع همان پر کردن دندان می باشد. مواد دندانی مختلفی برای ترمیم تاج دندان وجود دارد که بسته به نوع دندان و نیاز بیمار، به کار می رود.

**فیلیپر:** یک پروتز متحرک موقتی که در دوره انتظار برای آماده شدن پروتز اصلی استفاده می شود. گاهی به جای بریج و یا ایمپلنت، از فیلیپر برای تک دندان از دست رفته، به صورت دائمی استفاده می کنند.

**اینله و انله:** اینلی و انلی حدواسط بین پر کردن و روکش دندان می باشند. در مواردی که ساختمان کافی دندان برای ساپورت پر کردگی وجود ندارد و در عین حال دندان به شدت آسیب ندیده باشد، از این ها استفاده می شود. جنس اینلی و انلی از طلا، کمپوزیت، رزین و یا سرامیک است. عمر این ترمیم ها در صورت مراقبت نسبتاً زیاد می باشد و به دو صورت مستقیم و یا غیرمستقیم ساخته می شوند. فرم مستقیم در مطب انجام می شود و با استفاده از کامپوزیت و رزین صورت می گیرد. فرم غیر مستقیم در لابراتوار انجام شده و از جنس طلا و یا سرامیک می تواند باشد. **پر کردن ریشه به صورت رتروگراد :** زمانی استفاده می شود که دسترسی طبیعی به سیستم کانال ریشه توسط پست ها مختل شده باشد. این روش شامل یک نیمه جراحی و برداشتن نوک ریشه دندان، پاک سازی و بستن آن است.

**پست ها :** معمولاً به صورت پیش ساخته یا پست ریختگی هستند. این پست ها درون کانال های پر شده ریشه دندان مرده قرار می گیرند تا از روکش یا بریج حمایت کنند. اخیراً از پست های غیرفلزی نیز استفاده می شود.

**پین ها :** زمانی که یک گوشه یا یک نوک دندان از بین رفته باشد، به کار می روند. کار پین ها در واقع تقویت مواد پرکردگی است. پین ها ممکن است باعث ترک خوردن داخلی دندان و از بین رفتن عصب شود.

**کلاهدک محافظ دندان (روکش) :** واژه ی مترادف روکش، که از جنس سرامیک یا طلا ساخته شده و یا دارای ساختار درونی فلزی است (به منظور ایجاد استحکام) که با پرسن یا چینی (به منظور حفظ زیبایی) پوشیده شده است.

معمولاً از کلاهدک یا روکش برای پوشش دادن و محافظت از دندان های شکننده، دارای پرکردگی های وسیع یا دندان های عصب کشی شده جهت حفاظت از دندان و یا بهبود ظاهر آن به کار می رود.

**زیرکونیوم :** به روزترین ماده ی روکش دندانی زیبایی است. بخش داخلی روکش از زیرکونیوم ساخته شده که سفید است و می تواند فشارهای محتمل درون دهان را تحمل کند و بعد با پرسن برای به دست آوردن زیبایی مطلوب پوشیده می شود.

**سرامیک :** مواد ترمیم کننده شیشه ماندی هستند که می توان آن ها را ترمیم یا آسیاب کرد یا یک متخصص می تواند با استفاده از سرامیک پودر شده در لابراتوار آن را بسازد و سپس بپزد.

کند. برخی افراد ممکن است به بی حسی موضعی عکس العمل بدی نشان دهند، به خصوص اگر به طور مستقیم به رگ ها تزریق شده باشد (راه دقیقی برای شناسایی آن نیست). بی حسی موضعی از طریق بستن موقت راه انتقال سیگنال های عصبی عمل می کند. **بی حسی نسبی :** این نوع بی حسی اضطراب و درد را کاهش می دهد اما همچنان به بی حسی موضعی نیاز است. در این نوع بی حسی از مخلوط گاز دی نیتروژن مونوکسید و اکسیژن استفاده می شود که بیشتر برای زنان باردار نیز کاربرد دارد.

**تزریق ماده ی بی حسی از طریق انسداد عصب از ریشه :** بیشتر مواقع برای اشاره به بی حسی دندان های فک پایین به کار می رود، که شامل تزریقی است که نیمی از فک پایین را بی حس می سازد. فک پایین، برخلاف فک بالا بسیار ضخیم تر است و به ماده ی بی حس کننده اجازه نمی دهد که به درون استخوان نفوذ کند، بنابراین باید عصب را از عقب دهان، در جایی که وارد استخوان فک می شود بی حس کرد.

**آرام بخش خوراکی :** آرام بخشی والیوم مانند است که پیش از درمان به صورت قرص به بیمار داده می شود و بعد از مصرف آن بیمار همچنان کاملاً هوشیار و آگاه است ولی کمتر از قبل اضطراب دارد.

**آرام بخش وریدی :** نوعی نیمه بی هوشی که به عنوان آرام بخش استفاده می شود ولی بیمار را بیهوش نمی کند. از آرام بخش وریدی برای جراحی های ناخوشایند و طولانی مدت یا در صورت ترس بیمار استفاده می شود. این نوع آرام بخش درون دست تزریق می شود. فردی که آرامبخش به او تزریق شده معمولاً دچار فراموشی می شود و اتفاقات قبل، حین یا بعد از فرآیند را به خاطر نمی آورد.

**بایت وینگ :** بهترین حالت رادیوگرافی برای تشخیص پوسیدگی های بین دندانی و بررسی وجود تحلیل استخوان حمایت کننده دندان ها می باشد. جهت تهیه این رادیوگرافی، حلقه کاغذی که دارای یک زبانه (wing) کوچک است را دور فیلم قرار می دهند، بعد از جایگذاری آن در دهان بیمار، بیمار روی زبانه را گاز می گیرد و در این حالت عکس گرفته می شود. به این خاطر وینگ نام گذاری شده و در نهایت تصویری از دندان های دو فک را در چنین تصویری ارائه می دهد.

**روت کانال :** روت کانال تراپی که به اشتباه به آن عصب کشی نیز گفته می شود یکی از درمان های مهم در دندانپزشکی می باشد. در ابتدا کانال ریشه و حفره مغز دندان که شامل بافت های عصبی و رگ های خونی و بافت های سلولی دیگری می باشد به طور کامل برداشته و تخلیه می شوند و سپس تمیز می شوند و آنگاه به وسیله یک سوهان کوچک (فایل های اندو)، شکل دهی و با محلول شستشو، عفونت زدایی می شوند و سپس آن را با مواد ویژه نرمی مثل گوتاپرکا پر می کنند. بعد از این عمل، دندان می میرد و اگر بعد از این، دندان عفونی شود باید تحت عمل جراح انتهای ریشه قرار گیرد.

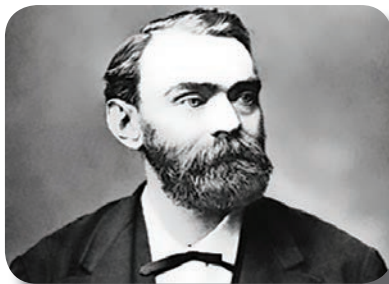
## تاریخچه دندانپزشکی

قدمت دانش دندانپزشکی به هزاران سال قبل می‌رسد. آثار ترمیم دندان ها به وسیله فلزات و مواد مختلف دیگر از انسان های عهد باستان که به دنبال چاره ای برای درمان پوسیدگی های دندان های خود بوده و برای این منظور از روش های مختلفی همچون روکش دندان استفاده می نموده است، نشان از این سابقه دارد. مایاها مردمانی با فرهنگ سطح بالا بودند که در گواتمالا و هندوراس فعلی می زیستند. آن ها که از مردم بابل باستانی نیز قدیمی تر بودند، در قرار دادن اینله های سنگی زیبا روی حفرات تراش داده شده دندان ها ، مهارت داشتند و به طوری این کار را دقیق انجام می دادند که این اینله ها حتی تا هزار سال بعد ، در جای خود باقی می ماندند. در قرون وسطی و برای نمونه در چین و فرانسه، آرایشگران اولین افرادی بودند که به ارائه خدمات مربوط به دهان و دندان پرداختند. آن ها به دو گروه آرایشگرهای ماهر و متخصص و آرایشگرهای عمومی تقسیم می شدند. گروه اول افرادی بودند آموزش دیده که تنوع و خدمات تخصصی شان آن ها را از آرایشگرهای عمومی متمایز می ساخت. دسته دوم اما آرایشگرانی بودند که تنها توانایی تراشیدن ریش و کشیدن دندان را داشتند. شایان ذکر است که فرانسه در سال ۱۴۰۰ فعالیت های دندانپزشکی برای آرایشگران عمومی را ممنوع اعلام کرد و از آن به بعد این دسته از آرایشگرها تنها به خدمات آرایشگری می پرداختند. در آلمان همانند فرانسه از سال های ۱۵۳۰ الی ۱۵۷۵ تنها افرادی می توانستند به ارائه خدمات دهان و دندان بپردازند که تالیفی در این حوزه داشته باشند.



ساخت پل (بریج) دندان برای پر کردن فضای خالی بین دندان ها با استفاده از دندان های مصنوعی پیش از میلاد

کشف مهم بی حس کننده در علم پزشکی توسط یک دندانپزشک آمریکایی به نام هارت فورد در سال ۱۸۴۴ انجام شد که در واقع، گاز خنده آور نیتروژن اکساید بود. وی پس از انجام بیهوشی، دندان فردی را بدون احساس درد، برای اولین بار کشید. گفتنی است تا آن زمان از ماده بیهوشی و بی حسی خبری نبود، پرکردن و یا کشیدن دندان ها با درد و رنج و فریاد های فراوان همراه بود. در سال ۱۹۰۴ آلفرد آین هان شیمیدان آلمانی با کشف ماده بی حس کننده موضعی دندانپزشکی را متحول ساخت و بی حسی موضعی جایگزین بیهوشی کامل در مطب دندانپزشکی گردید.



آلفرد آین هان مکتشف داروی بی حسی موضعی

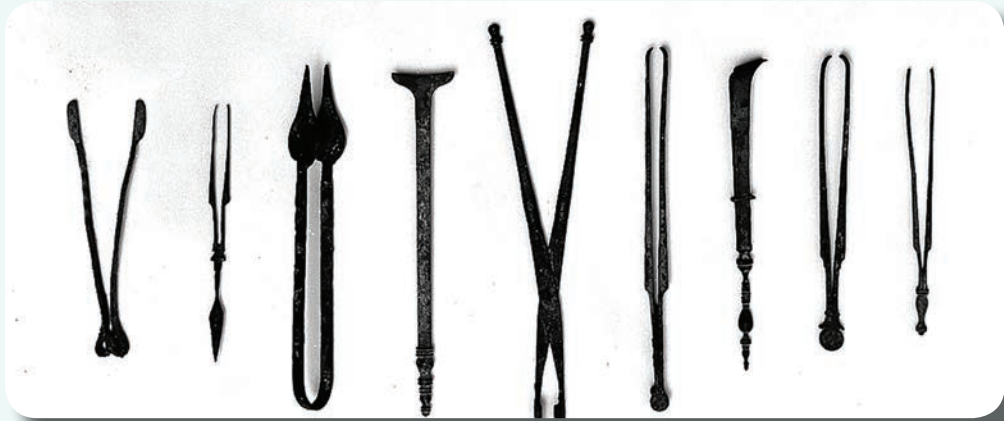
صندلی نوین دندانپزشکی توسط کمپانی سازنده وسایل دندانپزشکی در ۱۸۷۵ معرفی گردید که بر اساس بروشور تبلیغاتی آن می توانست به اندازه کافی به عقب خم شود تا دندانپزشک نتواند، نشسته کار کند. با این حال اغلب دندانپزشکان تا حدود سال ۱۹۵۰ ترجیح می دادند که حین کار ایستاده باشند. شایان ذکر است در اوایل دهه ۱۹۲۰ اغلب دندانپزشکان، دستگاه اشعه ایکس و استریلیزاتور داشتند.

اولین دانشکده دندانپزشکی در سال ۱۸۴۰ میلادی تاسیس شد. به دنبال این اقدام شخصی که فارغ التحصیل این دانشکده بود دکتر دندانپزشک (جراح دندان) نامیده می شد. از سال ۱۸۴۶ الی ۱۸۵۵ تکنیک های دیگری مثل بیهوشی با استر و همچنین پر کردن دندان با طلا به صورت گسترده کاربرد داشت. در سال ۱۸۶۷ دانشگاه هاروارد اولین دانشکده تخصصی دندانپزشکی را تأسیس کرد. لوسی هابز تایلور اولین شخصی بود که موفق به اخذ مدرک از این دانشکده شد. سال ۱۸۸۰ را هم می توان سال تولید خمیر دندان به شکل امروزی نامید. در سال ۱۸۸۷ اولین آزمایشگاه دندانپزشکی راه اندازی شد. از این آزمایشگاه برای ساخت دندان های مصنوعی استفاده می شده است. ویلهلم



نخستین کتابی که صرفاً بر دندانپزشکی تمرکز کرده بود، کتابی بود که در سال ۱۵۳۰ توسط آرتزنی باچلین نوشته شد. همچنین نخستین کتاب درسی دندانپزشکی که به زبان انگلیسی نوشته شد، کتابی به نام اپراتور برای دندان بود که توسط چارلز آلن در سال ۱۶۸۵ میلادی نگارش یافت. حد فاصل سال های ۱۶۵۰ و ۱۸۰۰ مصادف با سال هایی است که علم دندانپزشکی مدرن، توسعه ی خود را آغاز نمود. پیر فاجارد فرانسوی را هم پدر دندانپزشکی نوین می نامند. علت این امر منتشر کردن کتاب علمی دندانپزشکی در سال ۱۷۲۸ می باشد که به طور منطقی، مدون و علمی به بیان تکنیک های نگهداری و ترمیم و تعمیر دندان پرداخته است.

نمونه هایی از ابزار دندانپزشکی از دوران باستان ، قرون وسطی و اواخر قرن نوزدهم



سی و یک فصل است، مطالبی در مورد پاییدن تندرستی، بهداشت دهان و دندان و مسواک زدن و برخی شوینده های دندان آمده است. در مقاله پنجم درباره بوی دهان، بزاق و دندان های لق مطالب ارزنده ای آمده است و روش هایی برای درخشان و پاک کردن دندان ها و زدودن پوسیدگی ارائه شده است (رازی). در مقاله نهم که درباره بیماری های سر تا پا است، در مورد درد دندان، کشیدن دندان، کندی دندان ها و بیماری هایی مانند آفت و برفک و بیماری های لثه و زبان مطالبی ذکر شده است. جالب توجه است بدانیم رازی توانسته بود دندان های پوسیده را با مخلوطی از مصطکی و زاج سفید پر کند. کتاب معروف برب کتابی کم حجم و ارزنده است که رازی در سه باب تنظیم کرده است و مرحوم حکیم تنکابنی آن را در سی باب ترجمه کرده است و هفت باب به آن افزوده است. در ابواب ششم، هفتم و هشتم در مورد انواع بیماری های دهان و دندان دستورهای بسیار منظم و مرتبی داده شده است. در باب ششم درد دندان، در باب هفتم تدبیرهایی برای کشیدن دندان، و در باب هشتم بدبویی دهان، علل و راه درمان آن بیان شده است. همچنین درباره مرهم هایی که می توانند برای برطرف شدن درد دندان به کار گرفته شوند مطالبی آمده است. این کتاب را می توان کتاب درمان های فوری و یک ساعته نیز نامید، درمان هایی در حد شناخت و امکانات روز که محصول سال ها تجربه شخصی نویسنده بوده است.



کتاب الحاوی فی الطب فی امراض الاذن الانف و الاسنان (جلد سوم) درباره بیماری های گوناگون بافت های نرم و سخت دهان و چگونگی حفظ سلامت دندان هاست. این کتاب به مدت پانصد سال در دانشگاه های اروپا تدریس می شده است و زیربنای اطلاعات پزشکی طبیبان غرب بوده است. در بحث راجع به بیماری ها در این کتاب، رازی از نوشته های بقراط و جالینوس یاد کرده و بر آن ها حاشیه ها و تفسیرها افزوده و ایرادهایی بر آن ها وارد کرده است. موضوعاتی که در این کتاب بحث شده است، عبارتند از: بیماری های لثه و روش پیشگیری و درمان آن ها، روش صحیح

رونگتن پزشکی آلمانی بود که برای اولین بار پای استفاده از اشعه ایکس را به علم دندانپزشکی گشود. در قرن بیستم اختراعات جدیدی در حوزه ی دندانپزشکی انجام شد. روکش دندان (۱۹۰۳)؛ پروکتین (نوعی بی هوش کننده) ۱۹۰۵؛ پر کردن دندان (۱۹۰۷)؛ مسواک (۱۹۳۸)؛ افزودن فلوراید به آب آشامیدنی (۱۹۴۵)؛ خمیردندان حاوی فلوراید (۱۹۵۰)؛ وسایل و ابزارآلات دندانپزشکی که با فشار هوا عمل می کنند (۱۹۵۷)؛ لیزرها (۱۹۶۰)؛ مسواک الکتریکی (۱۹۶۰)؛ سفیدکننده های دندان (۱۹۸۹) از جمله ی این پیشرفت ها هستند.

## دندانپزشکی در ایران

دندانپزشکی در ایران را می توان به سه دوره پیش از اسلام، پس از اسلام و دوران قاجار به بعد تقسیم نمود. دانش دندانپزشکی در دوران پیش از اسلام مربوط به تأسیس دانشگاه جندی شاپورد در دوران ساسانیان است که با ساکن شدن دانشمندان یونانی در ایران شکوفا شد. در این دوره آثار طبی به صورت مخلوطی از طب ایران و هند و البته با تأثیر بیشتر از طب یونانی بود. در دانشگاه جندی شاپور، ضمن نگارش کتب طبی از دندانپزشکی نیز مطالبی دیده می شود. دانش آموختگانی چون خاندان بختیشوع، شاپور بن سهل، خاندان ماسویه در اشاعه دانش دندانپزشکی نقش به سزایی داشتند. در این دوران کتاب هایی در زمینه دندانپزشکی نوشته شده است. نخستین کتاب جداگانه ای که در زمینه بهداشت دهان و دندان نوشته شده کتاب فی السواک و السنونات در مورد مسواک زدن و پوسیدگی دندان، از یوحنا پسر ماسویه پزشک مشهور جندی شاپوریه سال ۲۴۳ هجری قمری است. پیشرفت زیاد علم دندانپزشکی پس از اسلام در ایران، مدیون دانشمندان و پزشکان ایرانی از جمله علی بن ربن طبری، محمد بن زکریای رازی، علی بن عباس مجوسی اهوازی ارجانی، ابن سینا، سید اسماعیل گرگانی و سایرین است که در آثار خود فصولی را به بهداشت و درمان بیماری های دهان و دندان اختصاص داده اند. برای نمونه به دو نفر از دانشمندان اشاره می گردد.

یکی از دانشمندان این دوران ماسویه اصغر است. نخستین مصرف کننده طلا برای متوقف کردن حفرات دندان ها را به ماسویه اصغر نسبت داده اند، این شخص در معالجات دندان بسیار موفق و پرکار بوده است. وی به کیفیت درد سمپاتیک پی برده بود و توصیه می کرد دندانی که دچار درد شدید می شود هر چه زودتر کشیده شود تا از انتشار درد به سایر دندان ها جلوگیری شود. محمد زکریای رازی دانشمند برجسته دیگری است که در مداوای بیماری های دهان و دندان حاذق بوده و در این زمینه نیز آثار ارزشمندی از خود بجای گذاشته است. از میان آن ها می توان به کتاب های منصوروی اشاره کرد. کتاب المنصوری فی الطب یا الطب المنصوری که شامل ده فصل است به مدت پانصد سال پایه آموزش پزشکان اروپایی بوده است. در مقاله چهارم و پنجم و نهم این کتاب ها به تشریح بیماری و بهداشت و کشیدن دندان ها پرداخته است. در مقاله چهارم کتاب منصوروی که خود شامل

ضمناً دارالفنون تنها مرکز آموزش طبابت و دیگر رشته های پزشکی ایران تا آبان ماه سال ۱۲۹۷ شمسی بود. در آن سال مدرسه طب از مدرسه دارالفنون جدا شد و مرحوم دکتر لقمان الدوله نیز به ریاست آن منصوب گردید. در سال ۱۳۰۰ که دکتر سیاح تحصیلات خود را در اروپا به پایان رسانید، به ایران مراجعت و با افرادی نظیر دکتر میلچارسکی، دکتر اشتومپ و دکتر استپانیان آشنا شد. در آن زمان به پیشنهاد دکتر میلچارسکی و دکتر سیاح و تصویب مسوولین وقت دستور راه اندازی مدرسه دندان سازی داده شد. این مدرسه در سال تحصیلی ۱۳۰۹-۱۳۱۰ وابسته به مدرسه عالی طب و مدیریت آن به عهده دکتر میلچارسکی و بعد به دکتر سیاح واگذار گردید. در آن زمان مدرسه دندان سازی دارای دو اتاق و یک زیر زمین بود که امور درمانی، لابراتوری و اداری در آن انجام می گرفت.

تجهیزات و برخی از مواد عبارت بودند از چند صندلی با سلفدان های حلبی، چهار عدد چرخ پایی دندانپزشکی جهت کلینیک، یک میز چوبی، سه عدد چهار پایه، یک ولکانیزاتور و گچ ساختمانی که توسط محمدخان اولین مستخدم مدرسه دندان سازی کوبیده می شد و الک می گردید. آموزش های نظری و عملی در این مقطع توسط دکتر آشوت هاروطونیان و شهریار سلامت انجام می شد. پایه دانشگاه به سبک دانشگاه های اروپایی در سال ۱۳۱۳ ریخته شد. در مهرماه آن سال دکتر سیاح رییس دانشکده و دکتر محسن لک عهده دار تدریس کلینیکی شدند. دوره آن پنج سال بود که چهار سال آن صرف آموزش های عملی و نظری می گردید و یکسال جهت تهیه و تدوین پایان نامه.

در سال ۱۳۱۶ با تاسیس دانشگاه تهران در محل فعلی، مدرسه طب و شعب مربوط به آن به این مکان نقل مکان کردند و شرط ورود به این دانشکده ها دارا بودن دیپلم کامل متوسطه بود. در ادامه شکل گیری دندانپزشکی کشور، در سال ۱۳۲۲ شورای دانشگاه، اطلاق کلمه دندانپزشک بجای طبیب دندان ساز و دندان ساز بجای مکانیسیان دندان را پذیرفت و از سال ۱۳۲۴ گواهی نامه رسمی و پروانه اشتغال به کار فارغ التحصیلان دندانپزشکی با عنوان دندانپزشک صادر شد.

مسواک زدن، نوع چوب مناسب برای مسواک، انواع دندان شویه ها، علت درد دندان و روش های درمان آن، سایش دندان و درمان آن، خرد شدن و شکستن دندان، تغییر رنگ دندان، آسان کردن رویش دندان کودکان، داروهایی که کشیدن دندان را آسان می کند، دندان قروچه، بی حسی دندان و کند شدن دندان ها.

در واقع دوران این دانشمندان را می توان عصر طلایی برای دندانپزشکی ایران به حساب آورد که در نهایت، پس از حمله مغول این دانش در ایران دچار ضربه مهلکی شد و رو به افول نهاد.

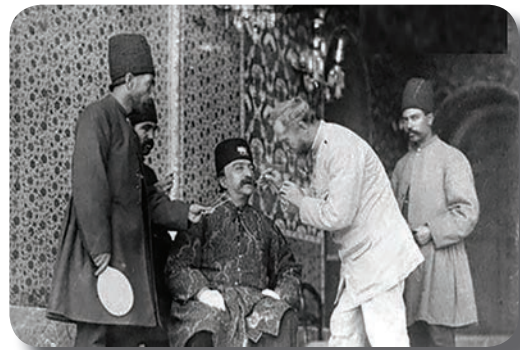
در دوره قاجار و تا قبل از تاسیس دارالفنون، طب به طور کلی سنتی بوده و درمان ها به طور تجربی و بدون پایه علمی با وسایل بسیار ابتدایی انجام می شد. برای درد دندان، عطرها از داروهای گیاهی مانند روغن نخود، آب پیاز، شیرخ انجیر، تریاک و برای رفع آبسه های دندان از صمغ کتیرا و باقلا و آرد گندم سرخ شده در روغن استفاده می کردند. کشیدن دندان ها توسط دلاک های حمام و سلمانی ها، به نحوی بسیار دردناک و وحشت آور انجام می شد و گاهی سلمانی ها این کار را به صورت دوره گرد در محلات و با کلبتین های ساخت اصفهان کار خود را انجام می دادند و بعضی از آن ها واقعاً زبردست بودند. پوسیدگی های دندان، دندان های تغییر رنگ یافته بر اثر ضربه، دندان های شکسته و فضاهای بی دندان (ناشی از کشیدن دندان) همه توسط روکش های طلا که توسط زرگرهای ماهر ساخته می شد ترمیم می گشت.

عبدالله مستوفی در کتاب خود درباره تاریخ اجتماعی و اداری عصر قاجار با اشاره به نبود دندان ساز و دندانپزشک در ایران می نویسد: دندان سازی در ایران هیچ نبود. اطبا به معالجه ی لثه می پرداختند و اگر حاجتی به دندان کشی پیدا می شد به دستور طبیب، سلمانی ها، به این کار می پرداختند. ناصرالدین شاه در سفر دوم خود به فرنگ، یک نفر دندان ساز هم به ایران آورد و پس از چندی دکتر هینت جانشین او شد. بعد از دکتر "هینت" که به علت کهولت سن ایران را ترک می کند دندانپزشک دیگری به نام موسیو پلو در سال ۱۲۸۶ ق. به استخدام دولت درمی آید و دندانپزشک مخصوص ناصرالدین شاه می شود.



عکسی از ابزارآلات و تجهیزات دندانپزشکی واقع در ساختمانی مستقل در موزه ملی تاریخ علوم پزشکی ایران

شایان ذکر است در سال ۱۳۰۰ شمس تنها ۳ نفر دندانپزشک خارجی به نام های دکتر فالک کوش می چارسکی اهل لهستان، دکتر اتکیناشتومپ اهل سوئیس و دکتر هارطیون استپانیان اهل



ورود اولین دندانپزشکان به ایران در زمان ناصرالدین شاه

تاسیس و افتتاح رسمی دارالفنون تهران در سال ۱۲۲۸ شمسی توسط امیر کبیر انجام شد و اولین مدرسه دولتی ایران بود که به کمک استادان اروپایی آموزش رشته های مختلف در آن آغاز گشت.

های ترمیم و بازسازی مانند پروتزهای متحرک، از مزیت های قابل توجهی برخوردار می باشد و به همین دلیل با استقبال فراگیر از طرف بیماران و دندانپزشکان در جهان مواجه شده و بازاری به ارزش ۳/۸ میلیارد دلار برای متخصصان کاشت دندان در سال ۲۰۱۶ ایجاد کرده است. همچنین پیش بینی شده تا سال ۲۰۲۴ ارزش این بازار به بیش از ۷ میلیارد دلار بالغ گردد.

## صنعت آبکاری تا کنون به دو شیوه در توسعه دندانپزشکی مدرن نقش ایفا نموده است اول در ساخت ابزارها و به ویژه تجهیزات الکترونیکی مورد نیاز دندانپزشکان و دوم در ساخت ایمپلنت ها به عنوان پروتزهای ثابت که با استقبال وسیعی از طرف بیماران مواجه شده است و بازاری به ارزش ۳/۸ میلیارد دلار را در سال ۲۰۱۶ برای متخصصان کاشت دندان در جهان ایجاد نموده است

گذشته از موارد فوق، آبکاری های طلا، پالادیوم، پلاتین، نیکل شیمیایی و پی وی دی (آبکاری در خلا) در ساخت تاج و ترمیم دندان، بعضی از انواع سیم و تراکت ارتودنسی، ساخت ابزار و تجهیزات و به ویژه تجهیزات الکترونیک و دیجیتال دندانپزشکی کاربرد گسترده ای دارند که کمتر برای افراد جامعه و حتی متخصصان شناخته شده می باشد. (برای آشنایی بیشتر با فرآیند آندایزینگ تیتانیوم به فیلم های صفحه ی بعد مراجعه نمایید.) امید است این گزارش توانسته باشد، گام کوچکی در معرفی اهمیت دندانپزشکی برای ایجاد جامعه ای سالم و پویا و اهمیت آبکاری در توسعه کیفی دندانپزشکی برداشته باشد.

• از آقایان هوشنگ رفیعی، جواد ابولحسنی، ناصر صدیقی، آرش حقی، فرزاد اسلامی، محسن براتی و سرکار خانم فاطمه خسروی که در تهیه این گزارش همکاری صمیمانه داشته اند تشکر و قدردانی می گردد.  
• منابع در دفتر نشریه موجود می باشد.

ترکیه در تهران به طبابت مشغول بودند. اولین دندانپزشک زن ایران هم خانم دکتر بدری تیمورتاش می باشند. ایشان فرزند کریم دادخان نردینی و خواهر عبدالحسین تیمورتاش، اولین وزیر دربار رضاشاه پهلوی بود. دکتر بدری تیمورتاش در اواخر سال های ۱۲۹۸ شمسی به بلژیک رفت و در دانشکده دندانپزشکی بلژیک به تحصیل ادامه داد.



دکتر بدری تیمورتاش اولین زن دندانپزشک ایران

پس از بازگشت به ایران در سال ۱۳۳۸ دانشکده پزشکی مشهد را تأسیس کرد. کتابخانه ی دانشکده ی دندانپزشکی دانشگاه مشهد به افتخار او نامگذاری شده است. در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰۰ دندانپزشک در ایران به طبابت مشغول بوده و هر سال نیز بیش از ۱۰۰۰ نفر به این تعداد اضافه می گردد.

## آبکاری

فلزاتی که به صورت پروتز در بدن قرار داده می شوند بایستی از ویژگی های چون سازگاری زیستی، ضد میکربی، مقاومت خوردگی عالی، سختی و استحکام کافی برخوردار باشند تا بدن آن ها را تحمل و قبول نماید. در دندانپزشکی برای کاشت دندان از ابزارهایی به نام ایمپلنت و اباتمنت استفاده فراوان می شود. این دو قطعه برای دستیابی به ویژگی های ذکر شده، پس از ساخت با روش آندایزینگ که یکی از فرایندهای آبکاری است، آندایز می شوند.



چند نمونه از ایمپلنت های تیتانیوم آندایز شده در دندانپزشکی

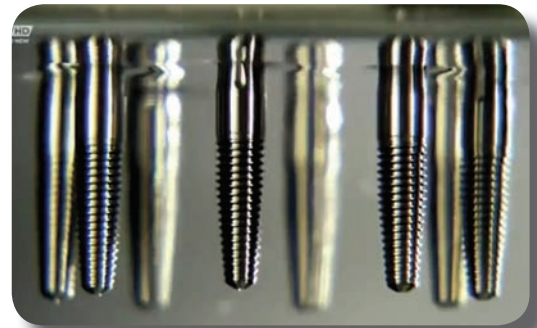
جالب است بدانیم، این روش کاشت دندان، نسبت به دیگر روش



## سیمای آبکاری



مراحل ساخت اتومات ایمپلنت  
تیتانیوم و آنودایزینگ آن



مراحل آنودایزینگ قطعات پروتز  
تیتانیوم



ساخت تاج دندان از طلا و  
پرداختاری آن



انتخاب انواع تاج دندان



نحوه کاشت دندان



واژه نامه

Abscess	آبسه دندان	Cavitron	دستگاه جرم گیری دندان
Abutment	اباٹمنت	cavity	حفره یا ناحیه پوسیده در یک دندان - کرم خوردگی دندان
Ache	درد	Cementum	ساروج - بافت نازک و نسبتاً سخت استخوانی که ریشه ی دندان را می پوشاند
aesthetic	زیبایی	Ceramics	سرامیک ها
Alginate	نوعی ماده قالب گیری	Chemist's	داروخانه
alveolar process	بخشی از استخوان مندیبل یا ماکزیلا که قوس دندانی را تشکیل داده و دندان را در خود نگه می دارد	Chicken pox	آبله مرغان
Amalgam	آمالگام	clinical	درمانگاهی ، کلینیکی ، بالینی
Anesthetic	بی حسی	clinical crown	تاج کلینیکی ، قسمتی از دندان که در دهان مشاهده می شود
Anodized titanium	تیتانیوم آندایز شده	Cold	سرماخوردگی
Anodized Zirconium	زیرکونیوم آندایز شده	compatibility	سازگاری - اخت
Antibiotics	آنتی بیوتیک	Composite	کامپوزیت
antimicrobial	ضد میکروبی	Corrosion Protection	حفاظت از خوردگی
aphthous ulcers	آفت	corrosion resistance	مقاومت خوردگی
asepsis	عدم وجود میکرو ارگانیسم ها (میکروب ، باکتری ، ویروس ، قارچ )	cosmetic dentistry	دندانپزشکی زیبایی
attrition	تراشیدن ، فرسایش از بین رفتن دندان در اثر فعالیت ... هایی مانند جویدن	Crown	تاج دندان - روکش
biocompatibility	سازگاری زیستی - سازگاری بیولوژیکی	Cure	معالجه
Biohazard	خطر زیستی	Cut	بریدگی
biological environment	محیط بیولوژیکی	dental care services	خدمات دندان پزشکی
Biomedical engineering	مهندسی زیست پزشکی	dental decay	دندان پوسیده
Biopsy	نمونه برداری از بافت زنده	dental device	ابزار دندانپزشکی
Bleaching	بلیچینگ ، سفید کردن	Dental Filling	پر کردن دندان
Blood pressure	فشار خون	dental posts	پست داخل کانال - پین داخل کانال
Bone Grafts	پیوند استخوان	Dental professionals	متخصصین دندانپزشکی
Brackets	بست - قلاب	Dental unit	یونیت دندان پزشکی
Bridge	بریج - پل	Dentin	عاج دندان
Bruise	کبودی	dentistry	دندانپزشکی
Build-up	بازسازی تاج	denture teeth	دندان مصنوعی

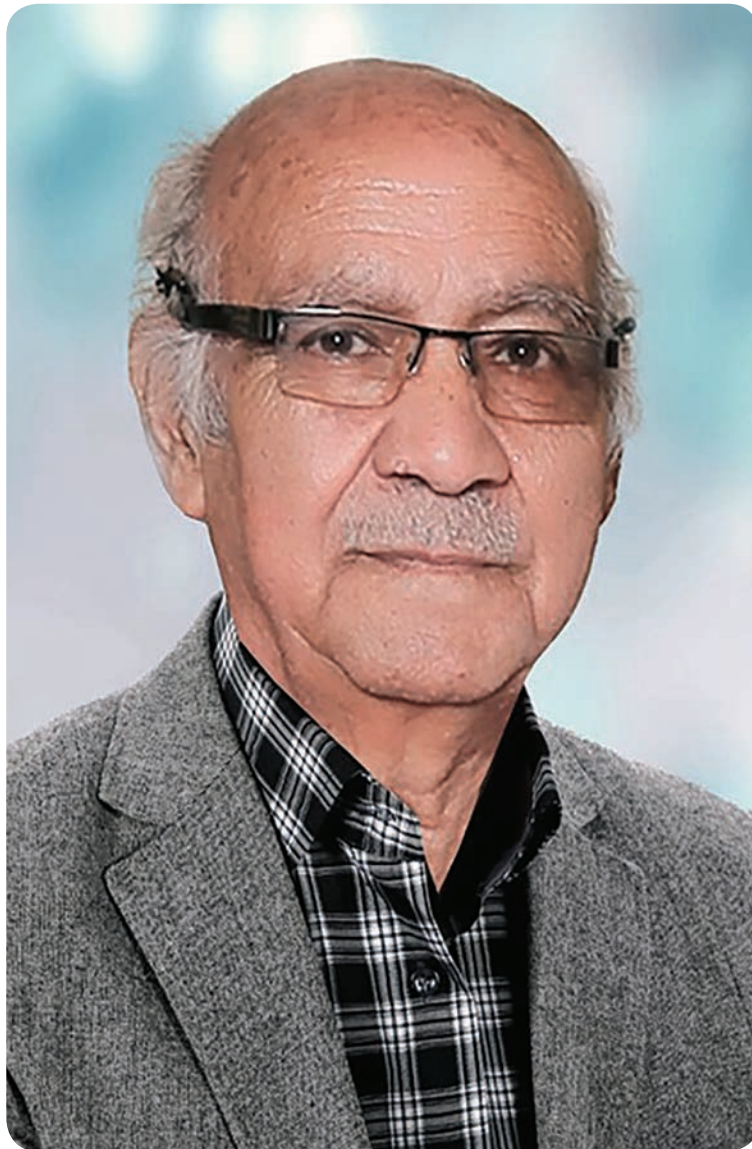
## واژه نامه

devices	ابزار - دستگاه	Light cure	کامپوزیت سفت شونده با نور
Diagnosis	تشخیص دادن - تشخیص	living tissue	بافت زنده
digestive system	سیستم گوارش	Local anesthesia	بی حسی موضعی
Disease	بیمار - بیماری مسری	malleability	قابلیت چکش خوری
durability	دوام	metal framework	بدنه فلزی - چارچوبه فلزی
Durability	دوام - استقامت	Metal instruments	ابزارهای فلزی
Electrical Conductivity	هدایت الکتریکی - برق رسانایی	metal plating	(آبکاری) (برقی و غیر برقی)
electroformed inlays	ساخت اینلی از طریق آبکاری الکتروفرمینگ	metals precious	فلزات نجیب - فلزات گرانبها
Erosion	فرسایش	microorganisms	میکروب
Etching	اچ کردن	Mouth Mirror	آینه دندان پزشکی
Fever	تب	Needle Holder	سوزن گیر
Finishing Bur	فرز پرداخت	Office Bleach	سفید کردن دندان در مطب
Flipper	پروتز متحرک موقت	Operating room	اتاق عمل
Flossing	با نخ تمیز کردن	Operation	عمل جراحی
Flue	آنفلوانزا	oral cavity	حفره دهان
functional attributes	ویژگی های عملکردی	oral hygiene	بهداشت دهان
Gums	لثه	oral surgeon	جراح دهان و دندان
Hardness	سخت - سنگینی	Orthodontic	ارتودنسی - مرتب و ردیف کردن دندان ها
Heal	بهبود یافتن	orthodontic appliance	دستگاه ارتودنسی
Home Bleach	سفید کردن دندان در خانه	orthodontic archwire	سیم ارتودنسی
Ill	بیمار - مریض	Orthodontic Scaler	اسکیلر ارتودنسی
Implant	ایمپلنت - کاشت دندان	orthodontic tools	ابزار ارتودنسی
Infection	عفونت	Overdenture	اوردنچر
Inflammation	التهاب	Pain killer	مسکن
Injury	صدمه دیدن - صدمه	Palladium	پالادیوم
jaw	فک	Patient	شخص بیمار
laminate	تیغه ، لایه	Personnel protective equipment	وسایل حفاظت شخصی

واژه نامه

pH variations	تغییرات پی اچ	Silver plating	آبکاری نقره
Platinum	پلاتین	Smooth Condenser	وسیله متراکم کننده صاف
Polishing	پرداختکاری	sore	دردناک
Prescription	نسخه	stomatitis	التهاب دهان
primary dentition	دندان های شیری	Surgery	مطب - جراحی
prosthesis	پروتز	Symptoms	علائم
Pulp	مغز دندان	Temperature	تب
Pulse	نبض	Thermal Conductivity	گرما رسانی - ضریب هدایت گرما
radiopaque	عایق اشعه - غیر قابل عبور برای اشعه	Thermo sealer	درزگیر حرارتی
reconstruction	بازسازی - ترمیم	Three-Number Instrument	ابزار سه نمره ای
reconstructive dentistry	دندانپزشکی ترمیمی	Tissue Scissors	قیچی جراحی
restoration	ترمیم - بازسازی	Tooth Enamel	مینای دندان
root	ریشه دندان	Tooth infection	عفونت دندان
Root Canal Therapy= RTC	روت کانال	Treat	درمان کردن
root canal treatment	درمان ریشه دندان ، معالجه ریشه	Treatment	درمان - مداوا
Rubber points	لاستیک پرداخت	ultra violet	ماوراء بنفش
saliva	بزاق	Ultrasonic Cleaner	تمیز کننده اولتراسونیک
Sand blast	سند بلاست	Ultrasonic Scaler Instrument Tips	سر قلم جرم گیری اولتراسونیک
Sandpaper Disc	دیسک سنباده ای	Ultrasonic Scaling Unit	دستگاه جرم گیری ماوراء صوت
Sanitation	بهداشتی	veneer	روکش
Scratch	خارش	Vomit	استفراغ
Self cure	کامپوزیت خود سفت شونده	World Health Organization	سازمان بهداشت جهانی
self threaded implant	ایمپلنت خود پیچ شونده	Wound	زخم
Sick	بیمار	Zoonotic	بیماری عفونی مشترک انسان با دام
Silicon	ماده قالب گیری سیلیکون		

هوالباقی



درگذشت آقای حاج رضا گودرزی از پیشکسوتان برجسته و سختکوش صنعت آبکاری را به خاندان محترم گودرزی به ویژه آقای مهندس گودرزی تسلیت عرض نموده، برای آن مرحوم مغفرت الهی و برای بازماندگان صبر آرزومندیم.

