

# صنعت آبکاری

فصلنامه آموزشی، خبری و پژوهشی

Electroplating Industry Magazine

سال بیست و چهارم - پاییز ۹۵ - ۱۳۶ صفحه - ۴۰۰۰ تومان

۸۱

۸۱

- سیمای آبکاری
- آبکاری آلیاژی یا تاقان
- آبکاری طلای سخت گنبد و گلدسته
- تصفیه پساب آبکاری با استفاده از بیوفیلتر

مطالب این شماره:

صنعت آبکاری

گزارش اصلی

مراسم چهارمین جشنواره  
و جایزه صنعت آبکاری



 <b>شیمیایی مجید</b> Majid Chemicals شرکت شیمیایی مجید	 شرکت نوکیان	 شرکت نیکل گستر	 صنایع آبکاری نگین	 گروه کارخانجات آبکاری عارفی
 شرکت مهندسی نیک اندیشان صنایع	 کارخانه آبکاری کانینگ	 شرکت مینا سطح آرا	 شرکت فرا نیکل سپاهان	 گروه صنایع شیمیایی، پوششی معین توس

فصلنامه آموزشی، خبری و پژوهشی: پاییز ۱۳۹۵



www.hso-solingen.de

## نماینده انحصاری شرکت HSO آلمان در ایران



واردات مستقیم افزودنی‌های انواع پروسه‌های آبکاری، آماده سازی سطوح، آماده سازی پلاستیک و الکترولس‌ها، آماده‌سازی آلومینیوم، پسیواسیون‌ها و تاپ کوت‌ها



www.galvanomondo.com

## نماینده انحصاری شرکت Galvano Mondo ترکیه در ایران



واردات مستقیم افزودنی‌های انواع پروسه‌های آبکاری، آماده‌سازی سطوح، فسفات‌ها و پسیواسیون‌ها  
واردات مستقیم مواد و تجهیزات لاک‌های الکتروفورتیک (تزئینی، خودرویی)

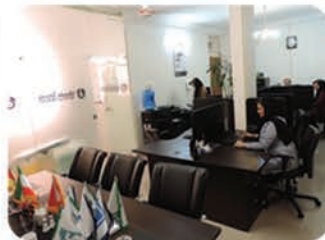


www.nickelgostar.com

## شرکت نیکل گستر



واردات مستقیم و تامین انواع نمک‌ها و آندهای آبکاری (من جمله آند نیکل، سولفات نیکل، کلراید نیکل و ...)  
تولید افزودنی‌های انواع پروسه‌های آبکاری، آماده‌سازی سطوح و چربی‌گیر، فسفات، کرومات، سیاه قلم و کلیه نمک‌های آماده مصرف  
راه اندازی انواع خطوط آبکاری و الکتروفورتیک  
راه اندازی انواع خطوط تصفیه آب و پساب  
آموزش و ارائه انواع خدمات فنی و آزمایشگاهی مرتبط با صنایع پوشش‌دهی



نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۱ و ۴ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴  
تلفن: ۷۷۲۴۷۶۹۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۲۴۰۶۲۲  
فکس: ۷۷۲۲۴۱۵۹  
تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰  
سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰  
وب سایت: www.nickelgostar.com  
پست الکترونیک: info@nickelgostar.com



The future is Here



در ایران با ارائه مرغوبترین  
افزودنیهای آבקاری در خدمت صنعت کشور

مواد اولیه و تجهیزات و دانش روز آבקاری

تهران - خیابان شریعتی - خیابان خواجه عبدالله انصاری - خیابان چگینی (بیستم) - مهرک - پلاک ۴  
تلفن: ۲۲۸۷۲۵۹۳ - ۲۲۸۷۲۶۲۳ فاکس: ۲۲۸۶۹۳۳۴ مدیریت: ۰۹۱۲۶۹۹۹۰۵۵  
Email: info@nickelparsian.ir www.nickelparsian.ir

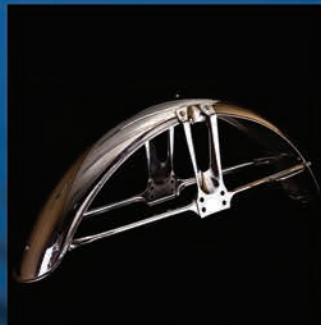
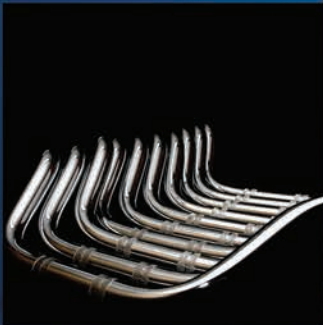
شرکت نیکل پارسیان  
Nickel Parsian





## گروه کارخانجات آبکاری عارفی Arefi Plating Group

- ۱ پوشش دهی بر روی کلیه فلزات بر اساس استانداردهای بین المللی
- ۲ پرداختکاری کاربردی سطح روی انواع فولادها و آلومینیوم
- ۳ مشاوره و راه اندازی و نظارت بر واحدهای آبکاری
- ۴ ارائه خدمات علمی مشاوره ای
- ۵ واردات و عرضه مواد شیمیایی و آبکاری



دفتر مرکزی : تهران پارس , جاده دماوند , کوچه سورفیران , پلاک ۱۴۳ و ۱۴۷

تلفن : ۷۷۷۰۲۱۴۹ - ۷۷۸۶۷۶۹۲ فکس : ۷۷۷۴۴۷۸۷

WWW.AREFI.CO



## گروه کارخانجات آبرقی عارفی Arefi Plating Group

- نماینده انحصاری نمد پرداختکاری "GAZI KECE"
- نماینده انحصاری فرچه کنفی "SISAL POLISH"



نمد پرداختکاری جدید از شرکت **Gazi Kece** با فن آوری جدید و مقاوم در برابر حرارت



دفتر مرکزی : تهران پارس , جاده دماوند , کوچه سورفیران , پلاک ۱۴۳ و ۱۴۷

تلفن : ۷۷۷۰۲۱۴۹ - ۷۷۸۶۷۶۹۲ فکس : ۷۷۷۴۴۷۸۷

WWW.AREFI.CO

# PVD

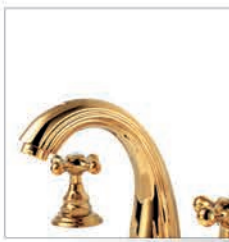
Titanium Coating



## 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!

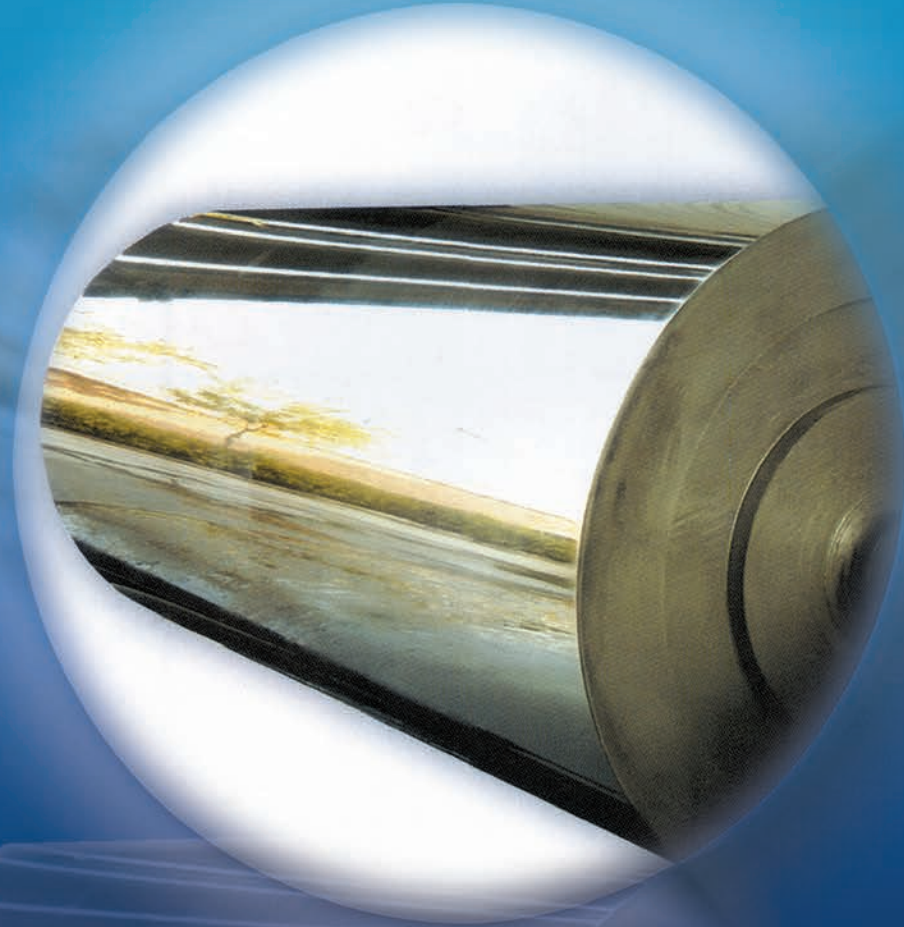
جهت کسب اطلاعات بیشتر

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



CANONIC HARD CHROMIUM PLATING CO.

## آبکاری کرم سخت کانونیک



- پروسه آبکاری کرم سخت :
- انواع قالبها و قطعات صنعتی به طول ۶۰۰ و عرض ۳۰۰ سانتیمتر
- روی تمامی آلیاژهای فولادی، برنجی، چدنی، آلومینیومی و ...
- سختی ۱۱۵۰ ویکرز (H.V) و معادل با ۷۰ راکول سی (R.C)

جاده قدیم کرج (۶۵ متری فتح)، جنب حمل و نقل ساعی ران، خ ۲۹، دوم شرقی، پلاک ۲۱

تلفن: ۶۶۸۰۶۵۳۴ - ۶۶۸۰۹۳۹۲ فاکس: ۶۶۸۱۹۳۵۸ صندوق پستی: ۱۳۸۶۵/۳۳۳





مشاور در امور آبکاری

# کارخانه آبکاری رنگین

آنالیز الکترولیت های آبکاری  
تولید مواد شیمیائی مصرفی در صنایع آبکاری  
مشاوره در نصب-راه اندازی و نظارت بر واحدهای آبکاری  
پوشش دهی بر روی کلیه فلزات:  
مس-نیکل-نیکل شیمیائی- کروم-روی-قلع-سرب-آهن  
آلیاژ قلع و سرب-نقره-طلا-الکتروپولیش قطعات استیل-برنز  
با رعایت استانداردهای متداول جهانی و کشوری

## و برای اولین بار در ایران

پوشش دهی فلز پلاتین (برای موارد خاص) و به روی تیتانیوم و استیل

خیابان دماوند-خیابان سازمان آب-خیابان شیدائی پنجم-کوچه سوم شمالی-پلاک ۱۴

کدپستی: ۱۶۵۸۹۵۷۱۵۱

فکس: ۷۷۳۴۷۲۶۵

تلفن: ۷۷۳۴۹۲۸۱

[WWW.rangin-epf.ir](http://WWW.rangin-epf.ir)

[Info@rangin-epf.ir](mailto:Info@rangin-epf.ir)

## کیفیت شعار ما نیست اعتبار ماست

تأمین و تضمین مرغوب ترین و مقرون به صرفه ترین مواد  
آبکاری و سیستم تصفیه فاضلاب آبکاری فقط با فرانیکل



شرکت مهندسی نیک اندیشان صنایع

**nase** Ltd.



ارائه دهنده افزودنی های صنعت آبکاری  
با دانش روز جهانی



نماینده رسمی فروش محصولات

CCEL



مجارستان **INFINITECH**  
Group of Companies

تهران ، بزرگراه رسالت ، خیابان بنی هاشم ، بالاتر از  
خیابان پرتوی ( رحیمی ) ، پلاک ۹۹ ، طبقه ۲  
تلفن : ۲۲۳۱۳۸۲۴      تلفکس : ۲۲۳۱۳۸۲۳

تلفن انبار : ۷۶۲۶۴۵۵۲      تلفکس : ۷۶۲۶۲۸۷۱  
Email : info@irannase.com      www.irannase.com  
Email : info@cclco.ca      www.cclco.ca

Tel : +1(647)703-0032

تهران ، خیابان شریعتی ، خیابان خواجه عبدالله انصاری  
خیابان چگینی ( بیستم ) ، مهرک غربی ، پلاک ۴ ، طبقه دوم  
تلفن : ۲۲۸۷۲۵۹۳-۲۲۸۷۲۶۹۳      فکس : ۲۲۸۶۹۳۳۴

Email : info@nickelparsian.ir      www.nickelparsian.ir  
Email : info@infinitechco.eu      www.infinitechco.eu

# شرکت ارژن

قطعات با کیفیت نیازمند پوشش با کیفیت هستند!