نشریه صنعت آبکاری



## " طراحی و چیدمان در خطوط آبکاری "

بخش دوم



در بخش ابتدایی این مقاله مروری داشتیم بر طرح هایی که به هنگام جانمایی خطوط آبکاری معمولاً از آن ها استفاده می شود. در قسمت پیش رو تلاش شده است تا برخی از تجهیزات و روش هایی که امروزه در هر یک از انواع چیدمان های مذکور، با هدف افزایش بهره وری و ایمنی خط بکار گرفته می شود، به اختصار بررسی و نمونه های عملی ارائه گردند. شایان ذکر است که در ابتدا و پیش از ورود به این مبحث، توضیحات مقدماتی پیرامون برخی شاخص های مهم که در راه اندازی یک واحد آبکاری باید مورد توجه قرار گیرند، ارائه شده است.

پیام صمدی  
(کارشناس ارشد  
متالورژی)  
رضا مهتر قره داغی  
(کارشناس ارشد  
خوردگی و حفاظت)  
\* شرکت ایران برد  
الکترونیک

باید این نکته را مد نظر داشت که متاسفانه در کشور ما، به دلیل وجود واحدهای متعدد که به صورت مخفیانه فعالیت می نمایند (اصطلاحاً زیر پله ای) و خسارات جبران ناپذیری را به بار آورده اند، اگر به طور مثال شخصی از استان تهران بخواهد به صورت قانونی در زمینه ی آبکاری فعالیت نماید باید جهت احداث کارگاه خود به سراغ شهرک های صنعتی که اکثراً در موقعیت هایی دور نسبت به مرکز استان قرار دارند مراجعه نماید که این موضوع تبعاتی را به همراه خواهد داشت. این در حالیست که موقعیت مکانی کارگاه باید به گونه ای انتخاب شود که موارد زیر را در بهترین شکل ممکن تامین نماید:

**۱- سهولت دسترسی به کارگاه:** اهمیت این موضوع در تامین نیروی انسانی متخصص و مواد اولیه مورد نیاز می باشد. یکی از معضلات موجود در صنعت آبکاری کمبود نیروی متخصص می باشد که این پدیده با دور شدن کارگاه ها از محل سکونت آن ها تشدید می گردد چرا که به طور طبیعی افراد ترجیح می دهند که مدت زمان کمتری را به طی نمودن مسافت میان محل سکونت و کار خود اختصاص دهند. به جهت غلبه بر این پدیده باید مجدداً اهمیت بازنگری در صنعت آبکاری و رفع سوء تفاهم های موجود با بکارگیری روش های موثر در جهت مدیریت تبعات زیست محیطی را یادآوری نمود. از سوی دیگر در دسترس بودن کارگاه نقش مهمی را در تامین به موقع مواد اولیه خواهد داشت و در غیر این صورت واحدهای آبکاری به جهت جلوگیری از ایجاد وقفه در روند تولید باید در انبارهای خود به اندازه مصرف چند ماه آینده موجودی داشته باشند.

**۲- نزدیکی به مشتری:** این مورد به خصوص در مورد واحدهایی که قرار است به صورت پیمانکاری فعالیت نماید اهمیت خواهد داشت چرا که به این ترتیب می توانند هزینه های مربوط به حمل و نقل را کاهش داده و ضمناً سرعت خدمات آبکاری و درآمد ناشی از آنرا افزایش دهند.

**۳- در دسترس بودن منابع انرژی و آب:** بنا به کاربرد و نوع تجهیزات استفاده شده در بخش های مختلف یک واحد آبکاری، نیاز به آب، برق و یا گاز خواهد بود و از همین رو به هنگام انتخاب مکان کارگاه باید مقدار ورودی های سیستم را با لحاظ نمودن طرح های آینده در نظر داشت.

## مشخصات کلی خط

پس از مشخص شدن موقعیت جغرافیایی کارگاه باید به بررسی فضای کارگاهی مورد نیاز پرداخت. به صورت کلی نوع فرآیند آبکاری و نیز تیراژ خط را می توان به عنوان مهمترین شاخص های تاثیرگذار در دستیابی به شکل چیدمان خط در نظر گرفت. به این صورت که با توجه به جنس قطعه می توان متوجه نوع فرآیند آماده سازی آن ها شد و از روی پوشش نهایی می توان

شاخص های مهمی به هنگام راه اندازی یک واحد آبکاری وجود دارد که باید همیشه آن ها را در نظر داشت. به عبارت دیگر عواملی وجود دارند که آگاهی نسبت به آن ها سبب تضمین بقاء واحد آبکاری، افزایش تولید و نیز دستیابی به شرایط پایدار در فرآیند خواهد شد. از جمله اولین مراحل که در راه اندازی واحد آبکاری مطرح می شود جانمایی موقعیت جغرافیایی آن است و از همین رو ابتدا با این عنوان بحث را آغاز نموده و در ادامه به سایر شاخص ها می پردازیم.

## مکان کارگاه

آبکاری فرآیندی است که در آن به واسطه ی بکارگیری هم زمان آب و مجموعه ی متنوعی از مواد شیمیایی، که جهت ساخت محلول های مورد نیاز در خط مورد استفاده قرار می گیرند، با دو پدیده ی نامطلوب تحت عناوین پساب های صنعتی و نیز گازهای آلاینده مواجه می شویم که به طبع آن ها محیط کارگاه و فضای اطراف آن تحت تاثیر قرار خواهند گرفت. از آنجایی که متاسفانه اکثر واحدهای فعال در سطح کشور برای مدیریت نمودن این موارد برنامه ی مشخصی ندارند، معمولاً واحدهای آبکاری همسایگان خوبی برای سایر واحدهای صنعتی تلقی نمی شوند و از همین رو اکثر سازمان های فعال در زمینه ی محیط زیست فعالیت کارگاه های آبکاری را مخرب محیط زیست قلمداد نموده و به منظور مدیریت تبعات منفی فعالیت آن ها بر روی محیط زیست به تصویب قوانین سخت گیرانه روی می آورند. این در حالیست که اکثر کشورهای پیشرفته با بکارگیری سیستم های خنثی سازی پساب کارآمد و نیز لحاظ نمودن تمهیدات لازم جهت تهویه ی هوا توانسته اند واحد آبکاری های خود را نه به عنوان دشمن محیط زیست بلکه به عنوان بستری که می تواند به گسترش فضای سبز در محیط پیرامون خود منجر گردد، معرفی نمایند. در شکل ۱ تصویری از یک مجتمع آبکاری نسبتاً بزرگ در کشور آلمان ارایه شده است. اینگونه فضا سازی ها کمک شایان توجهی را به اصلاح باورهای غلط خواهد نمود و شرایط را برای گسترش هر چه بیشتر این صنعت مهیا می سازد. به عبارت دیگر ایجاد اینگونه فضاها بر زیست سازگار بودن فرآیند تاکید خواهد داشت. حال اگر نگاهی به محیط پیرامون کارگاه های فعال در صنعت آبکاری کشور داشته باشیم، غالباً یادآور محیط های خشک و کویری هستند و این در حالیست که هر واحد به سهم خود می تواند به بهبود فضای اطراف کارگاه خود اقدام نماید.



شکل ۱. تصویری از یک مجتمع آبکاری در کشور آلمان

آنها تا حد زیادی قابل تحمل و کارآمد نمود و فاصله میان سالن پرداختکاری و آبکاری را کاهش داد. در شکل ۲ نمونه ای از یک واحد پرداختکاری با شرایط مناسب از قبیل روشنایی، سیستم مکش موضعی و تهویه نشان داده شده است.



شکل ۲. تصویری از واحد پرداخت کاری

شایان ذکر است که هر چقدر شرایط کاری برای اپراتورها از نقطه نظر ایمنی و بهداشت مطلوب تر باشد، کیفیت و کارایی آنها نیز افزایش خواهد یافت چرا که در اینصورت اپراتورها کارهای خود را با تسلط بیشتری انجام خواهند داد.

پس از آماده سازی اولیه قطعات، همانگونه که اشاره شد باید آنها را بررسی و برای انتقال به سالن آبکاری آماده نمود. از آنجایی که این مراحل نقش بسزایی را در تعیین کیفیت نهایی دارند، باید فضاهای اختصاص داده به آنها دارای ویژگی هایی باشد که اپراتور ضمن تسلط بر روند کاری خود، توانایی تشخیص هر گونه عیب بر روی قطعه را داشته باشد. در این میان با توجه به نوع قطعات و حساسیت فرآیند از میزهای کار مخصوص استفاده می گردد. در شکل ۳ نمونه هایی استاندارد که می توان در ساخت اینگونه میزها از آنها الگو گرفت، نشان داده شده است. از جمله مهمترین ویژگی این قسمت می توان به سیستم روشنایی و نیز فضای کاری مناسب اشاره نمود. اهمیت این موضوع از آنجاست که اپراتورها به هنگام جاگذاری قطعات بر روی جیگ و یا در درون بارل می توانند در صورت وجود هرگونه عیب سطحی نسبت به خارج کردن آنها از سیکل آبکاری اقدام نمایند. همچنین در مواردی که قطعه نیاز به عملیات های آماده سازی اولیه نظیر ماسکینگ، نصب آند کمکی و یا جاگذاری شیلد (Shield) داشته باشند با وجود اینگونه فضاها، عملیات های مذکور با سرعت و دقت بیشتری انجام خواهد شد.



ترتیب و توالی مراحل خط را معین نمود. در نهایت با در نظر گرفتن تیراژ خط شاخص های دیگری همچون ابعاد وان ها و مشخصات تجهیزات جانبی خط نظیر رکتیفایر، فیلتر و ... مشخص خواهند شد. پس از این مرحله می توان تصویر اولیه را از کلیات خط به دست آورد. همانگونه که در قسمت اول این مقاله اشاره شده خطوط آبکاری در سه حالت کلی دستی، نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک مورد بهره برداری قرار می گیرند که با توجه به تیراژ و هندسه ی قطعه و نیز حجم سرمایه گذاری می توان نوع آن را تعیین نمود که خط بر مبنای کدام یک از حالت های مذکور مورد بهره برداری قرار گیرد.

## بررسی فضای کارگاهی و جانمایی تجهیزات

بعد از اینکه تصمیم گیری نهایی پیرامون مشخصات کلی خط و نحوه حضور اپراتور در آن انجام شد حال باید متناسب با فضای کارگاهی در نظر گرفته شده نسبت جانمایی ادوات و تجهیزات مربوطه اقدام نمود. پیشنهاد می شود که به هنگام تصمیم گیری در مورد جانمایی خط مواردی همچون محل ورود و خروج قطعه به کارگاه، فضای مورد نیاز جهت آماده سازی اولیه قطعات، مسیرهای حرکت اپراتورها، مکان های مربوط به تجهیزات خط، سیستم روشنایی سالن، ادوات مربوط به تهویه سالن، لوله کشی های مربوط به ورودی آب و خروجی پساب، امور مربوط به تاسیسات برقی و کابل کشی های مربوطه و در نهایت سیستم های خنثی سازی پساب و ادوات مربوطه به آن را مد نظر قرار داد. در این میان طراحان خطوط از ایده هایی استفاده می نمایند تا بتوانند از حداقل فضای کارگاهی بیشترین بهره را ببرند. در این بخش به صورت تصویری و به تفکیک هر بخش از کارگاه به برخی از نمونه های کارآمد که در کشورهای مختلف دنیا اجرا شده است، پرداخته می شود.

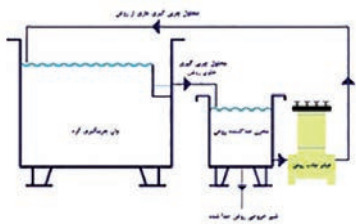
## پرداخت کاری و آماده سازی قطعات : در فرآیندهای تمام

کاری سطح، بسته به نوع و شکل هندسی قطعات ابتدا باید سطح آنها را برای پذیرش پوشش آماده و در مرحله ی بعد به منظور ایجاد سهولت در جابجا نمودن آنها در طول خط و نیز تضمین کیفیت برق رسانی و سایر شاخص های موثر، از جیگ و یا بارل استفاده نمود. از همین رو مراحل ابتدایی در آبکاری شامل پرداخت کاری و سپس مهیا نمودن قطعات جهت بارگذاری (Loading) به داخل خط می باشد.

همانگونه که اشاره شد اولین مرحله در آماده سازی سطح قطعات پرداختکاری می باشد. از آنجایی که واحدهای مربوط به آن معمولاً به عنوان قسمت های آلاینده یک واحد آبکاری شناخته می شوند، از همین رو در محیط های آبکاری تلاش می شود که تا حد ممکن این قسمت از سالن های اصلی آبکاری دور باشد. این در حالیست که با بکارگیری تجهیزات مناسب جهت مدیریت تبعات فرآیند پرداختکاری نظیر اتمسفر آلاینده و نیز آلودگی صوتی ناشی از دستگاه ها، می توان شرایط حاکم بر محیط کاری



نمودن انواع آلاینده ها نظیر روغن، گریس و ... از روی قطعات را دارد. با توجه به اینکه در این قبیل فرآیندها اپراتور با محیط آلاینده مواجه خواهد شد و در نهایت کارگاه نیز تحت تاثیر قرار خواهد گرفت، از همین رو باید تمهیداتی را در نظر داشت تا به واسطه ی آن ها، تا حد امکان، تبعات ناشی از این فرآیند کاهش یابد. یکی از تکنیک های موثر استفاده از دستگاه جداکننده ی روغن است که می تواند تاثیر بسزایی بر افزایش راندمان چربیگیری، جلوگیری از انتقال لکه های روغنی معلق بر روی سطح محلول به آبکشی های بعدی و نیز افزایش طول عمر محلول را داشته باشد. در شکل ۵ شماتیکی از سیستم جداسازی روغن از وان های چربی گیری نشان داده شده است. همچنین استفاده از روش مذکور به کاهش تبعات زیست محیطی ناشی از این فرآیند، به ویژه COD، خواهد انجامید.



شکل ۵. شماتیکی از تجهیزات جانبی جداسازی روغن از محلول چربیگیری گرم

در طول یک خط آبکاری به دلیل استفاده از دامنه ی متنوعی از مواد شیمیایی، با اتمسفری آلوده مواجه هستیم و از همین رو باید با بکارگیری تجهیزات جانبی متنوع نسبت به کنترل اتمسفر حاکم بر کارگاه اقدام نمود. این رویکرد در درجه ی اول ضامن سلامت اپراتورهای خط و نیز با کاهش شدت خوردگی اتمسفر کارگاه منجر به افزایش طول عمر ادوات و تجهیزات خط می شود. سیستم های هواکش همواره و در تمامی مراحل برای جمع آوری بخارات منتشر شده در اتمسفر کارگاه موثر می باشند. نظر به اهمیت این موضوع طراحان خطوط با استفاده از روش های مختلف نسبت به جمع آوری گازهای آلاینده از مبدا (روی سطح محلول) و نیز فضای کارگاه اقدام می نمایند. در شکل ۶ نمونه هایی از خطوط مجهز به سیستم درب و هواکش (موضعی و کلی) ارائه شده است.



شکل ۳. تصاویری از میزهای آماده سازی قطعات پیش از آبکاری

**وان ها، تجهیزات و چیدمان آن ها :** هنگامی که طراحی مربوط به وان ها و چیدمان خط انجام می شود، ملزوماتی وجود دارد که باید آن ها را در نظر داشت و رعایت نمود. در ادامه به اختصار به مشخصات وان ها و سایر ویژگی های مورد نیاز برای هر یک اشاره می شود.

از آنجایی که همواره وان ها با توجه به فضای در دسترس سالن و متناسب با ترتیب و توالی فرآیندها جانمایی می شوند، شناسایی و توصیه می گردد که از همان ابتدا تاسیسات و تجهیزات جانبی خط در نظر گرفته شود. مواردی همچون فضاهای اپراتوری (راهروها و مکان مربوط به تعمیر و نگهداری تجهیزات نظیر رکتیفایر و فیلتر)، لوله های تامین آب ورودی و انتقال پساب خروجی، تاسیسات مربوط به تامین هوای ورودی به جهت ایجاد تلاطم در درون محلول ها و مکش هوای آلوده و نیز ادوات برق رسانی به تجهیزات از جمله مواردی هستند که به هنگام جانمایی باید مد نظر داشت. در شکل ۴ نمونه هایی مناسب در این زمینه در حالت آبکاری دستی نشان داده شده است.



شکل ۴. تصاویری از خطوط با ملاحظات اپراتوری و تاسیساتی

پس از چیدمان وان ها به فرآیندهای موجود در خط می پردازیم که غالباً با آماده سازی قطعات شروع می شود. به هنگام آماده سازی اولیه ی قطعات با توجه به ماهیت آن ها از فرآیندهای مختلفی استفاده می گردد ولی در مورد اکثر قطعات این مرحله معمولاً با چربیگیری آغاز می شود. استفاده از سیستم گرمایش مناسب و نیز تلاطم در محلول همواره نقش بسزایی در پاک

یادآوری این نکته ضروری است که به هنگام طراحی جیگ نیز باید به خالی شدن سریع قطعات توجه داشت. همچنین رویکرد مهندسی در ساخت و تولید قطعاتی که نیاز به آبکاری دارند اقتضا می نماید که از همان ابتدای مراحل طراحی قالب ها و فرآیند تولید قطعه، ملاحظات مربوط به آبکاری را تا حد امکان مد نظر قرار داد.

در چیدمان خطوط تلاش می شود که ریزش مواد تا حد امکان کاهش یابد. اهمیت این موضوع از آنجاست که در گام نخست به جلوگیری از اتلاف مواد شیمیایی می انجامد و در ضمن تبعات زیست محیطی خط را کاهش می دهد. از همین رو پیوستگی چیدمان وان ها کمک شایان توجهی را به این موضوع می نماید. در قسمت نخست مقاله به صورت شماتیک انواع چیدمان ها و نحوه ی قرارگیری آبکشی ها نسبت به مراحل اصلی نشان داده شد. در شکل ۸ نمونه های استاندارد که در عمل از آن ها استفاده شده است نشان داده شده اند. شایان ذکر است که بهترین موقعیت برای آبکشی ها مستقیماً بعد از وان های اصلی می باشد.



شکل ۸. نمایی از خطوط با آبکشی بعد از وان اصلی

یادآور می شود که در خطوط اتوماتیک به دلیل ماهیت طراحی خطی و لزوم حفظ پیوستگی مراحل در یک مسیر مستقیم، این نوع چیدمان رعایت می شود اما در خطوط دستی، به دلیل طولانی شدن طول خط و طبیعتاً نیاز داشتن به تعداد بیشتر اپراتور، معمولاً گزینه های دیگر ترجیح داده می شود، هرچند در مواقعی که تیراژ خط زیاد می باشد استفاده از خطوط با پیوستگی مذکور نقش بسزایی را در کاهش دور ریز مواد خواهد داشت. در شکل ۹ نمونه هایی از خطوط که در آن ها به دلیل محدودیت در تامین نیروی انسانی و نیز فضای کارگاهی، وان های آبکشی در مقابل وان های اصلی قرار دارد، نشان داده شده است.



شکل ۹. نمایی از خطوط با آبکشی در مقابل وان های اصلی



شکل ۶. تصاویری از واحدهای آبکاری مجهز به سیستم درب و هواکش

در برخی موارد این مهم را می توان با بکارگیری توپ برآورده نمود. در شکل ۷ تصویری از یک وان که سطح محلول داخل آن با توپ پوشیده شده، ارایه گردیده است. از جمله مزایای استفاده از توپ ها سهولت در بارگذاری قطعات در درون وان ها می باشد چرا که با استفاده از این روش دیگر اپراتورها نیازی به باز و بسته کردن درب نخواهند داشت. ضمناً این روش کمک شایان توجهی را به جلوگیری از اتلاف حرارت نیز می نماید.



شکل ۷. نمایی از سطح محلول پوشیده شده با توپ های پلی اتیلنی

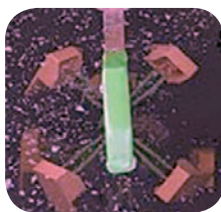
در گام بعدی از آنجایی که بخش عمده ای از مراحل موجود در یک خط آبکاری را آبکشی ها تشکیل می دهند باید تلاش نمود تا کیفیت آبکشی ها را با حداقل میزان مصرف آب افزایش داد. این موضوع از دو دیدگاه حایز اهمیت خواهد بود. از یک سو استفاده ی بهینه از آب و از سوی دیگر کاهش میزان پساب حاصل از فرآیند، که هر دو مورد منجر به کاهش تبعات زیست محیطی خط نیز می گردند. در این مسیر از راهکارهای متنوعی استفاده می شود که از جمله ی آن ها می توان به مواردی چون استفاده از آبکشی های چند مرحله ای، بکارگیری تلاطم هوایی بر روی آبکشی ها و نیز استفاده از دستگاه های حذف آلاینده ها از آبکشی ها و بازیابی آب اشاره نمود. در مواردی که قطعات دارای هندسه ی پیچیده و فرو رفتگی های زیادی می باشند کیفیت بالای آبکشی ها علاوه بر جدا نمودن محلول های مراحل اصلی از روی قطعات و جلوگیری از اتلاف آن ها، از جابجا شدن محلول ها به مراحل بعدی نیز جلوگیری بعمل خواهند آورد. به صورت قانون پذیرفته، زمان طلایی آبکشی میان دو مرحله ی متفاوت (قلیایی به اسیدی و به العکس) باید در حدود ۲۰ ثانیه باشد تا بدین ترتیب از زدایش کامل محلول های مراحل قبلی مطمئن شد. با این رویکرد استفاده از آبکشی های بهم پیوسته در کلیه ی قسمت های خط آبکاری قطعات اکیداً توصیه می شود.

ها نشان داده شده است.



شکل ۱۲. نمای داخلی از وان مجهز به سیستم کاند متحرک

از دیگر روش هایی که به واسطه ی آن می توان تعداد قطعه ی بیشتری را در مدت زمان مشخص آبکاری نمود، سیستم کاند چرخان است. در این تکنیک برای هر جیگ از یک عدد رکتیفایر که به سیستم الکتروموتور داخلی مجهز است، استفاده می شود. به این ترتیب با توجه به حرکت چرخشی قطعه کار در درون وان تعداد موقعیت هایی که می توان بر روی جیگ قطعه قرار داد افزایش می یابد. شایان ذکر استفاده از عمق کاری بیشتر نیز در هر دو مورد (نوار نقاله و چرخان) منجر به افزایش کارایی خط می گردد. در شکل ۱۳ نمونه ای از وان مجهز به سیستم کاند چرخان نشان داده شده است.



شکل ۱۳. نمای از وان مجهز به سیستم کاند چرخان

مجدداً یادآور می شود که همواره در شرایطی که نوع فعالیت خط به گونه ای است که باید تعداد زیادی قطعه در یک روز آبکاری شوند، استفاده از سیستم آبکاری تمام اتوماتیک موثرترین روش در دستیابی به خواسته ی مذکور خواهد بود. در این حالت کفایت که برای هر نوع قطعه ای که قرار است در خط بارگذاری شود جیگ مناسب را به تعداد کافی در اختیار داشت. در شکل ۱۴ شماتیکی از قابلیت آبکاری انواع قطعات در وان های اصلی موجود در یک خط تمام اتوماتیک به صورت شماتیک نشان داده شده است.

**اپراتورهای خط:** نقش اپراتورها در کیفیت آبکاری، به ویژه در خطوط دستی، انکار ناپذیر است چرا که تصمیم گیری پیرامون شرایط حاکم بر فرآیند آبکاری توسط آن ها انجام می شود. از

همچنین پیشنهاد می شود، به منظور کاهش اتلاف مواد، از تکیه گاه هایی در بالای وان ها استفاده شود تا به این ترتیب پس از خارج نمودن قطعات از داخل وان ها، برای مدت زمان کوتاه بتوان جیگ ها را از آن ها آویزان نمود تا زمان کافی جهت تخلیه شدن محلول از درون قطعات تامین گردد. در مواردی که به دلیل محدودیت فضای کارگاهی امکان استفاده از آبکشی های متعدد وجود ندارد پیشنهاد می شود که از روش اسپری آب در وان آبکشی استفاده شود. در شکل ۱۰ نمونه ای از بکارگیری از این روش در فرآیند آبکاری بر روی قطعات پلاستیکی نشان داده شده است. از جمله مزایای این روش کاهش شدید مصرف آب و نیز راندمان بالای آبکشی می باشد.



شکل ۱۰. نمایی از آبکشی به روش اسپری

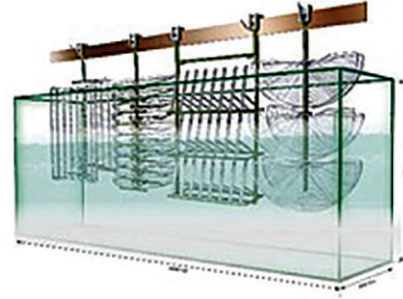
جهت جلوگیری از ریزش مواد در حد فاصل میان دو وان پیشنهاد می شود که از تخته هایی جهت جمع آوری محلولی که از قطعه ریزش میکند (اصطلاحاً Drainage board) استفاده شود. در شکل ۱۱ نمونه ای از این نوع تخته نشان داده شده است.



شکل ۱۱. استفاده از تخته ی مخصوص جهت جلوگیری از ریزش مواد بر روی زمین

**افزایش راندمان آبکاری در وان های اصلی آبکاری:** در برخی موارد و برحسب نیاز، می توان از تکنیک های مختلفی به جهت افزایش بهره وری خط استفاده نمود. از جمله روش هایی که، به ویژه در کشورهای چین و هند مورد استفاده قرار می گیرد، سیستم کاند متحرک است که می توان در وضعیت های مختلف از آن ها بهره برد. در حالت اول تسمه کشی کاند به صورت نوار نقاله می باشد. به این ترتیب که پس از جاگذاری جیگ در درون وان، قطعه مدت زمان مشخصی را که متناسب با ضخامت پوشش می باشد، در درون وان حرکت می کند و پس از آن، معمولاً از دورترین نقطه نسبت به مکان بارگذاری، از درون وان خارج می گردد. در این نوع از وان ها می توان تعداد اپراتورها را به شدت کاهش داد و همچنین زمان آبکاری را برای همه ی قطعات ثابت نگه داشت. در شکل ۱۲ نمای داخلی از اینگونه وان

آنجایی که تکرار پذیر بودن نتایج آبکاری ایجاب می نماید



شکل ۱۴. شماتیکی از انواع قطعات قابل آبکاری در وان های یک خط اتوماتیک

که کلیه ی پارامترهای موثر در آبکاری نظیر غلظت افزودنی ها، دانسیته جریان و دما همواره در شرایط استاندارد باشند، طراحان خطوط تمهیداتی را اتخاذ می نمایند تا دقت عملکرد اپراتورها را در تنظیم شاخص های مذکور تضمین نمایند. از جمله تکنیک هایی که در ثابت نگه داشتن میزان افزودنی های مربوط به فرآیندهای مختلف نظیر براقی و کمک براقی در محلول نیکل کمک شایان توجهی می نماید، استفاده از تزریق کننده های اتوماتیک می باشد. عملکرد این دستگاه بر مبنای رابطه ی میان آمپر- ساعت و میزان مصرف افزودنی مورد نظر است. طراحی دستگاه بدین صورت می باشد که پس از گذشت مدت زمان مشخص و نیز سنجش میزان جریان برق اعمال شده به قطعات، مقدار تعریف شده ای از افزودنی مورد نظر به درون محلول شارژ می شود. با این روش به صورت چشمگیری می توان از خطاهای اپراتورها در تزریق بیشتر و یا کمتر از حد مجاز مواد افزودنی جلوگیری به عمل آورد. در شکل ۱۵ نمونه ای از بکارگیری این سیستم نشان داده شده است. شایان ذکر است که پمپ های تزریق و مخزن مربوطه معمولاً در پشت وان ها قرار داده می شوند.



شکل ۱۵. تصاویری از پمپ تزریق و وان های مجهز به آن

از جمله دیگر پارامترهای موثر بر فرآیند، دانسیته جریان اعمالی می باشد که با استفاده از رکتیفایرها تامین می شود. از آنجایی

که مقدار جریان اعمالی متناسب با مساحت قطعه می باشد، در دسترس بودن تنظیمات مربوط به رکتیفایر برای اپراتور می تواند سبب تسریع فرآیند شود. یکی از راهکارهای موثر در این زمینه که در خطوط آبکاری دستی توصیه می شود، نزدیک نمودن قسمت فرمان رکتیفایرها به اپراتور می باشد. در شکل ۱۶ نمونه های تصویری از این موضوع در خطوط بزرگ و کوچک ارائه شده است.



شکل ۱۶. تصاویری از به کارگیری قسمت فرمان رکتیفایر در نزدیکی وان ها

همچنین در مواردی که محلول ها دارای دمای کاری مشخص می باشند، کنترل نمودن دما و سطح محلول ها حائز اهمیت خواهد بود. از همین رو توصیه می شود به جهت جلوگیری از بروز مشکلاتی همچون اتلاف انرژی و نیز خشک کار کردن گرم کن ها، که خود می تواند منجر به آتش سوزی گردد، از تجهیزات کنترلی استاندارد استفاده شود. در شکل ۱۷ نمونه ای از وان مجهز به سیستم کنترل کننده ی دما و سطح محلول نشان داده شده است.



شکل ۱۷. تصویری از وان مجهز به سیستم کنترل کننده ی دما و سطح محلول

از سوی دیگر، از جمله تفاوت های چشمگیری که میان واحدهای فعال در زمینه ی آبکاری در کشور در مقایسه با واحدهای مشابه در اکثر کشورهای پیشرفته در جهان وجود دارد، نوع پوشش اپراتورها و نحوه ی استفاده ی آن ها از تجهیزات ایمنی می باشد. اهمیت این موضوع از آنجاست که عدم استفاده از پوشش استاندارد در حین کار علاوه بر به مخاطره انداختن سلامت اپراتورها به ترویج نگاه منفی پیرامون ماهیت فعالیت واحد منجر

و شاداب خواهد انجامید. موارد بسیاری در واحدهای آبکاری در دنیا وجود دارند که می توان جهت آشنایی با نحوه ی زیباسازی محیط کارگاه از آن ها الگو برداری نمود. در شکل ۱۹ تصاویری از خط آبکاری یکی از شرکت های ایتالیایی که در زمینه ی تولید و آبکاری قطعات پلاستیکی مورد استفاده در سرویس های بهداشتی فعال می باشد، نشان داده شده است.

## جمع بندی

متأسفانه در صنعت آبکاری کشور عموماً با کارگاه ها و مجموعه هایی مواجه هستیم که در برخورد اول تداعی کننده ی محیط های آلاینده می باشند و نگاه منفی حاصل از این اتفاق تبعات منفی در زمینه های اقتصادی و زیست محیطی را برای آن ها به همراه خواهد داشت. این در حالیست که در تمام دنیا طراحان خطوط تلاش می نمایند که با بکارگیری فضاهای متنوع کاری و نیز استفاده از تمهیدات و تجهیزات کارآمد جهت برآورده نمودن ملاحظات زیست محیطی، توانمندی های صنعت آبکاری را برجسته نموده و با این رویکرد خدمت بزرگی را به گسترش این صنعت توانمندساز نمایند. در این میان استفاده از فضاهای خلاقانه بر روی روحیه ی اپراتورها نیز موثر بوده و به طور حتم بر روی کیفیت نهایی نیز تاثیرگذار خواهد بود چرا که در اینصورت آن ها با علاقه ی بیشتری کارهای تعریف شده را پیش خواهند برد. امید که شرکت های فعال در زمینه طراحی و ساخت خطوط آبکاری علاوه بر رعایت ملاحظات مهندسی حاکم بر فرآیند، شاخص های مربوط به ایمنی، بهداشت و زیبایی کارگاه را نیز لحاظ نمایند چرا که در این صورت گام موثری را در افزایش بهره وری خط خواهند برداشت.

## منابع

1. Metal Finishing Guide Book, ۲۰۱۲-۲۰۱۱.
۲. Product finishing technical letters.
۳. Electroplating engineering Handbook, revised by Lawrence J. Durney, ۴th Edition.
۴. ASM Handbook, volume ۵, surface engineering.



خواهد شد. در شکل ۱۸ تصاویری از دو واحد آبکاری در داخل و خارج از کشور ارائه شده است.



شکل ۱۸. تصاویری از دو واحد آبکاری در داخل و خارج از کشور

هر چند که در مورد واحدهای شناخته شده و بزرگ، احتمالاً به دلیل وضعیت مالی بهتر و نیز زیر نظر بودن از سوی سازمان های مسئول در زمینه های محیط زیست، بهداشت و ایمنی، تصویر ارائه شده در شکل ۱۸ را کمتر می توان مشاهده نمود اما در مورد واحدهایی که به صورت مخفیانه (به اصطلاح زیر پله ای) فعالیت دارند و متأسفانه قشر وسیعی از فعالان این صنعت را به خود اختصاص می دهند، به مراتب با وضعیت های اسف بارتری روبرو هستیم. استفاده از تجهیزات ایمنی نظیر عینک، دستکش، روپوش و کفش مناسب از جمله مواردی هستند که بکارگیری آن ها منجر به کاهش احتمال آسیب دیدن اپراتورها خواهد شد. مجدداً یادآور می شود که هر چقدر فضای کارگاهی برای اپراتورها قابل تحمل و ایمن تر باشد به طور حتم نتایج حاصل از فرآیند نیز مطلوب تر و با ثبات تر خواهد بود.

کلام آخر اینکه برای ایجاد یک واحد آبکاری کارآمد باید از وجوه مختلف علوم مهندسی نظیر شیمی، متالورژی، مکانیک و برق و نیز ضرورت ها و استانداردهای بهداشت و ایمنی زوایای کار را بررسی نمود تا به این ترتیب خط قابلیت پاسخگویی به نیازهای تعریف شده را داشته باشد و در عین حال جنبه های زیبایی را نیز شامل گردد. در حقیقت زیرساخت های مناسب منجر به افزایش بهره وری خط و جنبه های زیبایی آن به ایجاد فضای پویا



شکل ۱۹. نماهایی از یک واحد آبکاری پلاستیک در کشور ایتالیا



## معرفی کتاب آبکاری الکتریکی مواد نانوساختار Electrodeposition of Nanostructured Materials

نویسنده: دکتر فرزاد نصیرپوری

زبان: انگلیسی

محل چاپ: انتشارات بین المللی اسپرینگر-سویس

سال چاپ: ۲۰۱۷

دوم اصول الکتروشیمی با تمرکز بر دانش بنیادی آن مرور شده است. در فصل سوم مبانی آبکاری الکتریکی و جزئیات این فرآیند ارائه شده است. سنتز ساخت مواد نانوساختار به همراه رسوب نشانی الکتروشیمیایی و روش های اندازه گیری و مشخصه یابی آن ها در فصل های چهارم تا هشتم این کتاب با ارائه مراجع مربوطه در انتهای هر بخش توضیح داده شده است.

این کتاب از زمان چاپ آن مورد توجه خوانندگان قرار گرفته و طبق گزارش اسپرینگر بیش از ۴۰۰۰ نسخه از آن به فروش رسیده و توسط انتشارات کمبریج با ارایه گزارشی مکتوب در مجله معتبر MRS Bulliten در مجله نیز مورد داوری و تحسین قرار گرفته است.

کتاب مذکور توسط دکتر فرزاد نصیرپوری استاد مهندسی مواد دانشگاه صنعتی سهند تبریز به چاپ رسیده و می تواند به عنوان مرجعی منحصر به فرد در زمینه تاثیر عوامل عمده و بنیادی در تولید نانوساختار ها به روش رسوب نشانی الکتریکی، مطالعه این کتاب دانش مفید و به روزی را برای محققان در زمینه علم مواد بخصوص شاخه الکتروشیمی و مهندسی در بخش فناوری و دانشجویان و فارغ التحصیلان فراهم می کند.

علاقه مندان می توانند با مراجعه به پایگاه اینترنتی <http://www.springer.com/gp/book/9783319449197>

به کتاب دسترسی آنلاین داشته باشند.

در این کتاب آبکاری الکتریکی مواد نانوساختار شامل اصول و مبانی حاکم تا مفاهیم مدرن آن برای ساخت مواد و ادوات پیشرفته مورد بحث قرار گرفته است. این کتاب در ابتدا با نگاهی مفهومی به بحث در باره اصول حاکم بر فیزیک حالت جامد و مواد نانوساختار، الکتروشیمی مواد، مکانیزم های رسوب نشانی مواد نانوساختار و تاثیرات عوامل ترمودینامیک و سینتیک بر آن ها، همچنین تکنیک های ارزیابی دستگاهی می پردازد. سپس با تکیه بر اصول فیزیکی و الکتروشیمیایی حاکم بر فرآیند، آبکاری الکتریکی نانوساختارهای مختلف شامل گستره وسیعی از نانوساختارهای بدون بعد تا سه بعدی، نانوکریستال ها و لایه های نانو کریستالی، نانوساختارهای رشد یافته بر پایه تمپلیت، پوشش های نانوکامپوزیتی، نیمه رسانا های نانوساختار، نانوساختار های چند لایه، نانوساختارهای مزومتخلخل، نانوساختارهای تولید شده به روش میکروسکوپ پروبی روبشی و جابجایی گالوانیکی را با ارایه مثال های عملی از نحوه رشد و خواص مربوطه مورد بررسی و مطالعه قرار می دهد. از ویژگی های شاخص این کتاب می توان به برقراری ارتباط مستقیم بین اصول نظری الکتروشیمی و کاربرد عملیاتی آن در آبکاری الکتریکی به عبارت دیگر لایه نشانی الکتروشیمیایی نانوساختار ها اشاره کرد. کتاب آبکاری الکتریکی مواد نانوساختار دارای ۸ فصل است. فصل اول شامل معرفی مواد نانوساختار و مفاهیم مربوطه و دسته بندی آن ها است. در فصل

Farzad Nasirpouri

# Electrodeposition of Nanostructured Materials

## نحوه محاسبه شاخص کیفیت منابع آب



اقبال رستمی،  
رئیس گروه مدیریت  
فاضلاب، دفتر آب  
و خاک، سازمان  
حفاظت محیط  
زیست

می گردد. پس از اتمام نمونه برداری کلیه نمونه ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه جهت آتالیز فاکتورهای شاخص نمونه برداری شده در دمای  $4^{\circ}C$  نگهداری گردید. پس از اخذ نتایج آتالیز فاکتورهای شاخص نمونه برداری شده، نسبت به پایش نتایج بر مبنای روش های مختلف استاندارد تعیین حدود قابل قبول کیفیت منابع آب برای کاربری های مختلف بر مبنای راهنمای شاخص کیفیت منابع آب ( Water Quality Index ) اقدامات لازم در دستور کار قرار گرفت.

راهنمای شاخص کیفیت منابع آب مشتمل بر دو مقوله به شرح ذیل می باشد.

### ۱-۱- راهنمای شاخص کیفیت منابع آب سخی شامل:

- ۱-۱-۱- پارامترهای شاخص متداول آب سخی ( $WQI_{SC}$ )
- ۱-۱-۲- پارامترهای شاخص سمی آب سطحی ( $WQI_{ST}$ )

### ۲-۱- راهنمای شاخص کیفیت منابع آب زیرزمینی شامل:

- ۱-۲-۱- پارامترهای شاخص متداول آب زیرزمینی ( $WQI_{GC}$ )
- ۲-۲-۱- پارامترهای شاخص سمی آب زیرزمینی ( $WQI_{GT}$ )

بر مبنای روش استاندارد راهنمای محاسبه شاخص پارامترهای کیفیت منابع آب برای تعیین معادل توصیفی شاخص محاسبه شده، از راهنمای ذیل استفاده می گردد.

### ۱- مقدمه

کیفیت آب در هر محل منعکس کننده اثر عوامل مختلف مانند زمین شناسی شرایط اقلیمی و منابع آلاینده می باشد و پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده های پیچیده ای می شود که حاوی اطلاعات غنی در باره رفتار منابع آب هستند و نیازمند روش های مناسبی برای تحلیل و تفسیر خواهند بود. در این راستا طبقه بندی شبیه سازی و تحلیل آماری داده ها از مهمترین بخش های ارزیابی کیفیت آب تلقی می گردند.

این شاخص ها ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب هستند که در آن ها داده های چند پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد میزان سلامتی آب را نشان می دهد شرکت داده می شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بد تا عالی است دسته بندی می شود.

هدف این مقاله ارائه راهنمای نحوه محاسبه شاخص کیفیت منابع آب به گونه ای که چشم انداز و فهم و درک مناسبی از وضعیت کیفی منابع آب حاصل گردد خواهد بود.

بر مبنای مقایسه منابع و مراجع استاندارد کیفیت منابع آب، پارامترهای شاخص متداول و پارامترهای شاخص سمی جهت بررسی کیفیت منابع آب های سطحی و زیرزمینی پیشنهاد و ارائه گردیده است. جهت تعیین کیفیت منابع آبی مورد نظر ابتدا نمونه برداری از محل های انتخابی بر اساس روش های استاندارد نمونه برداری از آب های سطحی و زیرزمینی حسب مورد در محدوده مورد مطالعه و با رعایت کلیه موارد نمونه برداری از آب انجام



۳	TPH	۰.۱۰۸	بر حسب ppb
۴	دترجنت	۰.۱۰۰	بر حسب ppb
۵	سرب	۰.۰۹۲	بر حسب ppb
۶	کادمیوم	۰.۰۹۲	بر حسب ppb
۷	فنول	۰.۰۹۱	بر حسب ppb
۸	کرم	۰.۰۸۴	بر حسب ppb
۹	سیانید	۰.۰۷۰	بر حسب ppb
۱۰	آهن	۰.۰۶۳	بر حسب ppb
۱۱	منگنز	۰.۰۵۶	بر حسب ppb

جدول ۴ - پارامترهای شاخص متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی ( $WQI_{GC}$ ) و وزن آن ها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	نیترات	۰.۱۵۱	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۲	کلیرم مدفوعی	۰.۱۳۴	بر حسب ۱۰۰ MPN/ml
۳	هدایت الکتریکی	۰.۱۲۹	بر حسب میکرو زیمنس بر سانتیمتر
۴	سختی کل	۰.۱۰۳	بر حسب میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم
۵	SAR (Sodium Absorption Rate)	۰.۰۸۹	
۶	BOD <sub>۵</sub>	۰.۰۸۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	فسفات	۰.۰۸۵	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۸	COD	۰.۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	pH	۰.۰۷۴	واحد استاندارد
۱۰	اکسیژن محلول	۰.۰۶۷	بر حسب درصد اشباع

جدول ۵ - پارامترهای شاخص سمی کیفیت منابع آب زیرزمینی ( $WQI_{GT}$ ) و وزن آن ها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	آرسنیک	۰.۱۲۸	بر حسب ppb
۲	فنول	۰.۱۱۹	بر حسب ppb
۳	جیوه	۰.۱۱۳	بر حسب ppb
۴	دترجنت	۰.۱۰۷	بر حسب ppb
۵	TPH	۰.۰۹۷	بر حسب ppb
۶	کادمیوم	۰.۰۸۶	بر حسب ppb

جدول ۱ - معادل توصیفی شاخص محاسبه پارامترهای کیفیت منابع آب

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵ - ۲۹/۹	بد
۳۰ - ۴۴/۹	نسبتاً بد
۴۵ - ۵۵	متوسط
۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
۷۰/۱ - ۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

برای کاربردهای گرافیکی به هر بازه یک رنگ تخصیص داده شده است.

در ذیل جداول پارامترهای شاخص متداول و سمی کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی و وزن آن ها به ترتیب ارائه گردیده است.

جدول ۲ - پارامترهای شاخص متداول کیفیت منابع آب سطحی ( $WQI_{SC}$ ) و وزن آن ها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	کلیرم مدفوعی	۰.۱۴۰	بر حسب ۱۰۰ MPN/ml
۲	BOD <sub>۵</sub>	۰.۱۱۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۳	نیترات	۰.۱۰۸	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۴	اکسیژن محلول	۰.۰۹۷	بر حسب درصد اشباع
۵	هدایت الکتریکی	۰.۰۹۶	بر حسب میکرو زیمنس بر سانتیمتر
۶	COD	۰.۰۹۳	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۷	آمونیم	۰.۰۹۰	مجموع آمونیوم
۸	فسفات	۰.۰۸۷	بر حسب میلی گرم بر لیتر
۹	کدورت	۰.۰۶۲	بر حسب NTU
۱۰	سختی کل	۰.۰۵۹	بر حسب میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم
۱۱	pH	۰.۰۵۱	واحد استاندارد

جدول ۳ - پارامترهای شاخص سمی کیفیت منابع آب سطحی ( $WQI_{ST}$ ) و وزن آن ها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	آرسنیک	۰.۱۲۸	بر حسب ppb
۲	جیوه	۰.۱۱۷	بر حسب ppb

۷	سرب	۰.۰۷۹	بر حسب ppb
۸	کرم	۰.۰۷۹	بر حسب ppb
۹	سیانید	۰.۰۷۲	بر حسب ppb
۱۰	آهن	۰.۰۶۶	بر حسب ppb
۱۱	منگنز	۰.۰۵۳	بر حسب ppb

## ۲- هدف

هدف این بررسی تعیین حدود قابل قبول کیفیت منابع آب در محدوده های مورد مطالعه می باشد، به گونه ای که در صورت تخطی از حدود تعیین شده آب آلوده تلقی و بایستی اقدامات تعیین شده مرتبط به اجرا گذاشته شوند.

## ۳- دامنه کاربرد روش استاندارد محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب (WQI<sub>GC</sub>)

این استاندارد برای آب های داخلی می باشد و آب دریاها و آب های با کیفیت طبیعی ویژه را در بر نمی گیرد. به عبارت دیگر این استاندارد برای آب هایی که به طور طبیعی کیفیتی متفاوت با حدود تعیین شده در این استاندارد دارند (مانند شوری بالا) قابل استفاده نمی باشد. ولی اگر کیفیت آب به طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تاثیر فعالیت های انسانی تغییر کند، مشمول این استاندارد می باشد.

## ۴- اصطلاحات و تعاریف

**آب:** مایعی با فرمول شیمیایی H<sub>2</sub>O و ویژگی های فیزیکی شیمیایی مشخص

**آب سالم:** آبی با ویژگی های فیزیکی شیمیایی مطلوب

**آب ناسالم (آلوده):** آبی که ویژگی های (خصوصیات) فیزیکی شیمیایی آن جهت استفاده های خاص مطلوب نباشد.

**آلودگی آب:** ورود هرگونه فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک به آب که موجب تغییر ویژگی های (خصوصیات) فیزیکی شیمیایی مطلوب آب بوده، به طوری که ویژگی های کیفی آب جهت استفاده های خاص تا حدی تغییر نمی آید که استفاده مورد نظر از آب غیرممکن گردد.

**فاضلاب:** آبی با خصوصیات فیزیکی شیمیایی مطلوب مورد نیاز که جهت استفاده های خاص (صنعتی/بهداشتی) استفاده و در جریان مصرف توسط انواع مختلف شاخص های آلودگی آلوده گردیده باشد، به طوری که تخلیه آن به محیط و یا استفاده مجدد جهت مقاصد خاص بدون اعمال عملیات تصفیه غیرممکن و موجبات ایجاد مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی گردد.

**پساب:** فاضلاب خروجی از سیستم تصفیه فاضلاب که حسب نوع سیستم تصفیه فاضلاب مورد استفاده، ممکن است کیفیت بار آلودگی فاکتورهای شاخص آلودگی آن تا حد دسترسی به استانداردهای مورد عمل تقلیل یافته باشد و یا هنوز فراتر از حد

دسترسی به استانداردهای مورد عمل برآورد گردد.

**شاخص های آلودگی:** فاکتورهای مشخص شده در دفترچه ضوابط استاندارد تخلیه پساب به محیط که با سنجش و مقایسه کمی و کیفی فاکتورهای آلودگی با خصوصیات (ویژگی های) کیفی (فیزیکی- شیمیایی) آب سالم، میزان کمی و کیفی آلودگی مشخص گردد.

**استاندارد خروجی پساب:** فاکتورهای تعیین شده جهت برآورد کمی و کیفی بار آلودگی پساب های شهری، صنعتی و ... حسب تبصره بند ۵- آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب

**تصفیه:** هر نوع عملیات شیمیایی و بیولوژیک جهت تقلیل بار آلودگی فاکتورهای آلودگی پساب تا حد دسترسی به استانداردهای مورد عمل. به بیان ساده تر، تبدیل فاکتورهای آلودگی موجود در پساب به مواد معدنی به کمک روش های تصفیه بیولوژیک و یا شیمیایی

**تصفیه بیولوژیک:** تقلیل بار آلودگی فاکتورهای آلودگی پساب تا حد دسترسی به استانداردهای مورد عمل به کمک روش های تصفیه بیولوژیک

**تصفیه شیمیایی:** تقلیل بار آلودگی فاکتورهای آلودگی پساب تا حد دسترسی به استانداردهای مورد عمل به کمک روش های تصفیه شیمیایی

**تصفیه پذیری:** بررسی امکان کمی و کیفی فاکتورهای آلودگی پساب تا حد دسترسی به استانداردهای مورد عمل به کمک روش های تصفیه پساب شیمیایی و بیولوژیک به صورت جداگانه یا توأمان

**استفاده مجدد پساب:** اعمال عملیات تصفیه پذیری بر روی پساب ها جهت استفاده مجدد

**آب با کیفیت طبیعی ویژه:** آبی که به طور طبیعی مقدار پارامترهای کیفیت آب آن ها بالاتر از حدود تعیین شده در این استاندارد است، مانند چشمه های آب معدنی که کاربردهای درمانی دارند یا منابع آبی که به طور طبیعی شوری آن ها بالا می باشد.

**میانگین حسابی (Arithmetic mean):** یک آماره سنجش گرایش به مرکز است و عبارت است از حاصل مجموع n داده تقسیم بر تعداد داده ها (n).

**میانگین هندسی (Geometric mean):** یک آماره سنجش گرایش به مرکز است و عبارت است از حاصل ریشه n ام حاصل ضرب n داده.

**میانگین حسابی متحرک (Arithmetic moving average):**

مشابه میانگین حسابی است که برای یک دوره زمانی مشخص محاسبه می شود. رابطه زیر نحوه محاسبه آن را برای تعداد n داده در دوره زمانی t<sub>i</sub> تا t<sub>i+n</sub> نشان می دهد:

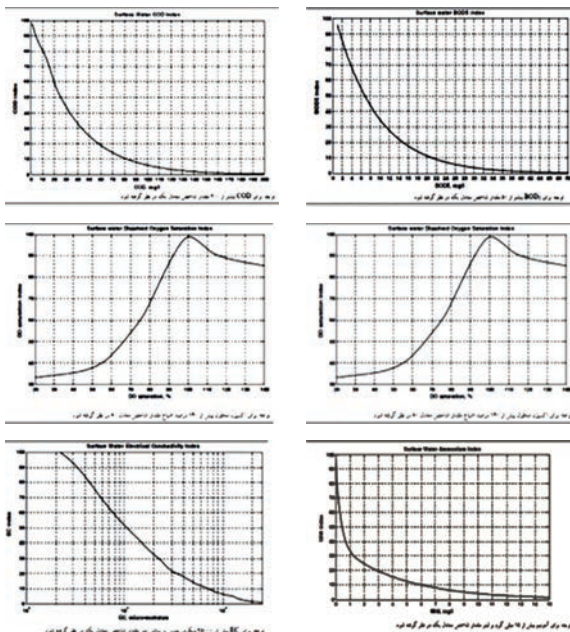
$$AMA_n = \frac{\sum_{t_i}^{t_i+n} X_t}{n}$$

فرمت تعیین شاخص کیفیت آب سطحی (WQI<sub>SC</sub>) برای  
آلاینده های متداول

شاخص کیفیت آب زیرزمینی (WQI <sub>GC</sub> ) برای آلاینده های متداول نمونه ایستگاه Ground Water Resources Quality Index for Conventional Parameters (Sample Station)			
وزن (Weight)	شاخص (Index)	مقدار (value)	پارامتر (Parameter)
۰,۰۶۳			Darkness
۰,۰۹۰			Total Ammonium
۰,۱۱۷			BOD <sub>5</sub> , mg/l
۰,۰۹۳			COD, mg/l
۰,۰۹۷			Dissolved Oxygen Saturation
۰,۱۰۶			Electrical Conductivity, μs/cm
۰,۱۴۰			Fecal Coliform, N/۱۰۰ml
۰,۱۰۸			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l
۰,۰۸۷			PO <sub>4</sub> <sup>-۳</sup> , mg/l
۰,۰۵۹			Total Hardness, mg CaCO <sub>3</sub> /l
۰,۰۵۱			pH

$$\sum WI = WQI_{GC}$$

منحنی های رتبه بندی راهنمای محاسبه پارامترهای شاخص متداول کیفیت منابع آب سطحی



میانگین هندسی متحرک (Geometric moving average):

مشابه میانگین هندسی است که برای یک دوره زمانی مشخص محاسبه می شود. رابطه زیر نحوه محاسبه آن را برای تعداد n داده در دوره زمانی t<sub>i</sub> تا t<sub>i+n</sub> نشان می دهد:

$$GMA_n = \left( \prod_{t_i}^{t_{i+n}} X_t \right)^{\frac{1}{n}}$$

۵- ضوابط به کارگیری استاندارد کیفیت آب

رعایت ضوابط زیر در به کارگیری این استاندارد الزامی است:  
ماده ۱- حدود تعیین شده در این استاندارد برای آب هایی است که در بستر یا جایگاه طبیعی خود قرار دارند.

ماده ۲- برای تعیین کیفیت طبیعی آب (وضعیت پایه) موضوع محدوده کاربرد این استاندارد در زمینه آب های با کیفیت طبیعی ویژه، به ترتیب زیر عمل شود:

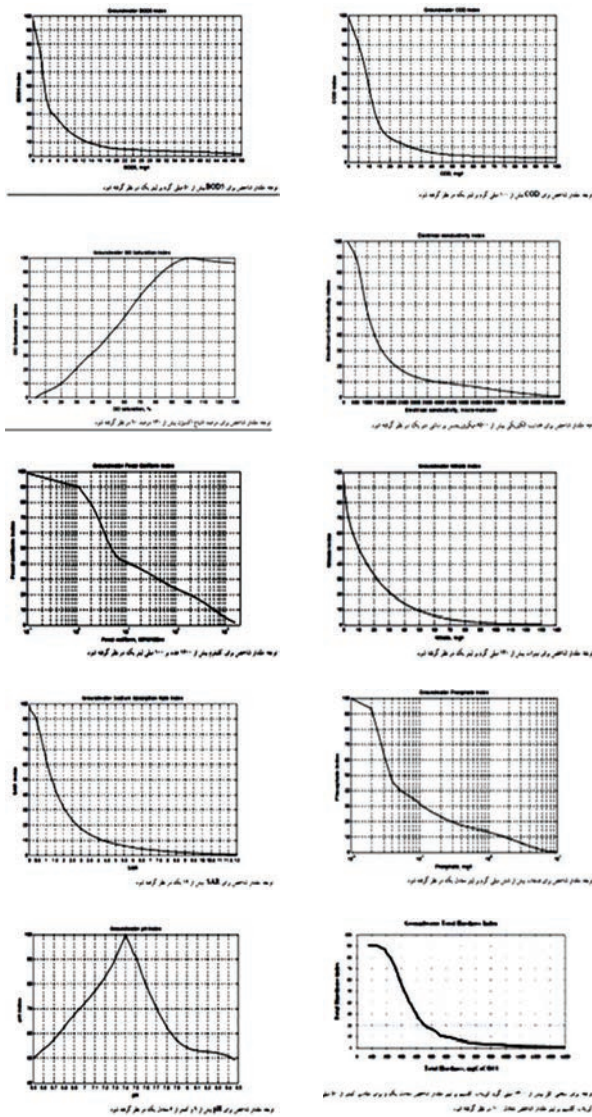
اگر داده های تاریخی مربوط به پیش از تحت تاثیر قرار گرفتن آب توسط عوامل و فعالیت های انسانی (حداقل مربوط به پنج سال قبل یا پیش تر) برای پارامترهای موردنظر در شرایط هیدرولوژیکی یا هیدروژئولوژیکی مشابه در دسترس هستند، این داده ها می توانند برای تعیین شرایط پایه کیفیت آب مورد استناد قرار گیرد.  
اگر داده های کیفیت آب در نقاط بالادست جریان که تحت تاثیر فعالیت های انسانی قرار نگرفته اند و فاصله آن ها از محل نمونه برداری کمتر از ده کیلومتر است، وجود دارد، این داده ها می تواند برای تعیین شرایط پایه کیفیت آب مورد استناد قرار گیرد.

اگر منشاء طبیعی مشخصی برای ویژگی های مدنظر کیفیت آب (به عنوان عوامل طبیعی) قابل شناسایی است و میزان تاثیر آن بر آب به صورت کمی قابل ارزیابی است، داده ها به دست آمده از ارزیابی می تواند برای تعیین شرایط پایه کیفیت آب مورد استناد قرار گیرد.

ماده ۳- در این استاندارد برای کاربری های هیدروالکتریک و حمل و نقل آبی حدودی تعیین نشده است، چرا که (۱) پیشرفت های فناوری موجب کنترل اثرات سوء آلودگی آب بر این کاربری های شده اند، (۲) حدود تعیین شده برای سایر کاربری ها، نیازهای اساسی این کاربری ها را پوشش می دهد. توجه به این نکته ضروری است که اغلب آب هایی که یکی از دو کاربری هیدروالکتریک و حمل و نقل آبی را دارند، حداقل یکی از کاربری های دیگر را که در این استاندارد برای آن ها حدود مجاز تعیین شده است، دارا هستند.

ماده ۴- به جز مواردی که به صراحت در متن استاندارد ذکر شده است، یا روش آزمایش مستلزم صاف کردن نمونه آب پیش از انجام آزمایش است (بدون ایجاد تغییر در مقدار پارامتر مورد سنجش و نتیجه آزمون)، نمونه ها نباید صاف شوند.

## منحنی های رتبه بندی راهنمای محاسبه پارامترهای شاخص متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی

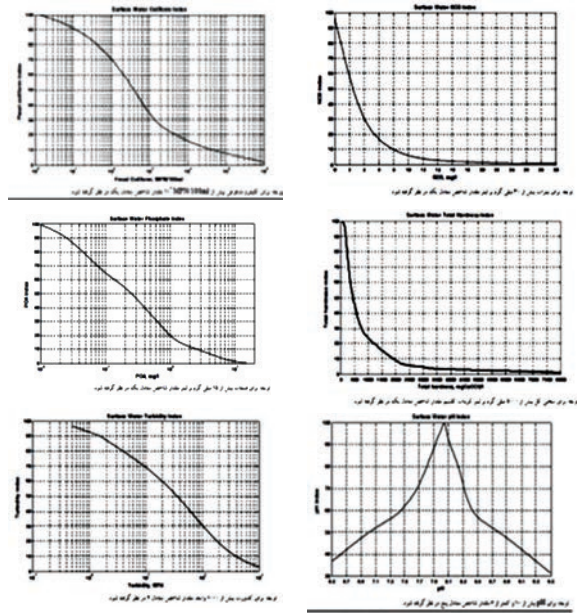


## فرمت تعیین شاخص کیفیت آب سطحی (WQISC) برای آلاینده های سمی

شاخص کیفیت آب زیرزمینی (WQI<sub>GC</sub>) برای آلاینده های متداول نمونه ایستگاه

Ground Water Resources Quality Index for Conventional Parameters (Sample Station)

پارامتر (Parameter)	مقدار (value)	شاخص (Index)	وزن (Weight)
آرسنیک بر حسب ppb			۰.۱۲۸
جیوه بر حسب ppb			۰.۱۱۷
TPH بر حسب ppb			۰.۱۰۸
دترجنت بر حسب ppb			۰.۱۰۰



## فرمت تعیین شاخص کیفیت آب زیرزمینی (WQI<sub>GC</sub>) برای آلاینده های متداول

برای آلاینده های (WQIGC) شاخص کیفیت آب زیرزمینی متداول نمونه ایستگاه

Ground Water Resources Quality Index for Conventional Parameters (Sample Station)

پارامتر (Parameter)	مقدار (value)	شاخص (Index)	وزن (Weight)
BOD <sub>5</sub> , mg/l			۰.۰۸۸
COD, mg/l			۰.۰۸
Dissolved Oxygen Saturation			۰.۰۶۷
Electrical Conductivity, μs/cm			۰.۱۲۹
Fecal Coliform, N/۱۰۰ ml			۰.۱۳۴
SAR (Sodium Absorption Rate)			۰.۰۸۹
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l			۰.۱۵۱
PO <sub>4</sub> <sup>-۳</sup> , mg/l			۰.۰۸۵
Total Hardness, mg CaCO <sub>3</sub> /l			۰.۱۰۳
pH			۰.۰۷۴

$$\sum WI = WQI_{GC}$$

فرمت تعیین شاخص کیفیت آب زیرزمینی (WQGC) برای آلاینده های سمی

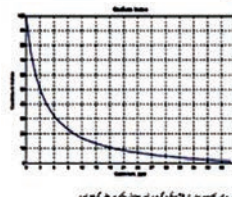
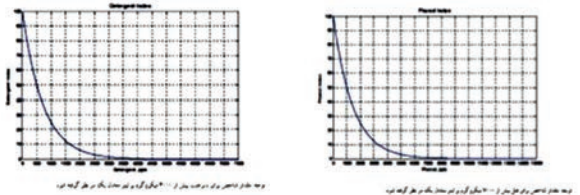
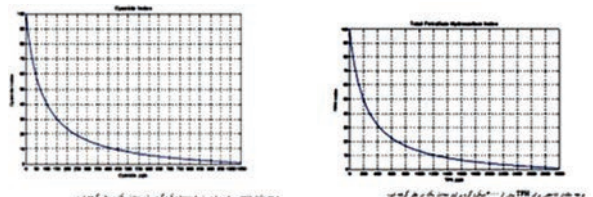
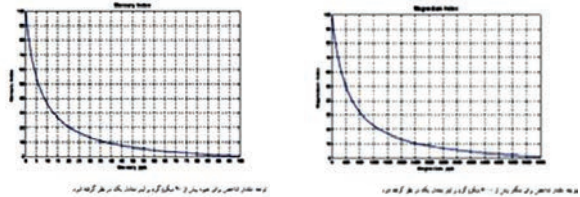
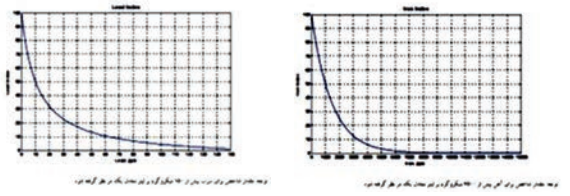
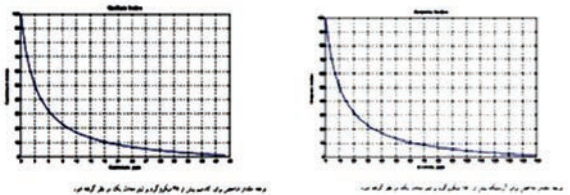
شاخص کیفیت آب زیرزمینی (WQ <sub>SC</sub> ) برای آلاینده های متداول نمونه ایستگاه Ground Water Resources Quality Index for Conventional Parameters (Sample Station)			
پارامتر (Parameter)	مقدار (value)	شاخص (Index)	وزن (Weight)
آرسنیک برحسب ppb			۰.۱۲۸
جیوه برحسب ppb			۰.۱۱۹
TPH برحسب ppb			۰.۱۱۳
دترجنت برحسب ppb			۰.۱۰۷
سرب برحسب ppb			۰.۰۹۷
کادمیوم برحسب ppb			۰.۰۸۶
فتول برحسب ppb			۰.۰۷۹
کرم برحسب ppb			۰.۰۷۹
سیانید برحسب ppb			۰.۰۷۲
آهن برحسب ppb			۰.۰۶۶
منگنز برحسب ppb			۰.۰۵۳

$$\sum WI = WQI_{GC}$$

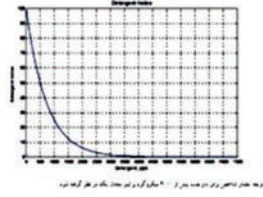
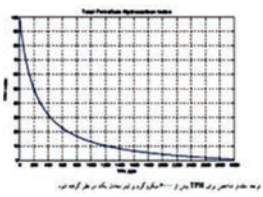
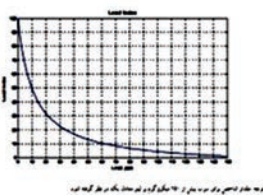
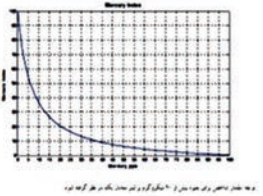
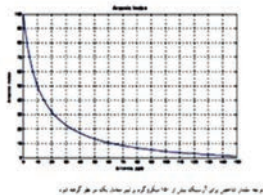
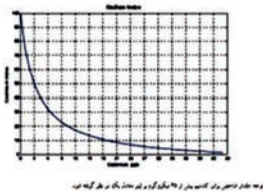
سرب بر حسب ppb		۰.۰۹۲
کادمیوم بر حسب ppb		۰.۰۹۲
فتول بر حسب ppb		۰.۰۹۱
کرم بر حسب ppb		۰.۰۸۴
سیانید بر حسب ppb		۰.۰۷۰
آهن بر حسب ppb		۰.۰۶۳
منگنز		۰.۰۵۶

$$\sum WI = WQI_{GC}$$

منحنی های رتبه بندی راهنمای محاسبه پارامترهای شاخص سمی کیفیت منابع آب سطحی



منحنی های رتبه بندی راهنمای محاسبه پارامترهای شاخص سمی کیفیت منابع آب زیرزمینی



با کیفیت مطلوب مقایسه گردیده است. ترسیم مقایسه ای نتایج به دست آمده به صورت خطوط هم شاخص، در نهایت تصویری واضح از وضعیت کیفی منابع آب های سطحی و زیرزمینی از منظر محتوای حدود پارامترهای شاخص آن فراهم ساخته است.

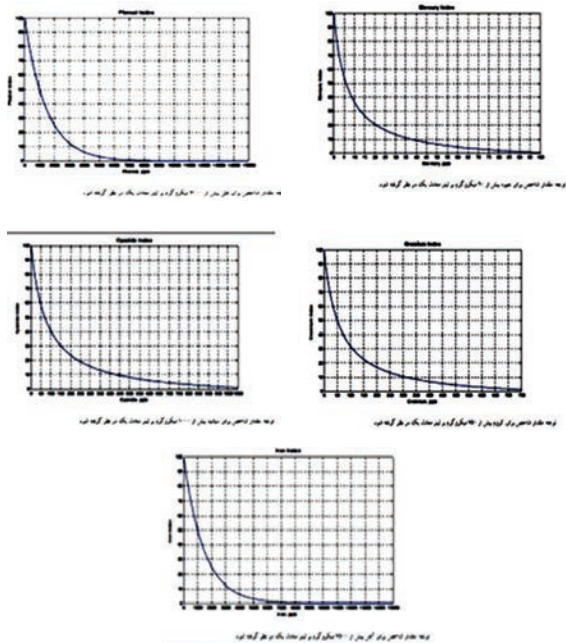
**مثال عملی: نحوه محاسبه شاخص برای نمونه آب زیرزمینی بر مبنای نتایج آنالیزهای انجام شده**

پس از اخذ نتایج آنالیز فاکتورهای شاخص نمونه برداری شده، نسبت به پایش نتایج بر مبنای راهنمای شاخص کیفیت منابع آب (WQIGC) اقدامات لازم در خصوص مراحل محاسبه شاخص برای یک نمونه به شرح ذیل توضیح داده می شود:

۱- بر مبنای روش استاندارد راهنمای محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب زیرزمینی (WQIGC) برای هر یک از پارامترها بر اساس جدول ۴ وزن آن ها تعیین می گردند. در جدول ذیل مقدار ضریب عددی وزن هر پارامتر مشخص گردیده است.

۲- مقدار شاخص هر پارامتر را با استفاده از منحنی های رتبه بندی برای همان پارامتر از روی مقادیر آن تعیین می نماییم. منحنی های رتبه بندی برای کلیه پارامترهای سنجش شده  $BOD_5$  - COD - کلیفرم مدفوعی - نترات - سختی کل و pH در ذیل پیوست گردیده است. مقدار شاخص کلیه پارامترهای سنجش شده  $BOD_5$  - COD - کلیفرم مدفوعی - نترات - سختی کل و pH با استخراج از منحنی های رتبه بندی برای هر پارامتر تعیین و در جدول ذیل قرار گرفته است.

Sample Station			
پارامتر (Parameter)	مقدار (value)	شاخص (Index)	وزن (Weight)
$BOD_5, mg/l$	۵	۳۱	۰,۰۸۸
$COD, mg/l$	۹/۹	۵۱	۰,۰۸
Fecal Coliform, N <sub>100</sub> / .ml	۴۶۰	۱۴	۰,۱۳۴
$NO_3^-, mg/l$	۳۰/۵	۲۱	۰,۱۵۱
Total Hardness, $mg CaCO_3/l$	۱۷۵۰	۱	۰,۱۰۳
pH	۶/۸۶	۶۵	۰,۰۷۴



مقدار ضریب عددی وزن هر پارامتر مشخص گردیده است. در ابتدا مقدار شاخص هر پارامتر را با استفاده از منحنی های رتبه بندی برای همان پارامتر از روی مقادیر آن تعیین می نماییم.

## سیستم شاخص های کیفی آب

یک شاخص کیفی آب معمولاً از ترکیب تعداد زیادی از سیستم های شاخص مربوط به گروهی از پارامترهای کیفی آب ایجاد شده که یک عدد را در تطابق با روش انتخابی به ما می دهد. دلیل استفاده از شاخص کیفی آب این است که کیفیت آب را برای اهداف مدیریتی در اختیار می گذارد و بدین معنی نیز نیست که اندازه گیری مطلق درجه آلودگی و یا کیفیت واقعی آب را نشان می دهد.

در این مقاله یک روش پیشنهادی مبتنی بر تحلیل های چند متغیره جهت توسعه شاخص کیفی آب زیرزمینی ارائه شده است. روش شناسی ارائه شده مبتنی بر سه مرحله کلی انتخاب، استاندارد سازی و جمع پارامترهای انتخابی در جهت توسعه شاخص های کیفی منابع آب است که با بهره گیری از استانداردهای محلی و منطقه ای انجام می پذیرد. در این روش، با انتخاب مجموعه ای از پارامترهای همجنس، مقدار غلظت نرمال ترکیبات از طریق تقسیم غلظت متوسط آن بر حداکثر مجاز مورد اشاره در استانداردهای کیفی، به طور مجزا تعیین و محاسبه می گردد. سپس بر اساس وزن های پیشنهادی، شاخص نهایی کیفیت منابع آب با وزن دهی کمیت های استاندارد شده بطور مستقل تعیین می گردد.

به منظور ایجاد تصویری مناسب از محدوده مطلوب تغییر این شاخص ها و نیز جهت ارزیابی مقایسه ای آن ها، شاخص های به دست آمده به روش فوق با شاخص های به دست آمده از آب های

۳- محاسبه مقدار شاخص با استفاده از رابطه ذیل:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n W_i$$

$$Y = \sum_{i=1}^n W_i = 0.088 + 0.08 + 0.134 + 0.151 + 0.103 + 0.074 = 0.63$$

$$WQIGC = \left[ \prod_{i=1}^n I_i W_i \right]^{\frac{1}{\gamma}} = \left[ 31^{0.088} \times 51^{0.08} \times 14^{0.134} \times 21^{0.151} \times 1^{0.103} \times 65^{0.074} \right]^{\frac{1}{0.63}} = 15.8$$

$$WQIGC = \left[ \prod_{i=1}^n I_i W_i \right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

• که در آن:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n W_i$$

- $W_i$  - وزن پارامتر  $i$  ام،
  - $n$  - تعداد پارامترها،
  - $I_i$  - مقدار شاخص برای پارامتر  $i$  ام از منحنی رتبه بندی
- نکته: در صورتی که تعداد پارامترهای اندازه گیری شده کمتر از یازده پارامتر مندرج در جدول ۱ باشد، رابطه بالا قابل استفاده است و نیازی به هیچ گونه تصحیحی نمی باشد.

مقدار شاخص	معادل توصیفی
۱۵ - ۲۹/۹	بد

تعیین معادل توصیفی شاخص

برای آلاینده های متداول نمونه ( WQIGC ) شاخص کیفیت آب زیرزمینی			
Ground Water Resources Quality Index for Conventional Parameters			
وزن (Weight)	شاخص (Index)	مقدار (value)	پارامتر (Parameter)
۰,۰۸۸	۳۱	۵	BOD <sub>۵</sub> , mg/l
۰,۰۸	۵۱	۹/۹	COD, mg/l
۰,۰۶۷	۱		Dissolved Oxygen Saturation
۰,۱۲۹	۱۰۰		Electrical Conductivity, $\mu$ s/cm
۰,۱۳۴	۱۴	۴۶۰	Fecal Coliform, N <sub>100</sub> / .۰ml
۰,۰۸۹	۱۰۰		SAR (Sodium Absorption Rate)
۰,۱۵۱	۲۱	۳۰/۵	NO <sub>۳</sub> <sup>-</sup> , mg/l
۰,۰۸۵	۱۰۰		PO <sub>۴</sub> <sup>-۳</sup> , mg/l
۰,۱۰۳	۱	۱۷۵۰	Total Hardness, mg CaCO <sub>۳</sub> /l
۰,۰۷۴	۶۵	۶/۸۶	pH
$\sum W_i = ۰,۶۳$			
WQIGC ۱۵/۸			

# آبکاری در صنایع خودروسازی



کارشناس ارشد مهندسی متالورژی  
سعیده بختیار

## هزینه های واقعی خوردگی چقدر است؟

تا پیش از دهه ۱۹۵۰، خوردگی در خودرو تقریباً محدود به نواحی ساحلی می شد که در آنجا عمدتاً عامل بروز خوردگی نمک آب دریا موجود در اتمسفر بود. در هر صورت از سال های ۱۹۷۰، استفاده گسترده از مواد یخ زدا بر روی سطح جاده ها منجر به بروز مشکل جدی خوردگی در ایالات شمال مرکزی و شرقی آمریکا شد. از همین زمان بود که کارخانه های خودروسازی شروع به استفاده از فن آوری های ضد خوردگی گوناگون در محصولاتشان کردند. گزارش ها حاکی از آن است که آسیب های ناشی از فرایند خوردگی هزینه ای بالغ بر ۲۳/۴ بیلیون دلار در سال را بر مصرف کنندگان تحمیل می کند. در زیر این هزینه ها به تفکیک آورده شده است:

- هزینه استهلاک خودروها در اثر خوردگی: ۱۴/۴۶ بیلیون دلار
- هزینه تعمیرات خرابی های ناشی از خوردگی و نیز هزینه های صرف شده جهت محافظت در برابر خوردگی: ۶/۴۵ بیلیون دلار
- هزینه ساخت جهت مهندسی خوردگی و استفاده از مواد ضد خوردگی: ۲/۵۶ بیلیون دلار

## به کارگیری روکش های فلزی بر روی بدنه خودرو جهت مقابله با خوردگی

همان گونه که پیش از این اشاره شد، تولیدکنندگان خودرو در سال های دهه ۱۹۷۰ تمرکز بیشتری بر روی محافظت خودرو در برابر خوردگی نمودند. همین موضوع منجر به افزایش استفاده از یک روش ایجاد روکش فلزی بر روی بدنه خودروها به نام آبکاری الکتریکی گردید. به عبارت ساده تر آبکاری الکتریکی شامل رسوب دادن یون های فلز بر روی سطح یک قطعه فلزی (قطعه پایه) می باشد. یون های فلزی رسوب داده شده، سازنده محلول الکترولیتی هستند که محلول آبکاری نامیده می شود. یک جریان الکتریکی مستقیم منجر به آغاز رسوب کردن یون های فلزی موجود در محلول آبکاری بر روی سطح قطعه پایه شده و به این ترتیب یک لایه نازک و محافظ فلزی را بر روی قطعه پایه ایجاد می شود.

صنایع خودروسازی همواره به دنبال راه هایی برای محافظت محصولاتشان در برابر نیروهای مخرب خوردگی هستند. بیشتر کسانی که خود برای چندین سال از یک خودرو استفاده کرده اند، احتمالاً شروع خوردگی (زنگ زدگی) را در نقاطی از خودرو خود مشاهده کرده اند. خوردگی می تواند به سرعت گسترش پیدا کند و در مدت زمان نسبتاً کوتاهی یک قطعه رنگ شده را نابود کند. همه ما حفره های بد نمای ناشی از خوردگی را در بدنه یک خودرو دیده ایم.