## آبکاری نیکل الکترولس (ENP)

- آبکاری آلیاژ نیکل - فسفر
- مقاومت بالا در مقابل خوردگی
- سختی بالا تا RC 75
- افزایش لغزندگی سطح و مقاومت در مقابل سایش
- قابلیت آبکاری سطوح داخلی قطعات مانند حفره ها و زوایا با پوششی کاملا یکنواخت
- قابلیت آبکاری بر روی انواع فلزات (فولاد، استیل زنگ نزن، مس، آلومینیوم و انواع سوپر آلیاژها پایه نیکل)
- پوشش استاندارد مورد استفاده در صنایع نفت و گاز (شیرآلات صنعتی، تجهیزات حفاری، قطعات سرچاهی و درون چاهی)
- مطابق با استانداردهای ASTM B773 و NACE MR 0175

## خدمات وایرکات ۵ محور CNC تا ضخامت ۴۰۰ mm

### ARION RE400

کورس برش : (x,y,z) 600x400x400  
صافی سطح : Ramax: 0.1 u  
ماکزیمم زاویه : Taper: ±30°  
دقت : 0.02

### ARION RE250

کورس برش : (x,y,z) 350x250x200  
صافی سطح : Ramax: 0.1 u  
ماکزیمم زاویه : Taper: ±30°  
دقت : 0.02



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

## بازیش از ۱۵ سال کار و تجربه



- مشاوره صحیح و تخصصی در زمینه آبکاری الکتروفور تیک  
منطبق با نیازمندیهای صنایع مختلف
- ارائه لوازم و تجهیزات استاندارد و اصولی در این زمینه
- آموزش کامل فرایند انجام کار و ارائه خدمات رایگان
- ارائه طیف وسیعی از رنگ ها (طلایی، زیتونی، نسکافه ای  
رز گلد، مات و براق، مشکی و ...)
- تامین رزین با حداکثر غلظت ماده جامد (۲±۵۵%)
- ایجاد پوشش ضخیم و تثبیت آن تا ۳۰ میکرون
- مقاومت بسیار بالای قطعات آبکاری شده در مقابل اشعه UV
- مقاومت در برابر خوردگی (salt spray) از ۲۶۰ تا ۱۰۰۰ ساعت
- فاقد آلایندگی زیست محیطی

**LACTECH**  
Electrophoretic Lacquer Technology

۰۲۶ ۳۴ ۲۰ ۲۷ ۵۳ /

info@arokogroup.com

تلفن: ۰۲۶ ۳۴ ۶۴ ۱۹ ۳۵

فکس: ۰۲۶ ۳۴ ۶۴ ۱۹ ۶۸

کرج، ۴۵ متری گلشهر، انتهای خیابان پونه شرقی

بعد از بیمه دی، ساختمان الماس، طبقه زیرین

محمد ابراهیم مسعودی ۰۹۱۲۳۶۰۳۰۵۶



# 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.

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

### Rhodium Plating



### Gold Plating



### Palladium Plating



### Anodes



# شرکت آذین فلز پوشش



نمایندگی شرکت **INTERSONIK** ترکیه  
ارائه انواع تجهیزات و ماشین آلات چربی گیری  
به روش التراسونیک



تهران، شهرک صنعتی نصیر آباد، سرو ۹، پلاک F41

تلفن: ۰۲۱-۰۰۲۵۹۰۹۲-۳ فکس: ۰۲۱-۰۰۲۵۹۰۹۲ همراه: ۰۹۱۲-۱۲۱۸۷۶۸

Email: [info@azinfelezpoosheh.com](mailto:info@azinfelezpoosheh.com) website: [www.azinfelezpoosheh.com](http://www.azinfelezpoosheh.com)





# FlexKraft™

OVER 10000 INSTALLATIONS  
WORLDWIDE.

# KRAFT POWERCON

## رکتیفایر جریان بالا مناسب برای آبکاری های تخصصی و با کیفیت



کاهش هزینه انرژی تا میزان ۴۰ درصد

قابلیت برنامه پذیری

قابلیت تولید پالس و تغییر قطب

قابلیت افزایش تدریجی جریان

دقت بالای جریان خروجی

# NOKIAN

## سروش نوآوران کیان

نماینده انحصاری شرکت  
KRAFT POWERCON سوئد

آدرس: تهران - میدان نوبنیاد

کوهستان پنجم - پلاک ۴

ساختمان غزال - طبقه ۳ واحد ۷

تلفن: ۰۲۱ - ۲۲۸۱۴۰۳۰

۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۸۲۵

فکس: ۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۷۹۳

[info@nokiantrading.com](mailto:info@nokiantrading.com)

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

حضور در شانزدهمین نمایشگاه بین المللی رنگ ، رزین ، پوششهای صنعتی و مواد کامپوزیت  
محل دائمی نمایشگاههای بین المللی تهران ۱۶-۱۹ آذر ۱۳۹۵  
غرفه ۱ سالن ۴۱

پذیرش محدود نمایندگی در شهرستان ها

# شیمیایی مجید و بازرگانی رضاقلی

## Majid Chemical & Rezagholi Trading

تهیه و توزیع مواد آبکاری ، پرداختکاری و بورس فلزات رنگین

- اسید کرومیک
- اسید بوریک
- سیانور روی
- سیانور مس
- سیانور سدیم چینی
- سیانور سدیم کره ای
- کربنات سدیم
- سود پرک
- آند نیکل اینکو
- آند مس سیانوری
- آند مس فسفردار
- آند کروم
- آند روی روسی و کره ای
- آند قلع مالزی
- سولفات نیکل
- کلراید نیکل
- فیبرونکس خش کاری
- اسکاچ ترک خش کاری
- پودر سمباده
- نوار سمباده
- نمد پرداختکاری
- نمد پرداختکاری 20 cm
- فرچه های کنفی
- 30 cm و 40 cm

● تلفن : ۶۶۷۸۳۰۸۲  
● فکس : ۶۶۸۱۹۹۷۶  
● همراه : ۰۹۱۲-۱۴۳۹۰۵۷



فصلنامه آموزشی خبری و پژوهشی  
سال بیست و چهارم / شماره ۸۱ / پاییز ۹۵  
زمینه: فنی . مهندسی  
روش: آموزشی . خبری . پژوهشی  
ترتیب انتشار: فصلی

صاحب امتیاز، مدیرمسئول و سردبیر:

عبدالحمید سیفی نهاوندی

قایم مقام سردبیر: فاطمه پالیزبان

کمیته راهبری نشریه:

فاطمه پالیزبان، مهیار اسدی، محمد انیسی، مهرداد  
ژوله، بهرام سهراب نژاد، مجید سبزه‌علیان، امید عطایی،  
حمید سیفی

هماهنگی و صفحه آرا: سعیده بختیار

بازرگانی: محسن براتی، فاطمه ذوقی

امور مشترکین: رامین خورشیدی

چاپ و لیتوگرافی: شرکت ایرانچاپ

میرداماد، انتهای نفت جنوبی، ساختمان روزنامه

اطلاعات، تلفن: ۲۹۹۹۳۴۴۵

نشانی: تهران. خیابان جمهوری. روبروی  
ساختمان آلومینیوم. ساختمان کاوه. طبقه دوم.  
شماره ۲۴

کد پستی: ۱۱۳۴۸۳۷۴۸۶

تلفن: ۶۶۷۰۳۳۶۰ (خط ۵)

نمبر: ۶۶۷۰۲۳۵۳

www.iranplating.com

Ieic\_ir@yahoo.com

صنعت آبکاری:

مقالات آموزشی، پژوهشی و کاربردی پس از بررسی  
در بخش های مختلف نشریه به چاپ می‌رسد. مقالات  
تالیفی و پژوهشی که برای درج در مجله ارسال می‌شود،  
باید همراه با چکیده‌ی مقاله، اصل شکل‌ها، نمودارها،  
مراجع و جزئیات کامل باشد.

مقالات یا مطالب رسیده قبل از چاپ به تایید  
نویسندگان می‌رسد. مقالات و مطالب ارسالی مسترد  
نمی‌شود و در آرشیو نشریه بایگانی خواهد شد. نقل  
از محتوای نشریه‌ی آبکاری با اجازه‌ی کتبی از مدیر  
مسئول نشریه بلامانع است.

نشریه‌ی صنعت آبکاری در انتخاب، ویرایش و تخلص  
متون آزاد است.

## فهرست مطالب

یادداشت سردبیر ۳	قدردانی
گزارش اصلی ۴	چهارمین جشنواره صنعت آبکاری
گزارش تصویری ۲۰	گزارش تصویری
علمی ۲۶	آبکاری طلای سخت گنبدها و گلدسته ها
۳۵	سیمای آبکاری
علمی ۳۶	آبکاری موضعی یاتاقان‌ها



## فهرست مطالب

علمی  
۴۱

بازسازی و پوشش دهی سطوح بال ولوها

علمی  
۴۷

تصفیه پساب حاوی کروم و نیکل با استفاده از بیوفیلتر

گزارش  
۵۰

جلسه تقدیر و بررسی چهارمین جشنواره  
صنعت آبکاری

علمی  
۵۲

پوشش دهی صفحات جاذب خورشیدی

علمی  
۵۷

آبکاری الکتریکی نانوسیم مغناطیسی

مشاوره و پیشنهاد  
۶۳

فرم اشتراک

۶۴

سازمان آگهی ها

چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی) روز پنجم آبان ماه مانند دو دوره گذشته در تالار موسسه مطالعات بهره‌وری و منابع انسانی با همکاری تعداد زیادی از سازمان‌ها، انجمن‌ها، پژوهشگاه‌های علمی، صنعتی و فرهنگی و همچنین چندین دانشگاه و با حضور بیش از ۳۰۰ میهمان گرانقدر از حوزه‌های صنعتی، دانشگاهی و بخش‌های خصوصی برگزار گردید.

کوشش‌های خستگی‌ناپذیر و ارزنده رییس جشنواره، آقای مهندس حمید سیفی و همکاران ایشان در شرکت تعاونی صنایع آبکاری ایران، نشریه صنعت آبکاری، انجمن صنایع آبکاری و اتحادیه‌های مهندسی و علم‌مواد و به ویژه حمایت مادی و همکاری ارزشمند مهندس محمدرضا مقدم، موجب شد که این جشنواره به تایید و تصدیق همگانی به شکل و شیوه بهتر و گسترده‌تری آغاز و پایان یابد. من برخود لازم میدانم که کمال قدردانی و سپاسگزاری خود را از زحمات و کوشش‌های این بزرگواران به فرد فرد آنان ابراز نمایم.