عوامل مختلفی در شروع خوردگی بدنه یک خودرو سهیم هستند. فضله پرندگان، باران اسیدی، چرک و کثیفی، شیره درختان و حتی حشرات مرده نیز می توانند روکش بدنه یک خودرو را تخریب کنند. همچنان که پوشش رنگ و لایه شفاف روی بدنه خودرو در طول زمان به وسیله عوامل ذکر شده در بالا خورده می شوند، بدنه فلزی خودرو که در زیر این پوشش ها قرار گرفته است بیشتر مستعد خوردگی می شود. در معرض اتمسفر جاده قرار گرفتن و نیز قرار گرفتن در معرض آب دریا (نمک موجود در آب دریا) به طور قابل توجهی فرایند خوردگی را شتاب می دهد. حتی یک خراش کوچک بر روی بدنه، یک نقطه بی دفاع را برای شروع خوردگی فراهم می کند. شستشوی خودرو هفته ای یک بار می تواند راهی برای محافظت از روکش بدنه خودرو فراهم کند، چرا که این کار بیشتر آلودگی های موجود بر روی بدنه را پیش از آن که شانس برای آسیب رساندن به آن داشته باشند، از بین می برد. از بین رفتن زود هنگام روکش بدنه خودرو تنها یکی از نتایج فرایند خوردگی است.

فرایند خوردگی می تواند صدمات به مراتب شدیدتری از خود به جای گذارد. خوردگی می تواند به سیستم های عملیاتی خودرو مانند سیستم سوخت رسانی، سیستم ترمز و سیستم های الکتریکی و الکترونیکی خودرو نفوذ کند. بر خلاف بدنه خارجی خودرو که خوردگی در آن به راحتی قابل رویت است، خوردگی در سیستم های داخلی خودرو غالباً مشهود نخواهد بود مگر تا زمانی که آسیب های گسترده ای را در این قسمت ها به وجود آورد.



گازهای کمتر سمی تبدیل می کنند، استفاده می شود. فلز پالادیم به طور ویژه ای دارای توانایی قابل توجهی در جذب هیدروژن اضافی می باشد که در صورت حذف نشدن می تواند گاز سولفید هیدروژن را تولید کند. بیش از نیمی از پالادیمی که در صنعت خودروسازی به کار گرفته می شود، صرف تولید تبدیل کننده های کاتالیزوری می شود.

## آبکاری طلا در صنایع خودروسازی

چیزی از طلا که بیشتر از همه به ذهن خطور می کند ظاهر زیبا و تزئینی آن است. این در حالی است که از آبکاری طلا در مواردی در صنعت خودروسازی نیز استفاده می شود. در صنعت خودروسازی، آبکاری طلا در قطعات خارجی خودرو مثل علامت شرکت تولید کننده خودرو، تزئینات کاپوت، دستگیره های در و طوقه چرخ ها به کار گرفته می شود که توسط فروشندگان خودرو به عنوان خدمات پس از فروش برای صاحبان خودرویی که تمایل به افزایش کلاس خودروی خود داشته باشند، پیشنهاد می شود. البته آبکاری طلا بر روی قطعات خارجی خودرو علاوه بر افزایش زیبایی آن ها باعث افزایش مقاومت به خوردگی و نیز مقاومت به سایش در این قطعات نیز می گردد.

آبکاری طلا همچنین برای بهبود و افزایش هدایت الکتریکی قطعات الکترونیکی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. توجه داشته باشید که خودروهای مدرن امروزی به وسیله انواعی از سیستم های الکترونیکی کنترل و تنظیم می شوند. بدیهی است که استفاده از آبکاری طلا در این سیستم ها باعث می شود تا هم کارایی آن ها افزایش یابد و هم عمرشان طولانی تر شود. به عنوان مثال استفاده از پوششی از طلا بر روی اتصالات الکتریکی خودرو به شدت مقاومت تماسی آن ها را کاهش می دهد و این موضوع باعث افزایش پایداری و قابلیت اطمینان بلند مدت این اتصالات الکتریکی می گردد. از طرف دیگر به کار گیری پوشش طلا در اتصالات الکتریکی سطح مشترک اتصالات را از تخریب های جوی محافظت می کند.

شاید بزرگترین اشکال استفاده از آبکاری طلا در صنعت خودروسازی قیمت بالای طلا باشد. فلز طلا یکی از فلزات گران بها بوده و نسبتاً کمیاب است. در هر صورت به واسطه خواص حفاظتی بلند مدت، استفاده از طلا در صنعت خودروسازی توصیه می شود. در واقع بیشتر متخصصان صنعت خودروسازی استفاده از آبکاری طلا را هر کجا که بودجه کمپانی های تولید کننده خودرو اجازه دهد، پیشنهاد می کنند.

## آبکاری بر روی پلاستیک در صنعت خودروسازی

این روزها، بسیاری از قطعات خارجی خودروها مثل پنجره مشبک جلوی رادیاتور، سپر خودرو، و طوقه چرخ ها از برخی از انواع پلاستیک ها ساخته می شوند. این کار راه حلی برای سبک تر کردن خودرو ها و در نتیجه کاهش سوخت مصرفی آن ها می باشد. در هر صورت استفاده گسترده ای از پلاستیک ها در موضوعات معین صورت می گیرد. البته باید توجه داشت که قطعات ساخته شده از پلاستیک اغلب از دوام کمتری در مقایسه با فلزات رقیبشان برخوردار هستند. نکته مهم تر این که پلاستیک ها از نظر الکتریکی رسانا نیستند و این موضوع استفاده از پلاستیک ها را

تعدادی از فلزات جهت استفاده در روش ایجاد روکش فلزی بر روی بدنه خودروها با استفاده از آبکاری الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند که از آن جمله در ذیل به مهمترین آن ها اشاره خواهد شد.

## آبکاری روی نیکل جهت محافظت از خوردگی

آلیاژسازی فرایندی است که طی آن دو یا تعداد بیشتری فلز به منظور ایجاد یک ماده جدید با هم ترکیب می شوند. این کار به منظور به حداکثر رساندن خواص و ویژگی های فلزات به کار رفته در آلیاژ انجام می گیرد. آبکاری آلیاژ روی نیکل یک روکش قدرتمند ایجاد می کند که می تواند فرایند خوردگی و در نتیجه آثارش را متوقف کند. در واقع پوشش روی نیکل به عنوان یک پوشش نفوذناپذیر و قربانی شونده به منظور جلوگیری از رسیدن خوردگی به سطح قطعه پایه مورد استفاده قرار می گیرد. معمولاً نسبت روی به نیکل در این پوشش های آلیاژی شامل ۹۴-۸۰ درصد روی به ۲۰-۶ درصد نیکل می باشد.

یک روش مطمئن برای تعیین مقدار مقاومت به خوردگی یک ماده به کار گیری آزمایش پاشش نمک یا پاشش مه نمکی است. این آزمایش عبارت است از قرار دادن قطعه مورد نظر در یک محفظه بسته است، جایی که یک نازل محلولی از آب نمک را با فشار زیاد به سطح آن قطعه می پاشد. نتایج حاصل از همین آزمایش نشان داده است که پوشش آلیاژی نیکل روی به عنوان یک روکش فلزی بر روی بدنه خودرو از تشکیل زنگ دگی سفید تا ۵۰۰ ساعت و از تشکیل زنگ زدگی قرمز تا ۱۰۰۰ ساعت جلوگیری می کند.

اغلب بر روی پوشش آلیاژی روی نیکل از یک لایه غیر فعال سازی شده که می تواند شفاف و یا سیاه باشد استفاده می شود. غیر فعال سازی روشی که در آن یک پوشش سبک به منظور افزایش دادن مقاومت به خوردگی بر روی قطعه نهایی رسوب داده می شود. در نهایت یک آستر مقاوم به خوردگی به منظور تکمیل فرایند بر روی قطعه مورد نظر به کار گرفته می شود.

آبکاری روی و آبکاری آلیاژ روی نیکل همچنین می تواند باعث بهبود ظاهر قطعات خودرو گردد. وجود فلز روی می تواند براقت و درخشندگی روکش قطعه را افزایش دهد. شما می توانید این نوع روکش های فلزی را در قطعات مختلف خودرو و موتور سیکلت مانند قطعات زیرکاپوت خودرو، سیستم فرمان خودرو، قسمت های مختلف شاسی خودرو، سیستم ترمز خودرو و ... مشاهده نمایید.

## آبکاری پالادیم در صنایع خودروسازی

پالادیم فلزی درخشان به رنگ نقره ای - سفید می باشد که نقشی کلیدی در فرایند های مدرن ساخت خودرو دارد. پالادیم یکی از اعضای فلزات گروه پلاتین می باشد که دیگر اعضای این گروه فلزات پلاتین، اسمیم، ایریدیم، رودیم و روتنیم هستند. در این گروه از فلزات پالادیم کمترین دانسیته و پایین ترین نقطه ذوب را دارد. ویژگی کلیدی فلز پالادیم این است که این فلز در دماهای معمولی با اکسیژن واکنش نمی دهد، بنابراین وقتی این فلز در معرض هوا قرار گیرد، تیره و مات نمی شود. از طرف دیگر پالادیم فلزی سخت تر از طلا بوده و از مقاومت به خوردگی و نیز مقاومت نسبت به سایش بالایی برخوردار است.

از آبکاری پالادیم در تولید تبدیل کننده های کاتالیزوری خودرو که گاز های سمی تولید شده در موتور خودرو را در اگزوز آن به

در قطعات الکترونیکی مورد استفاده در خودرو غیر عملی می‌کند. از طرف دیگر از نظر زیبایی شناسی نیز پلاستیک‌ها نمی‌توانند جایگزین فلزات شوند. مثلاً پلاستیک نمی‌تواند ظاهر درخشانده فلزات را در قطعات تزئینی و خارجی خودرو حفظ کند.

## مزایای به کارگیری فرایند آبکاری در صنعت خودروسازی

از جمله مزایای فرایند آبکاری در صنعت خودروسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

### - مقاومت به خوردگی

شاید بزرگترین مزیت استفاده از فرایند آبکاری در خودروسازی افزایش مقاومت به خوردگی در خودرو باشد. این موضوع صاحبان خودرو را قادر می‌سازد تا بتوانند عمر مفید خودروی خود را در عین حال که هزینه‌های مراقبت از آن را کاهش می‌دهند، افزایش دهند.

### - مقاومت به سایش

آبکاری بر روی برخی قطعات خودرو اثر سایش بر روی آن‌ها را کاهش داده و عمر مفید آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد. به این ترتیب نیاز به تعویض این قطعات کاهش یافته و این موضوع هزینه‌های مصرف‌کنندگان خودرو را کاهش می‌دهد.

### - جلوگیری از تیره و مات شدن

برخی قطعات خودرو با گذشت زمان تیره می‌شوند. آبکاری این قطعات می‌تواند مانع از تیره شدن آن‌ها شود و به حفظ ظاهر جذاب خودرو برای مدت زمان بیشتر کمک می‌کند.

### - بهبود قطعات پلاستیکی

آبکاری قطعات پلاستیکی به کار رفته در خودرو می‌تواند قطعه پلاستیکی را از نظر الکتریکی رسانا کرده و به آن ظاهری فلزگونه دهد. از طرف دیگر آبکاری بر روی قطعات پلاستیکی می‌تواند سختی و دوام این قطعات را افزایش دهد.

### افزایش چسبندگی پوشش آبکاری شده

استفاده از آبکاری الکترولس به منظور ایجاد یک زیر پوشش یا آستر می‌تواند میزان چسبندگی پوشش‌های حفاظتی فوقانی آن را به قطعه پایه افزایش دهد.

## آبکاری فلز روی فرایندی مهم در صنعت خودروسازی امروز

اگر اخیراً یک خودرو جدید خریده باشید و در صورتی که خوش شانس باشید، حتماً خودرو شما به سیستم‌های کمک راننده پیشرفته مجهز است. شرکت‌های خودروسازی سیستم‌های کمک راننده را به منظور ساده کردن رانندگی و از آن مهم‌تر افزایش ایمنی در هنگام رانندگی گسترش داده‌اند. به طور کلی در هر دقیقه یک نفر به دلیل تصادفات رانندگی جان خود را از دست می‌دهد. همچنین خسارات وارده ناشی از تصادفات رانندگی میلیاردها دلار هزینه جبران‌ناپذیر به پیکره جامعه وارد می‌کند. گزارشات انجمن ملی ایمنی حمل و نقل بزرگراه‌های ایالات متحده آمریکا (NHTSA) نشان داده که به طور تقریبی شش میلیون تصادف با ۳۵ هزار قربانی در بزرگراه‌های آمریکا (گزارش NHTSA سال ۲۰۱۰) رخ می‌دهد. همچنین این گزارشات حاکی از این بود که عامل اصلی تصادفات فوق (در حدود ۹۰ درصد موارد) خطاهای انسانی است. این مسایل چالش بزرگی برای شرکت‌های خودروسازی و محققان خودرو بود تا با ایجاد



علی‌رغم سخت بودن، آبکاری کردن یک پوشش فلزی بر روی قطعات نارسانای الکتریکی مثل پلاستیک‌ها امکان‌پذیر بوده و می‌تواند به طور قابل توجهی ظاهر این قطعات را بهبود ببخشد و در نتیجه استفاده از آن‌ها را سودمند کند. آبکاری فلز بر روی قطعات پلاستیکی معمولاً شامل اچ کاری سطح قطعه با استفاده از یک محلول اسید کرومیک به منظور بالا بردن چسبندگی سطح قطعه، غوطه‌ور سازی قطعه در محلول آبکاری الکترولس نیکل و یا مس و در نهایت رسوب دهی الکتریکی فلزی مثل طلا، نیکل، مس و یا نقره بر حسب نیاز مورد نظر می‌باشد.

## آبکاری الکترولس در صنعت خودروسازی

استفاده از آبکاری در خودرو و موتور سیکلت تنها به آبکاری الکتریکی محدود نمی‌شود. فرایندی دیگر که طی آن رسوب دهی فلز بر روی سطح قطعه پایه بدون دخالت جریان الکتریکی انجام می‌گیرد و آبکاری الکترولس نامیده می‌شود نیز به طور گسترده‌ای در صنایع خودروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال آبکاری الکترولس با استفاده از محلول آبکاری حاوی نیکل و ۳-۵ درصد بور می‌تواند جایگزین مناسبی برای آبکاری کروم باشد. همان‌گونه که اشاره شد، فرایند الکترولس نیکل می‌تواند به عنوان یک مرحله از فرایند آبکاری الکتریکی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

به طور کلی آبکاری الکترولس در مقایسه با آبکاری الکتریکی دارای مزایایی می‌باشد. از آن جمله این که عدم استفاده از جریان الکتریکی در آبکاری الکترولس می‌تواند منجر به کاهش هزینه آبکاری در صنعت خودروسازی گردد. از طرف دیگر پوشش فلزی حاصل از آبکاری الکترولس از صافی و همواری بیشتری برخوردار بوده و در نتیجه قطعات پایه دارای فرورفتگی و برآمدگی می‌تواند با استفاده از آبکاری الکترولس با کیفیت بهتری پوشش داده شوند. آبکاری الکترولس پوشش یکنواخت تری را ایجاد کرده و دستیابی به ضخامت مورد نظر برای پوشش فلزی را ساده‌تر می‌کند. در نهایت این که فرایند آبکاری الکترولس نیکل فرایندی ساده بوده که در آن خبری از پیچیدگی‌های تجهیزاتی معمول در آبکاری الکتریکی نیست.

البته آبکاری الکترولس نیز دارای نقاط ضعف می‌باشد. مثلاً بزرگترین ایراد آبکاری الکترولس نیکل (حاوی مقادیر کمی بور) کم بودن مقاومت به خوردگی پوشش حاصل از آن است. عمر مفید محلول‌های آبکاری الکترولس نیز کم است. در محلول‌های آبکاری الکترولس به دلیل عدم استفاده از جریان الکتریکی، به منظور جلوگیری از تجزیه شدن ترکیبات شیمیایی به کار گرفته شده در



سیستم بینایی در شب

- سیستم پایش شرایط راننده که با تشخیص و ایجاد یک هشدار راننده خواب‌آلوده را از مانع و همچنین عابر با خبر می‌سازد.



سیستم تشخیص خواب‌آلودگی و خستگی راننده

همچنین تکنولوژی‌های دیگر که سبب رفاه هرچه بیشتر راننده شده و مقداری از مسوولیت رانندگی را بر عهده می‌گیرد و سبب کاهش تلفات جاده و تراکم ترافیک در جاده‌ها می‌شود.

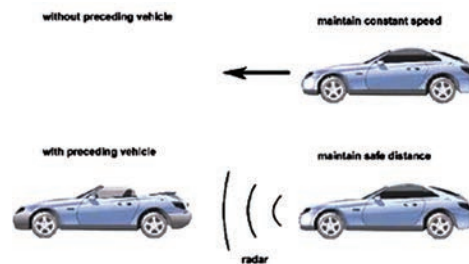
سیستم‌های کمک راننده پیشرفته یکی از بخش‌های خودروسازی هستند که به سرعت در حال رشد می‌باشند. این سیستم‌ها بر سنسورهای متکی هستند که اطلاعات را جمع‌آوری و به سیستم‌های معین و ویژه‌ای در خودرو انتقال می‌دهند.

نقش آبکاری فلز روی در ساخت سیستم‌های کمک راننده پیشرفته آبکاری فلز روی برای سال‌ها در صنعت خودروسازی نقشی مهم را ایفا می‌کرده است. روی و آلیاژهای روی-نیکل به طور ویژه‌ای غالباً بر روی قطعاتی مثل سیستم‌های ترمز، قطعات سیستم انتقال قدرت، شاسی خودرو و قطعات مختلف موتور خودرو به منظور جلوگیری از خوردگی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. اثبات شده است که آلیاژ روی - نیکل می‌تواند برای مدت زمان ۵۰۰ ساعت مانع از تشکیل زنگ زدگی سفید و نیز برای مدت زمان بیش از ۱۰۰۰ ساعت مانع از تشکیل زنگ زدگی قرمز در آزمون پاشش آب نمک شود.

اجزای سیستم‌های کمک راننده مانند بسیاری از قطعات موجود در خودرو مستعد خوردگی هستند. بر همین اساس است که بسیاری از خودروسازی‌ها از فرایند آبکاری روی در خط تولید خود استفاده می‌کنند. آبکاری الکتریکی روی را می‌توان با روش‌های آبکاری آویزی و نیز آبکاری بشکه‌ای انجام داد. بدیهی است که آبکاری آویزی می‌تواند به ویژه جهت آبکاری قطعات کوچکتر و ظریف‌تر به کار رفته در سیستم‌های کمک راننده به صورت مفیدی به کار گرفته شود.

سیستم‌هایی بتوانند این آمار را کاهش دهند که در نهایت منجر به تولید سیستم‌های کمک‌راننده شد. سیستم‌های کمک راننده مختلفی توسط خودروسازان برای کاهش مسوولیت راننده و کاهش تصادفات و تلفات جاده‌ای ایجاد شده‌اند. سیستم‌های کمک راننده پیشرفته مجموعه‌ای از فن‌آوری‌ها هستند که با دادن هشدارهای به موقع به رانندگان در جلوگیری از تصادفات کمک کرده و حتی قابلیت کنترل خودرو را در مواقعی که احتمال یک خطر بالقوه وجود داشته باشد، دارند. از جمله این سیستم‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سیستم‌های اجتناب از برخورد که به صورت خودکار مانع را تشخیص داده و با استفاده از هشدار و ترمز به کمک راننده می‌شتابد.  
- سیستم کروز کنترل تطبیقی که توسعه یافته سیستم کروز کنترل است و با استفاده از سیستم تطبیقی خودرو را با فاصله‌ای ایمن نسبت به خودروهای دیگر در بزرگراه‌ها هدایت می‌کند.



سیستم کروز کنترل تطبیقی

- سیستم هشدار خروج از خط که در صورت خروج خودرو از خط جاده با آژیری به راننده هشدار می‌دهد.



سیستم هشدار خروج از خط

- سیستم نگهدارنده بین دو خط جاده که با استفاده از فرمان فعال (خودکار) کار می‌کند.



سیستم نگهدارنده بین دو خط جاده

- سیستم افزایش بینایی و همچنین سیستم بینایی در شب که با استفاده از مادون قرمز و تکنولوژی‌های دیگر مانع فیزیکی و عابرین پیاده را در تاریکی شب تشخیص می‌دهد.

## بررسی روش های مختلف حذف فلزات سنگین از محلول آبی



محمد علی آل ابراهیم  
دهکردی،  
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته  
مهندسی عمران - محیط زیست،  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
تقی عبادی،  
عضو هیات علمی دانشکده مهندسی  
عمران- محیط زیست، دانشگاه صنعتی  
امیرکبیر

فلزات سنگین ترکیباتی غیر آلی با وزن ۴ تا ۵ برابر بیشتر از آب هستند و بین گروه های ۳ تا ۱۶ جدول تناوبی مندلیف قرار می-گیرند. صنایعی نظیر معدن کاری و ذوب فلزات، تولید انرژی و سوخت، کود و آفت کش ها، متالورژی، صنایع آهن و فولاد، آبکاری الکتریکی، الکترولیز، چرمکاری، عکاسی، تولید لوازم خانگی الکتریکی و صنایع هوا و فضا و انرژی اتمی، با رها کردن پسماند های خود در محیط زیست که دارای مقادیر فراوانی از فلزات سنگین هستند، باعث تهدید سلامت عمومی موجودات زنده می شوند. از مهم ترین روش هایی که برای حذف و جداسازی یون های فلزات سنگین از محلول های آبی استفاده می شوند می توان به رسوب دهی شیمیایی، انعقاد و لخته سازی، حذف زیستی، تعویض یونی، الکتروشیمیایی، فرآیند های غشایی و جذب اشاره کرد. که هر یک از این روش ها دارای معایب و مزایایی هستند که در طول تحقیق به آن ها اشاره شده است. همچنین در انتها نیز به بررسی برخی مقالات انجام شده در زمینه جذب فلزات سنگین پرداخته می شود.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، جذب سطحی، محلول آبی

فلزات سنگین ترکیباتی غیر آلی با وزن ۴ تا ۵ برابر بیشتر از آب هستند و بین گروه های ۳ تا ۱۶ جدول تناوبی مندلیف قرار می گیرند [۱]. فلزات سنگین مضرات فراوانی بر روی تمام موجودات زنده دارند و از طریق دفع پسماند ها در کانال های آب، وارد زنجیره ی غذایی می گردند. یون های فلزات سنگین زیست تخریب پذیر نبوده و به همین دلیل، مقدارشان در طول زنجیره ی غذایی افزایش می یابد. در میان یون های فلزی مختلف سرب، جیوه، کادمیوم، آرسنیک و کروم دارای بیشترین میزان سمیت هستند [۲].

### ۱- صنایع مختلف تولید کننده فلزات سنگین و اثرات آن ها بر انسان

به طور کلی فلزات سنگین مواد سمی هستند که بر روی اعصاب، قلب، عروق، سیستم ایمنی و کلیه اثر می گذارند و در نهایت می-توانند باعث سرطان و یا حتی مرگ شوند [۶]. جدول ۱، ۱ منابع مختلف تولید فلزات سنگین و اثرات آن ها را نشان می دهد [۷].

### ۲- استانداردهای وجود فلزات سنگین در منابع آب شرب

جدول ۲، ۱ استاندارد های مختلف جهانی، برای وجود فلزات سنگین در منابع آب شرب را نشان می دهد [۸].

جدول (۲، ۱) استاندارد های مختلف جهانی، وجود فلزات سنگین در منابع آب شرب [۸]

فلز سنگین	USEPA , ۲۰۰۸ mg/l	WHO , ۲۰۰۸ mg/l	EU , ۱۹۹۸ mg/l
Fe	۰,۳	-	۰,۲

صنایعی نظیر معدن کاری و ذوب فلزات، تولید انرژی و سوخت، کود و آفت کش ها، متالورژی، صنایع آهن و فولاد، آبکاری الکتریکی، الکترولیز، چرمکاری، عکاسی، تولید لوازم خانگی الکتریکی و صنایع هوا و فضا و انرژی اتمی، با رها کردن پسماند های خود در محیط زیست که دارای مقادیر فراوانی از فلزات سنگین هستند، باعث تهدید سلامت عمومی موجودات زنده می شوند [۳]. امروزه فلزات سنگین به عنوان یک آلاینده ی جدی زیست محیطی مطرح هستند و به یکی از معضلات کنونی محیط زیستی تبدیل شده اند [۴]. معمولاً فلزات سنگین در سه گروه کلی تقسیم بندی می شوند که عبارتند از، فلزات سمی (از قبیل جیوه، کروم، سرب، روی، مس، نیکل، کادمیوم، آرسنیک، کبالت و غیره)، فلزات گرانبها (از قبیل پالادیوم، پلاتین، طلا، نقره و غیره) و رادیونوکلییدی (از قبیل اورانیوم، توریم، رادیوم، و غیره) [۵].

برای حذف فلزات سنگین از محیط زیست نیاز است ابتدا اثرات فلزات

جدول (۱،۱) منابع مختلف تولید فلزات سنگین و اثرات آن ها [۷]

فلز	عدد اتمی	منابع	تأثیر بر سلامتی انسان
کروم	۲۴	فلزکاری، صنایع چرم سازی، صنایع رنگ سازی، مواد نگهدارنده و صنایع چوب	مشکلات تنفسی، مشکلات کبد و کلیه، ایجاد زخم، آلرژی های پوستی، ذات الریه
مس	۲۹	پسماند های صنعتی و خانگی، صنایع آبکاری فلزات، شستشوی مواد معدنی	جزو عناصر ضروری در مقدار کم، نداشتن اثرات شدید سمی بر بدن
آرسنیک	۳۳	مرگ موش، رنگ ها، قارچ کش ها، مواد نگهدارنده چوب	اثر بر خون، کلیه، سیستم اعصاب مرکزی، گوارش و پوست
آلومینیوم	۱۳	افزودنی های مواد غذایی، دارو های ضد اسید، آسپرین های بافاری، اسپری های مخصوص بینی، ضد عرق ها، آب آشامیدنی، دود خروجی از اتومبیل ها، دود تنباکو، فویل های آلومینیومی، قوطی کنسرو، سرامیک ها و مواد آتش-بازی	بروز آلزایمر، تضعیف عضلات و بروز سرطان و اثر بر روی سیستم اعصاب مرکزی
کادمیوم	۴۸	پلاستیک های پی وی سی، باتری، رنگ، حشره کش ها، قارچ کش ها، آلیاژ های مورد استفاده در دندانپزشکی، کود ها، آبکاری فلزات و دود خروجی از اتومبیل ها	اثر بر کلیه، مغز، جنین، دستگاه گوارش و ریه
جیوه	۸۰	حفاری معادن، صنایع کاغذ، دماسنج ها، زنجیره غذایی آبزیان و ماهی ها در دریاچه ها	اثر بر مغز و کلیه
نیکل	۲۸	صنایع آبکاری فلزات، باتری ها، سکه ها، فولاد ضد زنگ و آهن ربا	عامل بروز سرطان و آلرژی های پوستی
آهن	۲۶	آب آشامیدنی، لوله های آهنی و ظروف خوراکی	اثر بر روی کلیه، کبد و سیستم قلبی و عروقی
سرب	۸۲	باتری، رنگ ها، پلاستیک های پی وی سی، محافظ های اشعه ایکس، ورق های شیشه ای و آفت کش ها	اثر بر کلیه، مغز، خون و غده تیروئید
کبالت	۲۷	سوزاندن زغال سنگ و نفت، موجود در خاک و گرد و غبار و آب دریاچه ها، دود خروجی کامیون ها و اتومبیل ها	تأثیر بر روی ریه ها و بروز آسم، سرطان و اثر بر ماهیچه ها
روی	۳۰	صنایع رنگرزی، لاستیک، چوب، مواد نگهدارنده، آهن گالوانیزه، برنز و برنج	باعث خشکی گلو، سرفه، تب، تهوع، استفراغ، آسیب پانکراس و درد ریه و معده

از مهمترین روش هایی که برای حذف و جداسازی یون های فلزات سنگین از محلول های آبی استفاده می شوند می توان به رسوب دهی شیمیایی، انعقاد و لخته سازی، حذف زیستی، تعویض یونی، الکتروشیمیایی، فرآیند های غشایی و جذب اشاره کرد [۹ و ۱۰]. که در ادامه به توضیح مختصر هر یک و مزایا و معایب آن ها می پردازیم.

### ۳-۱- رسوب دهی شیمیایی

روش رسوب دهی شیمیایی به دلیل راحتی و قیمت ارزان به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش با اضافه کردن مواد شیمیایی آن ها با یون های فلزی واکنش داده و رسوبات غیر محلول را تشکیل می دهند، حال می توان رسوبات تشکیل شده را با روش های ته نشینی یا فیلتر از آب جدا کرد. و در مرحله آخر آب تصفیه شده را برای استفاده مجدد و یا تخلیه به محیط می توان مورد استفاده قرار داد. فرآیند های رسوب دهی شیمیایی رایج شامل رسوب دهی با هیدروکسید و رسوب دهی با سولفید هستند [۴].

### ۳-۲- تعویض یونی (تبادل یونی)

روش تبادل یونی روشی رایج و محبوب است که دارای بازده و ظرفیت بالای تصفیه می باشد. یکی از مزیت های عمده این روش سرعت

Pb	۰،۰۱۵	۰،۰۱	۰،۰۱
Zn	۵	-	-
Cd	۰،۰۰۵	۰،۰۰۳	۰،۰۰۵
Cu	۱،۳	۲	۲
Hg	۰،۰۰۲	۰،۰۰۶	۰،۰۰۱
Cr	۰،۱	۰،۰۵	۰،۰۵
As	۰،۰۱	۰،۰۱	۰،۰۱
Ni	۰،۱	۰،۰۷	۰،۰۲
Mn	۰،۰۵	۰،۴	۰،۰۵

### ۳-۳- روش های مختلف حذف فلزات سنگین

برای حذف فلزات سنگین از محلول آبی روش های متفاوتی وجود دارد که نیاز است برای انتخاب روش یا روش های برتر ابتدا کلیت و سپس مزایا و معایب هر روش مورد مطالعه قرار گیرد. برای نیل به این هدف در این قسمت به توضیح انواع روش های حذف فلزات سنگین از محلول آبی پرداخته شده و مزایا و معایب هر یک نیز ذکر شده است.

## ۳-۳-۴- الکترودیالیز

الکترودیالیز (ED) فرآیندی است که با استفاده از جریان الکتریسیته صورت می گیرد و باعث جداسازی یون ها از میان غشای باردار از یک محلول به دیگری می شود. معمولا در فرآیند های الکترودیالیز غشا های تبادل یونی مورد استفاده قرار می گیرند که این غشا ها در دو حالت کلی تبادل آنیونی و کاتیونی وجود دارند. از کاربرد های این فرآیند می توان به شیرین سازی آب، تصفیه پساب خروجی از صنایع، بازیابی مواد سود مند از آب و تولید نمک اشاره کرد. همچنین این فرآیند برای تصفیه منابع آب دارای فلزات سنگین نیز مناسب است [۴].

## ۳-۴-۴- انعقاد و لخته سازی

انعقاد و لخته سازی و به دنبال آن ته نشینی و فیلتر، فرآیند هایی هستند که برای حذف فلزات سنگین از پساب مورد استفاده قرار می گیرند. مواد منعقد کننده از طریق خنثی سازی نیرو های که ذرات را کنار هم قرار می دهند، باعث ناپایداری ذرات می شوند. آلومینیوم، سولفات آهن و کلرید آهن مواد منعقد کننده ای هستند که به صورت گسترده در تصفیه پساب ها مورد استفاده قرار می گیرند [۴]. لخته سازی، به صورت انباشت ذرات ناپایدار شده برای تبدیل به لخته های ریز و پس از آن لخته های حجیم که قابلیت ته نشین شدن را دارند، تعریف می شود. افزودن ماده ی دیگری به نام لخته سازی می تواند تشکیل این لخته ها را ارتقا ببخشد. فرآیند لخته سازی فرآیندی است که از طریق هم زدن آرام یا ایجاد تلاطم ملایم زمینه تجمع ذرات ناپایدار شده را فراهم می کند. این فرآیند قابلیت حذف فلزات سنگین از محلول های آبی را نیز دارد [۹].

## ۳-۵-۵- الکتروشیمیایی

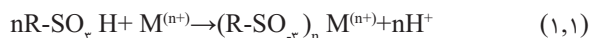
بازیابی الکترولیتی یک تکنولوژی است که برای حذف فلزات سنگین از جریان پساب مورد استفاده قرار می گیرد. در این فرآیند جریان الکتریسیته در محلول آبی از طریق صفحات کاتد و آند عبور داده می شود. مهم ترین تکنولوژی های مربوط به فرآیند الکتروشیمیایی، رسوب دهی الکتریکی، انعقاد الکتریکی، شناورسازی الکتریکی و اکسیداسیون الکتریکی هستند [۱۱].

## ۳-۶-۶- حذف زیستی

جمع آوری و تغلیظ آلاینده ها از محلول آبی به کمک مواد بیولوژیکی را حذف زیستی گویند. در این روش می توان آلاینده ها را بازیابی کرده و به حد استاندارد های زیست محیطی رساند. فرآیند های حذف زیستی معمولا بر پایه توده های زیستی گیاهی و یا پلیمر های حیوانی (نظیر کیتوسان) هستند [۹]. روش های جذب زیستی، استفاده از باکتری و میکروارگانیسم ها، فرآیند لجن فعال، فیلتر زیستی، هضم بی هوازی و تثبیت پیوند ها از روش های معمول حذف زیستی فلزات سنگین هستند [۱۲]. جذب زیستی از طریق توده های زیستی زنده و یا مرده فلزات سنگین را جذب می کند و از مزایای مهم آن می توان به هزینه کم، بازده بالا در حذف فلزات سنگین حتی برای محلول های رقیق، امکان بازیابی فلزات ارزشمند جذب شده و مقدار کم لجن تولید شده، اشاره کرد [۱۳].

بالای تصفیه در این روش است. رزین های مورد استفاده در این روش منبع مصنوعی و یا طبیعی دارند که هر دو گروه (رزین های طبیعی و مصنوعی) توانایی بالایی در تبادل کاتیون های خود با فلزات سنگین موجود در منابع آب را دارند. رزین های مصنوعی به دلیل تاثیر بیشتر در حذف فلزات سنگین از رزین های طبیعی رایج تر هستند.

تبادل کننده های یونی معمول عبارتند از رزین های اسید های قوی (گروه اسیدهای سولفونیک  $(SO_3H^-)$  و اسید های ضعیف) گروه اسیدهای کربوکسیلیک  $(COOH)$  در اسید های سولفونیک و کربوکسیلیک یون هیدروژن به عنوان تبادل کننده یونی با فلزات سنگین مورد استفاده قرار می گیرد. وقتی که محلول آبی آلوده به فلزات سنگین از ستون کاتیون ها عبور می کند، یون های فلزی با یون هیدروژن موجود در رزین مطابق واکنش های ۱،۱ و ۲،۱، عوض می شوند [۴].



پس از اینکه رزین های تبادل یونی اشباع می شوند برای جداسازی یون های فلزات از بستر رزین باید آن ها را در یک محیط اسیدی یا بازی احیا نمود [۹].

## ۳-۳-۳- فرآیند های غشایی

فرآیند های غشایی تکنیکی نسبتا جدید و با بازده بالا بوده که می توان با انواع مختلف غشا، آن را اجرا نمود انواع غشا های مورد استفاده عبارتند از اولترا فیلتر، اسمز معکوس، نانو فیلتر و الکترودیالیز [۴].

## ۳-۳-۱- اولترا فیلتر

اولترا فیلتر (UF) روشی است که در فشار پایین کار می کند و برای حذف مواد کلوئیدی و محلول مورد استفاده قرار می گیرد. منافذ اولترا فیلتر ها از یون های فلزی محلول بزرگ تر بوده، بنابراین یون های فلزی قابلیت عبور از میان منافذ اولترا فیلتر ها را دارند. یکی از روش های افزایش بازده حذف اولترا فیلترها، استفاده از میسل های پیشرفته اولترا فیلتر و پلیمرهای پیشرفته اولترا فیلتر است [۴].

## ۳-۳-۲- اسمز معکوس

اسمز معکوس (RO) فرآیندی در غشای نیمه تراوای است که به آلودگی اجازه عبور نمی دهد درحالی که سیال به راحتی عبور می کند. فرآیند اسمز معکوس توانایی حذف طیف گسترده ای از آلودگی های محلول از آب را دارد. همچنین این فرآیند در شیرین سازی آب نیز به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد [۴]. برای افزایش بازده سیستم اسمز معکوس نیاز به ورودی با کیفیت بالا دارد، بنابراین نیاز به فرآیند پیش تصفیه قبل از فرآیند اسمز معکوس برای جداسازی مواد جامد فاضلاب ضروری است. تکنولوژی غشا برای حذف فلزات سنگین با موانع مختلفی نظیر هزینه زیاد، و نیز تخریب در حضور میکروارگانیسم ها و عدم تحمل شرایطی نظیر بعضی مواد شیمیایی و مقادیر خاصی از pH، روبرو است [۹].

## ۳-۳-۳- نانو فیلتر

نانو فیلتر (NF) فرآیندی است که برای حذف برخی از یون های فلزات سنگین مثل نیکل، کروم، مس و آرسنیک مورد استفاده قرار می گیرد این فرآیند بین فرآیند های اولترا فیلتر و اسمز معکوس قرار دارد [۴].

روش های الکترو شیمیایی	قابلیت انتخابی بودن، عدم مصرف مواد شیمیایی، قابلیت دستیابی به فلزات خالص	زمان بر بودن، سطح وسیعی از الکتروود مورد نیاز است، رسوب گیری، پر هزینه بودن
جذب سطحی با کربن فعال	اکثر فلزات را می توان حذف کرد، بازدهی بالا (بیش از ۹۹ درصد)	قیمت بالای کربن فعال، عدم قابلیت بازسازی

### ۳-۷- جذب سطحی

جذب سطحی امروزه به عنوان یک فرآیند موثر و اقتصادی در حذف فلزات سنگین از پساب شناخته می شود. فرآیند جذب سطحی در طراحی و کارکرد دارای انعطاف مناسبی است و در بسیاری از موارد، خروجی تصفیه شده با کیفیت بالا را نتیجه می دهد. همچنین فرآیند جذب بیشتر اوقات برگشت پذیر است و می توان جذب ها را با روش های احیاء مناسب، بازیابی نمود [۴]. موادی که برای جذب استفاده می شوند بسیار گسترده بوده ولی معمول ترین آن ها کربن فعال، رزین، پسماند های کشاورزی، ترکیبات آلی و غیر آلی، جذب های زیستی، ژل سیلیس اصلاح شده، کیتوسان و ژئولیت بوده که برای حذف یون های فلزات سنگین از محلول آبی مورد استفاده قرار می گیرند [۱۰].

جذب روی کربن فعال (AC) به صورت گسترده برای حذف فلزات سنگین از محلول آبی استفاده می شود. کربن فعال به علت داشتن منافذ میکرو و مزو زیاد، دارای مساحت سطحی بالایی است و برای جذب بسیار مناسب است. کربن فعال پرکاربرد ترین جذب سطحی است ولی این جذب نسبتاً گران است. تحقیق درباره یک جاذب ارزان و در دسترس برای حذف یون های فلزات سنگین یکی از اولویت های تحقیقات علمی شده است. تا کنون صد ها تحقیق درباره جاذب های ارزان منتشر شده است که استفاده از پسماند های کشاورزی، پسماند ها و محصولات جانبی صنایع و مواد طبیعی از جمله این تحقیقات هستند [۴].

### ۴- جمع بندی

جدول ۳، ۱ مزایا و معایب انواع روش های حذف فلزات سنگین را نشان می دهد [۹].