یکی از نکات قابل توجه و تامل در این دوره، حضور تعدادی از کارشناسان صنعت آبکاری از کشورهای اتریش و آلمان و هلند بود که بشارت از همکاری‌های احتمالی آبکاران آن کشورها با صنعت آبکاری ایران در آینده داشت. یکی از این متخصصان آقای دکتر زوخن ترونک بود که به نمایندگی از سوی مجله گالوانوتکنیک آلمان در این جشنواره شرکت داشت. نکته دیگری که ذکر آن در اینجا لازم به نظر می‌رسد تعداد قابل توجه پروژه‌ها و مقالاتی بود (بالغ بر ۸۵ رساله) که این بار برای دریافت جایزه از سوی صنعتگران آبکاری و دانشگاهیان ارایه شده بودند. این امر نشان از آن داشت که جایزه مزبور از مقبولیت برخوردار است و در هر دوره بیش از دوره‌های قبل مورد توجه پژوهندگان صنعت آبکاری قرار گرفته است. به گفته پروفیسور صارمی استاد به نام دانشکده فنی دانشگاه تهران که عضو گروه گزینش پروژه‌ها نیز می‌باشند:

این جایزه و جشنواره تا کنون دو پیامد مهم به دنبال داشته که می‌توان آن‌ها را به وضوح مشاهده نمود و مورد تحلیل قرار داد. نخست آنکه این جایزه سبب شده است که رقابتی سالم در بین پژوهشگران صنعت آبکاری چه در حوزه صنعت و چه در حوزه دانشگاه صورت گیرد که نتیجه آن پرداختن به کارهای تحقیقاتی هدفمند می‌باشد. دیگر این که پژوهش‌ها و تحقیقات اکنون در جهات خاصی صورت گرفته و دنبال می‌شوند بدین معنی که پژوهشگران و محققان دانش و تلاش خود را در انجام دادن و تحقق بخشیدن به پروژه‌هایی به کار می‌اندازند که نتایج آن‌ها منجر به پیشبرد علمی و عملی صنعت آبکاری و حفظ محیط زیست شده و علاوه بر آن موجب کاهش هزینه‌های فرایندهای گوناگون و در نهایت یاری‌رسانی به اقتصاد ملی کشور می‌گردد.

استاد نامبرده این نکات را در نشستی که چند روز پس از برگزاری جشنواره برای بررسی جزئیات آن و یافتن رهنمودهایی برای جشنواره بعدی در دفتر شرکت تعاونی صنایع آبکاری ایران برگزار شد، ابراز نمود. جا دارد در اینجا از زحمات بی‌دریغ ایشان و دیگر افراد گروه گزینش صمیمانه تشکر کرده و تحسین خود را نسبت به دقت نظر آن‌ها در انتخاب پروژه‌ها ابراز نمایم و آرزو کنم با همت همه فعالان صنعت آبکاری ایران این جشنواره و جایزه در عرصه جهانی نیز خوش بدرخشد.

ناصر کنعانی

## چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی)

فاطمه پالیزبان



چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی) روز چهارشنبه ۵ آبان ۱۳۹۵ در سالن آمفی تئاتر موسسه مطالعات بهره وری و منابع انسانی با تلاش بی وقفه ستاد اجرایی جشنواره و با همکاری ارزنده گروهی از نهادها و سازمان های علمی و صنعتی و دست اندرکاران صنعت آبکاری و نیز همکاری دانشگاه و پژوهشگاه های مختلف و با حمایت مالی و معنوی حامی گرانقدر جشنواره ، مهندس محمدرضا مقدم با حضور بیش از ۳۰۰ تن از متخصصان ، کارشناسان داخلی و خارجی ، فعالان صنعت آبکاری و اساتید دانشگاه ها و دست اندرکاران صنعت آبکاری و محققان و پژوهشگران در سطح گسترده و قابل تحسینی برگزار شد. حضور کارشناسان خارجی از کشورهای اتریش و آلمان و هلند نشان از مقبولیت این جشنواره و نیز ارمان همکاری متقابل بین ایران و سایر کشورها داشت . قابل ذکر است که میهمانانی از مجلس شورای اسلامی (جناب آقای محمودی نماینده مجلس شورای اسلامی) و جناب دکتر محمدی و دکتر زوخن ترونک نماینده مجله گالوانوتکنیک آلمان در این جشنواره حضور داشتند. که البته این حضور نشان از ارتقا صنعت آبکاری و آمادگی برای حضور در عرصه جهانی دارد . تعداد مقالات ارایه شده در این دوره که بالغ بر ۸۵ رساله بود نشان از مقبولیت این جشنواره از نگاه محققان و پژوهشگران و بیانگر تعامل و ارتباط موفقیت آمیز بین صنعت و دانشگاه دارد که این تعامل و ارتباط مدیون زحمات بی وقفه دلسوزان صنعت آبکاری و برگزارکنندگان این جشنواره است. طبق روال سال های گذشته به برگزیدگان که ۶ تن بودند جوایزی اهدا شد و از پیشکسوتان و فعالان صنعت و دانشگاه تقدیر به عمل آمد.

# مجله آبکاری

هستند و به عنوان دبیر جشنواره همکاری گسترده ای با ما داشتند و همکاری ایشان هموز قطع نشده است و هیات داوران (دکتر صرمی، دکتر حیدرزاده سهی، دکتر ابوطالبی، مهندس رفیعی، مهندس قربان نژاد، مهندس کریمی، مهندس قره داغی) و از جناب آقای محمودی نماینده مجلس و ... سپاس ویژه دارم و از زحمات این بزرگواران قدردانی می کنم. حمید سیفی در ادامه گفت: ما بر اساس چشم اندازی که برای جشنواره از قبل پیش بینی کرده بودیم قرار است تا سال ۲۰۳۰ یا ۱۴۰۸ این جشنواره در سطح جهانی مطرح و برگزار گردد و ایران یکی از مناطق و از مهم ترین مناطقی باشد که این جایزه را می تواند هر دو سال یکبار برگزار کند. آرزوی همه ما این است که ان شاءالله ایران با توجه به آن پیشینه تاریخی که همه شما اذعان دارید (و بارها گفته شده است که بیش از ۲ هزار سال قبل ایرانی ها باطری را اختراع کردند و مبدع آبکاری نیز بودند) به عنوان مرکزی که مهم ترین صنایع جهان را به جهانیان عرضه کرده است، مطرح نماییم و بتوانیم با کشورهای دیگر همکاری نزدیک داشته باشیم و این امر میسر می شود اگر همه با هم همکاری داشته باشیم و در کنار هم در این مسیر مهم گام برداریم. وی افزود: ما از زمانی که جشنواره را تدارک دیدیم خوشبختانه ارتباط مان با دانشگاه ها بسیار گسترده شده است و در این دوره ۸۵ طرح به دبیرخانه ارسال شد که نسبت به دوره های قبل رشد قابل توجهی داشته است بخصوص طرح های دانشگاهی. این رشد بیانگر این است که دانشگاه ها نیروهای متخصص مورد نیاز صنعت را برای صنعت بدون هیچ هزینه ای تربیت می کنند و در اختیار صنعتگران قرار می دهند و این نوید بسیار بزرگی است برای توسعه و پیشرفت صنعت. جا دارد از اساتید محترم و دانشجویان با تمام وجود تشکر نماییم که همکاری گرم و صمیمانه ای را با ما داشتند و این همکاری تداوم دارد، امیدوارم این همکاری گسترده تر شود تا بتوانیم با یاری خدا جشنواره را در سطح جهانی برگزار کنیم.

چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی) چهارشنبه ۵ آبان ماه ۱۳۹۵ راس ساعت ۱۶:۳۰ در سالن آمفی تئاتر موسسه مطالعات بهره وری و نیروی انسانی با حضور بیش از ۳۰۰ تن از کارشناسان داخلی و خارجی، متخصصان، محققان و پژوهشگران دانشگاه و صنعت و با حضور نهادها، سازمان ها، نمایندگان مجلس شورای اسلامی و ... با تلاش های بی وقفه ریاست جشنواره مهندس حمید سیفی و همکاران ایشان از نشریه صنعت آبکاری، شرکت تعاونی صنایع آبکاری ایران، دانشگاه و نهادها، انجمن آبکاری برگزار گردید. حضور کارشناسان خارجی از کشورهای اتریش، آلمان و هلند و نیز حضور یکی از نمایندگان مجلس شورای اسلامی و همچنین حضور نماینده مجله گالوانوتکنیک آلمان دکتر زوخن ترونک نشان از موفقیت و جایگاه این جشنواره داشت. مراسم با تلاوت آیاتی چند از کلام الله مجید آغاز شد و در ادامه سرود جمهوری اسلامی ایران توسط گروه سرود پرتونوین (ناشنوایان) به سرپرستی خانم مقامی ادامه یافت که اجرا این سرود توسط ناشنوایان حاضرین در مراسم را متاثر ساخت. سپس کلیپی از برگزاری دوره های گذشته جشنواره پخش شد. دکتر ریخته گر مجری جشنواره ضمن خیر مقدم به مدعوین از پروفیسور کنعانی دعوت نمود تا به عنوان اولین سخنران آغازگر مراسم باشد. دکتر کنعانی ضمن ابراز خردسندی و تحسین از برپایی با شکوه جشنواره گفت: این بار نیز جناب آقای مهندس سیفی به اتفاق همکارانشان این جشنواره را تدارک دیدند و مانند سال های گذشته با دقت و دلسوزی مخصوصی که خاص خود ایشان است به بهترین شکل این مراسم را برگزار کردند. او در ادامه افزود افتخار افتتاح این جشنواره را به من سپردند، من نیز اطاعت امر نمودم و با کمال میل افتتاح چهارمین جشنواره صنعت آبکاری ایران را اعلام می کنم و برای شما ساعاتی زیبا و مطبوع و پر از تبادل افکار آرزو می کنم.



مهندس سیفی در ادامه سخنانش به نکات دیگری اشاره نمود و گفت: صنایع آبکاری ما مانند صنایع دیگر حالت دوگانگی دارد. صنایع پیشرفته آبکاری (که همراه پروفیسور کنعانی و دکتر زوخن ترونک از آنان بازدید داشتیم) که شاهد تحولات عظیمی در آن بودیم به ویژه در زمینه نانو پوشش ها و همچنین تجهیزات آبکاری. و اما صنایع سنتی که متأسفانه بسیاری از واحدهای آبکاری در کشور سنتی هستند و همانطور که می دانیم شیوه های سنتی پاسخ گوی نیاز ما نیست و اگر این شیوه تداوم یابد محصولات ساخته شده در کشور ما زیان و خسارت های ملی به بار می آورد که جبران ناپذیر است. آبکاری یک صنعت دانش بنیان است، نیاز به تخصص و دانش دارد بنابراین صنعت آبکاری

در ادامه مراسم مهندس سیفی ریاست جشنواره پشت تریبون حاضر شد و مطالبی را ارایه کرد. مهندس سیفی ضمن خوش آمد گویی و آرزوی ساعات خوب و پر بار از حضور به موقع میهمانان تشکر نمود و گفت باعث افتخار است که راس ساعت با حضور شما عزیزان مراسم آغاز شد که این نشان از نظم و وقت شناسی و رعایت حقوق جمعی دارد. سیفی در ادامه از نهادها و سازمان هایی که در برگزاری جشنواره از هیچ کوششی دریغ نمودند تشکر و قدردانی کرد و اشاره نمود که تمام عزیزی که ما را در برگزاری این جشنواره حمایت کردند، دست یاری ما را فشردند و بدون هیچ چشمداشت و دستمزدی قبول زحمت نمودند. از کمیته اجرایی و همچنین جناب مهندس ژوله که اکنون در سفر خارج از کشور







سپس دکتر کریمی دبیر اجرایی جشنواره گزارشی از تعداد طرح‌ها و رساله‌های ارسال شده به دبیرخانه جشنواره و چگونگی بررسی و داوری هیات داوران ارائه کرد.