جدول (۳، ۱) مزایا و معایب انواع روش های حذف فلزات سنگین [۹]

روش	مزایا	معایب
رسوب دهی شیمیایی	ساده، ارزان، اکثر فلزات را می توان حذف کرد.	تولید مقادیر عظیم لجن، دشواری pH وابستگی به جداسازی و مواد شیمیایی مورد نیاز
تعویض یونی	هیچ لجنی تولید نمی شود، جریان خروجی با کیفیت بالا، امکان بازیابی فلزات	حساس به ذرات، هزینه بهره برداری بالا، رسوب گیری فلزی، تعداد کم تری از فلزات را می توان حذف کرد.
فرآیندهای غشایی	جریان خروجی با کیفیت بالا، پسماند جامد کم تر، مواد شیمیایی کم تری مصرف می شود.	رسوب گیری غشاء، عمر مفید محدود غشاء، پر هزینه بودن، فشار بالا و نرخ جریان پایین
انعقاد و لخته سازی	ذرات بسیار ریزی از رسوب تولید می کند، آب گیری	مواد شیمیایی بسیار زیادی مورد نیاز است، تولید لجن، هزینه بالا

### ۵- مرور مقالات

برای آشنایی با فعالیت های علمی صورت گرفته در زمینه جذب سطحی فلزات سنگین نیاز است که مروری بر کار های انجام شده در این موضوع صورت گیرد و دستاورد های پژوهشگران و زمینه هایی که هنوز مطالعات کافی در آن ها صورت نگرفته مشخص شود، تا بتوان تحقیقی جامع و کامل را انجام داد. برای نیل به این هدف مقالات مرتبط سال های اخیر مورد مطالعه قرار گرفته اند.

رهاب علی و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی جذب فلز مس از محلول آبی با پوست بادام زمینی کار کردند و به بررسی اثر زمان تماس، اندازه ذرات، مقدار جاذب، pH اولیه، دما و غلظت مس در سیستم ناپیوسته پرداختند. شرایط بهینه در حالت مدت زمان ۱ ساعت، ۱۵۰ دور در دقیقه سرعت به هم زدن، pH برابر ۴، ۱ گرم پوست بادام زمینی با اندازه کمتر از ۲۵ میکرو متر در ۵۰ میلی لیتر محلول ۱۵۰ ppm مس حاصل شده است. آن ها حداکثر ظرفیت جذب را ۱۴،۱۳ میلی گرم بر گرم پوست بادام زمینی به دست آوردند و به این نتیجه رسیدند که فرآیند جذب به شدت به اندازه ذرات و مقدار جاذب بستگی داشته و با کاهش اندازه ذرات و افزایش مقدار جاذب، درصد حذف مس افزایش یافته و همچنین با افزایش دما و pH درصد حذف مس افزایش می یابد [۱۴].

کیلربیل و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی حذف یون های آهن و کروم از محلول آبی به وسیله جاذب زیستی، بیوجار و کربن فعال در سیستم ناپیوسته کار کردند. جاذب زیستی مورد مطالعه ساقه گیاه کنجد، بیوجار مورد استفاده از تجزیه حرارتی توده زیستی حاصل شده و کربن فعال مورد استفاده نیز مشتق شده از توده زیستی است که به روش شیمیایی فعال شده است. آن ها به بررسی اثر pH محلول، مقدار جاذب، غلظت اولیه محلول، زمان تماس و دما بر روی فرآیند جذب پرداختند و شرایط بهینه جذب را در pH برابر ۲،۸ برای آهن و ۴ برای کروم به دست آوردند [۱۵].

داینگ و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی حذف فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، مس، روی و نیکل) از محلول آبی به وسیله بیوجار اصلاح شده در سیستم ناپیوسته و ستونی کار کردند. آن ها بیوجار را از پیرولیز چوب درخت گردوی آمریکایی به دست آوردند و با اضافه کردن سدیم هیدروکسید (NaOH)، آن را اصلاح کردند. آن ها به این نتیجه رسیدند که بیوجار اصلاح شده حدود ۲،۶ تا ۵،۸ برابر بیشتر ظرفیت جذب فلزات سنگین، نسبت به بیوجار خالص را دارد [۱۶].

فانگ لام و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی سینتیک، تعادل و ترمودینامیک جذب نیکل بر روی لانسیم دامستیکم پیل (LDP) کار کردند و به

همچنین با استفاده از میکروسکوپ های الکترونی (SEM)، دریافتند که ابعاد ذرات کربن فعال در حد میکرو بوده با میانگین ابعاد ۲,۵ میکرو متر در-حالیکه ابعاد ذرات سیلیس در حد نانو بوده با میانگین ابعاد ۱۲ نانو متر است [۲۱].

لاک شمی پادی و همکاران (۲۰۱۳)، بر روی کاربرد پوست هندوانه به عنوان جاذب برای حذف نیکل و کبالت از محلول آبی در سیستم ناپیوسته کار کردند و به بررسی اثر pH محلول، مقدار جاذب، زمان تماس و غلظت اولیه فلز پرداختند. همچنین مطالعات بازیابی جاذب را با محلول ۰,۱ مولار هیدرو کلرید اسید (HCl) انجام دادند و دریافتند که ۲ بار می توان جاذب را بازیابی کرد. حداکثر میزان جذب در pH ۵,۳ حاصل شده است و حداکثر ظرفیت جذب برای نیکل و کبالت به ترتیب ۳,۳ و ۲۳,۳ میلی گرم بر گرم به دست آمده است. و تحت شرایط آزمایشی یون نیکل، نرخ جذب بیشتری را نسبت به یون کبالت از خود نشان داده است [۲۲].

## ۶- نتیجه گیری

فلزات سنگین موجود در پساب یکی از مهم ترین مشکلات زیست محیطی کنونی هستند و با توجه به وضع قوانین مختلف در زمینه حفظ محیط زیست، روش های متنوعی مثل رسوب دهی شیمیایی، تعویض یونی، فرآیند های غشایی، انعقاد و لخته سازی، روش های الکتروشیمیایی، حذف زیستی و جذب سطحی برای حذف فلزات سنگین توسعه یافتند. با توجه به مطالعات گذشته می توان دریافت که روش های تعویض یونی، فرآیند های غشایی و جذب سطحی رایج تر از سایر روش ها بوده و مطالعات بیشتری نیز روی این سه روش انجام شده است. همچنین بر کاربرد ترین روش برای حذف فلزات سنگین، جذب سطحی است. جذب سطحی امروزه به عنوان یک فرآیند موثر و اقتصادی در حذف فلزات سنگین از پساب شناخته می شود. فرآیند جذب سطحی در طراحی و کارکرد دارای انعطاف مناسبی است و در بسیاری از موارد، خروجی تصفیه شده با کیفیت بالا را نتیجه می دهد جاذب های مورد استفاده انواع مختلفی را شامل می شوند ولی معمول ترین آن ها کربن فعال، رزین، پسماند های کشاورزی، ترکیبات آلی و غیر آلی، جاذب های زیستی، ژل سیلیس اصلاح شده، کیتوسان و زئولیت هستند. کربن فعال به علت داشتن منافذ میکرو و مزو زیاد، دارای مساحت سطحی بالایی بوده و برای جذب بسیار مناسب است و به عنوان پرکاربرد ترین جاذب سطحی شناخته می شود. یکی از مهم ترین مشکلات کربن فعال به عنوان جاذب، هزینه بالای تهیه آن است. در رابطه با این موضوع پیشنهاد می شود که از مواد ارزان قیمتی نظیر دورریزه های کشاورزی برای تولید کربن فعال استفاده شود که باعث کاهش قیمت کربن فعال شده و همچنین دورریزه های کشاورزی را نیز کاهش می دهد. انتخاب نوع محصول کشاورزی برای تهیه کربن فعال به اقلیم کشور و گونه های کشاورزی غالب در آن کشور مربوط می شود. به عنوان مثال به دلیل تولید بالای پسته در کشور ما، پوست پسته یک انتخاب مناسب برای تولید کربن فعال در کشور ما است. البته تحقیقات و آزمایشات گسترده ای باید بر روی این محصولات انجام شود تا کیفیت کربن فعال تولیدی تعیین شود.

بررسی تاثیر مقدار جاذب و جذب شونده، زمان تماس، pH اولیه، غلظت اولیه و دما در سیستم ناپیوسته پرداختند و دریافتند که غلظت اولیه فلز و دما تاثیر مهمی را در فرآیند ایفا می کنند. آن ها ظرفیت جذب را ۱,۱ میلی گرم بر گرم در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، به دست آوردند [۱۷].

بو حامد و همکاران (۲۰۱۶)، بر روی جذب مس، روی و نیکل از محلول آبی بر روی date stones کار کردند و به بررسی زمان تماس، ایزوترم های جذب، اثر pH محلول، دما و غلظت اولیه یون های فلزی در محلول آبی در سیستم ناپیوسته پرداختند. آن ها بیشترین ظرفیت جذب را برای مس، نیکل و روی به ترتیب ۱۸,۶۸، ۱۶,۱۲، ۱۲,۱۹ میلی گرم بر گرم به دست آوردند. در رابطه با سینتیک جذب، در ۳۰ دقیقه اول یک افزایش سریعی در جذب را مشاهده کردند و بعد از ۲ ساعت نیز تقریباً سیستم به تعادل می رسد. در رابطه با اثر pH محلول، بیشترین جذب در pH ۵,۵ حاصل شده است. در رابطه با جذب رقابتی نیز آن ها دریافتند که ابتدا مس و سپس نیکل و روی جذب می شوند [۱۸]. باگاسز و همکاران (۲۰۱۵)، برای حذف فلزات سنگین کادمیوم، مس و روی از دو نوع بیوچار به شرح زیر استفاده کردند: (۱) بیوچار آماده شده در آزمایشگاه (BCSH) و (۲) بیوچار تجاری تولید شده از کاه گندم (BCS). و در ضمن به بررسی سینتیک جذب، ایزوترم های جذب، اثر pH محلول، اثر یون های تداخلی و خواص مختلف فیزیکی و شیمیایی بیوچار پرداختند. در مورد تمام یون های فلزی BCSH بازده جذب بالا تری نسبت به BCS داشته (۲۲,۸۹، ۲۰,۹۸ و ۲۴,۹۷ میلی گرم بر گرم به ترتیب برای کادمیوم، مس و روی) و این بازده بالا به مقدار کربن و اکسیژن بالای BCSH ارتباط دارد که معادل با مقدار بالای گروه های قطبی (مثل COOH<sup>-</sup>) در بیوچار تجاری تولید شده از کاه گندم است. در فرآیند جذب نیز مس سریع ترین سرعت جذب را از خود نشان داده و روی و کادمیوم نیز در رتبه های بعدی قرار دارند. در رابطه با اثر یون های تداخلی (نیترات و کلراید)، کلراید اثر نامطلوب تری بر ظرفیت جذب را نشان داده است [۱۹].

کی زاس و همکاران (۲۰۱۵)، بر روی حذف نیکل از محلول آبی توسط همپ کار کردند و به بررسی اثر pH محلول، زمان تماس، غلظت یون اولیه و نیز اثر pH محلول و زمان تماس بهینه برای بازیابی مواد پرداختند. pH بهینه ۵ و بیشترین ظرفیت جذب قبل از اصلاح ۱۶۰ و ۲۰۶ میلی گرم بر گرم برای HS و HF و بعد از اصلاح (با سدیم هیدروکسید و سیتریک اسید) ۲۳۷ و ۲۴۲ میلی گرم بر گرم به دست آوردند که بعد از اصلاح در حالت HS ظرفیت جذب ۴۸ درصد بالا رفته در حالی که برای HF ظرفیت جذب ۱۷ درصد بیشتر شده است. بر خلاف حالت جذب، در بازیابی مواد pH بهینه ۲ حاصل شده و زمان تعادل نیز ۲۵ دقیقه به دست آمده است [۲۰].

کارنوب و همکاران (۲۰۱۴)، بر روی حذف فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل، کروم و روی) از محلول آبی با کربن فعال، سیلیس و مخلوط کربن فعال و سیلیس در سیستم ناپیوسته کار کردند. بیشترین درصد حذف در بین یون های فلزی متعلق به نیکل بوده و با افزایش غلظت فلزات، درصد حذف نیز کاهش یافته است. در بین کربن فعال، سیلیس و مخلوط کربن فعال و سیلیس (نسبت ۲ به ۳)، مخلوط کربن فعال و سیلیس بیشترین بازده را برای حذف نیکل نشان داده است.

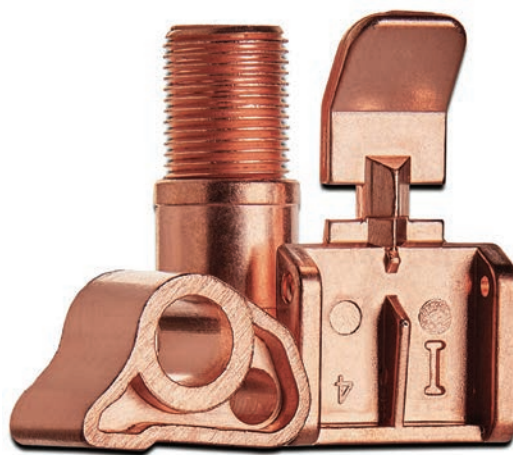


- Metals by Living Algae *Spirogyra* sp. And *Spirullina* sp. From aqueous solution". *Int. J. Environ. Res.*, ۲(۶), pp. ۵۷۶-۵۷۱.
- [۱۴] Ali, M.R., Hamad, A.H., Hussein, M.M., Malash, F.G., ۲۰۱۶. "Potential of using green adsorbent of heavy metal removal from aqueous solutions: Adsorption kinetics, isotherm, thermodynamic, mechanism and economic analysis". *Ecological Engineering*, ۹۱, pp. ۳۳۲-۳۱۷.
- [۱۵] Kırbıyık, C., Pütün, A.E., ۲۰۱۶. "Comparative studies on adsorptive removal of heavy metal ions by biosorbent, bio-char and activated carbon obtained from low cost agro-residue". *Water Science & Technology*, ۲(۷۳), pp. ۴۳۶-۴۲۳.
- [۱۶] Ding, Z., Hu, X., Wan, Y., Wang, S., Gao, B., ۲۰۱۶. "Removal of lead, copper, cadmium, zinc, and nickel from aqueous solutions by alkali-modified biochar: Batch and column tests". *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, ۳۳, pp. ۲۴۵-۲۳۹.
- [۱۷] Lam, Y.F., Lee, L.Y., Chua, S.J., Lim, S.S., Gan, S., ۲۰۱۶. "Insights into the equilibrium, kinetic and thermodynamics of nickel removal by environmental friendly *Lansium domesticum* peel biosorbent". *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ۱۲۷, pp. ۶۱-۷۰.
- [۱۸] Bouhamed, F., Elouear, Z., Bouzid, J., Ouddane, B., ۲۰۱۶. "Multi-component adsorption of copper, nickel and zinc from aqueous solutions onto activated carbon prepared from date stones". *Environ Sci Pollut Res*, ۲۳, pp. ۱۵۸۰۶-۱۵۸۰۱.
- [۱۹] Bogusz, A., Oleszczuk, P., Dobrowolski, R., ۲۰۱۵. "Application of laboratory prepared and commercially available biochars to adsorption of cadmium, copper and zinc ions from water". *Bioresource Technology*, ۱۹۶, pp. ۵۴۹-۵۴۰.
- [۲۰] Z. Kyzas, G., Terzopoulou, Z., Nikolaidis, V., Alexopoulou, E., N. Bikiaris, D., ۲۰۱۵. "Low-cost hemp biomaterials for nickel ions removal from aqueous solutions". *Journal of Molecular Liquids*, ۲۰۹, pp. ۲۱۸-۲۰۹.
- [۲۱] Karnib, M., Kabbani, A., Holail, H., Olama, Z., ۲۰۱۴. "Heavy Metals Removal Using Activated Carbon, Silica and Silica Activated Carbon Composite". *Energy Procedia*, ۵۰, pp. ۱۲۰-۱۱۳.
- [۲۲] Lakshmi pathy, R., Sarada, N.C., ۲۰۱۳. "Application of watermelon rind as sorbent for removal of nickel and cobalt from aqueous solution". *International Journal of Mineral Processing*, ۱۲۲, pp. ۶۵-۶۳.
- [۱] Pirsahab, M., Khamutian, R., Pourhaghighat, S., ۲۰۱۵. "Review of Heavy Metal Concentrations in Iranian Water Resources". *International Journal of Health and Life Sciences*, ۱(۱), pp. ۴۵-۳۵.
- [۲] Farooq U., Kozinski J. A., Khan M. A., Athar M., ۲۰۰۱. "Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents A review". *Bioresource Technology*, ۱۰۱, pp. ۵۰۵۳-۵۰۴۳.
- [۳] Wang J.L., Chen C., ۲۰۰۶. "Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: a review". *Biotechnology Advances*, ۲۴(۹), September-October, pp. ۴۵۱-۴۲۷.
- [۴] Fu F., Wang Q., ۲۰۱۱. "Removal of heavy metal ions from wastewaters A review". *Environmental Management*, ۳(۹۲), March, pp. ۴۱۸-۴۰۷.
- [۵] Wang J., Chen C., ۲۰۰۹. "Biosorbents for heavy metals removal and their future". *Biotechnology Advances*, ۲(۲۷), March-April, pp. ۲۲۶-۱۹۵.
- [۶] طیبیان، سید محمد رضا، ترابی، الهام، نجف پور، علی اصغر، علیدادی، حسین، ززولی، محمد علی، ۱۳۹۱. "بررسی روش های بیو جذب فلزات سنگین کروم و کادمیوم از پساب های صنعتی با استفاده از زائدات کشاورزی (مطالعه موردی)"، مجله نوید نو، شماره ۵۸.
- [۷] Ahmad, S., Ali, A., Ashfaq, A., ۲۰۱۶. "Heavy Metal Pollution, Sources, Toxic Effects and Techniques Adopted for Control". *International Journal of Current Research and Academic Review*, ۶(۴), pp. ۵۸-۳۹.
- [۸] Saha, P., Paul, B., ۲۰۱۶. "Assessment of Heavy Metal Pollution in Water Resources and their Impacts: A Review". *Journal of Basic and Applied Engineering Research*, ۸(۳), pp. ۶۷۵-۶۷۱.
- [۹] شیروود حیدری، بهزاد، ۲۰۱۲. "بررسی حذف فلزات سنگین از پساب های صنعتی"، ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست، ایران.
- [۱۰] Li, M., Li, M.Y., Feng, C., Zeng, Q., ۲۰۱۴. "Preparation and characterization of multi-carboxyl-function alized silica gel for removal of Cu (II), Cd (II), Ni (II) and Zn (II) from aqueous solution". *Applied Surface Science*, ۳۱۴, pp. ۱۰۶۹-۱۰۶۳.
- [۱۱] Gunatilake, S.K., ۲۰۱۵. "Methods of Removing Heavy Metals from Industrial Wastewater". *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies*, ۱(۱), pp. ۱۸-۱۲.
- [۱۲] R. Dhokpande, S., P. Kaware, J., ۲۰۱۳. "Biological Methods for Heavy Metal Removal- A Review". *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, ۵(۲), pp. ۳۰۹-۳۰۴.
- [۱۳] Mane, P.C., Bhosle, A.B., ۲۰۱۲. "Bioremoval of Some



## آبکاری مس

### بخش اول: محلول های آبکاری الکتریکی مس



امید  
عطایی  
کارشناس  
ارشد شیمی  
فیزیک

از پوشش های حاصل از آبکاری مس جهت کاربردهای تزئینی و مهندسی استفاده می شود. این پوشش ها به طور گسترده ای در روکش های چند لایه به عنوان پوشش های محافظ، به عنوان حدواسط در عملیات حرارتی و نیز برای انتقال حرارت (به عنوان مثال به عنوان حوضچه یا دریافت کننده های حرارتی) به کار گرفته می شوند. این پوشش ها همچنین کاربردهایی در الکتروفورمینگ، در محافظت از تداخل امواج الکترومغناطیسی و همچنین در آبکاری مدارهای الکترونیکی پیدا کرده اند. میزان همواری و براقیت پوشش های مسی حاصل از آبکاری را می توان با استفاده از روش های پرداخت سطحی بهبود بخشید، چراکه مس فلزی نسبتاً نرم است. پوشش های مسی به علت توانایی که در جذب تنش ایجاد شده در اثر قرار گرفتن فلزات با خصوصیات انبساط گرمایی متفاوت در معرض تغییرات دمایی و یا اعمال شوک های حرارتی به فلزات دارند، به عنوان محافظ انبساط گرمایی به ویژه در روکش های چند لایه عمل می کنند. به طور مشابهی، کاهش مقاومت به خوردگی ناشی از ترک خوردگی در یک قطعه به واسطه تغییر شکل فیزیکی آن قطعه را می توان با ایجاد یک پوشش فلزی نرم مثل یک پوشش مسی کاهش داد. پوشش حاصل از آبکاری مس می تواند به عنوان روکش نهایی در برخی از کاربردهای تزئینی و گاهی هم در مواردی که نیاز به سطوح با دوام و جذاب است، به کار گرفت. در هر صورت، مس و در نتیجه پوشش های مسی وقتی در معرض اتمسفر قرار می گیرند، کدر و تیره می شوند و بنابراین باید از آن ها در برابر اتمسفر به وسیله ایجاد یک لایه لاک شفاف و یا دیگر انواع روکش های مقاوم در برابر خوردگی محافظت کرد.

مس را می توان هم به صورت الکترولیتی و هم به صورت خود کاتالیزوری (الکترولس) با استفاده از الکترولیت های اسیدی و بازی رسوب داد.

محلول های سیانیدی، فاقد سیانید، پیروفسفات قلیایی، سولفات اسیدی و فلوئوربورات اسیدی انواع الکترولیت هایی هستند که در رسوب دهی الکترولیتی پوشش های مسی (آبکاری الکتریکی) مورد استفاده قرار می گیرند.

## محلول های آبکاری قلیایی

محلول های سیانید قلیایی مس جهت ایجاد یک پوشش ابتدایی از مس (به عنوان یک لایه آستری) بر روی طیف گسترده ای از قطعات پایه مورد استفاد قرار می گیرند. این نوع محلول های آبکاری را می توان به سهولت جهت تولید پوشش های نازک و نسبتاً یکنواخت از نظر ضخامت بر روی کلیه سطوح کنترل کرد. این محلول های آبکاری دارای قدرت پرتاب زیادی می باشند که منجر به توزیع یکنواخت ضخامت پوشش حاصل از آن ها در کلیه دانسیته جریان ها می گردد. در هر صورت به واسطه خطرات ناشی از استفاده این محلول های آبکاری (به علت سمی بودن سیانیدها) و نیز به منظور مدیریت پساب ناشی از آبکاری با این محلول ها، محلول های آبکاری قلیایی فاقد سیانید ایجاد شده اند که در بسیاری از کاربردها جایگزین محلول های آبکاری سیانیدی شده اند. پوشش های به دست آمده از محلول های غیر سیانیدی به صورت مطلوبی قابل مقایسه با پوشش های حاصل از محلول های سیانیدی هستند، البته آبکاری مس با استفاده از محلول های آبکاری غیر سیانیدی در مقایسه با آبکاری با استفاده از محلول های سیانیدی، نیاز به کنترل دقیق تر و دقت بیشتر در فرایندهای تمیزکاری و آماده سازی سطح دارد. در هر صورت استفاده از محلول های آبکاری غیرسیانیدی امکان حذف سیانید را در بسیاری از تاسیسات آبکاری فراهم می کند. محلول های قلیایی پیروفسفاتی جهت آبکاری مس به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند، چرا که کنترل این محلول ها سخت بوده و همچنین گستره عملیاتی آن ها محدود می باشد. از آنجایی که این محلول های آبکاری دارای سرعت آبکاری مناسبی هستند، عمدتاً جهت تولید پوشش های نازک مورد استفاده قرار می گیرند. از این نوع محلول آبکاری همچنین جهت آبکاری سوراخ های ارتباطی در مدارهای چاپی استفاده می شود.

## محلول های آبکاری رقیق سیانیدی و سیانیدی راشل

این نوع محلول های آبکاری عمدتاً جهت تولید یک پوشش آستری از مس با ضخامت ۱-۳ میکرومتر پیش از انجام آبکاری بیشتر و اصلی مس و یا دیگر فلزات و به عنوان یک زیر لایه مورد استفاده قرار می گیرند. اغلب پوشش ایجاد شده توسط این زیرلایه در ظاهر و کارایی کلی قطعه نهایی آبکاری شده از اهمیت زیادی برخوردار است. محلول آبکاری سیانیدی راشل با غلظت بالا می تواند به طور مؤثری جهت ایجاد پوششی با ضخامت تا ۸ میکرومتر مورد استفاده قرار گیرد. با ایجاد یک اصلاح در محلول آبکاری راشل، این محلول می تواند جهت آبکاری گردان به کار گرفته شود. محلول آبکاری سیانیدی راشل را می توان با به کارگیری مخازن (تانک های) استیل همراه با همزن مکانیکی و یا به طور مؤثرتر با استفاده از همزدن به وسیله هوا استفاده کرد. این نوع محلول های آبکاری همچنین می توانند جهت آبکاری معکوس تناوبی و یا آبکاری با جریان پالسی یا ضربانی نیز به کار روند.

محلول های آبکاری ارایه شده در جدول (۱) حاوی سیانید آزاد بالا و مس فلزی پایین هستند. این ترکیب شیمیایی محلول آبکاری به تمیزکاری سطح قطعات پایه در طول فرایند آبکاری کمک می کند، چرا که این محلول آبکاری تمایل دارد تا به دلیل بازده کاندی کمی که دارد در سطح قطعه پایه ایجاد حباب گاز کند. اگرچه محلول های آبکاری نباید عمداً جهت تمیزکاری سطح قطعه پایه به کار گرفته شوند، اما عمل تمیزکاری این نوع محلول های آبکاری سیانیدی می تواند یک مزیت باشد، چرا که با استفاده از این نوع محلول های آب می توان بر روی قطعاتی که تمیزکاری آن ها مشکل است یک لایه آستر مسی را با موفقیت ایجاد کرد. آبکاری بر روی این نوع از قطعات پایه به وسیله دیگر محلول های آبکاری و بدون استفاده از لایه آستر مسی می تواند منجر به پوشش ناکامل و یا چسبندگی ضعیف پوشش به قطعه پایه گردد.

## محلول های آبکاری سیانید سدیم و سیانید پتاسیم با بازدهی بالا

این نوع محلول های آبکاری با غلظت بالا و افزودنی های اختصاصی جهت تولید پوشش های مسی با درجات مختلف براقیت و همواری و نیز با ضخامتی در گستره ۵۰-۸ میکرومتر به کار گرفته می شوند. پوشش های مسی ضخیم که هم براق و هم انعطاف پذیر هستند، می توانند با استفاده از این نوع محلول های آبکاری به صورت عادی تولید شوند. تحت شرایط مختلف عملیاتی، قدرت پرتاب بالای این نوع محلول های آبکاری هم پوشش کافی و هم ضخامت مناسبی از مس را بر روی نقاط فرورفته در سطح قطعه پایه ایجاد می کند. معمولاً در این نوع محلول های آبکاری از افزودنی های ضد حفره زائی جهت ایجاد پوشش های فاقد حفره استفاده می شود.

قطعات پایه پیش از این که تحت آبکاری با استفاده از این نوع محلول های آبکاری با بازده بالا قرار گیرند، باید توسط یک پوشش آستری از مس با ضخامت ۱/۳ میکرومتر که با استفاده از محلول آبکاری سیانیدی رقیق ایجاد می گردد، پوشش داده شوند.

این محلول های آبکاری با بازدهی بالا دارای ویژگی هایی مانند دمای عملیاتی بالا، میزان مس بالا و سرعت بالای آبکاری هستند. سرعت آبکاری در این نوع محلول های آبکاری بین ۳-۵ برابر سرعت آبکاری در محلول آبکاری سیانیدی رقیق و نیز محلول آبکاری روشل می باشد. قطعاتی که قرار است تا تحت آبکاری با استفاده از این نوع محلول آبکاری با بازده بالا قرار گیرند، باید کاملاً تمیزکاری شوند ضمن این که لازم است که حین فرایند آبکاری تصفیه مداوم محلول آبکاری برای خارج کردن آلودگی های آلی از محلول آبکاری انجام گیرد تا پوششی با کیفیت حاصل شود.

کمپلکس های پتاسیمی که در نتیجه ترکیب شدن سیانید مس و سیانید پتاسیم تشکیل می شوند در مقایسه با کمپلکس هایی که وقتی از سیانید سدیم به جای سیانید پتاسیم استفاده می شود در

جدول (۱): ترکیب شیمیایی و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری سیانیدی مس

ترکیب شیمیایی یا شرایط عملیاتی	محلول آبکاری راشل سیانیدی				محلول آبکاری با کارایی بالا	
	محلول سیانیدی رقیق	محلول استاندارد آبکاری گردان	محلول با غلظت پایین (۱)	محلول با غلظت بالا (۱)	محلول سیانید سدیم (۲)	محلول سیانید پتاسیم (۲)
ترکیب محلول آبکاری (g/L)						
سیانید مس	۲۲	۴۵	۲۶	۶۰	۸۰	۸۰
سیانید سدیم	۳۳	۶۸	۳۵	۸۰	۱۰۵	۱۰۵
کربنات سدیم	۱۵	—	۳۰	۳۰	—	—
هیدروکسید سدیم	برای تنظیم pH	—	برای تنظیم pH	برای تنظیم pH	۳۰	—
نمک راشل	۱۵ (۳)	۴۵ - ۷۵	۴۵	۹۰	—	—
هیدروکسید پتاسیم	—	۸ - ۱۵	—	—	—	۳۵
مس	۱۶	۳۲	۱۸	۴۳	۵۶	۵۶
سیانید آزاد	۹	۲۷	۷	۱۵	۱۸	۱۸
شرایط عملیاتی						
دما (C °)	۳۰ - ۵۰	۵۵ - ۷۰	۵۵ - ۷۰ (۴)	۶۰ - ۷۵	۶۰ - ۷۵	۶۰ - ۷۵
دانسیته جریان کاتدی (A/ dm <sup>2</sup> )	۱ - ۱/۵	—	۱ - ۴	۲ - ۵	۲ - ۶	۲ - ۶
بازده کاتدی (درصد)	۳۰ - ۵۰	—	۴۰ - ۶۰	۶۰ - ۹۰	۷۰ - ۱۰۰	۷۰ - ۱۰۰
ولتاژ (ولت)	۶	۶ (۵)	۶	۶	۶	۶
pH	۱۲ - ۱۲/۶	—	۱۲ - ۱۲/۶ (۴)	۱۳	۱۳ <	۱۳ <
آند	مس و یا استیل	مس	مس	مس	مس	مس

(۱): غلظت پایین برای ایجاد یک لایه آستر و غلظت بالا برای ایجاد یک پوشش معمولی می باشد.

(۲): استفاده شده با واکنش دهنده های اضافی به عنوان یک فرایند ثبت شده و یا انحصاری

(۳): اختیاری

(۴): برای قطعه پایه ریخته گری شده تحت فشار لازم است تا دما در گستره ۶۰ - ۷۱ درجه سانتی گراد حفظ گردد و پی اچ نیز در گستره ۱۲/۳ - ۱۱/۶ باشد.

(۵): وقتی ولتاژ اعمالی ۶ ولت باشد، جریانی با شدت ۰/۳ آمپر از درون محلول آبکاری عبور می کند و اگر ولتاژ اعمالی ۱۲ ولت باشد، جریانی با شدت ۰/۴ آمپر از درون محلول آبکاری عبور می کند.

گردان، آبکاری آویزی و آبکاری پیوسته وجود دارد. علاوه بر این از پوشش مسی حاصل از این نوع محلول آبکاری به عنوان لایه آستری بر روی سطح قطعه پایه پیش از آبکاری اصلی توسط دیگر فلزات و نیز به عنوان یک پوشش محافظ در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی استفاده می شود. فرمولاسیون اختصاصی این نوع محلول های آبکاری بر اساس تعداد متنوعی از لیگندهای کلیت کننده می باشد که از جمله متداول ترین آن ها می توان به اسیدهای کربوکسیلیک، آمین ها و فسفونات ها اشاره کرد. آنالیز فلزشناسی پوشش های مسی به دست آمده از این نوع محلول های آبکاری وجود یک ساختار بلورین را برای این پوشش ها نشان داده است، همچنین مشخص شده است که ریخت شناسی سطحی این پوشش ها مشابه با پوشش های مسی به دست آمده از محلول های آبکاری سیانیدی مس می باشد با این تفاوت که پوشش های به دست آمده از محلول های غیر سیانیدی متراکم تر هستند. حدود غلظت ها و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری غیر سیانیدی مس در جدول (۲) ارائه شده است. توجه داشته باشید که سیستم های آبکاری که امروزه به طور متداول در دسترس هستند انحصاری می باشند اما این نوع محلول های آبکاری به طور عمومی شامل یک عامل کمپلکس کننده مس، یک نمک بافر، قطبش زدای آندی و افزودنی های اختصاصی هستند.

جدول (۲): گستره قابل قبول غلظت و شرایط عملیاتی در

محلول های آبکاری غیرسیانیدی قلیایی مس

مقدار	ترکیب شیمیایی و شرایط عملیاتی
۱۳/۵ - ۶	فلز مس (به شکل سولفات مس) (g/l)
۰/۵ - ۳	دانسیته جریان کاتدی (A/dm <sup>۲</sup> )
۲ - ۱۲	ولتاژ مخزن (V)
۳۸ - ۶۵	دمای عملیاتی (°C)
۹ - ۱۰/۵	pH
۱/۵ به ۱	نسبت سطح آند به کاتد

## محلول های آبکاری پیروفسفات مس قلیایی

این نوع محلول های آبکاری در آبکاری های تزئینی چند لایه شامل آبکاری بر روی پلاستیک، آبکاری سوراخ های ارتباطی در بوردهای مدارهای چاپی و نیز به عنوان یک حد واسط در سخت کردن انتخابی استیل ها به کار گرفته می شود. گستره غلظتی اجزای تشکیل دهنده و نیز شرایط عملیاتی این نوع محلول های آبکاری در جدول (۳) نشان داده شده است.

ویژگی های محلول های آبکاری پیروفسفاتی حد واسطی از ویژگی های محلول های آبکاری سیانیدی و محلول های آبکاری اسیدی مس بوده و بسیار شبیه به ویژگی های محلول آبکاری سیانیدی مس با بازده بالا می باشند. محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس دارای بازده الکترودی ۱۰۰ درصد بوده و از قدرت پرتاب و سرعت

محلول آبکاری تولید می شوند، از حلالیت بیشتری برخوردارند. بنابراین در محلول های آبکاری حاوی سیانید پتاسیم، میزان مس و در نتیجه سرعت آبکاری بالاتر از محلول های آبکاری حاوی سیانید سدیم می باشد. از طرف دیگر محلول های حاوی سیانید پتاسیم دارای انعطاف پذیری عملیاتی بیشتری در مقایسه با محلول های حاوی سیانید سدیم هستند که این یک مزیت برای این نوع محلول های آبکاری محسوب می شود، چرا که باعث می شود تا مقاومت در برابر سوختگی پوشش مسی حاصل از این نوع محلول ها افزایش یابد و این مساله امکان استفاده از دانسیته جریان های بیشتر و در نتیجه سرعت های آبکاری بالاتر را فراهم می آورد.

جهت آبکاری با استفاده از این نوع محلول های آبکاری با بازده بالا و به منظور تولید پوشش هموارتر، توزیع یکنواخت کمپلکس مس، کاهش زمان آبکاری و نیز کاهش مقدار فلز مس (به شکل کمپلکس مربوطه) مورد نیاز جهت تولید پوششی با حداقل ضخامت تعیین شده، غالباً از روش های جریان پالسی یا ضربانی استفاده می شود. جهت تولید پوشش مسی هموارتر و نیز توزیع بهتر فلز مس می توان از آبکاری معکوس تناوبی نیز استفاده کرد. این تکنیک همچنین توانایی محلول آبکاری را جهت پر کردن فرورفتگی های موجود در سطح پوشش افزایش می دهد. ترکیب و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری سیانیدی مس در جدول (۱) ارائه شده است.

عملیات آبکاری با استفاده از محلول های آبکاری با بازده بالا را می توان با استفاده از افزودنی هایی که بازده آندی، کاتدی و میزان خوردگی آند را بهبود می بخشند، اصلاح کرد. این افزودنی ها پوشش هایی مات تا کاملاً براق و با دانه بندی ریز ایجاد می کنند. در این نوع محلول های آبکاری جهت کنترل اثرات آلودگی های آلی و معدنی می توان از افزودنی های اختصاصی استفاده کرد.

## محلول های آبکاری غیرسیانیدی قلیایی مس

با توجه به ملاحظات زیست محیطی که در مورد محلول های آبکاری مس حاوی یون های سیانید مطرح است، محلول های آبکاری غیر سیانیدی مس به شدت مورد توجه قرار گرفته اند. این نوع محلول های آبکاری در بسیاری از مواردی که به طور سنتی از محلول های آبکاری سیانیدی مس استفاده می شده است، به طور موفقیت آمیزی به کار گرفته شده اند. در بسیاری از مواردی که پوشش مسی به عنوان یک سد محافظ در برابر عملیات حرارتی پیش از کربن دهی، ازت دهی و یا در طول فرایند سخت سازی به کار می رود، محلول های آبکاری غیر سیانیدی به خوبی محلول های آبکاری سیانیدی و حتی بهتر از آن جهت ایجاد پوشش مسی مورد استفاده قرار گرفته اند (۱). محلول های آبکاری غیر سیانیدی پوشش های مسی با دانه بندی ریز، صاف و متراکم را تولید می کنند که عاری از حفره بوده و خواص چسبندگی خوبی را از خود نشان می دهند. با استفاده از این نوع محلول های آبکاری امکان آبکاری به شکل

جدول (۳): گستره غلظتی و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری پیروفسفات مس

پوشش معمولی	پوشش آستری	گستره غلظتی و یا شرایط عملیاتی
۱۹ - ۳۰	۹ - ۱۱	فلز مس (g/l)
۲۳۵ - ۴۰۵	۱۱۲ - ۲۰۵	پیروفسفات پتاسیم (g/l)
۵۲ - ۸۴	۲۵ - ۳۰	پیروفسفات مس (g/l)
۳/۷۵ - ۱۱	۰/۵ - ۱	هیدروکسید آمونیوم (ml/l)
۳ - ۱۲	۱/۵ - ۳	نیترات پتاسیم (g/l)
۷ - ۷/۵	۷ - ۸	نسبت وزنی فسفات به مس
۴۳ - ۶۰	۲۲ - ۳۰	دما (°C)
۱ - ۷	۱ - ۳	دانسیته جریان (A/dm <sup>۲</sup> )
۹۵ - ۱۰۰	-	بازده کاتدی
۸ - ۸/۷	۸ - ۸/۵	pH (۱)
۲ - ۶	۲ - ۵	ولتاژ مخزن (v)
مس	مس	آند
۱ به ۲	۱ به ۲	نسبت سطح آند به کاتد

(۱): برای حفظ پی اچ محلول آبکاری می توان از پیروفسفریک اسید و هیدروکسید پتاسیم استفاده کرد.

از این نوع محلول آبکاری مس برای قطعاتی از جنس استیل و یا قطعات روی تحت فشار ریخته گری شده استفاده کنند، پیش از انجام آبکاری اصلی لازم است تا یک پوشش آستری با استفاده از محلول آبکاری سیانیدی یا غیر سیانیدی مس و یا محلول آبکاری نیکل بر روی این قطعات ایجاد گردد. از محلول های آبکاری اسیدی مس نمی توان مستقیماً برای ایجاد پوشش مسی بر روی قطعات پایه ای که تحت شرایط اسیدی مورد حمله قرار می گیرند و یا قطعاتی که در این نوع محلول آبکاری بر روی آن ها یک پوشش مسی از نوع پوشش غوطه وری ایجاد می گردد، استفاده کرد. پوشش های غوطه وری معمولاً از چسبندگی کمی به سطح قطعه پایه برخوردار هستند. گستره غلظتی اجزای تشکیل دهنده و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری اسیدی مس در جدول (۴) ارایه شده است.

## محلول آبکاری سولفات مس

محلول آبکاری حاوی سولفات مس پر استفاده ترین محلول آبکاری اسیدی مس است و عمدتاً جهت الکتروفورمینگ (قالب گیری برقی) مورد استفاده قرار می گیرد. در مورد الکتروفورمینگ مزیت این محلول آبکاری اسیدی مس استحکام و انعطاف پذیری پوشش حاصل از آن می باشد. در این مورد از محلول آبکاری اسیدی سولفات مس به منظور تولید پوششی ضخیم با ضخامت ۱۵۰ میکرومتر بر روی غلتک های بزرگ که به وسیله نیکل آبکاری شده اند، استفاده می شود. از این نوع محلول آبکاری مس به طور گسترده ای جهت ایجاد پوشش مسی به عنوان پوشش زیرین در آبکاری گرم - نیکل براق و به ویژه در آبکاری قطعات

آبکاری خوبی برخوردار هستند. پوشش های مسی حاصل از این نوع محلول های آبکاری دارای دانه بندی ریز بوده و نیمه براق هستند. اگر قرار باشد تا از این محلول آبکاری برای ایجاد پوشش مسی بر روی قطعات پایه از جنس روی ریخته گری شده تحت فشار، منیزیم، و یا آلومینیوم استفاده شود، باید قبل از آبکاری اصلی یک پوشش آستری بر روی قطعه ایجاد گردد. برای این پوشش آستری می توان از یک محلول آبکاری رقیق سیانیدی و یا پیروفسفاتی مس، یک محلول آبکاری نیکل ... استفاده کرد.

## محلول های آبکاری اسیدی مس

آبکاری الکتریکی مس از طریق محلول های آبکاری اسیدی به طور گسترده ای در الکتروفورمینگ (قالب گیری برقی)، تصفیه الکتریکی و آبکاری الکتریکی تزئینی به کار گرفته می شود. محلول آبکاری اسیدی مس حاوی مس به شکل یون دو ظرفیتی بوده و در مقایسه با محلول های آبکاری قلیایی مس از مقاومت خوبی در برابر ناخالصی های یونی برخوردار است. این نوع محلول های آبکاری توزیع فلز ضعیفی داشته و از قدرت درشت پرتابی کمی برخوردار هستند. محلول های آبکاری اسیدی مس دارای قدرت ریز پرتابی عالی هستند و در نتیجه از توانایی خوبی برای پرکردن یا هموار کردن خراش ها، شیار و دیگر نقایص سطحی برخوردار بوده و علاوه بر این در آب بندی سطوح متخلخل نیز مؤثر هستند. در بیشتر موارد پوشش های مسی ایجاد شده توسط این نوع محلول های آبکاری هموار و صاف می باشند به طوری که نیاز به پرداخت و صاف کاری مکانیکی سطوح را کاهش داده و حتی گاهی حذف می کند. در صورتی که بخواهند

جدول (۴): ترکیب شیمیایی و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری اسیدی مس

ترکیب شیمیایی یا شرایط عملیاتی	محلول آبکاری حاوی سولفات مس		محلول آبکاری حاوی فلئوبورات مس	
	جهت مصارف عمومی	جهت سوراخ های ارتباطی در مدارهای چاپی	با غلظت پایین مس	با غلظت بالای مس
سولفات مس ۵ آبه	۲۰۰ - ۲۴۰	۶۰ - ۱۱۰	-	-
اسید سولفوریک	۴۵ - ۷۵	۱۸۰ - ۲۶۰	-	-
فلئوبورات مس	-	-	۲۲۵	۴۵۰
اسید فلئوبوریک	-	-	برای تنظیم pH	۴۵
مس	۵۰ - ۶۰	۱۵ - ۲۸	۸	۱۶
دما	۲۰ - ۵۰	۲۰ - ۴۰	۲۰ - ۷۰	۲۰ - ۷۰
دانسیته جریان	۲ - ۱۰	۱ - ۶	۷ - ۱۳	۱۲ - ۳۵
بازده کاندی	۹۵ - ۱۰۰	۹۵ - ۱۰۰	۹۵ - ۱۰۰	۹۵ - ۱۰۰
ولتاژ مخزن	۶	۶	۶	۶ - ۱۲
pH	-	-	۰/۸ - ۱/۷	۰/۶ >
آند	مس (۱)	مس (۱)	مس (۲)	مس (۲)
وزن مخصوص در ۲۵ C°	-	-	۱/۱۷ - ۱/۱۸	۱/۳۵ - ۱/۳۷

(۱) توصیه می شود از مس فسفر دار (حاوی ۰/۰۸ - ۰/۰۲ درصد فسفر) استفاده گردد.

(۲) توصیه می شود از مس فاقد فسفر، فاقد اکسیژن و با غلظت بالا استفاده شود.

خودرو استفاده می شود.

## محلول آبکاری فلئوبورات مس

محلول های آبکاری اسیدی حاوی فلئوبورات مس دارای سرعت آبکاری بالایی بوده و پوشش های متراکمی با هر ضخامت دلخواه و معمولاً حدود ۵۰۰ میکرومتر تولید می کنند. این نوع محلول های آبکاری به راحتی قابل تهیه و پایدار بوده و به آسانی نیز قابل کنترل هستند. بازده آبکاری در این محلول ها به ۱۰۰ درصد هم می رسد و پوشش های مسی حاصل از این نوع محلول آبکاری هموار و جذاب هستند. پوشش مسی حاصل از این نوع محلول آبکاری که حاوی غلظت پایینی از مس باشد و در ۴۵ درجه سانتیگراد به کار گرفته شود، نرم بوده و به سهولت جهت افزایش براقت سطحی قابل پرداخت می باشد.

افزودن ملاس به این نوح محلول آبکاری در دمای ۴۹ درجه سانتی گراد چه زمانی که غلظت مس در آن پایین باشد و چه زمانی که غلظت مس در آن بالا باشد، منجر به افزایش استحکام و سختی پوشش مسی حاصل از آن می گردد. در این نوع محلول های آبکاری بدون اضافه کردن افزودنی به محلول آبکاری، می توان پوشش های هموار تا ضخامت ۵۰۰ میکرومتر را ایجاد کرد، اما برای به دست آوردن پوشش های هموار و صاف با ضخامت بیشتر، به منظور جلوگیری از تخلخل زیاد پوشش، باید افزودنی هایی به محلول آبکاری اضافه گردد.

ایجاد پوشش های مسی با ضخامت ۵۰۰ میکرومتر و یا حتی بیشتر بر روی صفحات و یاغلتک هایی که جهت کاربرد در هنرهای زیبا و چاپ روتوگراور آبکاری می شوند با استفاده از محلول آبکاری اسیدی سولفات مس پدیده ای غیر متداول نمی باشد. پوشش های مسی حاصل از محلول های آبکاری سولفات مس براق اسیدی به طور گسترده ای به عنوان یک زیر لایه در آبکاری قطعات پلاستیکی تزئینی داخلی خودروها، تجهیزات و اسباب منزل مورد استفاده قرار می گیرند. با تغییر و اصلاح ترکیب شیمیایی محلول های آبکاری اسیدی سولفات مس، می توان از این محلول ها جهت آبکاری سوراخ های ارتباطی در برد مدارهای چاپی (جایی که یک نسبت رسوب در حفره به سطح برد ۱ به ۱ مورد نیاز است) استفاده کرد. در برخی کاربردها از محلول اسیدی سولفات مس جهت آبکاری بر روی قطعه ای که قبلاً توسط مس و یا نیکل به صورت الکترولس آبکاری شده است، استفاده می گردد. با اضافه کردن افزودنی ها به این محلول آبکاری، می توان پوشش های مسی براق و هموار و یا پوشش های مسی نیمه براق که به سهولت پرداخت می شوند، تولید کرد. زمانی که از پوشش مسی حاصل از این نوع محلول آبکاری به عنوان زیر لایه استفاده می شود، ضخامت آن باید حداکثر ۵۰ میکرومتر باشد.

## ترکیب شیمیایی و متغیرهای عملیاتی محلول آبکاری

ترکیب شیمیایی و شرایط عملیاتی محلول های آبکاری سیانیدی، قلیایی غیر سیانیدی، پیروفسفاتی و اسیدی مس که در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است، در طول فرایند آبکاری و جهت کنترل محدودیت های حاکم بر آبکاری جهت تأمین الزامات کاربردهای ویژه می توانند تغییر کنند.

### دانسیته جریان

دانسیته جریان آبکاری ممکن است جهت اجرای کنترل مؤثرتر و نیز افزایش سرعت رسوب دهی مس تغییر داده شود. اطلاعات موجود در جدول (۵) می توانند به عنوان راهنمایی جهت انتخاب دانسیته جریان فرایند آبکاری مورد استفاده قرار گیرند. جدول (۵): زمان مورد نیاز برای آبکاری مس (به شکل کاتیون تک ظرفیتی) با ضخامت مشخص با فرض این که بازدهی کاتدی فرایند آبکاری ۱۰۰ درصد است

ضخامت پوشش مسی (μm)	دانسیته جریان الکتریکی (A/dm <sup>2</sup> )							
	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
	زمان (minute)							
۲	۴	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱
۵	۱۱	۸	۶	۵	۴	۳	۳	۲
۱۰	۲۳	۱۵	۱۱	۹	۸	۶	۶	۵
۲۰	۴۵	۳۰	۲۳	۱۸	۱۵	۱۳	۱۱	۹
۳۰	۶۸	۴۵	۳۴	۲۷	۲۳	۱۹	۱۷	۱۴
۴۰	۹۰	۶۰	۴۵	۳۶	۳۰	۲۶	۲۳	۱۸
۵۰	۱۱۳	۷۵	۵۷	۴۵	۳۸	۳۲	۲۸	۲۳
۶۰	۱۳۶	۹۰	۶۸	۵۴	۴۵	۳۹	۳۴	۲۷
۷۰	۱۵۸	۱۰۶	۷۹	۶۳	۵۳	۴۵	۴۰	۳۲
۸۰	۱۸۱	۱۲۰	۹۰	۷۲	۶۰	۵۲	۴۵	۳۶

توجه داشته باشید که محلول های آبکاری سیانیدی به کار رفته در جدول بالا حاوی مس به شکل کاتیون تک ظرفیتی ( $Cu^{+}$ ) می باشند. برای محلول های آبکاری که محتوای کاتیون های دو ظرفیتی مس ( $Cu^{2+}$ ) هستند، مانند محلول های آبکاری غیرسیانیدی قلیایی، پیروفسفاتی، سولفات مس و فلوئوربورات مس زمان مورد نیاز برای آبکاری با ضخامت مشخص شده در جدول را باید دو برابر کرد. در ضمن این مقادیر را باید برای کاهش رخ داده در بازده کاتدی با اضافه کردن اختلاف بین بازده کاتدی واقعی و بازده کاتدی ۱۰۰ درصد تصحیح کرد. به عنوان مثال اگر بازده کاتدی واقعی ۷۰ درصد باشد باید زمان لازم برای آبکاری مورد نظر را ۳۰ درصد افزایش داد.

### ناخالصی ها

میزان کنترل مورد نیاز برای محافظت محلول های آبکاری مس از انواع ناخالصی ها بسته به نوع محلول آبکاری و روش آبکاری مورد استفاده تغییر می کند. از جمله دلایل شناخته شده که منجر به زبری پوشش مسی می شوند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ورود تمیزکننده های سطحی به محلول آبکاری که منجر به تشکیل ذرات نامحلول سیلیکات در محلول آبکاری می شود.
- خوردگی ضعیف آند
- ذرات سولفید فلزی ناشی از ناخالصی های سولفیدی موجود در محلول آبکاری
- وجود ترکیبات آلی در آب مورد استفاده برای تهیه محلول آبکاری و به ویژه در مخازن آبکشی قطعه پایه
- کربنات های نامحلول موجود به دلیل وجود یون های کلسیم و منیزیم در آب سخت مورد استفاده در تهیه محلول آبکاری
- ورود روغن به محلول آبکاری از سیستم حمل کننده موجود در بالای مخزن آب کاری

- وجود گرد و غبار و ذرات جامد در محلول آبکاری اگر مقدار ناخالصی های موجود در محلول آبکاری به یک سطح بحرانی برسد، منجر به پوشش های نامناسبی می شود. در این حالت تصفیه محلول آبکاری با استفاده از کربن فعال و یا عبور محلول آبکاری از داخل یک صافی پر شده با کربن فعال می تواند یک راه حل باشد. در مورد محلول های آبکاری غیر سیانیدی باید از کربن فعال عاری از گوگرد در داخل محلول آبکاری جهت حذف ناخالصی ها استفاده نمود، ضمن آنکه این کربن فعال عاری از گوگرد نیز باید به طور هفتگی تعویض گردد. سرب و سیانید از جمله آلودگی های متداول در این نوع محلول های آبکاری هستند که می توانند منجر به پوشش های مسی با لکه های سیاه شوند. بر همین اساس است که وقتی خط فرایند آبکاری از محلول آبکاری سیانیدی به محلول آبکاری غیر سیانیدی قلیایی تغییر داده می شود، لازم است تا کلیه تجهیزات آبکاری تمیز کاری و شستشو شوند تا از هر گونه آلودگی سیانیدی عاری گردند.

باید توجه داشت که در سیستم های آبکاری حاوی سیانید، تنها زمانی که کل سیانید موجود از سیستم خارج گردد می توان از اسیدها استفاده کرد.

### خلوص آب مورد استفاده در تهیه محلول آبکاری

در کلیه فرایندهای آبکاری خلوص آب مورد استفاده جهت تهیه محلول آبکاری از اهمیت زیادی برخوردار است. وجود آهن در آب مورد استفاده در تهیه محلول آبکاری زمانی که پی اچ محلول آبکاری بالاتر از ۳/۵ باشد، به دلیل رسوب کردن می تواند منجر به زبری پوشش مسی حاصل از این محلول آبکاری شود. وجود کلریدها در غلظت های بیش از ۰/۴۴ گرم بر لیتر تشکیل پوشش های گره دار را تحریک می کند. یون های کلسیم و منیزیم موجود در محلول آبکاری که به واسطه سختی آب مورد



با فراهم کردن امکان افزایش دانسیته جریان آبکاری سرعت آبکاری را افزایش می دهد، بدون آن که منجر به سوختگی پوشش مسی گردد. افزایش سرعت آبکاری رخ داده در نتیجه استفاده از همزدن محلول آبکاری به روش ارتعاشات فرا صوتی، ضرورتاً نمی تواند افزایش هزینه ناشی از استفاده از این روش و نیز پیچیدگی های مربوط به این روش را توجیه کند زیرا محلول های آبکاری با سرعت بالای موجود معمولاً می توانند با یک دانسیته جریان نسبتاً بالا با کارایی کاتدی نزدیک به ۱۰۰ درصد عمل کنند.

## آبکاری در محلول های آبکاری سیانیدی رقیق

در محلول آبکاری سیانیدی رقیق با افزایش غلظت سیانید آزاد میزان خوردگی آندها افزایش می یابد. از طرف دیگر غلظت پایین سیانید آزاد در این نوع محلول های آبکاری به واسطه پلاریزاسیون آندها می تواند منجر به زبری پوشش مسی حاصل گردد، در هر صورت وجود سیانید آزاد به مقدار زیاد در محلول آبکاری نیز باعث کاهش بازده کاتدی و در نتیجه کاهش ضخامت پوشش مسی حاصل می گردد. با اصلاح پی اچ، این نوع محلول آبکاری را می توان جهت آبکاری یک پوشش آستری بر روی قطعات پایه مختلف استفاده کرد. در آبکاری بر روی قطعات استیلی با استفاده از این نوع محلول آبکاری، افزایش هیدروکسید سدیم و یا هیدروکسید پتاسیم به محلول آبکاری هدایت الکتریکی محلول آبکاری را بهبود می دهد که این مساله می تواند به محافظت آندها، مخازن و دیگر قطعات استیلی در برابر خوردگی کمک کند. برای آبکاری بر روی قطعات فلز روی تحت فشار ریخته گری شده، غلظت یون های هیدروکسید در گستره  $3/8 - 1/3$  g/l نگاه داشته می شود. برای آبکاری بر روی قطعاتی از جنس آلیاژهای آلومینیوم روی اندود شده باید با استفاده از بی کربنات سدیم پی اچ محلول آبکاری به ۱۰-۹/۷ رسانده شود و در طول فرایند آبکاری باید افزودن بی کربنات سدیم و یا اسید تارتاریک جهت حفظ پی اچ در گستره مورد نظر ادامه داشته باشد.

محلول آبکاری سیانیدی رقیق می تواند در دمای اتاق به کار گرفته شود، اما شیوه کلی این است که این نوع محلول آبکاری در گستره دمایی  $32 - 49$  °C مورد استفاده قرار گیرد تا هم سرعت آبکاری افزایش یابد و هم این که میزان انحلال آندها بهبود یابد. دانسیته جریان الکتریکی مورد استفاده در این نوع محلول های آبکاری معمولاً  $1/5 - 1$  A/dm<sup>2</sup> است و ولتاژ مخزن آبکاری نیز در گستره ۶ - ۴ ولت قرار دارد.

همزدن این نوع محلول آبکاری باعث می شود تا پوشش مسی با یکنواختی بیشتر حاصل شود، انحلال آندها به صورت یکنواخت انجام گیرد و دانسیته جریان همچنان که پوشش مسی براق حاصل می شود، افزایش یابد. دانسیته جریان های بیش از ۵ A/dm<sup>2</sup> با استفاده از همزدن هوایی و نیز استفاده از کاتدهای چرخان در این نوع محلول های آبکاری، با موفقیت به کار گرفته شده اند.

استفاده در تهیه محلول آبکاری وارد آن شده اند نیز می توانند همراه با مس رسوب کرده و منجر به زبری پوشش مسی گردند. ترکیبات آلی موجود در آب مورد استفاده در تهیه محلول آبکاری نیز می توانند منجر به حفره دار شدن پوشش گردند. در آبکاری مس با استفاده از محلول های آبکاری حاوی سدیم و یا پتاسیم مس با کارایی بالا می توان از آب مقطر، آب دیونیزه، آب نرم شده و یا آب شیر با کیفیت بالا برای تهیه محلول آبکاری و نیز به عنوان آب جهت تغذیه مجدد محلول آبکاری استفاده کرد. البته در این جا از آب شیر حاوی مقادیر بالای یون کلسیم و یا یون آهن نباید استفاده کرد، چرا که این یون ها در صورت هم رسوبی با مس می توانند منجر به زبری پوشش مسی شوند. آب نرم شده، به ویژه در مورد محلول های آبکاری که در آن ها غلظت یون کلرید مهم است، مانند محلول های آبکاری براق سولفات مس، باید با دقت مورد استفاده قرار گیرد.

## همزدن محلول آبکاری

همزدن محلول آبکاری در طول فرایند آبکاری امکان استفاده از دانسیته جریان بالاتر را فراهم می کند که این مساله نیز امکان افزایش سرعت آبکاری را میسر می سازد. میزان افزایش مجاز در دانسیته جریان به واسطه همزدن محلول آبکاری، در محلول های آبکاری مختلف متفاوت می باشد. روش های برتر هم زدن محلول آبکاری برای انواع محلول های آبکاری مس در جدول (۶) ارایه شده است.

وقتی برای همزدن محلول آبکاری از هوا استفاده می شود، باید کلیه خطوط لوله کشی هوای مورد استفاده از جنس مواد بی اثر باشند و یا با مواد بی اثر پوشیده شوند تا از حمله شیمیایی الکترولیت ها به این خطوط لوله کشی جلوگیری شود. هوای مورد استفاده جهت همزدن محلول آبکاری به منظور جلوگیری از آلودگی محلول آبکاری، باید کاملاً تمیز باشد. در واقع بهتر است تا از هوای فیلتر شده حاصل از یک دستگاه دمنده با فشار پایین استفاده شود.

جدول (۶): روش های همزدن در انواع محلول های

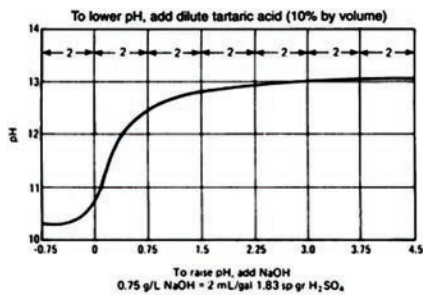
آبکاری مس

روش همزدن محلول آبکاری	نوع محلول آبکاری
همزدن هوایی	محلول های آبکاری پیروفسفاتی
همزدن هوایی، همزدن محلول با استفاده از کاتد و یا هر دو	محلول های آبکاری اسیدی
همزدن هوایی، همزدن محلول با استفاده از کاتد و یا هر دو	محلول های آبکاری سیانیدی
همزدن هوایی شدید	محلول های آبکاری غیر سیانیدی

از ارتعاشات فراصوتی نیز می توان برای همزدن محلول آبکاری مس استفاده کرد. این روش نمی تواند به طور قابل توجهی خواص و ظاهر پوشش مسی حاصل را بهبود بخشد، اما این روش

تحت فشار ریخته گری، بهترین عملکرد محلول آبکاری راشل در گستره دمایی  $71^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$  می باشد که طی آن پی اچ محلول آبکاری در گستره  $12/3 - 11/6$  حفظ می گردد. افزایش در دمای آبکاری محلول های سیانیدی راشل بازده آندی و کاتدی را افزایش می دهد، اما از سوی دیگر در این حالت تجزیه سیانید آزاد موجود در محلول آبکاری با سرعت بیشتری رخ می دهد که این موضوع منجر به افزایش تولید کربنات در محلول می شود. همچنین افزایش سرعت همزدن محلول آبکاری منجر به افزایش بازده آندی می شود و در عین حال افزایش تولید کربنات را نیز سبب می گردد. در محلول های آبکاری سیانیدی مس، کربنات ها به واسطه اکسایش سیانید و نیز جذب دی اکسید کربن هوا که با قلیا ها واکنش می دهد، همیشه حضور دارند. در محلول آبکاری حاوی سدیم سیانید، کربنات های موجود را می توان به وسیله سرد کردن محلول آبکاری که منجر به رسوب دادن کربنات سدیم کم محلول می گردد، از محلول آبکاری خارج کرد. غلظت بالای کربنات در محلول آبکاری بازده آندی را کاهش می دهد که این موضوع خود باعث افزایش تولید کربنات و نیز زبر و حفره دار شدن پوشش مسی حاصل می گردد.

پی اچ محلول های آبکاری سیانیدی راشل باید در گستره  $13 - 12/2$  حفظ گردد. پی اچ بالا می تواند منجر به بازده آندی پایین و نیز کاهش افت ولتاژ در آند گردد. شکل (۱) منحنی یک بافر برای تنظیم پی اچ محلول های آبکاری راشل را نشان می دهد.



شکل (۱): منحنی بافر برای تنظیم پی اچ محلول های آبکاری راشل

هدایت الکتریکی محلول آبکاری با افزایش غلظت سیانید قلیایی آزاد محلول آبکاری و نیز افزایش غلظت کمپلکس های مس بهبود پیدا می کند. وقتی از محلول آبکاری جهت ایجاد پوشش مسی بر روی قطعات پایه از جنس استیل، برنج و یا مس استفاده می شود، هدایت الکتریکی محلول آبکاری را می توان با افزایش  $15 - 2$  g/L هیدروکسید سدیم به محلول آبکاری بهبود بخشید. وقتی که قرار است آبکاری بر روی قطعات پایه از جنس آلومینیوم، منیزیم و قطعات روی تحت فشار ریخته گری شده صورت گیرد، غلظت هیدروکسید سدیم در محلول آبکاری باید کاهش داده شود.

محلول های آبکاری راشل طی انجام آبکاری بر روی قطعات روی تحت فشار ریخته گری شده به وسیله یون های فلز روی آلوده می شوند. این آلودگی توسط روی را می توان به وسیله الکترولیز (تجزیه الکتریکی) محلول آبکاری در دمای اتاق و در دانسیته

ترجیح داده می شود که محلول آبکاری سیانیدی رقیق به طور پیوسته فیلتر شود. وجود آلودگی های آلی و نیز ذرات معلق در محلول آبکاری ایجاد کننده پوشش آستری بر روی قطعه پایه غالباً مسئول زبر شدن پوشش مسی اصلی است که متعاقباً بر روی پوشش آستری ایجاد می گردد. وجود یون های کرم شش ظرفیتی ( $\text{Cr}^{6+}$ ) در پوشش آستری منجر به تاول زدن پوشش اصلی می گردد. البته اضافه کردن افزودنی های اختصاصی موجود به این نوع محلول آبکاری می تواند به بهبود شرایط عملیاتی آبکاری و از آن جمله کنترل آلودگی های آلی و غیر آلی کمک کند که این افزودنی ها شامل موارد زیر می شوند:

عوامل کمپلکس کننده آلی مانند نمک های تارتارات، عوامل کاهنده آلی که جهت کنترل ناخالصی هایی مثل یون های کرم شش ظرفیتی مورد استفاده قرار می گیرند، عوامل ترکنده (فعال کننده های سطحی) که جهت کنترل آلودگی های آلی موجود در محلول آبکاری و نیز کاهش کشش سطحی محلول آبکاری استفاده می شوند و به این ترتیب منجر به قدرت پرتاب بهتر محلول آبکاری به ویژه بر روی قطعات پایه دارای سطوح نامنظم می شوند.

## محلول های آبکاری سیانیدی راشل

محلول های آبکاری سیانیدی راشل حاوی غلظت های پایین مس برای آبکاری پوشش های آستری و محلول های حاوی غلظت های بالای مس جهت آبکاری پوشش های اصلی مورد استفاده قرار می گیرند. نمک راشل تولید پوشش های ریز دانه کرده، اثر آلودگیهای فلزی را بر محلول آبکاری کاهش داده و به انحلال آند از طریق افزایش دانسیته جریان آندی، قبل از آن که پلاریزاسیون آندی رخ دهد، کمک می کند. از محلول های آبکاری سیانیدی راشل می توان در آبکاری های آندی - کاتدی دوره ای با موفقیت استفاده کرد. برای انجام آبکاری گردان (بشکه ای) با استفاده از محلول های سیانیدی راشل نیاز به تغییر ترکیب شیمیایی محلول آبکاری می باشد. از آنجایی که در آبکاری گردان در طول فرایند آبکاری قطعات در حال آبکاری تمایل دارند که در حین گردش مخزن آبکاری به هم بچسبند، افزایش غلظت سیانید آزاد در محلول آبکاری تا گستره  $30 - 25$  g/l یا کمی بیشتر جهت پوشش دهی کافی قطعات به هم فشرده شده ضروری می باشد. محلول های آبکاری راشل معمولاً در دانسیته جریان های  $5 - 2$  dm<sup>2</sup> عمل می کنند. جایگزین کردن نمک های پتاسیم موجود در این نوع محلول های آبکاری با نمک های سدیم در شرایطی که غلظت مس این محلول ها بالا و تا حدود  $38$  g/l باشد، می تواند امکان افزایش دانسیته جریان تا  $6$  A/dm<sup>2</sup> را به قیمت کاهش بازده کاتدی فراهم کند. این نوع محلول های آبکاری برای به دست آوردن بهترین کارایی معمولاً در دمای  $71 - 54^{\circ}\text{C}$  به کار گرفته می شوند. هر چه دمای آبکاری افزایش یابد، سرعت آبکاری نیز افزایش می یابد به طوری که یک محلول آبکاری با بازده بالا که غلظت مس بالایی دارد می تواند تا دمای  $77^{\circ}\text{C}$  عمل کند. در آبکاری مس بر روی قطعات فلز روی

بازده کاتدی و یا سرعت رسوب دهی رخ می دهد. مقدار بازده کاتدی تنها در دانسیته جریان های  $10 \text{ A/dm}^2$  و یا کمتر به ۱۰۰ درصد می رسد. با دانسیته جریان های  $3 \text{ A/dm}^2 - 2$ ، به ویژه زمانی که سرعت همزدن محلول آبکاری پایین باشد، بازده کاتدی ممکن است ۲۰ درصد افت داشته باشد. وجود یون های پتاسیم و یا سدیم در این نوع محلول آبکاری هدایت الکتریکی محلول را افزایش می دهد.

محلول های آبکاری سیانید پتاسیم و سیانید سدیم در دمای عملیاتی  $74 - 66 \text{ }^\circ\text{C}$  پوشش های مسی با کیفیتی را تولید می کنند. اگرچه افزایش دمای آبکاری به بالاتر از  $74 \text{ }^\circ\text{C}$  امکان استفاده از دانسیته جریان بالاتر را فراهم می کند، اما تجزیه سیانید در این دماهای بالا نیز افزایش می یابد. دانسیته جریان آندی به واسطه پلاریزاسیون که منجر به کاهش بازده آندی و افزایش مقدار ولتاژ مورد نیاز می شود، محدود می شود. دانسیته جریان کاتدی به وسیله سوختگی پوشش مسی که منجر به کاهش بازده کاتدی، کاهش برافیت و زبری پوشش مسی می شود، محدود می گردد. در محلول های آبکاری حاوی پتاسیم سیانید حدود ذکر شده بالاتر از محلول آبکاری سدیم سیانید می باشد.

## همزدن محلول

در محلول های آبکاری پتاسیم سیانید و سدیم سیانید با بازده بالا همزدن محلول آبکاری جهت دستیابی به حداکثر سرعت آبکاری ممکن مهم می باشد. این همزدن محلول می تواند با استفاده از هوا، کاند چرخان و یا با استفاده از یک همزن انجام گیرد. هر کدام از این روش های همزدن محلول آبکاری منجر به افزایش دانسیته جریان قابل استفاده می شوند، اما از میان این روش ها همزدن هوایی منجر به افزایش بیشتر دانسیته جریان می شود. در هر صورت باید به این نکته نیز توجه داشت که سطح کربنات ایجاد شده در محلول آبکاری وقتی از روش همزدن هوایی استفاده می کند نسبت به زمانی که از دو روش دیگر برای همزدن محلول آبکاری استفاده می شود، با سرعت بیشتری افزایش می یابد. همزدن مکانیکی محلول می تواند به وسیله یک میکسر و یا به وسیله جریان محلول ناشی از تجهیزات فیلتر کردن محلول انجام گیرد. همزدن محلول با استفاده از کاند چرخان با سرعت  $1 - 2 \text{ m/min}$  می تواند امکان سرعت آبکاری بیشتر را فراهم کند. همزدن هوایی آرام محلول آبکاری می تواند با استفاده از یک دمنده فشار پایین که به یک منبع هوای تمیز و فیلتر شده متصل است، انجام گیرد. در این مورد آخر باید دقت کرد تا هوای مورد استفاده تمیز و فاقد ذرات روغن باشد تا منجر به آلوده شدن محلول آبکاری نگردد.

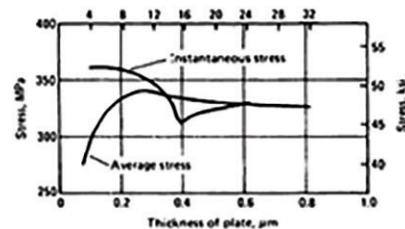
## فیلتر کردن

فیلتر کردن محلول آبکاری در مورد محلول های آبکاری سیانیدی با کارایی بالا به ویژه زمانی که پوشش هایی با ضخامت بیش از  $13 \text{ mm}$  تولید می کنند، یک امر ضروری است. تجهیزات فیلتر

جریانی که تولید پوشش با رنگ نامناسب می کند که معمولاً این دانسیته جریان  $0.3 - 0.2 \text{ A/dm}^2$  می باشد، از محلول آبکاری حذف کرد. آهن را که در صورت حضور داشتن در محلول آبکاری به دلیل کمپلکس هایی که با سیانید تشکیل می دهد می تواند منجر به کاهش بازده جریان گردد، نمی توان به راحتی از محلول آبکاری خارج کرد. وارد شدن یون کلرید از مخازن اسید شوئی به داخل محلول آبکاری به منظور جلوگیری از ایجاد و انباشتگی آهن در محلول آبکاری و در نتیجه انحلال و خوردگی تجهیزات استیلی باید به حداقل ممکن رسانده شود.

محلول های آبکاری راشل مستعد آلودگی توسط ترکیبات آلی هستند که این آلودگی ها را می توان با استفاده از عوامل ترکنده کنترل کرد. آلودگی های آلی موجود در محلول آبکاری را می توان با استفاده از تصفیه دوره ای محلول آبکاری با استفاده از کربن فعال و به دنبال آن فیلتر کردن محلول حذف کرد. میزان آلودگی های آلی در محلول آبکاری راشل به ویژه در آبکاری از نوع گردان (بشکه ای) بالا می باشد. استفاده از یک عامل فعال کننده سطحی، یک عامل ضد کف و یا یک عامل پراکنده ساز به محلول آبکاری گردان مانع از اثرات شدید آلودگی های آلی بر روی کیفیت پوشش حاصله می شود. استفاده از فرایند فیلتر کردن پیوسته محلول های آبکاری سیانیدی به منظور جلوگیری از ایجاد پوشش های زبر توصیه می شود.

افزایش دانسیته جریان الکتریکی و یا حضور سرب در محلول آبکاری سیانیدی راشل منجر به افزایش تنش در پوشش حاصل از آبکاری می شود. میزان این تنش را می توان با افزایش غلظت مس در محلول آبکاری کاهش داد. افزایش حدود  $15 \text{ g/L}$  از پتاسیم تیوسیانیید به محلول آبکاری منجر به تولید تنش انبساطی به جای تنش انقباضی معمول در پوشش حاصل از آبکاری می گردد. شکل (۲) تنش موجود در یک پوشش نازک مسی تولید شده با استفاده از محلول آبکاری سیانیدی بر روی قطعه پایه ای از جنس استیل ضد زنگ را نشان می دهد.



شکل (۲): تنش در پوشش نازک مسی آبکاری شده بر روی فنرهای مارپیچ از جنس استیل ضد زنگ

## آبکاری در محلول های آبکاری حاوی سیانید پتاسیم و سدیم با بازده بالا

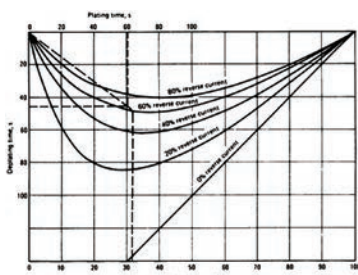
محلول های آبکاری سیانید سدیم و پتاسیم با کارایی بالا امکان استفاده از دانسیته جریان های بالاتر را دارند. در محلول های آبکاری سیانیدی با افزایش دانسیته جریان که مسئول توزیع جریان بر روی قطعه پایه (قدرت پرتاب) است، معمولاً کاهش در

بخشند. این چرخه ها در عین این که بازده محلول آبکاری را حفظ می کنند، امکان استفاده از دانسیته جریان های بالاتر را فراهم می کنند. از سوی دیگر این چرخه های قطع جریان الکتریکی براقیت پوشش مسی را بهبود داده و در برخی موارد پوشش هایی با براقیت عالی را از محلول های آبکاری بسیار آلوده تولید می کند که در صورت استفاده از آبکاری با دانسیته جریان پیوسته قابل تولید نمی باشند.

به طور کلی در چرخه قطع جریان الکتریکی به ازای هر ۱۵ - ۸ ثانیه آبکاری، ۳ - ۱ ثانیه قطع جریان الکتریکی انجام می گیرد. اگر زمان آبکاری کمتر از ۸ ثانیه و زمان توقف جریان بیشتر از ۳ ثانیه باشد، سرعت آبکاری کاهش می یابد. زمان آبکاری بیشتر از ۱۵ ثانیه و زمان توقف جریان کمتر از ۱ ثانیه نیز مزایای حاصل از چرخه قطع جریان الکتریکی را کاهش می دهد.

استفاده از آبکاری آندی - کاتدی دوره ای در محلول های آبکاری سیانیدی مس با بازده بالا دارای مزایایی است. این تکنیک شامل آبکاری قطعات پایه به روش سنتی برای یک مدت زمان معین و سپس پوشش برداری از این قطعات پایه در یک مدت زمان کمتر با معکوس کردن جریان الکتریکی آبکاری می شود. اگر زمان آبکاری بر روی قطعات پایه ۴۰ - ۲ ثانیه باشد، استفاده از زمان پوشش برداری ۱۰ - ۱ ثانیه می تواند منجر به پوشش های براقی مشابه با آن چه که با استفاده از چرخه های قطع جریان الکتریکی به دست می آمد، باشد. مزیت اصلی استفاده از روش آبکاری آندی - کاتدی دوره ای میزان همواری سطحی پوشش حاصل است که به ویژه وقتی زمان چرخه این نوع آبکاری طولانی باشد، مشهودتر است. بر همین اساس، استفاده از معکوس کردن جریان الکتریکی بیش از ۱۰ ثانیه برای زمان آبکاری حدود ۴۵ ثانیه می تواند حدود ۵۰ درصد میزان هموارسازی سطح پوشش را افزایش دهد. استفاده آبکاری آندی - کاتدی دوره ای امکان استفاده از سرعت بیشتر آبکاری و نیز دانسیته جریان های بیشتر پوشش برداری را فراهم می کند.

با افزایش جریان الکتریکی معکوس، میزان هموارسازی سطحی پوشش حاصل افزایش می یابد در حالی که بازده این چرخه با کاهش مقدار جریان الکتریکی معکوس افزایش می یابد. شکل (۳) میزان بازده چرخه را برای آبکاری آندی - کاتدی دوره ای نشان می دهد.



شکل (۳): میزان بازده چرخه در طول آبکاری مس به روش آبکاری آندی - کاتدی دوره ای

شکل (۴) ضخامت پوشش را به عنوان تابعی از بازده جریان نشان

کردن باید توانایی یک یا دو بار جابه جایی کامل محلول آبکاری را در طی مدت زمان یک ساعت در حالی که همزمان ذرات موجود در محلول از آن خارج می شوند، داشته باشد. زبری پوشش مسی ناشی از ذرات، اغلب نتیجه تمیزکاری نامناسب محلول آبکاری و یا ایجاد مس فلزی و یا ذرات اکسید مس در آندها می باشد. ذرات جامد و گرد و غبارهای معلق در محلول آبکاری سیانیدی منجر به زبری سطحی پوشش حاصل می گردند. کیف های آندی با اندازه، ترکیب، بافت و وزن مناسب برای جلوگیری از ورود ذرات ایجاد شده در آند به داخل محلول آبکاری بسیار سودمند هستند. دیگر ذرات خارجی وارد شده به داخل محلول آبکاری را می توان با استفاده از فیلتر کردن از محلول آبکاری خارج کرد.

## انباشت کربنات

انباشت کربنات ها در محلول های آبکاری سیانیدی مس با بازده بالا می تواند به شدت آبکاری را تحت تأثیر قرار دهد. وجود غلظت های بالای کربنات در داخل محلول آبکاری می تواند منجر به کاهش سرعت آبکاری و نیز بازده آبکاری گردد به طوری که وجود مقادیر  $150 - 120 \text{ g/L}$  و یا بیشتر کربنات در محلول آبکاری می تواند منجر به کاهش در سرعت و بازدهی آبکاری شود. وجود مقادیر زیاد کربنات در محلول آبکاری می تواند همواری پوشش حاصل را نیز تحت تأثیر قرار دهد. لازم به ذکر است که اثرات ذکر شده ناشی از انباشت کربنات ها در محلول آبکاری، در محلول های آبکاری سدیم سیانید نسبت به محلول های آبکاری پتاسیم سیانید بیشتر قابل درک هستند.