در ادامه مراسم دکتر محمدی مدیرعامل سازمان مدیریت صنعتی سخنانی را ایراد کرد. ایشان ضمن خوش آمدگویی گفت: افتخار بزرگی برای بنده است که در خدمت شما سروران در سازمان مدیریت صنعتی هستم و بسیار خرسندیم که میزبان، میهمانان خارجی حاضر در جشنواره هستیم. ایشان افزود: ارتباط من با صنعت آبکاری از سال ۱۳۸۵ آغاز شد زمانی که جناب آقای مهندس سیفی از شرکت نوسازی صنایع ایران درخواست عرضه یابی این صنعت را داشتند، افتخار داشتیم که با گروهی از مشاوران وضعیت این صنعت را بررسی کنیم که نتایج آن بررسی در سطح بنگاهی و فرا بنگاهی مورد استفاده قرار گرفت. فلسفه همایش در دنیا به ویژه کشور ما که دارای مردمی احساسی است، احساس با هم بودن است که این احساس منشا قدرت است. من وقتی در همه حوزه‌ها و صنایع و کسب کارهای مختلف حضور می‌یابم، متوجه می‌شوم که این صنعت چقدر فعال و کارآفرین دارد که در حال خدمت به جامعه هستند و بی‌تردید معتقدم که آبکاری یکی از صناعی است که به شدت به ارتقای سطح بهره‌وری در صنعت کشور کمک می‌کند. حکایت بهره‌وری در صنعت، حکایت ارزش افزوده است و دانش و مهارت افزودن ارزش به مواد خام و ثروتمند کردن جامعه بسیار مهم است. مثال ساده‌ای بیان کنم؛ شن و ماسه از در دسترس‌ترین مواد در کنار رودخانه‌ها و دریاهاست که حدود ۴۶ درصد از مواد تشکیل دهنده آن سیلیس است که چنانچه بتوان آن را استخراج کرد و در فرایند تولید ریز پردازنده‌ها به کار برد می‌تواند حتی در صنایع پزشکی به کار رود که چنین فرایندی باعث ارتقای قیمت شن و ماسه حتی به بالاتر از سطح طلا می‌گردد. بی‌تردید این امر نیاز به دانش و مهارت ویژه دارد. آبکاری از صنایع مهم در ایجاد ارزش افزوده است. تردید ندارم که متأسفانه این صنعت در جامعه ما غریب مانده است. صنعتی که می‌تواند کاربری مواد ساده را بسیار بالا ببرد و با داد تنوع کاربری به مواد، مواد ساده را به مواد گران قیمت تبدیل کند. این صنعت نیازمند مدیریت کسب و کار نوین است تا بتواند در عرصه رقابت جهانی و صحنه بین‌المللی قابلیت و شایستگی خود را ثابت نموده تا سهم خود را از اقتصاد جهانی بگیرد. خوشبختانه دانش و فناوری خوبی در شما وجود دارد به ویژه آنکه شما به دانشمندان و افراد معتبر جهانی از جمله پروفیسور کنعانی متصل هستید. طبق رسالت خودم که امروز میزبان شما در سازمان مدیریت صنعتی هستم بیان می‌کنم مدیریت صنعت آبکاری نیازمند دگرگونی برای

در کشور ما نیز باید از شیوه‌های سنتی فاصله بگیرد و به سمت و سوی واحدهای بزرگ و با نیروهای متخصص و زبده برود. تقاضای من از دوستانم این است که به آبکاران و تولیدکنندگان مواد آبکاری و سازنده تجهیزات توصیه کنند که خود را آماده ورود به عرصه‌های جهانی نمایند زیرا ما در دوره‌ی بسیار مهم پسابرجام هستیم، پسابرجام دوره مهمی است که ایجاب می‌کند که وارد بازار رقابتی شویم. در بازار رقابتی باید از دانش و مدیریت بهره ببریم این‌ها مسایل مهمی است که باید به آن توجه ویژه داشته باشیم. علاوه بر این اگر FATF در کشور ما اتفاق بیافتد مسایلی مانند دلالی و واحدهای زیر زمینی را می‌تواند حل کند پس باید خودمان را برای عرصه رقابتی در کشور و در صنعت آماده کنیم زیرا صنعت آبکاری صنعت گسترده‌ای است و تمامی صناعی به گونه‌ای با این صنعت سر و کار دارند بنابراین باید خود را برای چنین گستره‌ای مهیا کنیم که این نیاز به همکاری و برنامه‌ریزی گسترده‌ای دارد که این برنامه ریز می‌تواند با همکاری تمام نهادها و تدوین قوانین مناسب در مجلس انجام گیرد. امیدوارم جناب آقای مهندس محمودی (نماینده مجلس) که از میهمانان گرانقدر این جشنواره هستند به این مسایل توجه ویژه داشته باشند. ضمن اینکه مسایل زیست محیطی و ایمنی و بهداشت و قوانین استاندارد باید رعایت شود. امیدوارم این اتفاق در کشور ما رخ دهد، همانگونه که در کشورهای دیگر در حال وقوع است. نمونه‌ای از کارخانه‌های بزرگ آبکاری البته آبکاری دانش بنیان را برایتان بازگو می‌کنم. کارخانه آبکاری آقای هولدر. ایشان یکی از میهمانان ما از آلمان هستند که ۶ سال است در آلمان کارخانه بزرگی دارند که در یکی از شهرهای آلمان مشغول به فعالیت است. یکی از واحدهای آن با وسعت ۲۵ هزار مترمربع برای کارخانه پورشه و بنز و صنایع فضایی کار می‌کند. سیفی افزود: باید به ما اجازه دهند که صنعت ما شکل مناسب به خود بگیرد و برای فضای رقابتی مهیا شود. مسوولان باید ما را یاری کنند و ما نیز باید با دانش بنیان کردن واحدهای آبکاری و با رعایت قوانین استاندارد زیست محیطی در مسیر جهانی شدن حرکت کنیم. او تاکید کرد، دوستان ما که در زمینه آبکاری یا زنجیره تامین آبکاری (STM) به فعالیت مشغول هستند باید آماده این فضا باشند و تلاش خود را دو چندان نمایند. امیدوارم این جشنواره یاریگر ما باشد تا بتوانیم اهمیت صنعت آبکاری و ارزش افزوده تا صد برابری که این صنعت می‌تواند ایجاد کند را بیشتر بدانیم. در ادامه مراسم مهندس سیفی با معرفی هیات داوران (پروفیسور صارمی، پروفیسور حیدرزاده سهی، پروفیسور ابوطالبی، مهندس رفیعی، مهندس قربان‌نژاد، مهندس کریمی، مهندس قره‌داغی) از ایشان تشکر و قدردانی نمود.



هزینه هم فقط بحث مواد اولیه و تامین انرژی نیست ، بحث خرید تکنولوژی و رعایت مسایل زیست محیطی است که خواه و ناخواه این صنعت با آن درگیر است . بنابراین با استفاده از فناوری های نوین و خلاقیت هایی که در دنیا ایجاد شده شرایطی را احیا کنیم که مردم از کنار این ها بودند احساس خطر و ناراحتی نکنند . محمودی گفت : بنده به اقتضای شغلم که مدتی در شهرداری مشغول به کار بودم همواره درصدم بودم که پسماندها به خصوص پسماندهای جامد شهری را به مناطقی ببریم که از دسترس مردم دور باشد که یا بسوزانند یا امحا کنند. در سفری که به کشور آلمان داشتم در بازدید از دو شهر این کشور مشاهده کردم که در مرکز شهرشان زباله ها را امحا می کنند و کوچکترین مشکل زیست محیطی هم ایجاد نمی شود .



این روند را به سازمان همیاری ها انتقال دادم تا با استفاده از این راهکار بتوانیم از سرمایه هایمان استفاده کنیم . در بحث خرید تکنولوژی اگر ورود صاحبان فن را از دیگر کشورها به داخل کشورمان داشته باشیم شاید نتوانیم صنعتمان را بومی سازی کنیم و همچنین مسایل سیاسی - اجتماعی و مسایل دیگری وارد این مباحث می شود که باید با روش صحیح هم از تکنولوژی و دانش جهان استفاده کنیم و هم مانع ورود مشکلات شویم . مثالی را عرض کنم ؛ چنانچه در و پنجره منزلمان را از ترس ورود حشرات موزی و جانوران در فصل زمستان حصار بندیدیم ، از دیدن خورشید و طبیعت زیبا در فصل بهار محروم می شویم . لذا اگر بخواهیم از خورشید جهانی و تفکر دهکده جهانی بهره ببریم باید در و پنجره را باز بگذاریم اما به یقین نیاز است که از یک سری توری های نامریی و مخفی هم استفاده کنیم تا از ورود موزی ها به خانه جلوگیری کنیم . محمودی افزود : ما فارغ از این ها باید به دنبال درک بهتر دانش امروز جهان باشیم . از عواملی که می تواند هزینه رشد و توسعه صنعت آبکاری را کاهش دهد عوامل داخلی است که این عوامل عبارتند از : جنبه های مختلف تکنولوژی و فن آوری و نوآوری و دستاوردهای جدید علمی . شاید ایجاد یک مجموعه منسجم با نگاه صنفی و با اهداف مشترک بتواند در این موضوع بسیار کمک کننده باشد. عامل دیگر عوامل خارجی است که می تواند تهدیدی برای کشور باشد. در بحث تهدیدهای خارجی خواهش می کنم در مجامع صنفی تان مطالعات حقوقی برای استفاده از الگوهای جهانی به منظور کاهش هزینه های زیست محیطی صورت گیرد و به مجلس ارایه شود . بسیاری از حرکات اجتماعی و یا هجمه رسانه های همگانی مانند شبکه های مجازی می تواند منجر به مصوبات قانونی شود . شما

نوین شدن ، جهانی شدن و در سطح جهانی رقابت کردن است . یقین دارم پشتوانه کافی برای نشان دادن شایستگی جوانان جامعه و متخصصان ایرانی در عرصه جهانی وجود دارد . محمودی افزود : بنده سال هاست که در صنعت آبکاری در خدمت دوستان بودم و هرگاه این صنعت با پیشرفتی رو به رو بوده است از آن لذت بردم . امیدوارم مسوولان جامعه و تمام خدمت رسانان به این صنعت اهمیت و ارزش این صنعت را دریابند . در دنیای امروز که بحث انقلاب صنعتی چهارم یا نسل چهارم مطرح است امید دارم شما با استفاده از فناوری نوین و با توجه به نانو تکنولوژی و زیست فناوری در کنار مدیریت صحیح به یکی از ارکان توسعه صنعت کشور ما در سطح دنیا تبدیل شوید. مدیرعامل سازمان مدیریت صنعتی در خاتمه سخنانش گفت : بسیار متشکرم که دوستان این فرصت را در اختیار بنده قرار دادند تا با افتخار در مقابل شما قرار گیرم و با حضور در جلسه شما انرژی بگیرم .