منبع اصلی ایجاد کننده کربنات در این محلول های آبکاری، تجزیه سیانید در نتیجه بازده آندی ضعیف است. دمای عملیاتی بالاتر از دمای توصیه شده نیز می تواند منجر به تشکیل کربنات در محلول آبکاری شود چرا که دمای عملیاتی بالاتر از  $74^\circ\text{C}$  می تواند منجر به تجزیه یون های سیانید شود. در سیستم همزدن هوایی محلول آبکاری نباید از هوای حاوی مقادیر بالای دی اکسید کربن استفاده کرد، چرا که دی اکسید کربن در محلول های آبکاری قلیایی حل شده و تولید کربنات می کند. در واقع هوای مورد استفاده جهت همزدن هوایی محلول آبکاری باید از یک منبع تمیز و تازه تهیه شود.

مقادیر بیش از حد کربنات موجود در محلول آبکاری را می توان به وسیله انجماد و یا رسوبدهی آن با افزودن اکسید کلسیم و یا افزودنی های انحصاری خارج کرد. در مورد محلول های آبکاری سدیم سیانیدی از هر دو روش انجماد و رسوب دهی برای خارج کردن کربنات ها می توان استفاده کرد، اما در مورد محلول های آبکاری پتاسیم سیانیدی تنها می توان از روش رسوب دهی استفاده کرد، زیرا روش انجماد در این نوع محلول های آبکاری به دلیل حلالیت نمک های کربنات در آن ها مؤثر نمی باشد.

## چرخه های قطع جریان الکتریکی

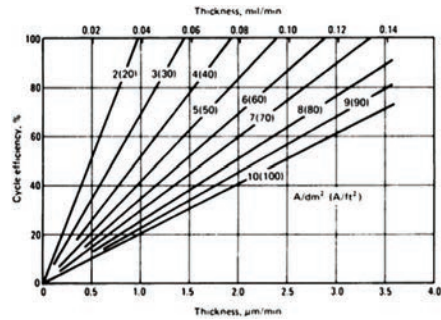
چرخه های قطع جریان اغلب گستره عملیاتی محلول های آبکاری سدیم و پتاسیم سیانیدی با کارایی بالا را بهبود می

های آبکاری دارای بافتی با دانه بندی ریز بوده و از تراکم بالایی برخوردار هستند. این محلول های آبکاری دارای قدرت پرتاب و پوشش دهی عالی حتی در نواحی به شدت فرورفته در سطح قطعه پایه هستند. علاوه بر حذف سیانید آزاد از محلول آبکاری در این محلول های آبکاری، غلظت مس بسیار پایینتر و در حدود  $13/5 - 7/5$  g/L می باشد و در نتیجه هزینه تصفیه این نوع محلول های آبکاری به شدت کاهش می یابد. در این محلول ها از سولفات مس به عنوان منبع تولید کننده یون مس استفاده می شود. از آنجایی که در این نوع محلول های آبکاری تجزیه سیانیدی که منجر به تولید و انباشت کربنات ها در محلول آبکاری می گردد رخ نمی دهد، بنابراین این محلول ها در مقایسه با محلول های آبکاری سیانیدی مس بسیار پایدارتر هستند.

بالتر از گستره معمول دانسیته جریان مورد استفاده در این نوع محلول آبکاری مس یعنی  $3/5 - 0/5$  A/dm<sup>2</sup>، مقدار بازده کاتدی به ۱۰۰ درصد می رسد. این بازده کاتدی بالا تمایل دارد تا سرعت پایین تر آبکاری در محلول آبکاری حاوی یون های مس دو ظرفیتی را در مقایسه با سرعت آبکاری بیشتر در محلول های آبکاری حاوی یون های مس یک ظرفیتی جبران کند. همزدن محلول آبکاری به طور قابل توجهی بر روی ظاهر پوشش حاصل از این نوع محلول آبکاری و نیز بازده کاتدی آن مؤثر می باشد. برای به دست آوردن پوششی با بافت دارای دانه بندی ریز و ظریف همزدن این نوع محلول های آبکاری لازم است. عدم همزدن محلول آبکاری منجر به تولید پوششی مات و نیز پوشش های سوخته در دانسیته جریان های متوسط  $1/5 - 2$  A/dm<sup>2</sup> می گردد.

از میان فرایندهای آبکاری تجاری در دسترس، یک فرایند آبکاری در نتیجه انباشته شدن یون های مس یک ظرفیتی در محلول آبکاری فسفات مس، پوشش مسی زبر و با چسبندگی ضعیف به سطح قطعه پایه تولید می کند. برای غلبه بر این مشکل، فرایند الکترولیز پیوسته در یک مخزن کمکی با استفاده از آندهای پلاتین اندود شده و یا آندهایی از جنس یک نوع سرامیک ویژه به منظور اکسید کردن یون های مس یک ظرفیتی به یون های مس دو ظرفیتی مورد استفاده قرار می گیرند.

از آنجایی که پی اچ عملیاتی محلول های آبکاری غیر سیانیدی مس در گستره ۹ - ۱۰ قرار دارد، از این محلول ها هم برای تولید یک پوشش آستری و هم تولید پوشش ضخیم می توان استفاده کرد. در این نوع محلول های آبکاری وقتی از قطعات پایه روی تحت فشار ریخته گری شده و یا آلومینیوم روی اندود شده استفاده شود، بر خلاف محلول های آبکاری سیانیدی، نیازی به انجام آماده سازی خاصی نیست. در پی اچ بالاتر از ۹ براقیت پوشش حاصل افزایش می یابد، اما در عوض چسبندگی آن به سطح قطعه پایه کاهش می یابد. مقادیر پی اچ بالاتر از ۱۰ باعث کندی افزایش دانسیته جریان شده و می تواند حد بالای دانسیته



**شکل (۴): ضخامت پوشش های مسی به عنوان تابعی از بازده چرخه و دانسیته جریان آبکاری در آبکاری آندی - کاتدی دوره ای**  
 نوع دیگری از سیستم آبکاری با جریان الکتریکی ناپیوسته که جهت آبکاری با این نوع محلول آبکاری و دیگر انواع محلول های آبکاری مس مورد استفاده قرار می گیرد، آبکاری پالسی (ضربانی) است. در این نوع آبکاری یک منبع جریان پالسی (یک سو کننده) جریان پالسی موج مربعی تولید می کند. این موج مربعی ایجاد یک پالس با زمان افت و خیز تقریباً ۸۵ - ۱۰ میکروثانیه و یک فرکانس استاندارد ۱۵۰ و چرخه های ۱۰۰۰۰ تایی می کند. در این سیستم توقف دوره ای جریان الکتریکی با توالی زمانی مناسب، امکان آبکاری سریعتر بدون سوختگی پوشش حاصل، تولید پوشش هایی با دانه بندی ریز و ظریف و افزایش قدرت پرتاب و توزیع بهتر جریان را فراهم می کند.

## افزودنی های اختصاصی محلول آبکاری سیانیدی مس با بازده بالا

استفاده از این افزودنی ها در محلول آبکاری سیانیدی مس با کارایی بالا مزایایی دارد که از آن جمله می توان به مواردی مثل افزایش انحلال آند، افزایش بازده آندی و کاتدی و افزایش کنترل آلودگی های محلول آبکاری اشاره کرد. از افزودنی های آلی و فلزی برای بهبود مشخصات پوشش های مسی حاصل و نیز براقیت آن ها استفاده می شود. این مواد افزودنی می توانند پوشش های مات تا کاملاً براق را تولید کنند.



## آبکاری در محلول های غیر سیانیدی مس

توسعه و گسترش محلول های آبکاری غیر سیانیدی مس هنوز هم ادامه دارد. پوشش های مسی حاصل از این نوع محلول

جریان مجاز را کاهش دهد.

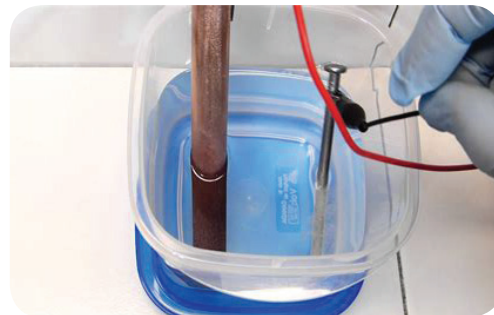
دهد. مقدار اضافی از پیروفسفات باید در محلول آبکاری وجود داشته باشد تا هم هدایت الکتریکی این محلول را افزایش دهد و هم انحلال آندها را بهبود دهد. حضور آمونیاک در این نوع محلول آبکاری انحلال آندها را بهبود می دهد، درخشندگی و براقیت پوشش را افزایش می دهد و به کنترل پی اچ محلول آبکاری کمک می کند. وجود نیترات امکان انجام آبکاری در دانسیته جریان بالاتر را با جلوگیری از کاهش هیدروژن در حد بالای گستره دانسیته جریان مجاز فراهم می آورد. مقدار پی اچ محلول های آبکاری پیروفسفاتی باید در گستره  $8 - 8/8$  حفظ گردد. بالا بودن پی اچ بازده آندی را کاهش می دهد، در حالی که پایین بودن پی اچ قدرت پرتاب محلول را کاهش داده و پایداری ترکیبات کمپلکس موجود در محلول آبکاری را با تشکیل ارتوفسفات کاهش می دهد. برای کاهش پی اچ محلول آبکاری می توان از پیروفسفریک اسید و برای افزایش پی اچ از پتاسیم هیدروکسید استفاده کرد. در مورد فرایند های آبکاری پیوسته با استفاده از این نوع محلول های آبکاری، همزدن خوب محلول آبکاری امری ضروری می باشد. در این جا استفاده از همزدن هوایی نسبت به همزدن محلول با استفاده از یک کاتد چرخان به منظور کارایی بهتر کاتدها و آند ها ترجیح داده می شود.

محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس را می توان تا دانسیته جریان  $7 \text{ A/dm}^2$  مورد استفاده قرار داد. با افزایش دمای عملیاتی و یا سرعت همزدن محلول آبکاری می توان مقدار حد بالای دانسیته جریان مجاز را افزایش داد. دانسیته جریان آندی باید در گستره  $4 - 2 \text{ A/dm}^2$  حفظ شود.

از استفاده دمای بالا در این نوع محلول آبکاری باید پرهیز کرد، چرا که می تواند منجر به افزایش تولید ارتوفسفات گردد. وجود ارتوفسفات ناشی از هیدرولیز پیروفسفات تا حدود  $90 \text{ g/L}$  می تواند مفید باشد، چرا که از یک سو انحلال آندها را تحریک می کند و از سوی دیگر به عنوان یک بافر در محلول آبکاری عمل می کند. وجود غلظت های بیش از  $90 \text{ g/L}$  در محلول آبکاری گستره براقیت پوشش و هدایت الکتریکی محلول آبکاری را کاهش داده و منجر به تولید پوشش های مسی با ساختار راه راه یا نواری می گردد. ارتوفسفات را نمی توان به صورت شیمیایی از محلول آبکاری خارج کرد، اما غلظت آن را می توان با دور ریختن بخشی از محلول با رقیق کردن آن و نوسازی کردن محلول آبکاری کاهش داد.

محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس مستعد آلودگی های آلی مثل روغن و ترکیبات حاصل از تجزیه افزودنی های به کار رفته در محلول آبکاری هستند. این آلودگی های آلی را می توان با استفاده از تصفیه محلول آبکاری با کربن فعال و فیلتر کردن از

این نوع محلول آبکاری بر خلاف محلول های سیانیدی، جهت آلودگی های ناشی از ترکیبات آلی و فلزی مستعدتر می باشند. آهن، سرب و نقره ناخالصی های مهمی هستند که باید با استفاده از عملیات الکترولیتی در دانسیته جریان پایین، این ناخالصی ها را از محلول آبکاری خارج کرد. ناخالصی های آلی موجود در محلول آبکاری با استفاده از افزایش پراکسید هیدروژن به محلول آبکاری و نیز تصفیه با کربن فعال از آن خارج می گردند. فیلتر کردن پیوسته محلول آبکاری با استفاده از یک محفظه نگهدارنده بر اساس اندازه ذرات با مش  $10 \text{ m}\mu$  می تواند برای محلول های آبکاری غیرسیانیدی مفید باشد. گاهی می توان از فیلتر کردن محلول آبکاری با استفاده از کربن فعال عاری از گوگرد جهت کنترل آلودگی های آلی استفاده کرد. محلول های آبکاری غیر سیانیدی مس در برابر آلودگی سیانیدی تحمل کمی دارند، به همین دلیل است که وقتی خطوط آبکاری از محلول های آبکاری نوع سیانیدی به محلول های آبکاری نوع غیر سیانیدی تغییر می کنند باید تمام سیانید موجود در تجهیزات موجود در خط آبکاری شامل مخزن آبکاری، آویزها، فیلترها یا صافی ها، گرم کن ها، بشکه های آبکاری و ... تمیز و شسته شود.



## محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس

محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس دارای برخی از مشخصه های نامطلوب هستند. وقتی پیروفسفات مس در داخل محلول پیروفسفات پتاسیم حل شود تشکیل یک کمپلکس به شدت محلول و رسانا می دهد. در این نوع محلول های آبکاری استفاده از نمک های پتاسیم به واسطه حلالیت بالایی که دارند ترجیح داده می شود. محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس دارای بازده کاتدی نزدیک به ۱۰۰ درصد بوده و از قدرت پرتاب خوبی هم برخوردار هستند. این محلول های آبکاری به دلیل این که دارای پی اچ نزدیک به شرایط خنثی هستند فاقد خاصیت خوردنگی می باشند. گستره غلظتی و شرایط عملیاتی برای محلول های آبکاری پیروفسفاتی مس در جدول (۳) ارائه شده است.

پیروفسفات با مس تشکیل یک کمپلکس با حلالیت بالا را می

می کنند، علاوه بر اجزای اصلی محلول آبکاری یک کاتالیزور نیز باید به منظور جلوگیری از تشکیل پوشش های رگه دار به محلول آبکاری اضافه گردد. این کاتالیزور یون کلرید است که غلظت در محلول آبکاری باید بین  $1/8 - 0.2$  g/L یا  $100 - 200$  ppm نگاه داشته شود. یون کلرید معمولاً به صورت هیدروکلریک اسید به محلول آبکاری اضافه می شود تا باعث تشکیل شدن پوشش زبر و گره دار نشود. پایین بودن مقدار یون کلرید می تواند باعث تشکیل پوشش سیاه در لبه ها و نواحی با دانسیته جریان بالا بر روی قطعه پایه گردد، همواری پوشش را کاهش دهد، براقیت پوشش را کاهش دهد، سبب حفره دار شدن پوشش گردد و نیز انحلال آندی را تضعیف کند. غلظت بالای کلرید باعث تولید پوشش رگه دار می شود، مصرف براق کننده در محلول آبکاری را افزایش می دهد، همواری سطح پوشش را کاهش می دهد و براقیت پوشش حاصل از محلول های با فرمولاسیون براق را کاهش می دهد. غلظت بالای کلرید در محلول آبکاری را می توان به وسیله فرایند تصفیه محلول آبکاری با گرد روی و یا رسوبدهی آن با افزایش نقره به محلول آبکاری کاهش داد.

اگر شدت همزدن محلول آبکاری حداقل باشد، دانسیته جریان نباید از  $4/5$  A/dm<sup>2</sup> تجاوز کند، چرا که در غیر این صورت ممکن است پلاریزاسیون آندی اضافی رخ دهد و در نتیجه پوشش اسفنجی شود. در جایی که نیاز به استفاده از دانسیته جریان بالاتر باشد، از همزدن هوایی استفاده می شود. استفاده از همزدن هوایی به منظور تسریع نفوذ یونی و تولید پوشش هایی با دانه بندی ریز و کیفیت بالا، زمانی که دانسیته جریان الکتریکی بیش از  $10$  A/dm<sup>2</sup> است، امری ضروری می باشد.

اثر تغییرات دما بر روی ساختار بلوری و همواری سطحی پوشش های مسی حاصل از محلول آبکاری سولفات مس کم اهمیت تر از اثر تغییرات دمایی بر روی دانسیته جریان کاتدی می باشد. افزایش دمای آبکاری منجر به افزایش هدایت الکتریکی محلول و نیز کاهش پلاریزاسیون آندی و کاتدی می گردد. افزایش دما همچنین اندازه دانه بندی و استحکام کششی پوشش مسی را کاهش می دهد. وقتی در محلول آبکاری سولفات مس، از افزودنی های اختصاصی استفاده می شود، دمای آبکاری نباید بیش از اندازه بالا باشد، چرا که گستره آبکاری را کاهش می دهد، مصرف افزودنی ها را افزایش می دهد و با افزایش تجزیه افزودنی های موجود در محلول آبکاری باعث افزایش آلودگی آن می شود. باید به دقت مراقب بود تا از تسریع انباشتگی فلز مس در محلول آبکاری وقتی که سرعت نوسازی محلول پایین است و یا نسبت آند به کاتد نامناسب است، جلوگیری شود. افزایش در غلظت سولفات مس باعث افزایش مقاومت ویژه محلول شده و پلاریزاسیون آندی و کاتدی را نیز اندکی کاهش می دهد. غلظت های سولفات مس بیش از  $248$  g/L منجر به تبلور نمک فوق

محلول آبکاری خارج کرد. سیانید و سرب نیز این نوع محلول آبکاری را آلوده می کنند که سیانید با استفاده از افزایش پراکسید هیدروژن به محلول آبکاری و سرب با استفاده از الکترولیز محلول آبکاری از آن خارج می شوند. روش های پیشگیرانه ای مثل تمیزکاری مناسب، آبکشی کافی و مراقبت و کنترل کافی محلول آبکاری از ورود آلودگی ها، یا ایجاد آن ها در داخل محلول آبکاری از نیاز به تصفیه مکرر آن جلوگیری می کنند. محلول های آبکاری پیروفسفاتی در برابر دیگر آلودگی های فلزی مقاوم هستند.

براق کننده های اختصاصی برای این نوع محلول آبکاری در دسترس هستند که ساختار بلوری پوشش را اصلاح کرده، ویژگی همواری پوشش را بهبود داده و به عنوان براق کننده نیز عمل می کنند. در هر صورت ترکیبات حاصل از تجزیه مقادیر مازاد افزودنی های موجود در محلول آبکاری تولید تنش در پوشش مسی کرده و منجر به ترد و شکننده شدن آن می گردد. بنابراین برای حفظ کیفیت پوشش مسی حاصل از آبکاری، افزودنی ها باید به میزانی که مصرف می شوند به محلول آبکاری اضافه شوند.

## آبکاری در محلول های آبکاری سولفات مس اسیدی

ترکیب شیمیایی محلول های آبکاری سولفات اسیدی بسیار ساده است. سولفات مس ۵ آبه و اسید سولفوریک اجزای اصلی محلول آبکاری هستند. منبع یون های مس سولفات مس است. اسید سولفوریک هدایت الکتریکی محلول را افزایش داده و مانع از تشکیل نمک های بازی مس یک ظرفیتی و دو ظرفیتی بر روی سطح آندها و نیز دیواره داخلی مخزن آبکاری می شود که می تواند منجر به انحلال ضعیف آندی و زبری پوشش حاصل شود. پایین بودن غلظت اسید سولفوریک منجر به سوختگی پوشش مسی در دانسیته جریان بالا، کاهش میزان همواری پوشش، تیره شدن پوشش مسی در دانسیته جریان پایین و پوشش مسی دارای گره می شود. غلظت بالای اسید سولفوریک اثرات کمتری بر پوشش دارد، اما انحلال آندی را افزایش می دهد. محلول آبکاری سولفات مس با بازده کاتدی  $100 - 95$  درصد را می توان به سهولت کنترل کرد.

برای تولید پوششی هموار، با دانه بندی ریز، براق و انعطاف پذیر با استفاده از محلول های آبکاری سولفات مس، استفاده از افزودنی ها ضروری می باشد. بیشتر افزودنی هایی که در محلول های آبکاری سولفات مس مورد استفاده قرار می گیرند دارای فرمول اختصاصی می باشند. این افزودنی ها می توانند مشخصات مورد نظر پوشش مسی را ایجاد کنند. در محلول های آبکاری سولفات مس که پوشش های براق تولید

در مقایسه با اثر تغییرات دما بر روی دانسیته جریان کاتدی از اهمیت کمتری برخوردار است.

اگرچه امکان ایجاد پوشش های مسی با ضخامت ۲۵ میکرومتر با استفاده از محلول های آبکاری فلئوربوراتی غلیظ و بدون نیاز به همزدن محلول با دانسیته جریان  $35 \text{ A/dm}^2$  وجود دارد، اما ترجیح داده می شود که همزدن محلول نیز در حین آبکاری انجام شود. در واقع وقتی همزدن محلول انجام می شود، استفاده از یک محلول آبکاری با غلظت پایین که در دانسیته جریان  $4 - 5 \text{ dm}^2$  عمل می کند توصیه می شود.

اگر چه محلول های آبکاری فلئوربوراتی مس که فاقد هر گونه افزودنی هستند، می توانند پوشش هایی هموار با ضخامت ۵۰۰ میکرومتر تولید کنند، اما در این نوع محلول های آبکاری مس نیز می توان از افزودنی ها برای کمک به تولید پوشش های براق تر و یکنواخت تر و یا کمک به کنترل شرایط آبکاری استفاده کرد. اگرچه پوشش های مسی تولید شده توسط محلول آبکاری فلئوربوراتی را می توان به سهولت پرداخت کرده و به پوشش هایی با براقت بالا تبدیل کرد، اما افزودن استیل تیواوره به عنوان براق کننده به این نوع محلول آبکاری می تواند منجر به تولید پوششی براق شود. افزایش اسید آزاد به این محلول آبکاری هدایت الکتریکی آن را افزایش داده، پلاریزاسیون آندی و کاتدی را کاهش می دهد و مانع از رسوب نمک های بازی در محلول آبکاری می شود. وقتی به این نوع محلول آبکاری مس ملاس (به اندازه  $1 \text{ ml/l}$ ) افزوده شود، پوشش هایی سخت به دست می آید. اگر پی اچ محلول آبکاری فلئوربوراتی مس از  $1/7$  تجاوز کند، پوشش حاصل از آن مات، تیره و ترد و شکننده می شود.

اگر غلظت اسید فلئوربوریک در محلول آبکاری فلئوربوراتی مس از  $15 \text{ g/L}$  تجاوز کند و یا اینکه غلظت فلئوربورات مس از  $220 \text{ g/L}$  تجاوز کند، مقاومت ویژه محلول آبکاری کاهش می یابد. در محلول آبکاری فلئوربوراتی، غلظت یون مس می تواند بیش از دو برابر این غلظت در محلول آبکاری سولفات مس حاوی  $50 - 75 \text{ g/L}$  اسید سولفوریک باشد.

در محلول آبکاری فلئوربوراتی مس نقره، طلا، آرسنیک و آنتیموان می تواند همراه با مس رسوب کنند، اما اثرات چنین ناخالصی هایی بر روی پوشش و محلول آبکاری گزارش نشده است. سرب تنها ناخالصی فلزی است که در انعطاف پذیری پوشش مسی حاصل از این نوع محلول آبکاری مؤثر است. افزایش اسید سولفوریک منجر به رسوب کردن سرب موجود در محلول آبکاری می شود. همانند محلول های آبکاری سولفات مس، در این نوع محلول های آبکاری نیز ناخالصی های آلی می توانند منجر به ترد و شکننده شدن پوشش و نیز تغییر رنگ آن شوند. ناخالص های آلی موجود در محلول آبکاری را می توان با تصفیه محلول آبکاری به وسیله زغال فعال از آن خارج کرد.

در محلول آبکاری می شود. ترکیب متعارف محلول آبکاری با دور ریختن بخشی از آن و اضافه کردن آب و اسید سولفوریک مجدداً ترمیم می شود.

برای بهبود قدرت پرتاب برخی از محلول های سولفات مس که جهت آبکاری مورد مدارهای چاپی مورد استفاده قرار می گیرند، از یک محلول آبکاری با غلظت اسید سولفوریک بیشتر و سولفات مس کمتر استفاده می شود. این محلول آبکاری امکان توزیع پوشش تقریباً برابر را در هنگام آبکاری سوراخ های ارتباطی در مورد مدارهای چاپی را فراهم می کند.

در محلول های آبکاری سولفات مس، ناخالصی هایی مانند نقره، طلا، آرسنیک و آنتیموان می توانند همراه با مس رسوب کنند. حضور آرسنیک و آنتیموان در پوشش مسی آن را زبر و ترد می کند و حضور نقره پوشش مسی را زبر می کند. حضور ناخالصی های نیکل و آهن در محلول آبکاری هدایت الکتریکی آن را کاهش می دهد. اگرچه یون های سرب موجود در محلول آبکاری با مس هم رسوبی نمی کنند اما می توانند در داخل محلول رسوب کنند. سیلیکات های محلول در محلول آبکاری ممکن است بر روی قطعه پایه رسوب کنند. ترکیبات آلی ناشی از تجزیه افزودنی های موجود در محلول آبکاری، پوشش های دیواره مخزن آبکاری و کیف های آندی می توانند منجر به ترد و شکننده شدن پوشش مسی و نیز تغییر رنگ آن شوند. آلودگی های آلی موجود در این محلول های آبکاری را می توان با تصفیه آن با استفاده از کربن فعال حذف کرد.

## آبکاری در محلول های آبکاری فلئوربوراتی

فلئوربوریک اسید و فلئوربورات مس اصلی ترین اجزای تشکیل دهنده محلول آبکاری فلئوربورات مس هستند. منبع تأمین کننده یون های مس در این محلول آبکاری فلئوربورات مس می باشد که در مقایسه با سولفات مس در محلول های آبکاری سولفات مس، از حلالیت بیشتری برخوردار است و در آن دانسیته جریان آندی مهم نمی باشد. بنابراین، غلظت یون مس در محلول آبکاری فلئوربورات مس بیش از دو برابر غلظت یون مس در محلول های آبکاری سولفات مس است که این امکان استفاده از دانسیته جریان بالاتر آبکاری را فراهم می کند. نمک های مس دو ظرفیتی در محلول آبکاری فلئوربوراتی به شدت یونیزه هستند مگر بخش های کوچکی از نمک های کمپلکس کمتر یونیزه که با ترکیبات افزودنی موجود در محلول آبکاری تشکیل می شوند.

در محلول های آبکاری فلئوربوراتی مس، دانسیته جریان آندی بدون آن که منجر به پلاریزاسیون آندی شود، می تواند به بزرگی  $40 \text{ A/dm}^2$  باشد. اثر تغییرات دما بر روی ساختار بلوری و همواری سطحی پوشش حاصله از این نوع محلول های آبکاری



نام: \_\_\_\_\_ نام خانوادگی: \_\_\_\_\_ تاریخ تولد: / / \_\_\_\_\_  
 آخرین مدرک تحصیلی: \_\_\_\_\_ رشته تحصیلی: \_\_\_\_\_  
 نشانی کامل پستی: \_\_\_\_\_  
 کد پستی: \_\_\_\_\_ صندوق پستی: \_\_\_\_\_  
 تلفن: \_\_\_\_\_ تلفن همراه: \_\_\_\_\_  
 ایمیل: \_\_\_\_\_  
 نوع اشتراک:  شخصی  سازمانی  تعداد نسخه‌های مورد نیاز: \_\_\_\_\_  
 آیا مشترک شماره‌های قبل بوده‌اید:  بله  خیر  
 شماره اشتراک قبلی: \_\_\_\_\_  
 بدین وسیله مبلغ \_\_\_\_\_ ریال طی فیش بانکی شماره \_\_\_\_\_ تاریخ \_\_\_\_\_  
 بانک صادرات، حساب سپهر، شماره ۰۳۲۶۸۵۸۲۸۷۰۰۱ به نام نشریه صنعت آبکاری پرداخت شد.

شغل: \_\_\_\_\_  
 سمت: \_\_\_\_\_  
 نام موسسه: \_\_\_\_\_  
 دولتی  نیمه دولتی  خصوصی  
 در کدام یک از زمینه‌های زیر مایلید با مجله همکاری نمایید:  
 تالیف  ترجمه  سایر  نام ببرید: \_\_\_\_\_

برای اشتراک در فصلنامه صنعت آبکاری به موارد ذیل توجه فرمایید:

- بهای اشتراک یک‌ساله ۱۶۰۰۰۰ ریال است.
- هزینه پست سفارشی ۱۴۰۰۰۰ ریال برای یکسال است.
- کپی فرم اشتراک نیز قابل قبول است.
- شماره شبا حساب ۰۱ ۲۸۷۰ ۲۸۵۸ ۶۸۵۸ ۰۳۲ ۶۸۵۸ ۰۱۹۰ ۰۰۰۰ ۱۹۲۱ IR می باشد .
- خواهشمند است تغییر آدرس خود را در اولین فرصت به صورت کتبی اعلام فرمایید.

- فرم اشتراک را پس از تکمیل همراه با تصویر رسید بانکی حق اشتراک از طریق نمابر ارسال نمایید، در غیر اینصورت به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۴۴۷-۱۵۸۱۵ پست نمایید..
- برای کسب اطلاعات بیشتر با تلفن ۴۴۳۸۳۲۴۰ و یا نمابر ۴۴۳۸۳۲۴۰ تماس حاصل فرمایید.

---

# Electroplating Industry Magazine

-----QUARTERLY

10th year/No 17/Wintre 1401

*Publisher & License Holder & Managing Editor & Editor in chief:*  
A. H. Seifi

*Deputy Editor:*  
F. Palizban

*Contributors This Issue:*  
M. Dehkordi, S. Bakhtiar, E. Rostami, P. Samadi,  
O. Ataee, F. Nasirpuri

*Coordination & Page Designer:*  
S. Bakhtiar

*Advertising:*  
M. Barati, Fatemeh Zoghi

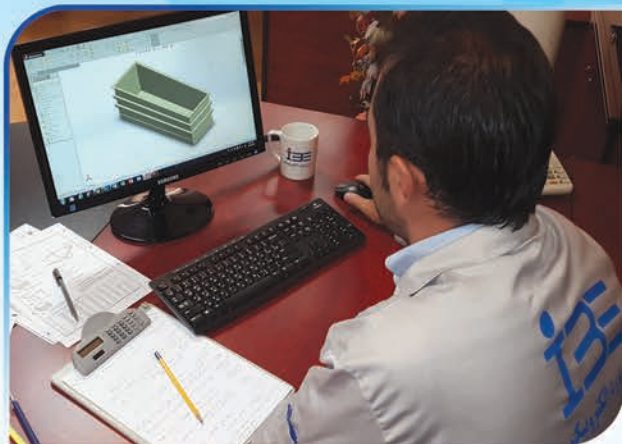
*Task of Subscribe to the magazine:*  
M. Barati

*Office Address:*  
Apt. No. 910, Kish Bld, Satar khan St, Tehran, Iran.  
P.O.Box: 1134837486  
Tel: +98 - 2144383240  
Tel: +98 - 2144383240

*Web sites:*  
[www.iranplating.com](http://www.iranplating.com)  
*E-mail:*  
[Ieic\\_ir@yahoo.com](mailto:Ieic_ir@yahoo.com)

*Channel telegram link:*  
<https://t.me/sanatabkarimag>





طراحی و ساخت انواع وان ها با استفاده از مواد اولیه شرکت **SIMONA** آلمان مطابق با استاندارد DVS 2205



ساخت انواع خطوط آبکاری یکپارچه با تجهیزات مدرن آلمانی



Quality Pumps & Filters

Made in Netherland 

شرکت هندور هلند با بیش از ۶۵ سال سابقه ، ارائه کننده انواع پمپ ها و فیلترهای آبکاری با بالاترین سطح تکنولوژی

- دارای پمپ مغنتیک از جنس PP و PVDF
- ظرفیت فیلتراسیون بالا تا ۳۵ هزار لیتر در ساعت
- دارای خدمات پس از فروش



■ فیلتر با پمپ افقی مغنتیک از جنس PP و PVDF در ابعاد و سایز های مختلف، دارای دوام بی نظیر



■ فیلتر با پمپ عمودی قدرتمند از جنس PP و PVDF در ابعاد و سایز های مختلف، دارای دوام بی نظیر و عاری از هرگونه مشکل هواگیری یا نشست محلول

محصول با کیفیت برای مشتریان با کیفیت

برخی مشتریان مهم :



Iran Board Electronic

شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری



# MAZURCZAK

## THERMOPROZESSE

Made in Germany 

شرکت مزورزاک آلمان با بیش از ۸۰ سال سابقه ، تولید کننده بهترین تجهیزات گرمایشی و سیستم کنترل دما و سطح محلول ها با بالاترین دوام ، کارایی و ایمنی

- ارائه انواع هیترهای سرامیکی ، تفلون ، استیل ، تیتانیوم ، کوارتز
- انواع ترموستات ، کنترلر دما ، کنترلر سطح محلول ها
- مناسب برای هر نوع کاربرد در اشکال گوناگون و قابل استفاده در انواع محلول های آبکاری



■ گرمکن های میله ای با غلاف استیل، تیتانیوم، تفلون، کوارتز

■ گرمکن های ماریچ با روکش تفلون

■ انواع سیستم های کنترلر سطح و دمای محلول ها با بالاترین دقت

محاسبه و طراحی سیستم های گرمایش و کنترل دما با استفاده از نرم افزار اختصاصی مزورزاک

طراحان حرفه ای و بهترین سازندگان خطوط و تجهیزات آبکاری در دنیا

فقط از محصولات مزورزاک در خطوط آبکاری خود استفاده می کنند

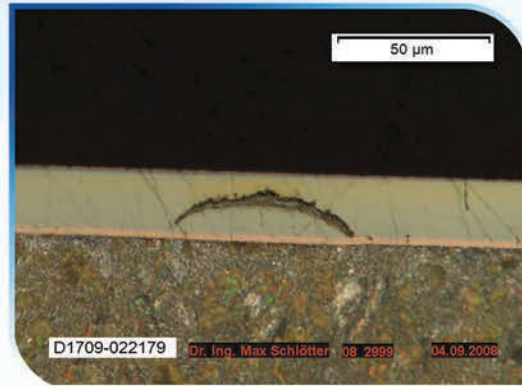


شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری

شرکت ایران بورد الکترونیک با استفاده از پیشرفته ترین تجهیزات و با همکاری کارشناسان مجرب آلمانی ، آماده ارائه انواع خدمات مشاوره ای و آزمایشگاهی می باشد



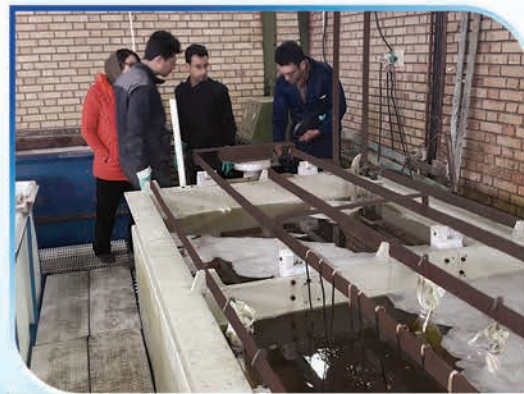
آنالیز محلولهای تمامی پروسه های رایج در آبکاری و ارائه راهکارهای عملی جهت برطرف نمودن عیوب آنها



انجام آزمونهای متالورژیکی از قبیل متالوگرافی، سختی سنجی و چسبندگی پوشش



آبکاری قطعات در خطوط پایلوت با هدف امکان سنجی راه اندازی خطوط و صرفه جویی در وقت و هزینه مشتری



انجام بازدید های دوره ای جهت بررسی، کنترل کیفی و آموزش فرآیندهای آبکاری



**PROCESS AUTOMATION  
INTERNATIONAL LIMITED**

[www.palhk.com](http://www.palhk.com)



**Kamtress Automation Systems**

[www.kamtress.com](http://www.kamtress.com)

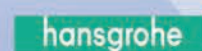
شرکت PAL با بیش از ۵۰ سال سابقه و ساخت بیش از ۲۰۰۰ خط ، بزرگترین طراح و سازنده ی خطوط آبکاری در دنیا با بالاترین سطح تکنولوژی و استفاده از تجهیزات مرغوب

شرکت Kamtress هند ، همکار اصلی گروه PAL با تجربه ساخت بیش از ۱۵۰ خط اتوماتیک و اجرای پروژه های موفق در خدمت صنایع آبکاری ایران



PAL تنها شرکت در دنیا با توانایی ساخت ۱۰ خط بطور همزمان و امکان تست کامل ، قبل از نصب در محل

برخی مشتریان مهم :



Iran Board Electronic

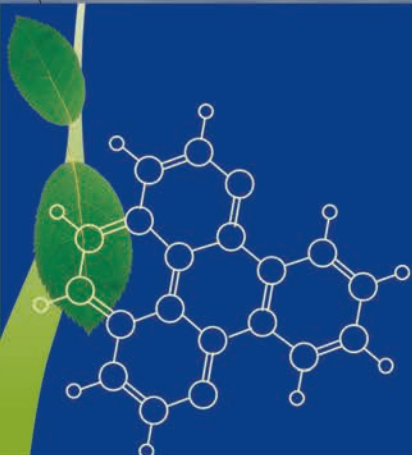
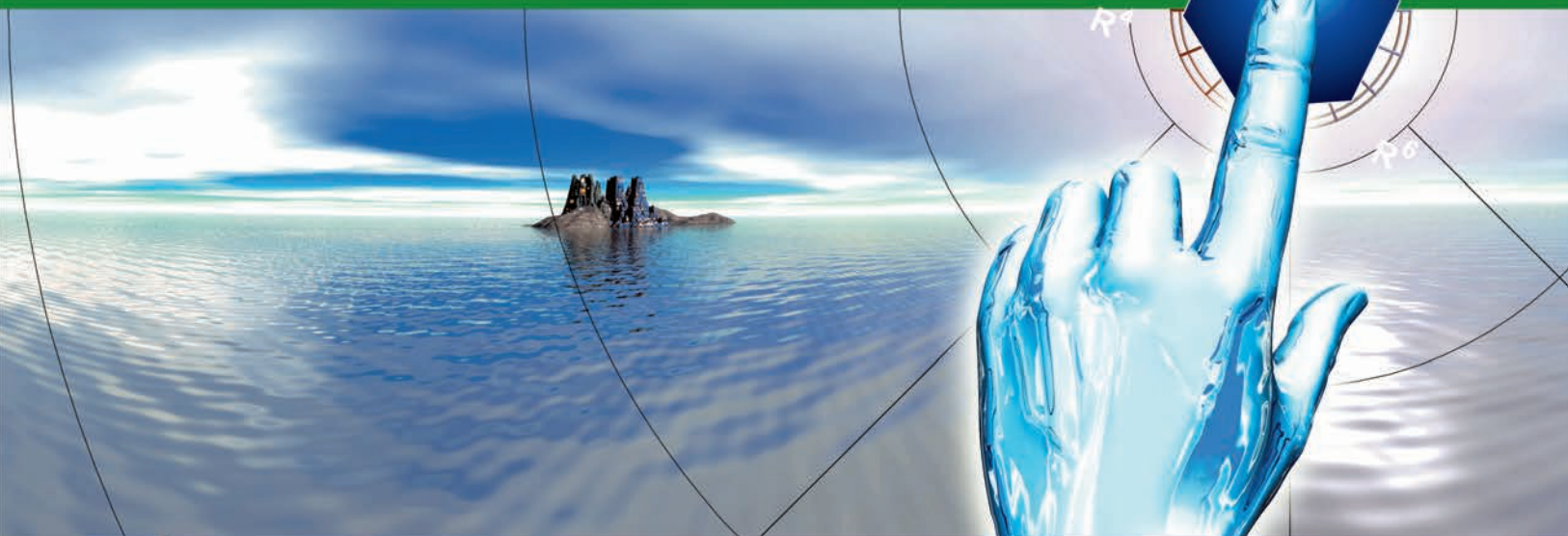
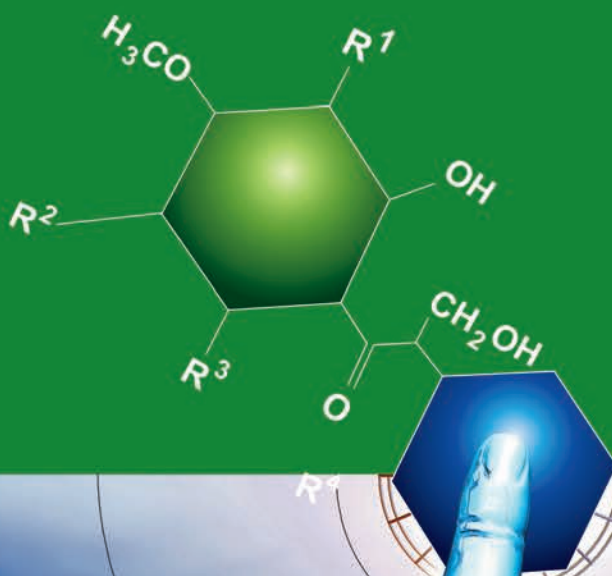
شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری



# شرکت نیکاب شیمی

تولید کننده مواد شیمیایی و تجهیزات آبراری

- ✓ تولید کننده مواد شیمیایی آبراری، چربیگیر و فسفات‌های صنعتی
- ✓ مشاوره و راه‌اندازی خطوط دستی، نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک آبراری
- ✓ مشاوره، طراحی و راه‌اندازی خطوط تصفیه پساب آبراری
- ✓ ارائه دوره‌های کوتاه مدت آموزش فنی و تخصصی آبراری



[www.nikabchemie.com](http://www.nikabchemie.com)  
[info@nikabchemie.com](mailto:info@nikabchemie.com)

کارخانه: شهرک صنعتی ایوانکی، خیابان کوشش ۵ شماره ۶۱۸  
تلفن: ۵۴ - ۳۴۵۸۴۳۵۲ - ۲۳



با نیم قرن تجربه

CANNING

ما افتخار داریم که اولین بنیانگذار تکنولوژی کرم سخت در ایران هستیم

## کارخانه آبکاری کانینگ

ارائه خدمات آبکاری فلزات و قطعات صنعتی با بهترین کیفیت نظیر آبکاری کرم سخت ، قلع و نقره و پرداخت انواع منبع غذایی و دارویی ، ضمناً مجهز به تجهیزات آزمایشگاهی جهت آنالیز محلولهای آبکاری و کلیه خدمات آزمایشگاهی تضمین کیفیت پوشش آبکاری شده منوط به استفاده از مواد اولیه و فرایندهای پیشرفته امروزی می باشد. این کارخانه تنها با یک شعبه در دو نقطه مختلف تهران آماده همکاری با شرکت های محترم می باشد .