بعد از اتمام سخنرانی دکتر محمودی، کلبی از مجتمع کارخانجات نگین با مدیریت عاملی مهندس محمدرضا مقدم حامی مالی و معنوی چهارمین دوره جشنواره پخش شد. سپس مهندس محمودی نماینده مجلس شورای اسلامی پشت تریبون قرار گرفت . مهندس محمودی ضمن تشکر از فرصتی که در اختیار ایشان قرار گرفته است ، گفت : حضور من در این جلسه دو جهت دارد ؛ جهت شخصی و جهت عمومی . جهت شخصی این که من از علاقمندان به رشد و تعالی صنعت کشورم هستم و به واسطه این نوع نگاه در مجلس فعلی که نگاهی نو با رویکردی نو دارد شروع به کار کردم . اکثریت قریب به اتفاق نمایندگان این دوره از مجلس (قریب به ۲۱۰ نفر) برای اولین بار است که وارد مجلس شده اند و دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و دکترا هستند و همچنین تعداد بانوان تحصیل کرده در این مجلس به ۱۸ نفر می رسد که این نیز امری بدیع و نو بوده است . امید است که سخن گفتن از تعامل ها و تغییرهایی که به مردم وعده داده شده است بعد از ۴ سال منجر به تدوین چند قانون اثر بخش در رشد اقتصاد و صنعت کشور و یافتن مسیرهایی برای رهایی از بن بست هایی که روز به روز افزونتر می شود ، گردد . محمودی افزود : جهت عمومی حضور بنده این است که آقای مهندس مقدم در حوزه انتخابیه اینجانب مشغول به فعالیت هستند . از روز اول هم اعلام کردم که بنده راه به عنوان بازویی که می تواند ایده ها و فکرهای صاحبان این صنعت را پیگیری کند در نظر داشته باشند . لذا امر ایشان را برای حضور در این جلسه اطاعت کردم و از جناب مهندس سیفی که شرایطی را ایجاد کردند تا نگاه همه ما به این صنعت یک نگاه کارآفرین و رفع مشکلات صنعت به خصوص در بخش آبکاری باشد قدردانی می کنم . بزرگترین مشکل این کشور بحث اقتصاد و اشتغال جوانان و معشیت عمومی است و تنها راه برون رفت از این معضل پیوند خدمات و صنعت است تا در کنار هم بتوانند مشکلات را حل کنند . صنعت آبکاری یا بهتر بگویم به اعتقاد من هنر آبکاری به این جهت که ساخت های بی شکل و شمایل را تبدیل به محصولی چشم نواز و زیبا می کند و عمر مفید قطعات را بالا می برد . آبکاری در واقع توانمان را در کنار دانشمان به ظهور می رساند . بدیهی است که برای هر اتفاق باید هزینه پرداخت کرد هیچ دستاوردی در دنیا بدون پرداخت هزینه میسر نخواهد شد .





جهان در این زمینه است و در حال حاضر توسط خانم رایشه اداره می شود. خانم رایشه بسیار علاقمند بود که شخصا به ایران بیاید و در این جشنواره حضور داشته باشد اما متأسفانه مقدور نشد لذا من به جای ایشان این پوزنت را خدمت شما ارایه می کنم. چنانچه قبلا هم گفتم این انتشارات از سال ۱۹۰۲ قدیمی ترین ناشر در حوزه آبکاری و تکنولوژی در آلمان است. مخاطبان این نشریه، آبکاران و افرادی هستند که در زمینه مهندسی سطح و الکترونیک فعال هستند.

زوخن ترونک در ادامه سخنانشان گفت: اگر علاقمند به کسب جزییات بیشتری در این خصوص هستید می توانید به سایت ما مراجعه کنید و به اطلاعات بسیاری در زمینه مقالات و کتب نشر شده دست یابید. این انتشارات ۳ مجله منتشر می کند که گالوانوتکنیک قدیمی ترین آن است که هر ماه حاوی اطلاعات خوبی در مورد آبکاران ارایه می کند که در زمینه انرژی، فیلم های نازک، تکنولوژی پلاسما و مسایل زیست محیطی به زبان انگلیسی است. زوخن ترونک گفت: من مسوول مسایل زیست محیطی و ماکروسیستم هستم. مجله دیگر، مجله Plus است که به صورت ماهانه منتشر می شود که در مورد بردهای مدارچاپی و مونتاژ قطعات الکترونیک در تیراژ بیش از ۳۰۰۰ نسخه است. مجله دیگری به نام JEPT در مورد الکترو شیمی و تکنولوژی آبکاری است که فقط به صورت آنلاین در دسترس است و انجمن آبکاران آلمان مسوول آن است. علاوه بر این ۳ نشریه، این مجموعه توانسته است بیش از ۱۵۰ جلد کتاب با عناوین مختلف را چاپ کند. ضمن اینکه تعداد زیادی کتاب های مرجع و درسی را نیز منتشر کرده است. دکتر زوخن ترونک افزود: پروفوسور کنعانی بیش از ۲۰۰ مقاله فنی در ابعاد بین المللی و ۱۵ پوزنت در کنفرانس های مختلف در سراسر دنیا داشته است. همچنین ایشان نویسنده ۸ کتاب فنی است که توسط مجله ما به چاپ رسیده است. یکی از معروف ترین آن ها که هم فنی است هم تاریخی کتاب باتری پارتی می باشد که نشان می دهد آبکاری در سال های دور در کشور ایران انجام شده است. کتاب دیگر در مورد الکترولس نیکل و نیز روش های مدرن آبکاری CVD و PVD است. علاوه بر این ما تا کنون مقالات دیگری را نیز از طرف محققان ایرانی در نشریه خود به چاپ رسانده ایم. سال قبل چندین مقاله از دانشمندان ایرانی در نشریه گالوانوتکنیک منتشر شد. لذا ما نه تنها رابطه خوب و صمیمی با پروفوسور کنعانی داریم بلکه با سایر دانشمندان ایرانی نیز علاقمند به همکاری هستیم. ما در مجله گالوانوتکنیک وقایع مهم در مورد آبکاری را نیز اطلاع رسانی می کنیم. به عنوان مثال بازدید پروفوسور کنعانی و دانشجویان از موزه علم و فناوری در سال ۲۰۱۵ در مجله انعکاس یافت. همچنین گزارش جشنواره صنعت آبکاری در سال ۲۰۱۴ در مجله گالوانوتکنیک به دوزبان آورده شد. زوخن ترونک در خاتمه ضمن آرزوی همکاری خوب و برگزاری سمیناری موفق گفت: منتظر انتشار کتاب ها و مقالات بیشتری از طرف همکاران ایرانی ام هستم.

آنگاه حاضرین در سالن دقایقی را به تماشای آنونس (فیلم مستند کوتاه) صنعت آبکاری نشستند. این فیلم مستند در مورد صنعت آبکاری به نظرات و راهکارهای این صنعت پرداخته بود. سپس نوبت به ارایه طرح ها و رساله های برگزیده شد که به ترتیب

نیز با حرکت در این مسیر همراه با اهداف و منافع مشترک صنفی قدم بردارید و به ارایه ایده ها و افکار خویش به ما تلاش کنید که دارای تشکیلات منسجم صنفی و نظارتی شوید. اگر نظام مهندسی ما و نظام پزشکی ما حرفی برای گفتن دارند به دلیل دارا بودن تشکیلات منسجم صنفی و نظارتی است که خودشان بر خودشان ایفا می کنند. البته نقش سازمان های نظارتی از جمله سازمان استاندارد که به مسایل صنعتی نظارت می کند غیر قابل انکار است. اما داشتن تشکیلات منسجم که صدور مجوز فعالیت، تعرفه ها و مالیات ها و پیشنهادهای راهکارها است به دست صاحبان صنعت باشد. به یقین می توان باعث رشد و توسعه صنعت گردد. محمودی تاکید کرد که باعث تأسف است در کشوری که چهار هزار واحد صنعتی آبکاری وجود دارد فقط ده درصد مجوز فعالیت داشته باشند که این امر به صنعت ضربه می زند و باعث عدم پیشرفت صنعت در عرصه جهانی می شود. او در خاتمه بیاناتش گفت: امید است با رهنمودهای بیان شده شاهد تعالی این صنعت باشیم و سخنش را با این بیت از شاعر بزرگ کشورمان، سعدی به پایان رساند.

به جهان خرم از آنم که جهان خرم از اوست  
عاشقم بر همه عالم که همه عالم از اوست

بعد از اتمام سخنان مهندس محمودی، دکتر فرشید ریخته گر به طور اجمالی به معرفی دکتر ریچارد زوخن ترونک نماینده نشریه گالوانوتکنیک پرداخت. دکتر مهندس ریچارد زوخن ترونک عضو انجمن مهندسان - انجمن آبکاری و فناوری و انجمن تکنولوژی پلاسما آلمان است. ایشان بیش از ۳۰ سال است در صنایع مختلف همچون هوا فضا و اتومبیل به عنوان مدیر تکنولوژی سطح فعالیت کرده است و بیش از صد مقاله به رشته تحریر در آورده و در مجامع مختلفی سخنان جامعی را ارایه کرده است. دکتر زوخن ترونک به عنوان نماینده مجله گالوانوتکنیک آلمان و نقشی که مجموعه نشریات آن سازمان در بهبود و توسعه آبکاری در آلمان و دیگر کشورهای اروپایی داشته در جمع ما حضور یافته است. بعد از معرفی، دکتر زوخن ترونک در جمع میهمانان سخنانی ایراد نمود. زوخن ترونک از این که در جشنواره صنعت آبکاری ایران حضور دارد ابراز خرسندی و رضایت نمود و گفت باعث خوشوقتی من است که در ایران و در این جشنواره حضور دارم. آنگاه در مورد انتشارات گالوانوتکنیک توضیحاتی را ارایه کرد.



زوخن ترونک گفت: این انتشارات از سال ۱۹۰۲ در حوزه آبکاری فعالیت می کند و یکی از قدیمی ترین ناشرین در آلمان حتی در



سپس از ۳ تن از افراد برگزیده دانشگاه، صنعت و نهاد (محیط زیست) با حضور پروفسور کنعانی و دکتر محمدی و مهندس بازگیر تقدیر و قدردانی شد و به رسم یادبود لوحی تقدیم این عزیزان شد. پروفسور محمد قربانی، برگزیده دانشگاه، در سال ۱۳۳۱ چشم به جهان گشود پس از اتمام تحصیلات متوسطه در رشته مهندسی مواد و متالورژی در دانشگاه صنعتی شریف پذیرفته شد و در سال ۱۳۵۳ موفق به اخذ مدرک کارشناسی از این دانشگاه شد. سپس برای ادامه تحصیل به کشور انگلستان مهاجرت کرده و مدرک کارشناسی ارشد و دکتری خود را به ترتیب در سال های ۱۳۶۵ و ۱۳۶۹ از دانشگاه umist انگلیس دریافت کرد. پس از آن به عنوان عضو هیات علمی در دانشگاه صنعتی شریف مشغول به کار شدند. از افتخارات ایشان می توان به چاپ بیش از ۱۰۰ مقاله در مجلات معتبر بیت المللی و بیش از ۲۰۰ مقاله در کنفرانس های داخلی و خارجی اشاره کرد.

از دیگر فعالیت های ایشان می توان به تدریس دروس مختلف در رشته خوردگی و محافظت مواد به خصوص در زمینه آبکاری نانو پوشش ها و دیگر پوشش های فلزی و همچنین همکاری و مشاوره با صنایع مختلف در راه اندازی خطوط آبکاری و تالیف چندین کتاب در زمینه خوردگی و پوشش اشاره کرد. پروفسور محمد قربانی هم اکنون با رتبه استاد تمامی در دانشگاه صنعتی شریف مشغول به تدریس است. بعد از معرفی پروفسور قربانی ایشان لوح تقدیر و قدر دانی را از پروفسور کنعانی دریافت نمودند و سخنانی را ایراد کرد. پروفسور قربانی ضمن تشکر از برگزارکنندگان جشنواره و نیز پروفسور کنعانی گفت در سال ۱۳۵۹ با آبکاری آشنا شدم در آن زمان تعداد انگشت شماری از افراد مانند مرحوم مهندس نوروزخان تحصیلات آکادمیک داشتند اما امروزه عده بسیاری در زمینه آبکاری در ایران تحصیلات آکادمیک دارند و در سطح جهانی

دکتر میرقاسم حسینی عنوان طرح: آبکاری طلای سخت گنبد ها گلدسته ها و ایوان های امامین جوادین و عسگرین علیهم السلام مهندس شهاب بهروز عنوان طرح: آبکاری موضعی قطعات یاناقان توسط سه لایه ی نیکل / آلیاژ سه تایی پایه سرب / قلع را ارایه کردند. بعد از دقایقی استراحت و پذیرایی از میهمانان حاضرین مجددا شاهد اجرای زنده موسیقی توسط گروه پرتو نوین (ناشنویان) به سرپرستی خانم مقامی بودند



و در ادامه برنامه طرح های برگزیده ارایه شد :

مهندس محمد حسین بینا عنوان طرح: بازسازی و پوشش دهی سطوح بال و لوهای ۳۲ اینچ با استفاده فرایند الکترولس نیکل-فسفر و پاشش حرارتی تنگستن-کبالت - کروم  
دکتر فرزاد نصیرپوری عنوان طرح: آبکاری الکتريکی نانوسیم مغناطیسی هسته-پوسته کبالت-فسفید کبالت







و همکارانشان گفت من از پیشکسوتان صنعت آبکاری هستم و افتخار می کنم در خدمت این صنعت هستم صنعت آبکاری قدمت بسیاری دارد و هرروز رو به پیشرفت هست در ابتدا از نیکل سرد وبا سیستم پیش پا افتاده آبکاری می شد که به مرور توسعه یافت. آبکاری یک صنعت توانمند ساز است واز اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنابراین باید به این صنعت توجه خاصی شود. دوستان و همکاران من باید برای پیشرفت این صنعت مهم سرمایه گذاری کنید نه صرفه جویی به عنوان مثال اگر برای پساب ها دستگاه تصفیه وجود دارد باید این کار را انجام دهید چرا که نه تنها به نفع خودتان می باشد که هم به نفع جامعه و هم به نفع صنعت است. توجه داشته باشید صنعت مانند فرزند است هرچه وقت بیشتری برای رشد و تعالی فرزند بگذارید در واقع کار مفیدی برای خود و جامعه انجام داده اید و باعث سرفرازی و سربلندی خود می شوید پس برای رشد و تعالی صنعت سرمایه گذاری کنید.

نفر سومی که مورد قدردانی و تقدیر قرار گرفت از سازمان محیط زیست خانم مهندس زهرا خلیلی بود. زهرا خلیلی در ۲۴ دی ماه ۱۳۵۴ دیده به جهان گشود پس از پایان دوره متوسط در رشته بیولوژی با گرایش ژئولوژی اراک موفق به اخذ مدرک کارشناسی شد و سپس در دانشگاه علوم و تحقیقات در رشته محیط زیست با گرایش حقوق محیط زیست مدرک کارشناسی ارشد را نیز در یافت نمود. از سال ۱۳۸۰ در محیط زیست استان تهران در پست های کارشناسی، کارشناس مسوول رییس پایش محیط زیست و در حال حاضر معاونت محیط زیست شهر تهران را به عهده دارد. ایشان دوره های مختلفی از جمله نحوه مدیریت پسماند های حاوی آلوده به PCBS، بهره وری سبز استراتژی، برآورد کمی و کیفی بار آلودگی فاضلاب صنایع، نحوه مدیریت پسماند های شیمیایی ویژه را با اخذ گواهی طی کرده است.



فعالیت می کنند. و این نشان از پیشرفت صنعت و نگاه تخصصی و کارشناسی به صنعت است. امیدوارم که این صنعت در تمام واحدها دانش بنیان شده و وارد عرصه های جهانی شود.

آنگاه نوبت به تقدیر از برگزیده صنعت، مهندس رفیعی رسید. مهندس رفیعی در سال ۱۳۱۹ در کاشان متولد شد. پس از اتمام تحصیلات متوسطه تحصیلات عالی خود را تا اخذ مدرک کارشناسی ارشد در دانشگاه تهران ادامه داد از سال ۱۳۴۲ با احداث آزمایشگاه شیمی تجزیه مواد شیمیایی با صنعت آبکاری آشنا شد و در سال ۱۳۴۶ با تاسیس شرکت شیمیایی جهانتاب رسماً به عنوان تامین کننده مواد آبکاری وارد صنعت آبکاری شد. ایشان با طی دوره آموزشی در شرکت های لی رو نال انگلستان و آمریکا، گالوانو کمی دکتر دتندر آلمان و سی یو مارای ژاپن به عنوان یکی از برجسته ترین کارشناسان صنعت آبکاری و بنیان آبکاری در کشور شناخته می شود. به عنوان نمونه می توان به راه اندازی خطوط تمام اتوماتیک کارخانجات بزرگی نظیر گروه صنعتی برنز، ابزار مهدی در دامغان، ناسیونال در اصفهان، ایمن خودرو شرق در مشهد و... اشاره کرد.



خلیلی یکی از دلسوزان و همیاران همیشگی صنایع به خصوص صنعت آبکاری است واز هیچ تلاشی برای بهبود صنایع آبکاری دریغ ننمودند. زهرا خلیلی ضمن دریافت لوح تقدیر از زحمات و توجه ویژه مهندس حمید سیفی به صنعت آبکاری و محیط زیست تشکر کرد وگفت تمام تلاش ما بر این است که صنعت آبکاری رونق بیشتری یابد و در کنار آن محیط زیست حفظ شود و آسیبی نبیند. در قسمت بعدی برنامه دو تن از برگزیدگان طرح هایشان را ارایه دادند.

در حال حاضر مدیریت عامل شرکت جهانتاب را به عهده دارند. ایشان همچنین در اکثر کمیته های فرهنگی، علمی صنایع آبکاری از جمله کمیته تاسیس انجمن صنایع آبکاری نقش اول راداشته و اکنون نیز عضو هیات مدیره این انجمن است. قابل ذکر است مهندس رفیعی هم زمان با فعالیت تولیدی از سال ۱۳۴۴ در دانشگاه تهران واز سال ۱۳۴۶ در وزارت کار و امور اجتماعی مشغول به کار بوده است. آخرین سمت ایشان در آن وزارتخانه مدیر کل خدمات اجتماعی وزارت کار بوده است. در ادامه برنامه مهندس رفیعی بعد از دریافت لوح تقدیر و ضمن تشکر از برگزارکنندگان

جوادین و عسگرین علیهم السلام - اهدا لوح و تندیس  
 تلاپی به همراه مبلغ ۵۰ میلیون ریال جایزه نقدی  
 نفر دوم مهندس شهاب بهروز عنوان طرح: آبکاری موضعی  
 قطعات یاتاقان توسط سه لایه ی نیکل / آلیاژ سه تایی پایه  
 سرب / قلع - اهدا لوح و تندیس نقره ای به همراه ۳۰  
 میلیون ریال جایزه نقدی  
 نفر سوم مهندس محمد حسین بینا عنوان طرح: بازسازی و  
 پوشش دهی سطوح بال ولوهای ۳۲ اینچ با استفاده فرایند  
 الکترولس نیکل - فسفر و پاشش حرارتی تنگستن - کبالت  
 - کروم - اهدا لوح و تندیس برنزی به همراه ۱۵ میلیون  
 ریال جایزه نقدی

## بخش دانشگاه

نفر دوم دکتر مجید مقبلی عنوان طرح: تصفیه پساب  
 کارخانجات آبکاری با استفاده از بیوفیلتر - اهدا لوح و  
 تندیس نقره ای به همراه اهدا لوح و تندیس نقره ای به  
 همراه ۳۰ میلیون ریال جایزه نقدی  
 نفر دوم دکتر فرزاد نصیریوری عنوان طرح: آبکاری  
 الکتریکی نانوسیم مغناطیسی هسته-پوسته کبالت-  
 فسفید کبالت - اهدا لوح و تندیس نقره ای به همراه ۳۰  
 میلیون ریال جایزه نقدی  
 نفر سوم مهندس امین پوست دوز عنوان طرح: پوشش دهی  
 صفحات جاذب خورشیدی و ساخت کلکتور خورشیدی -  
 اهدا لوح و تندیس برنزی به همراه ۱۵ میلیون ریال جایزه  
 نقدی  
 دکتر ریخته گر (مجری برنامه) از پروفسور صارمی- پروفسور  
 حیدر زاده-مهندس محمد رضا مقدم-مهندس قربان نژاد-مهندس  
 کریمی ومهندس قره داغی دعوت نمود تا در جایگاه قرار گیرند و  
 جوایز برگزیدگان را اهدا کنند. قابل ذکر است که در بخش دانشگاه  
 در این دوره نفر اول انتخاب نشد و دو تن به طور مشترک در  
 جایگاه دوم قرار گرفتند.



دکتر مقبلی طرحش را با عنوان تصفیه پساب کارخانجات آبکاری  
 با استفاده از بیوفیلتر  
 و مهندس امین پوست دوز نیز طرحش را با عنوان پوشش دهی  
 صفحات جاذب خورشیدی و ساخت کلکتور خورشیدی ارایه کرد.  
 آنگاه دکتر ریخته گر رتبه برگزیدگان را اعلام نمود و جوایز آنان که  
 عبارت بود از لوح تقدیر، تندیس و جایزه نقدی به آنان اهدا شد.  
 نفرات برگزیده به ترتیب رتبه عبارتند از:

## بخش صنعت

نفر اول آقای دکتر میرقاسم حسینی عنوان طرح: آبکاری  
 طلای سخت گنبد ها گلدسته ها و ایوان های امامین





، پروفیسور حیدرزاده سہی ، داکتر رستگاری ، داکتر آمادہ و ... کہ دانشجویان و مدیران بسیاری را تربیت نمودند و ما مدیون تلاش های بی دریغ این عزیزان هستیم.

سپس حمید سیفی از پروفیسور صارمی تقاضا نمود که دقایقی را برای مدعوین سخن بگویند.

پروفیسور صارمی سخنش را با سلام و تشکر آغاز نمود و گفت : صنعت آبکاری یا صنعت الکتروپلیتینگ به دو شکل، به عنوان یک پوشش تزئینی به کار می رود و یا به عنوان پوششی برای حفاظت فلزات ، یعنی یک فلز غیر مقاوم با یک پوشش مقاوم عمر طولانی تر پیدا کند . اما امروزه این پوشش ها به اینها ختم نمی شود . امروزه پوشش های جدید ، پوشش های هوشمند هستند ، پوشش هایی که با ورود ذراتی که حاوی مواد کند کننده ی خوردگی یا مواد تعمیر ی هستند ، درست مثل پوست بدن که بعد از یک خراش خود را تعمیر می کند قادر به تعمیر خود هستند . بنابراین یک بخش از تحقیقات آینده در زمینه پوشش های هوشمند است که این پوشش های هوشمند در زمینه پوشش های آلی به کار گرفته شده و شاید زمینه خوبی باشد تا در زمینه پوشش های فلزی هم به کار گرفته شود . موضوع بعدی پوشش دهی در رابطه با بادی ایمپلنت یا قطعات فلزی که در بدن کار گذاشته می شود مانند استندهای قلبی و یا قطعاتی که برای شکستگی ها استفاده

سپس با حضور داکتر زوخن ترونک ، مهندس مقدم ، مهندس قربان نژاد و آقایان نوروزخان و عارفی به افرادی که طرح هایشان قابل تقدیر و تحسین بود لوحی به رسم یابود همراه با جوایز نقدی (مبلغ ۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال) اهدا شد که در ذیل آمده است .