### کانینگ شعبه دیگری ندارد

دفتر : جاده قدیم ، بعد از میدان شیر پاستوریزه ، بین فتح نهم و یازدهم ، پاساژ پارس حمید ، شماره ۱۱

تلفن : ۶۶۸۰۶۷۷۸-۶۶۸۱۶۵۰۴ فکس : ۶۶۸۰۹۰۱۸

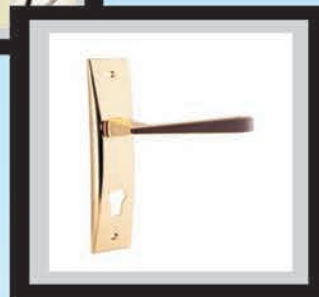
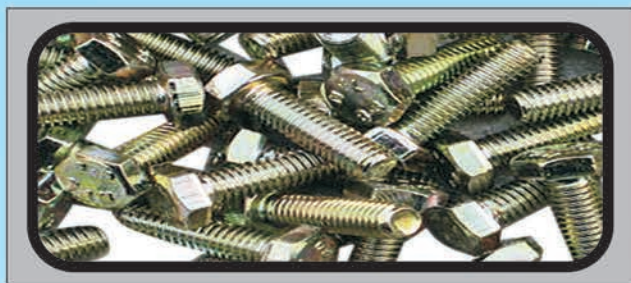
کارخانه : جاده مخصوص کرج ، کمربندی اندیشه ، بعد از پل هوایی دوم ، خیابان ۳۰ متری زاگرس

مجتمع کارگاهی زاگرس ، بعد از کوچه هومن

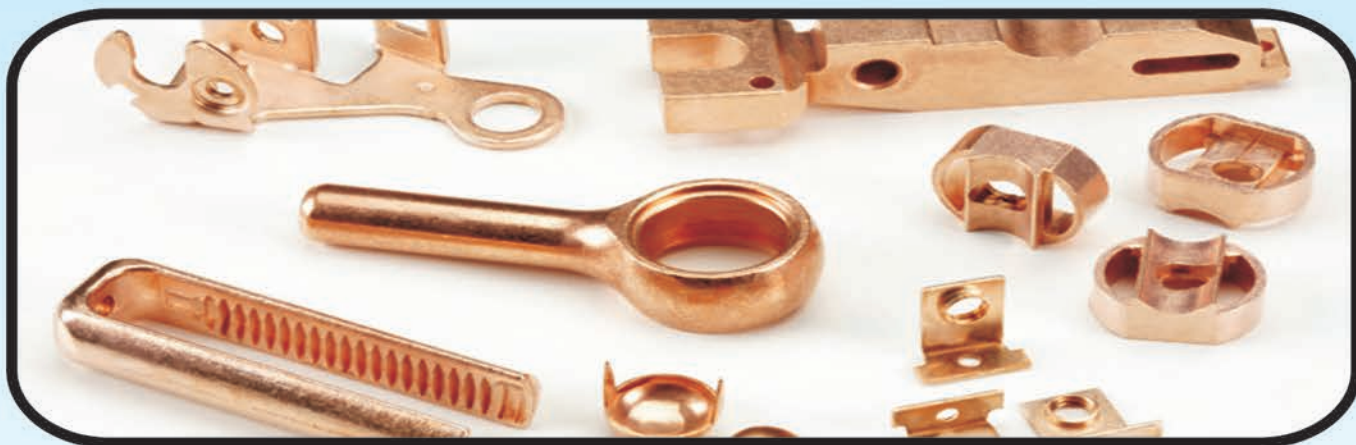
تلفن : ۴۶۸۳۳۱۵۷-۸ و ۴۶۸۷۹۶۰۶ فکس : ۴۶۸۳۳۱۵۹

# صنایع آبکاری عارفی

( با مدیریت مرتضی عارفی )



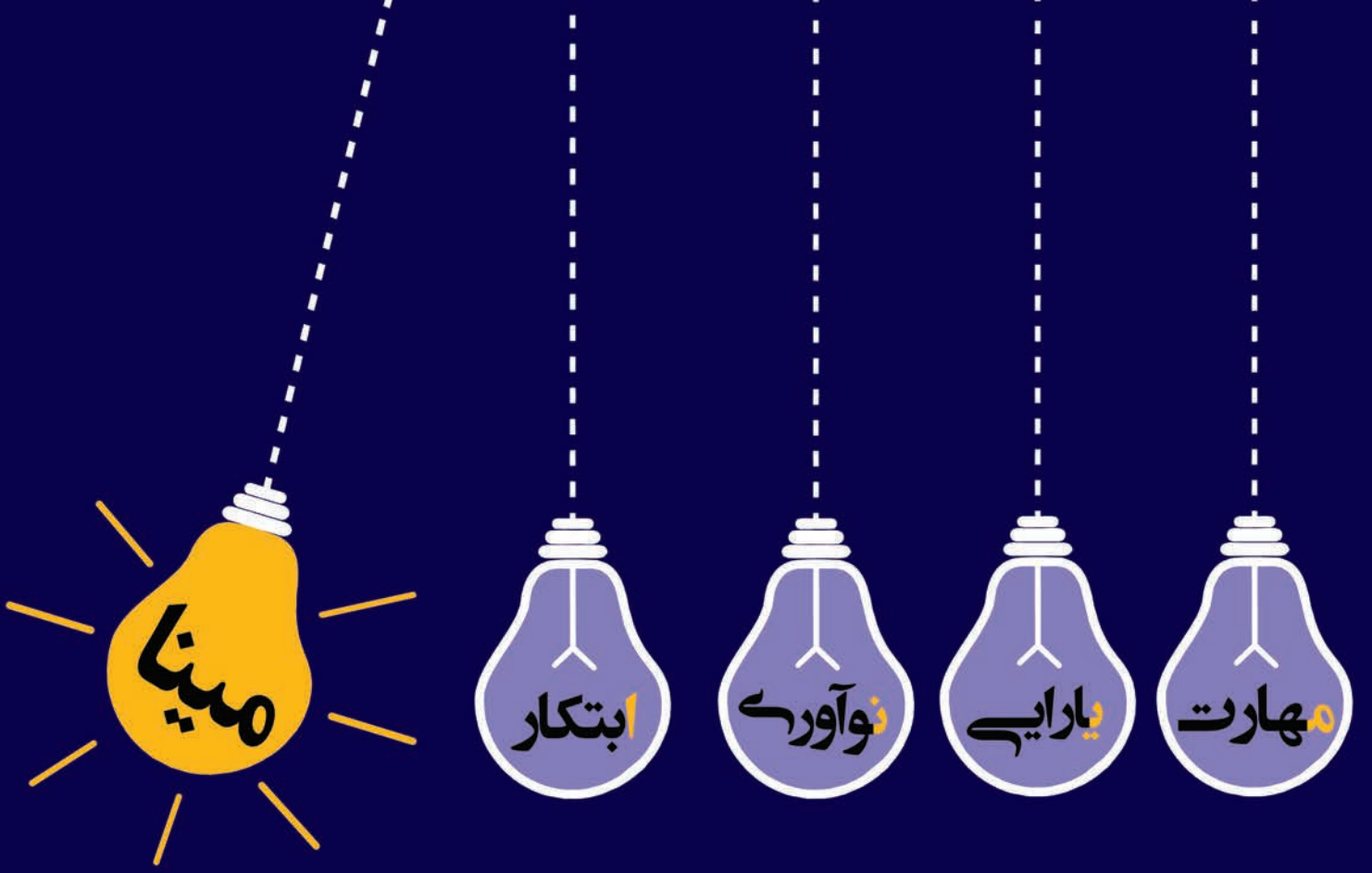
- ✓ آبکاری و پوشش دهی بر روی کلیه فلزات
- ✓ مشاوره و رفع عیب محلول های آبکاری
- ✓ راه اندازی کلیه خطوط آبکاری



۶۳-۷۷۳۳۶۶۶۱

۷۷۳۴۹۴۵۲

آدرس: خیابان دماوند جاده آبعلی - سه راه اتحاد خیابان ۱۸ غربی ( ضمیرایی ) پلاک ۱۷



مینا  
سطح آرا

اعتبار صنعت پوشش دہے

تاسیس ۱۳۴۰

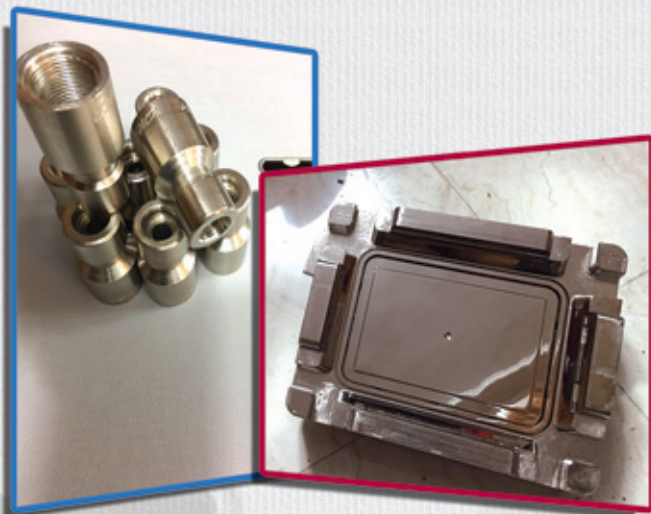
کارخانہ آبکاری: سہ راہ تہرانپارس خیابان اتحاد کوچہ ششم غربی (طوروسیان) پلاک ۷

دفتر فروش: تہرانپارس خیابان ۱۸۴ شرقی (نقلے اصفہانی) پلاک ۱۱۹ واحد ۸

☎ (+۹۰)۷۷۳۲۹۸۹۷-۸

🌐 www.msf-co.com

## پوشش انواع قطعات فلزی مطابق استاندارد Covering A Variety Of Metal Parts According To Standards



- پوشش های الکترولس ( نیکل ، طلا ، نقره )
- گالوانیزه ، انواع کروماته
- قلع اسیدی
- راه اندازی کلیه خطوط آبکاری
- مشاوره ، رفع عیوب و آنالیز کلیه محلول های آبکاری
- EN Plating
- Zinc Plating
- Tin Plating
- Gold , Silver
- CONSULTING , Installation , Trouble Shooting

### برخی موارد مصرف نیکل شیمیایی ( الکترولس ) :

- صنایع اتومبیل / در قسمت های مختلف ترمز ، کاربوراتور ، چرخ دنده ها
- صنایع نفت ، گاز و شیمیایی / مخازن ، همزن ها ، شیرها و اسلایدرها
- صنایع غذایی / هم زدن تانک ها ، قسمت های مختلف نقاله
- صنایع الکترونیک / اجزا و قسمت های مختلف الکترونیک ، دیسک ها ، خازن ها و ...
- صنایع هواپیمایی و فضائی / توربین ، لوله ها و قسمت های ئیدرولیک
- صنایع پلاستیک / فرآیند PVC
- صنایع مهندسی / شیرهای مختلف ، چرخ دنده ها ، بلبرینگ ها و غلطک های مدار چاپی
- صنایع نساجی / سیستم راهنمای نخ ها ، غلتنده ها
- صنایع نظامی / خودروها ، کشتی های نظامی ، سکوها و آینه های نظامی
- معادن / سیلندرهای ئیدرولیکی و مته های حفاری

نشانی دفتر : تهرانپارس ، خ گلبرگ ، بین رشید و ۱۱۳ ، پلاک ۹۵ ، واحد ۶  
تلفن : ۶ - ۷۷۳۳۹۰۵۵ - ۷۷۳۲۲۷۸۴ همراه : ۰۹۱۲-۱۲۵۳۱۹۱

Address : 6th Unit , No.95 , Between Rashid St. & 113 St. , Golbarg St. , Tehranpars , Tehran , Iran

Tel : 77339055-6 77322784 Mobile : 0912-1253191

website : [www.sathazin.com](http://www.sathazin.com) email : [hamidgaeeni@gmail.com](mailto:hamidgaeeni@gmail.com)

# A.F.T

## شرکت آبگینه فلز تهران

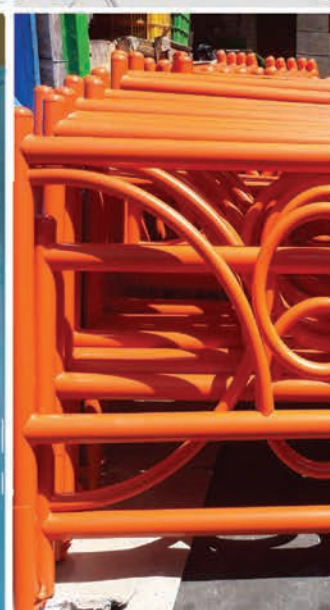
آبکاری گالوانیزه تا طول ۴ متر

آبکاری نیکل کروم

رنگ پودری (الکترواستاتیک)

راه اندازی خطوط آبکاری

فسفاته



تلفن: ۰۲۱ ۴۶۸۲۱۸۰۲    تلفن همراه: ۰۹۱۲۱۱۷۳۲۸۲

۰۹۱۲۲۲۵۵۶۸۵ (محمدی)    ۰۲۱ ۴۶۸۷۱۳۹۸

آدرس کارخانه: شهرقدس- بلوار انقلاب- روبروی پارک آزادگان- جنب

پمپ بنزین- کوی مطهری- پلاک ۸ - شرکت آبگینه فلز تهران



# FlexKraft™

OVER 15000 INSTALLATIONS  
WORLDWIDE.

# KRAFT POWERCON

## رکتیفایر جریان بالا

مناسب برای آبنكاری های تخصصی و با کیفیت  
در فرایندهای مداوم و بدون وقفه

دقت بالای جریان تا ۰,۱ آمپر

قابلیت برنامه پذیری و کنترل از راه دور

کاهش هزینه انرژی تا میزان ۴۰ درصد

قابلیت افزایش تدریجی جریان

کاهش زمان آبنكاری

# NOKIAN

سروش نوآوران کیان

نماینده انحصاری شرکت  
سوئد Kraftpowercon

آدرس: تهران - میدان نوبنیاد  
کوهستان پنجم - پلاک ۳ -  
طبقه ۳ - واحد ۵

تلفن: ۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۸۲۵

۰۲۱ - ۲۲۸۱۴۰۳۰

۰۲۱ - ۲۶۱۱۰۹۴۱

فکس: ۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۷۹۳

info@nokiantrading.com

www.nokiantrading.com

برخی از مشتریان جهانی



ABB



AIRBUS

SIEMENS

ALSTOM

پذیرش محدود نمایندگی در شهرستان ها

## برنامه عمل فلزاب در تامین مواد شیمیایی تصفیه آب و پساب

- آزمایش پساب صنایع و تعیین کارآمدترین مواد شیمیایی برای تصفیه آن
- در آزمایشگاه فلزاب
- ارسال نمونه مواد پیشنهادی برای تست آزمایشگاهی مشتری
- تست صنعتی در کارخانه مشتری
- دوز مصرف پایین مواد برنامه فروش فلزاب
- استمرار کیفیت مواد تحویلی در تمامی پارتی ها
- مشاوره مستمر فنی فلزاب با تیم فنی مشتری
- کلیه مواد برنامه فروش فلزاب ساخت و بسته بندی در آلمان است
- کلیه مواد دارای ایران کد برای تائید اصالت کالا است

## مواد سبز برای تصفیه آب و پساب در حمایت از چرخ صنایع وابسته به آب



### مواد شیمیایی تصفیه آب و پساب برنامه فروش فلزاب

• پلی آلومینیوم کلراید (PAC)  
بهداشتی  
صنعتی

• پلی الکترولیت  
کاتیونی  
آنیونی

• ضد کف  
سیلیکونی  
سیلیکونی-خوراکی  
خوراکی  
الکلی

# آریا سایان گستر

تولید کننده ماشین آلات پلیسه گیری، پرداختکاری و پولیش

چربی گیری و اکسید زدایی



● دستگاه گیانسان زنی



● دستگاه ویبره



● دستگاه سمباده زنی ۴ ایستگاه

وارد کننده لوازم پرداختکاری، اسکاچ، کنفی (Sisal) و ...



Field of activities:

- 1-Plastic pumps: ■Horizontal ■Vertical ■Barrel ■Mechanical ■Magnetic ■Self Prime
- 2-Plastic filter: ■Unit filters ■Filter presses ■Strainers
- 3-Designing manufacturing and erecting Polymer equipment: ■Tanks ■Baths ■Fans
- 4-Designing and erecting installations, plastic pipes and fitting from: P.V.C - P.E - P.P - P.V.D.F - E.C.T.F.E. ....
- 5-Designing and manufacturing polymer parts : P.P - P.P.G.F. - P.V.C - P.E - P.V.D.F - P.T.F.E. ....
- 6-Providing side services for all above mentioned matters
- 7-Designing and executing chemical projects for above cases according

All products of this company are provided with guarantee and after sales services

الکترو پمپ های افقی  
مکانیکی و مغناطیسی پلاستیکی  
Plastic pumps  
Mechanical - Horizontal



AMP-N  
الکترو پمپ های نرمال



AMP-M  
Magnetic

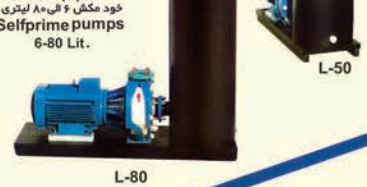
ANP  
پمپ های استاندارد API-610 (پاتاقان)



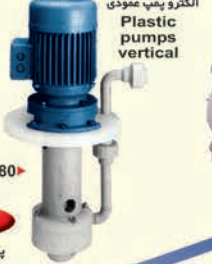
AMP-H  
الکترو پمپ های استاندارد API-610



AMP-S  
الکترو پمپ های افقی خود مکش و الی ۸۰ لیتری  
Selfprime pumps  
6-80 Lit.



AMP-V  
الکترو پمپ عمودی  
Plastic pumps  
vertical



پمپ دیافراگمی  
Air Diaphragm  
Pumps



پمپ ممبرین  
Membrane  
Pumps

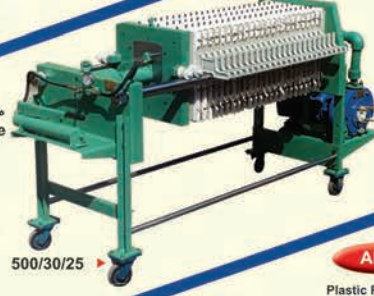
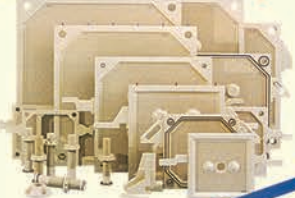
فیلتر های محفظه ای  
Unite Filters



AMP-B  
پمپ های بشکه ای  
Barrel pumps



صفحات فیلتر پرس و تجهیزات  
Filter Presses Plate  
& Accessories



AFP  
فیلتر پرس  
Filter Press

AFM  
فن پلاستیکی  
Plastic Fan  
2800 - 380



ASU  
استریتر پلاستیکی  
Strainers

پروانه های پلاستیکی  
Impellers



سیل های مکانیکی  
Mechanical seals



شیر یکطرفه  
Chek Valves



وان هول سل  
Hull Cell



موره نامبره تانک  
Tank  
Adaptors/pp



موزن نازل  
Eductor  
nozzel



زمینه های فعالیت:

- ۱- ساخت پمپهای پلاستیکی: ■ افقی ■ عمودی ■ بشکه ای ■ مکانیکی ■ مغناطیسی ■ خودمکش
- ۲- ساخت فیلترها: ■ فیلترهای محفظه ای ■ فیلتر پرسها ■ استریترها
- ۳- طراحی، ساخت و نصب تجهیزات پلیمری: ■ مخازن ■ وانها ■ فن ها
- ۴- طراحی و نصب لوله ها و اتصالات پلیمری از مواد: پی وی سی - پلی اتیلن - پلی پروپیلن - پی وی دی اف
- ۵- طراحی و ساخت قطعات پلیمری و اتصالات از مواد: پی وی سی - پلی پروپیلن - پلی اتیلن - پلاستیکیهای نسوز
- ۶- ارائه سرویسهای جانبی در مورد کلیه محصولات آبتین و مشابه خارجی
- ۷- مشاوره، طراحی و اجرای پروژه های شیمیایی و ضد خوردگی در کلیه زمینه های فوق

کلیه محصولات و تولیدات این شرکت شامل یکسال گارانتی و خدمات پس از فروش می باشد.

پروژه‌ها:

طراحی، ساخت و اجرای خط آبکاری

نیکل کروم شرکت تولیدی

بازرگانی نیلپر با ظرفیت

۳۰/۰۰۰ لیتر نیکل.

# NSV

## شرکت نیک صنعت ونداد

\* طراحی، ساخت و اجرا انواع خطوط آبکاری و تصفیه پساب دستی و اتومات. \* ساخت انواع وان های

PP تا دمای ۹۵ درجه - PVC - PE استیل (۱۵ سال خدمات پس از فروش و ۵ سال گارانتی).

\* ساخت کوره، کانوایر، خشک کن و کوره پخت با ابعاد و دمای مختلف. \* سازنده انواع فن بکوارد،

فوروارد و سانتریفیوژ آهنی و استیل. \* ساخت زیر پای ضد اسید PP. \* سازنده انواع سبد

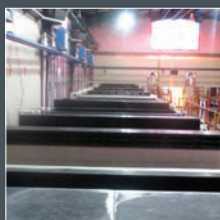
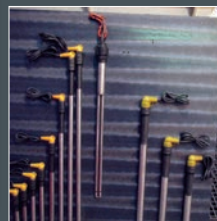
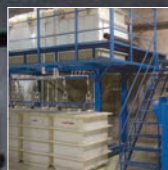
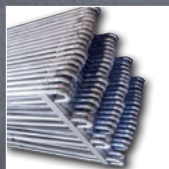
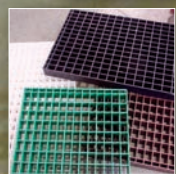
تیتانیومی و کوئیل تیتانیومی و استیل. \* سازنده انواع فیکسچرهای تیتانیومی، مسی و آهنی.

\* تلفن: ۰۹۱۲۱۵۷۵۵۸۳ - ۰۹۱۲۲۴۸۹۹۱۷ \* تلگرام: ۰۹۱۰۸۸۸۶۳۵۱

\* ایمیل: [nik.sanat.vandad@gmail.com](mailto:nik.sanat.vandad@gmail.com)

\* سایت: [www.nsv-co.com](http://www.nsv-co.com)

طراحی، ساخت و راه اندازی خط آبکاری  
 قطعه سازی فشارکی اصفهان.  
 طراحی، ساخت و راه اندازی شرکت پنجا  
 (بشتیبانی و نوسازی  
 هلیکوپترهای  
 ایران).



# NIK SANAT VANDAD Co

Designing. Construction & execution of all plating lines

# GOLKAR SEPAHAN

عضوانجمن صنایع آّبکاری ایران



## شرکت گلکار سپاهان

تولیدکننده

آندهای مس فسفردار و خالص

ورق و صفحات مسی

تسمه های مسی

آدرس: اصفهان، منطقه صنعتی پلیس راه نجف آباد، خیابان نیرو، خیابان کوشش، پلاک ۷  
کد پستی: ۸۵۱۶۹۵۴۶۴۱  
تلفن: ۰۳۱-۴۲۴۹۹۱۴۵  
فکس: ۰۳۱-۴۲۴۹۹۶۲۰  
golkarsepahan@gmail.com  
www.golkarsepahan.com



آنودایزینگ آلومینیوم آروین به مدیریت کورش صالحیان کارشناس ارشد متالورژی با بیش از ۱۵ سال تجربه علمی و صنعتی در فرآیندهای پوشش دهی بخصوص آنودایزینگ و نیز تجهیزاتی مدرن و به روز آماده ارائه خدمات ذیل مطابق استاندارد MIL می باشد.



\* آنودایزینگ سخت آلیاژهای آلومینیوم تا ضخامت ۵۰۰ میکرون و سختی ۷۵RC

\* آنودایزینگ سخت آلیاژ ۲۰۲۴ تا ضخامت بالای ۱۰۰ میکرون و سختی ۵۰۰HV

\* آنودایزینگ سخت مشکی آلیاژهای آلومینیوم

\* آنودایزینگ سخت سفید آلیاژهای آلومینیوم

\* آنودایزینگ نرمال در رنگهای متنوع مات و براق

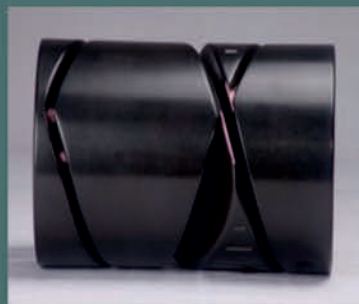
\* آنودایزینگ اسید کرومیک

\* آنودایزینگ تیتانیوم در رنگهای مختلف تا مشکی

\* سیاهکاری آلیاژهای آلومینیوم

\* فرآیند آلودین و پولیش آلومینیوم

\* طراحی - مشاوره - نصب و راه اندازی



آدرس: رباط کریم - میدان امام خمینی - ابتدای بلوار امام - خیابان صنعت - پلاک ۵

همراه: ۰۹۱۲۱۹۸۸۲۶۵

تلفن: ۵۶۴۲۰۳۴۸ تلفکس: ۵۶۴۲۰۲۵۲



# umicore

## Electroplating

شرکت یومیکور پیشگام در تولید مواد آبکاری فلزات گرانبها در دنیا

مواد و دانش فنی فرایندهای آبکاری فلزات گرانبها برای کاربردهای تزئینی و تکنیکی

Made in Germany 

شرکت یومیکور با بیش از ۱۲۵ سال سابقه در تولید مواد آبکاری فلزات گرانبها، تکنولوژی سطوح، کاتالیست ها، ترکیبات فلزاتی همچون نیکل و کبالت، مبدع بسیاری از فرآیندهای آبکاری در دنیا بوده و در حال حاضر در بیش از ۶۰ کشور جهان دارای نمایندگی بوده و بیش از ۱۲۰۰ محصول نوآورانه را در بالاترین سطح کیفیت در برنامه ی فروش خود دارد.

شرکت ایران **بورد الکترونیک** به عنوان تنها نماینده ی رسمی شرکت یومیکور آلمان در ایران مفتخر است انواع فرآیندها و محصولات آبکاری فلزات گرانبها را به صورت **اصل** و به همراه **گارانتی، خدمات پس از فروش و آموزش** به صنایع آبکاری ایران ارائه نماید.

- رودیوم
- پالادیوم و آلیاژهای آن
- پلاتین
- روتنیوم
- نقره و آلیاژهای آن
- طلا و آلیاژهای آن
- برنز سفید و طلایی
- آلیاژ نیکل - فسفر الکترولیتی
- آنتی تارنیش نقره
- انواع آند های تیتانیوم با روکش پلاتین و MMO

Rhodium Plating



Gold Plating



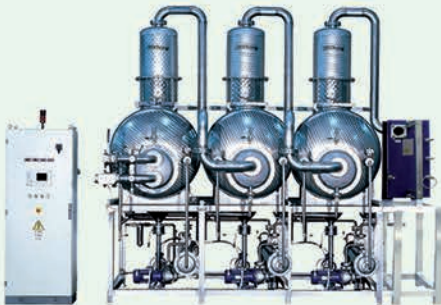
Palladium Plating



Anodes

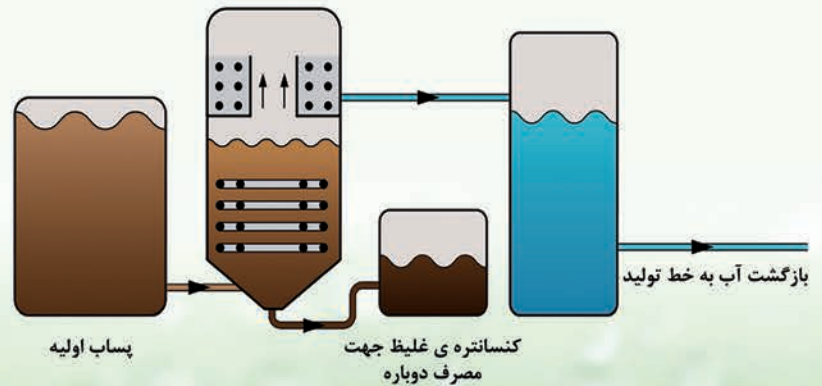


شرکت ایران بورد الکترونیک با هدف ارائه دانش فنی ، انواع مواد افزودنی و تجهیزات در زمینه آبکاری و خنثی سازی پساب های صنعتی ، فعالیت های خود را از سال ۱۳۶۱ آغاز نموده است . اکنون این شرکت با برخورداری از امکانات تولیدی و آزمایشگاهی مدرن ، آماده ارائه هرگونه خدمات و انواع سیستم های تصفیه پساب های صنعتی مطابق با استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست بصورت یک پکیج مستقل و قابل جابجایی با کیفیت عالی و سهولت کاربرد و قابلیت بازگشت آب به چرخه ی تولید می باشد.



## دستگاه تبخیر کننده (EVAPORATOR)

جهت بازگرداندن مواد ارزشمند به چرخه ی آبکاری



- بازیابی عناصر ارزشمند موجود در پساب ها به صورت کنسانتره غلیظ
- کم حجم ، قابل جابجایی و قابلیت نصب در محیط های کوچک
- ساخته شده از مواد با بالاترین میزان مقاومت به خوردگی
- مصرف انرژی پایین و عدم نیاز به تعمیرات و نگهداری
- دارای گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش
- دارای سیستم کنترل تمام اتوماتیک (PLC)
- عاری از هرگونه بخارات سمی و آلاینده



# H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> PLANT

شرکت فرآیند گستر تامین  
آب اکسیژنه



اولین و بزرگترین تولید کننده آب اکسیژنه ۳۵ و ۵۰ درصد در ایران

FIRST AND BIGGEST PRODUCER OF

**HYDROGEN PEROXIDE**

IN IRAN

**راههای ارتباطی:**

تلفن: ۵ - ۱۰۶۴ ۳۶۳۰ (۴۱) ۹۸+

فکس: ۱۰۳۷ ۳۶۳۰ (۴۱) ۹۸+

وبسایت: [www.hydrogenperoxide.ir](http://www.hydrogenperoxide.ir)

ایمیل: [info@hydrogenperoxide.ir](mailto:info@hydrogenperoxide.ir)

**آدرس کارخانه و دفتر فروش:**

تبریز، کیلومتر ۲۰ جاده تهران

ابتدای جاده باسمنج

جنب کارخانه کلر پارس

شرکت فرآیند گستر تامین



تهیه و توزیع

# سیانید سدیم



۴۶۸۹۷۱۸۲ - ۳

لایه نشانی در خلأ

# PVD

(آبکاری تحت خلأ)



- لایه نشانی در محیط خلأ به کمک فاز بخار
- لایه طلائی رنگ TiN رایج ترین پوشش با ظاهر تزیینی
- سختی بالا و چسبندگی عالی در کنار کاهش ضریب اصطکاک
- مناسب جهت انواع قالب و ابزار و قطعات صنعتی و لوازم لوکس و مقاوم

تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

فکس: ۲۲۰۶۳۱۹۵

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com



## آ.ف.ک

### تولید کلیه نمکهای عملیات حرارتی

- ♦ نمکهای سختکاری مشابه نمکهای دور فریت (دگوسا)
- ♦ نمکهای آنیل، سمتاسیون، نیترو کربوراسیون، کوبینج و تمپر
- ♦ مشاوره در کلیه امور عملیات حرارتی و پوشش های سطحی
- ♦ تأمین تجهیزات و راه اندازی خطوط سختکاری حمام نمک



تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com

عملیات حرارتی



## پلی تکنیک



### نیتراسیون

(نیترو کربوراسیون)

- ✓ افزایش سختی و مقاومت به سایش و مقاومت به خستگی حتی در دماهای بالا
- ✓ عدم ایجاد تغییر ابعاد، تابیدگی و ترک و عدم نیاز به ماشینکاری پس از سختکاری
- ✓ بیشترین چسبندگی لایه سخت به زیرلایه به علت نفوذی بودن فرآیند
- ✓ مناسب برای قالب پلاستیک، سیلندر و مادون و قالب دایکست، اکستروژن و فورج



### آرکور

(پست اکسیداسیون)

- ✓ دارا بودن خواص نیتراسیون همزمان با افزایش مقاومت به خوردگی
- ✓ افزایش مقاومت به خوردگی چندین برابر پوشش کروم سخت
- ✓ قابل انجام بر روی آهن و فولاد به ویژه فولاد زنگ نزن (استنلس استیل)
- ✓ رنگ تزیینی مشکی براق

تلفن: ۴۶۸۸۰۶۷۴ و ۴۶۸۶۸۲۰۰ - ۷



## مهندسی سگوس

- ♦ طراحی و ساخت قطعات پیچیده فلزی از روی نمونه اصلی آن
- ♦ تهیه دانشنامه فنی قطعات با تکیه بر ساختار و خواص متالورژیکی
- ♦ بورسی جنس، روش تولید، خواص مکانیکی، عملیات حرارتی و پوشش

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com

تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

شرکت شیمیائی



JAHANTAB  
CHEMICAL CO.

# جهانتاب (سهامی خاص)

اولین تولید کننده مواد آبکاری در ایران با نیم قرن تجربه

دارنده گواهینامه ISO 9001 - 2008 از انگلستان



تولید کننده انواع براقی های نیکل ، روی و مس ( اسیدی و سیانوری )

انواع کروماته ها ، انواع نمک ها و انواع چربی گیری های گرم و سرد (جامد و مایع)

حساس کننده استنلس استیل ، آند کروم در سایز های مختلف ، ضد گاز کروم و...

دفتر مرکزی : تهران ، چهارراه ولی عصر ، روبروی تاتر شهر ، کوچه پشن ، شماره ۴    تلفن : ۰۲۰-۶۶۴۱۴۵۱۹    فکس : ۰۲۵۲۲-۶۶۴

دفتر فروش : تهران ، خیابان شهید رجایی ، شماره ۱۹۰    تلفن : ۰۵۵۰۰۳۳۹۱ - ۵۵۰۰۹۸۶۲

کارخانه : شهرک صنعتی پایتخت ( علی آباد ) بلوار صنوبر ، یاسمن ۵    تلفن : ۰۲۳۳-۴۵۷۲۰۶۱    فکس : ۰۲۳۳-۴۵۷۲۰۶۴

[www.jahantabchemical.com](http://www.jahantabchemical.com)

برها

خوبها



نیکل گستر

نیکل گستر متخصص آبکاری است.  
نیکل گستر متخصص الکتروفریتینگ است.  
نیکل گستر پرسنل متخصصی دارد.  
نیکل گستر آزمایشگاه تخصصی دارد.



نیکل گستر  
Nickel Gostar



مواد اولیه، تجهیزات و دانش آبکاری، تصفیه آب و پساب

نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۴۰۱ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴  
تلفن: ۷۷۲۴۰۶۲۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۹۵  
فکس: ۷۷۲۴۴۱۵۹  
تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰  
سر ویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰  
وب سایت: [www.nickelgostar.com](http://www.nickelgostar.com)  
پست الکترونیکی: [info@nickelgostar.com](mailto:info@nickelgostar.com)





فلزات غیر آهنی ساخت آلمان در قالب ورق، تسمه، لوله صاف، لوله فین دار، میل گرد، سیم، یاتاقان، شمش و مبدل حرارتی مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه و تهویه مطبوع.

مواد سبز تصفیه آب و پساب های صنعتی شامل انواع: ضدکف های (بایه سیلیکونی، خوراکی، الکلی و روغنی) با گرید صنعتی و بهداشتی. پلی الکترولیت های کاتیونی و آنیونی. پلی آلومینیوم کلراید مایع (PAC).

رشته های برنامه  
کار فلزات مرتبط  
با یکدیگر تمکیل  
چرخه کار

فناوری فلزات غیر آهنی

فناوری محیط زیست

فناوری سطح ( آبکاری )

مواد شیمیایی تخصصی صنعت آبکاری با ردیابی اصالت آلمانی کالا از طریق ایران کد دانش فنی ایرانی و آلمانی با پشتیبانی مستمر.

تلاش فلزاب در مسیر توسعه صنعتی پایدار

- ۱- حذف آلاینده های سربی در فرایند تولید فلزات غیر آهنی.
- ۲- تصفیه شیمیایی آب و پساب با هدف دستیابی به استانداردهای خروجی سازمان محیط زیست و بازچرخانی آب به عنوان سرمایه ملی.
- ۳- تامین مواد آبکاری که در فرمولاسیون خود عاری از ویژگی CMR، مواد سرطان زا، مواد ایجاد کننده جهش ژنی و مواد سم زا باشند.