**مهندس پدram وردی** با عنوان طرح : کتاب نگرشی نوین بر آبکاری الکترولس نیکل (گردآوری و تدوین)

**مهندس حسین بیگلری** با عنوان طرح : شناسایی و سامان دهی آبکاری ها

**مهندس کفاشیان** با عنوان طرح : کاهش کروم شش ظرفیتی توسط هیدرازین در محلول های اشباع شده با پتاسیم بی کربنات

**مهندس مهدی اسدی** با عنوان طرح : حذف یون های فلزات سنگین  $Pb^{2+}$  و  $Cd^{2+}$  از آب توسط نانو مواد متخلخل

**مهندس اقبال رستمی** با عنوان طرح : بررسی مقایسه ای روش های تصفیه فاضلاب صنایع آبکاری

در انتهای مراسم مهندس حمید سیفی از حضور زیبا و پر شکوه میهمانان قدردانی نمود و گفت سپاسگزارم از صبر و حوصله ای که به خرج دادید و از حضور با شکوهتان که موجب رونق و اعتبار صنعت آبکاری است . سیفی گفت : برخورد لازم می دانم از حضور و تلاش بی وقفه بزرگان و دانشمندانی که سرمایه این مملکت هستند تشکر و قدردانی نمایم . بزرگانی چون پروفیسور صارمی





نمی توانستم به این خوبی بنویسم . این جوان بعدها جایزه نوبل را در سن پنجاه سالگی برد . این جوان برای نخستین بار جمله ای زیبا در مورد ماده گفت : که ماده را خداوند آفرید اما تو گویی سطح ماده کار شیطان است چرا که به قدری پیچیده است که ما همچنان نا آگاه هستیم . شما در هیچ زبان و دیکشنری تعریفی برای سطح پیدا نمی کنید و این صنعت و همکاران من در این صنعت سر و کارشان با این کار شیطان است تا بتوانند شیطان را مهار کنند و همان طور که شاهد هستید در این زمینه موفقیت های بسیاری را کسب کرده اند . کنعانی در ادامه گفت : حضور شما نشان از قدردانی شما برای زحماتی است که این دانش پژوهان کشیده اند و این خود احترامی است که برای این صنعت در این کشور که متاسفانه آن طور که باید و شایسته است شناخته نشده است . دکتر کنعانی افزود : من مدت ۱۶ سال در راس یک گروه ده نفری بعد از خواندن مقالات ارایه شده در عرصه آبکاری به محققان جوایزی اهدا می کردیم که این کار بسیار دشواری است . قضاوت کردن و آزمون کار عظیمی است . بنده سر تعظیم و تکریم در مقابل دوستانی فرود می آورم که این کار ارزشمند و بزرگ را بدون هیچ چشمداشتی انجام می دهند . حدود ۸۵ رساله ارایه شده است . مقاله هایی با درک و فهم دشوار . گروه داوران زحمت و رنج فراوانی را متحمل می شوند . مجدداً از شما کمال سپاس و قدردانی دارم . سپس حمید سیفی از گروه اجرایی که شامل : خانم دکتر کریمی ، مهندس مهربان ، مهندس سعیدی ، خورشیدی ، براتی ، حسین سیفی ، خانم لینا انیسی و آقایان علی بهرامی و مسعود بهرامی دعوت نمود که در جایگاه قرار گیرند و همراه با تشویق میهمانان از آنان تشکر نمود و در پایان برای صنعت پیشرفت و تعالی و برای صنعتگران موفقیت و سربلندی و برای میهمانان آرامش، سلامت و بهروزی از خداوند بزرگ خواستار شد.

بر خود لازم می دانم از خانم ها آوازه هروی، فاطمه خسروی و آقای مهندس قره داغی که در تهیه ی این گزارش همکاری نمودند ، تشکر و قدردانی نمایم.

می شود . امروزه باز از طریق الکتروپلیتینگ می توان پوشش هایی را روی فلزات قرار داد که با بافت استخوانی سازگار باشد. این قطعات از خارج از کشور با هزینه های گزاف می آید که این زمینه ی خوبی است که در داخل کشور روی این نوع پوشش کار کنیم و پوشش های روی فلزاتی که در بدن جذب می شوند و نیاز به جراحی مجدد ندارند . بخش سوم پوشش هایی است که به عنوان سولارسل استفاده می شود بخشی که به صورت ترمال بود دوستان توضیح دادند اما بخش دیگر و جدید پوشش هایی است که از نور استفاده می کند برای تولید نور به الکتروسیسته . اینجا پرنانتری باز کنم و آن این که آنچه در کائنات می بینیم همه از نور است از ابتدا که یک ذره هیدروژن درست شده است از برخورد دو برخورد ۲ لایه انرژی و بعد از هیدروژن ، کربن و ... و بقیه ذرات ساخته شده اند . کل کائنات از نور است و انرژی نور هر دو به هم مرتبط است و طبق آیه شریفه قرآن که می فرماید : الله نور السموات و الارض ، خداوند نور آسمان و زمین است . معلوم می شود منبع انرژی نور علی نور و نور مافوق نور انرژی خداوند است . این هم زمینه ای است که ما باید از این انرژی لایزال خورشید استفاده کنیم . در کشوری که حدود ۱۰ ماه خورشید و آفتاب داریم در سولارسل ها استفاده کنیم و تبدیل انرژی خورشید به انرژی الکتروسیسته . این ها زمینه های مختلف و ارزنده ای است که در آینده می تواند استفاده شود تا ارزش افزوده ی بیشتری از آنچه تاکنون هست پیدا شود . سپس پروفیسور کنعانی در پایان مراسم آخرین بیاناتش را ایراد کرد . کنعانی گفت : به عنوان حسن ختام مراسم می خواهم مساله ای را با شما مطرح کنم ، زمانی که انیشتن در اوج شهرت خود در اروپا زندگی می کرد ، جوانی آلمانی به نام وولف گاین پاولی استادیار دانشگاهی بود. استاد پاولی از او خواست که تا مقدمه ای در مورد نظریه نسبیت انیشتن بنویسد و این جوان در مدت کوتاهی مقدمه ای ۲۰۰ صفحه ای را آماده کرد و به استادش عرضه کرد .

استاد پس از مطالعه آن را به انیشتن عرضه کرد ، انیشتن گفت: سوگند می خورم اگر قرار بود من راجع به این نظریه بنویسم

گزارش تصویری چهارمین جشنواره صنعت آبکاری ( جایزه پرفسور کنعانی )

















## آبکاری طلای سخت گنبدها ، گلدسته ها و ایوان های امامین جوادین و عسگرین علیهم السلام



میرقاسم  
حسینی  
دانشگاه تبریز،  
دانشکده شیمی ،  
آزمایشگاه پژوهشی  
علوم و تکنولوژی  
الکتروشیمی

پوشش های طلا با سختی بالا به طور گسترده در کانکتورها و اتصال دهنده های الکتریکی، بوردهای مدار چاپی، به دلیل خواص منحصر به فردشان نظیر رسانایی و مقاومت به سایش بالا مورد استفاده قرار می گیرند. پوشش های آلیاژی طلا با مقادیر بسیار اندک از فلز کبالت، حاصل از حمام های اسیدی دارای سختی و مقاومت سایشی مناسبی هستند. در تحقیق حاضر، در فاز اول جنبه های الکتروشیمیایی نشست طلا، کبالت و آلیاژهای طلا- کبالت از حمام های اسیدی سیتراتی توسط تکنیک های ولتامتری چرخه ای (CV) و روبش خطی پتانسیل (LSV) مورد بررسی قرار گرفته اند تا درک بهتری از فرآیند نشست هم زمان طلا- کبالت به دست آید. محلول های مورد استفاده حاوی سیتریک اسید، و یک سری از اسید های کربوکسیله ، و کبالت نیترات سولفات تالیوم و نمک طلا پتاسیم سیانید می باشند. بررسی های سختی سنجی پوشش های طلای سخت نشان دادند که سختی پوشش های آلیاژی طلا- کبالت بالاتر تقریباً دو و نیم برابر سختی پوشش های طلای خالص است. همچنین بررسی های مورفولوژی سطح توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی بیانگر ریزدانه تر شدن ساختار کریستالی پوشش های آلیاژی طلا- کبالت بودند. شرایط بهینه آبکاری آلیاژی طلا- کبالت از حمام های اسیدی سیتراتی برای به دست آوردن پوشش هایی با سختی HV 180 تعیین گردید. در فاز دوم شرایط بهینه به دست آمده، به صورت صنعتی و میدانی برای آبکاری طلای سخت گنبدها، گلدسته ها و ایوان های امامین عسگرین علیهم السلام استفاده گردید. در این راستا، آبکاری طلای سخت بر روی قطعات با اشکال پیچیده و بر روی سبستریت های مختلف نظیر آهن ، استیل ، برنج و مس انجام گردید. برای جلوگیری از نفوذ مس به طلا با گذشت زمان ، از لایه میانی نیکل سخت با ضخامت 8 میکرون استفاده شده است. ضخامت طلای آبکاری شده بر قطعات به طور متوسط 10 میکرون با سختی متوسط 180 ویکرز انجام گردید. تمام مراحل تهیه نمک ، آبکاری ، و استحصال طلا از ضایعات و پسماندهای طلادر کارگاه عراق انجام گرفته است به طوری که مقدار پرت طلای به طور متوسط کمتر از یک درصد شده است. لذا پروژه با هزینه پایینتر از نصف قیمت نسبت به حالتی که از نمک ها و ترکیبات آماده تجاری شرکت های خارجی استفاده می شد ، انجام گرفته است.

## الف- فاز تحقیقاتی و تدوین دانش فنی آبکاری طلای سخت

### ۱- مقدمه

استفاده از پوشش طلا بر روی فلزات در صنایع تزئینی از قدیم الایام مورد توجه بوده و بدین منظور از روش های مختلفی استفاده شده است. با پیشرفت صنایع جدید و با توجه به مقاومت طلا در مقابل محیط های آلوده و خورنده کاربرد این فلز به عنوان پوشش حفاظتی نیز توسعه یافته است. مشروط بر اینکه بتوان پوششی با حداقل تخلخل ایجاد نمود. امروزه از این پوشش در صنایع الکترونیکی و در دستگاه های با فرکانس بالا و همچنین در دیگر صنایعی که مساله مقاومت در مقابل خوردگی و و سایش محیط مطرح است، استفاده می شود. مقاومت خوردگی طلا یک فاکتور مهم دیگر است. در صنایع شیمیایی که محصولات به اندازه کافی با ارزش ( نظیر داروسازی ) هستند، استفاده از طلا مورد تاکید واقع می شود. کاربرد آلیاژهای مختلف به جای طلای خالص به عنوان پوشش می تواند سختی، ضخامت و مقاومت مکانیکی بیشتر به همراه تخلخل کمتر را فراهم نماید و این امر از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه می باشد، لذا اخیرا توجه زیادی به آبکاری آلیاژی طلا شده است. این فرآیند گرچه قابل اجرا است لیکن به علت فقدان اطلاعات مكتوب ( اطلاعات اغلب به صورت انحصاری است ) با مشکلات عملی همراه است. بر اساس اطلاعات به دست آمده در حال حاضر دانش کافی در زمینه آبکاری آلیاژی طلا به خصوص با توجه به تحولاتی که در این رشته در دنیا حاصل گردیده در کشور موجود نیست و آنچه در این زمینه می توان دست یافت تجربیات و حاصل کارهای فردی و پراکنده دانشمندان و علاقمندان این رشته است. آبکاری آلیاژی فرآیندی پیچیده تر از آبکاری فلز خالص می باشد و غالبا نیاز به کنترل و مراقبت بیشتری دارد. همچنین فهم مکانیزم صحیح و توضیح ترمودینامیکی و سینتیکی فرایندهایی که در سطح کاتد به وقوع می پیوندد به آسانی توضیح رسوب دادن یک فلز خالص نیست. در رسوب هم زمان دو یا چند فلز مرحله انتقال یون ها به سمت الکتروود و تخلیه آن ها و بالاخره تبلور آلیاژ باید مورد مطالعه قرار گیرد. هدف اصلی این تحقیق در فاز اول بهینه سازی فرمولاسیون طلای سخت و تعمیم و توسعه کاربردی آن به صورت میدانی در گنبدها، مناره ها و ایوان های کاظمین و سامرا می باشد. به علت شرایط حاد آب و هوای کاظمین و سامرا، بادهای موسمی (ماسه ای) و شرجی بودن هوا ( نزدیکی حرم مطهرین به رودخانه دجله) پوشش های سیانیدی قلیایی طلا به دلیل داشتن میزان تخلخل زیاد و مقاومت به سایش پایین، پوشش های مناسب برای گنبد های کاظمین و سامرا نمی باشند. از طرف دیگر به علت ضریب نفوذ بالای مس به طلا و تشکیل آلیاژ بین فلزی، استفاده از بستر مناسب برای جلوگیری از این امر ضروری می باشد، که نیکل سخت روکشی مناسب برای این کار می باشد. لذا با توجه به شرایط جوی خاص حرمین یاد شده، ایجاد پوشش های طلای سخت با سختی بالا و نیز مقاومت به سایش و خوردگی بالا، الزامی است. با توجه به شرایط جوی حاکم بر کاظمین و سامرا و لزوم ایجاد آبکاری طلا با طول عمر زیاد با رنگی طلای پایدار، ضروری است که طلای سخت با مقاومت به خوردگی و سایش بالا بر روی سازه های کاظمین و سامرا انجام می گرفت. لذا طلای سخت با خصوصیات یاد شده

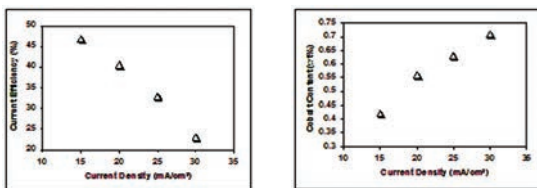
در فوق دنبال گردید. در آبکاری آلیاژی طلا از فلزات مختلفی به عنوان فلز افزودنی استفاده می شود. افزودنی های آلی سبب ترد و شکننده شده پوشش می شوند و در این طرح به هیچ وجه از آن ها استفاده نشده است. از فلزات آنتیموان، کبالت، مس، نیکل و نقره برای بالا بردن سختی و مقاومت سایشی استفاده می گردد. از بین این آلیاژها، آلیاژهای طلا- کبالت و طلا- نیکل اهمیت بیشتری دارند. این آلیاژها که از حمام های اسیدی رسوب داده می شوند، تخلخل نسبتا کمی داشته و تأثیر بسیار اندکی روی مقاومت الکتریکی تماسی و خوردگی طلا می گذارند. همچنین این آلیاژها دارای مقاومت سایشی بسیار خوبی نیز هستند. میزان درصد کبالت در پوشش کمتر از نیم درصد می باشد. هدف اصلی طرح حاضر، فرمولاسیون بهینه پوشش های آلیاژی طلا- کبالت از حمام های اسیدی با ضخامت، سختی و مقاومت سایشی بالا می باشد که در نهایت در آبکاری سازه های حرمین شریفین کاظمین و سامرا بکار برده شده است (۱-۱۰).

### ۲- روش تحقیق

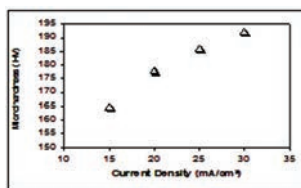
در ابتدا با استفاده از تکنیک های الکتروشیمیایی نظیر ولتامتری چرخه ای و روبش خطی پتانسیل، مکانیزم و چگونگی نشست پوشش های آلیاژی طلا- کبالت بررسی شده و در نهایت عامل کمپلکس کننده مناسب جهت رسوب هم زمان طلا- کبالت تعیین می شود. کلیه تحقیقات الکتروشیمیایی توسط یک دستگاه پتانسیواستات - گالوانواستات EG&G ساخت مؤسسه تحقیقاتی پرینستون و یک سل سه الکترودی تک جداره به حجم تقریبی ۳۰ cc انجام شد. از یک سیم مسی با قطر ۰/۵ mm، طول cm ۱ و سطح  $cm^2 0/15$  به عنوان الکتروود کار و از یک الکتروود پلاتین با سطح تقریبی  $cm^2 3$  به عنوان الکتروود کمکی استفاده شد. همچنین کلیه پتانسیل ها نسبت به الکتروود مرجع کالومل اشباع (SCE) سنجیده شده است.

برای مطالعه مکانیزم رسوب طلای خالص، کبالت خالص و آلیاژ طلا- کبالت و همچنین بررسی رفتار و تأثیر مواد کمپلکس کننده، از محلول های مختلف با ترکیبات متفاوت از مواد آلی و معدنی استفاده گردید تا محدوده پتانسیل نشست طلا و کبالت از هر کمپلکس مشخص شود. ترکیب شیمیایی رسوبات آلیاژی طلا- کبالت توسط روش طیف نگاری جذب اتمی بررسی گردید. برای بررسی مورفولوژی سطح رسوبات آلیاژی از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و برای بررسی ساختار کریستالی، از پراش پرتو ایکس (XRD) استفاده شد. بعد از اتمام آبکاری، در صورت نیاز، برای اطمینان از حصول ضخامت لازم، نمونه ها مانع گرم شده و بعد از سنباده زنی و پولیش مکانیکی، سطح مقطع آن ها مورد ارزیابی قرار می گرفتند. به این منظور از آنالیزگر تصویر OMINIMET ساخت شرکت Beuhler استفاده شد. با استفاده از این دستگاه، اطلاعاتی نظیر حداقل، حداکثر و ضخامت متوسط پوشش و همچنین پروفیل توزیع ضخامت حاصل شدند. برای بررسی تأثیر پارامترهایی نظیر دانسیته جریان و غلظت کبالت بر سختی آلیاژ حاصل، از میکروسختی سنجی استفاده شد. در این تحقیق، برای اندازه گیری میکروسختی از دستگاه Beuhler مدل ۲۱۰۰ با نیروی اعمالی ۱۰ gf استفاده شد. کلیه سختی

آبکاری طلا با اسیدهای کربوکسیلیک حاوی یون های کبالت استفاده شده است. همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود، با افزایش دانسیته جریان از ۱۵ تا  $30 \text{ mA/cm}^2$ ، میزان کبالت موجود در پوشش افزایش و مقدار طلا کاهش می یابد. در یک حمام حاوی چند نوع یون فلزی، هنگامیکه دانسیته جریان افزایش می یابد، درصد فلز فعالتر در پوشش آلیاژی افزایش می یابد. مشاهدات ما نیز این مطلب را تأیید می کنند. (شکل ۲). با افزایش مقدار کبالت در پوشش مقدار سختی افزایش می یابد (شکل ۳). با افزایش دانسیته جریان مقدار کبالت ترسیب شده با پوشش بیشتر که در نهایت سبب افزایش سختی پوشش می شود (شکل ۳).

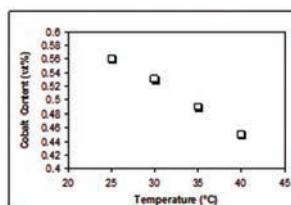


شکل ۲- تأثیر دانسیته جریان بر میزان فلز کبالت در پوشش در حمام آلیاژی (سمت راست) و تأثیر دانسیته جریان بر راندمان جریان کل در حمام آلیاژی (سمت چپ)



شکل ۳- تأثیر دانسیته جریان بر سختی پوشش حاصل از حمام آلیاژی

**۳-۳- تأثیر دما بر روی آبکاری آلیاژی طلا- کبالت**  
برای بررسی تأثیر دما بر روی آبکاری آلیاژی از محلول در دانسیته جریان  $20 \text{ mA/cm}^2$  استفاده شده است. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، دما عامل مؤثری بر ترکیب آلیاژی پوشش می باشد. دما با اثر گذاشتن بر روی پلاریزاسیون و ضریب نفوذ، می تواند در میزان ترسیب یون های مختلف اثر گذار باشد. با این حال شواهد گویای این است که افزایش ضریب نفوذ نسبت به کاهش پلاریزاسیون نقش تعیین کننده تری دارد زیرا با افزایش ضریب نفوذ، این انتظار می رود که با تسریع در تخلیه یون های لایه مجاور کاتد، درصد طلا به دلیل کوچکتر بودن اندازه کمپلکس طلا سیانید نسبت به گونه کمپلکسی کبالت سترات، در رسوب افزایش یابد که چنین رفتاری نیز مشاهده می شود. در حقیقت افزایش دما معمولاً تمایل به کاهش فلز فعال تر در آبکاری آلیاژی دارد. بنابراین، تأثیر مخالف با افزایش دانسیته جریان بر روی میزان کبالت موجود در پوشش دارد (۲۳-۱۵).

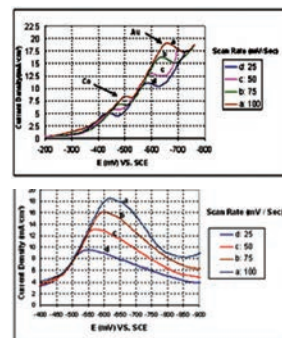


شکل ۴- تأثیر دما بر روی میزان فلز کبالت در پوشش از حمام آلیاژی

های گزارش شده بر حسب ویکرز (HV) می باشند. همچنین از میکروسکوپ نیروی اتمی برای مطالعات زبری، و مقاومت به سایش هم استفاده گردید. برای بررسی مقاومت سایشی پوشش ها از آزمایش پین بر روی دیسک با توجه به استاندارد های ASTM G۹۹-G۱۳۲، استفاده شد. کلیه پارامترها در آبکاری نمونه ها ثابت بوده و فقط غلظت کبالت متغیر می باشد. بدین ترتیب با انجام این تست، تأثیر غلظت کبالت بر مقاومت سایشی پوشش های آلیاژی طلا- کبالت بررسی شد جهت بررسی و تخمین زمان از بین رفتن پوشش در محل تماس پین و دیسک، آزمایش های سایش بعد از هر ۱۴ متر لغزش متوقف گردیده و نمونه ها از لحاظ ظاهری مورد بررسی قرار می-گرفتند. (۱۵-۱۱)

## ۳- بحث و نتیجه گیری ۳-۱- مکانیزم نشست هم زمان پوشش آلیاژی طلا- کبالت

در ابتدا با استفاده از تکنیک های الکتروشیمیایی نظیر ولتامتری چرخه ای و رویش خطی پتانسیل، مکانیزم و چگونگی نشست پوشش های آلیاژی طلا- کبالت بررسی شده و در نهایت عامل کمپلکس کننده مناسب جهت رسوب هم زمان طلا- کبالت تعیین می شود. با توجه به اینکه ولتاژ رسوب کبالت با طلا زیاد هست با استفاده از کمپلکس کننده های مناسب پتانسیل آن ها را بهم نزدیک کرده تا ترسیب الکتروشیمیایی این دو فلز به طور هم زمان انجام گیرد (شکل ۱).



شکل ۱- ولتامتری چرخه ای طلای خالص (عکس بالا) و طلای آلیاژی (عکس پایین) جهت مطالعه مکانیزم و چگونگی نشست پوشش های آلیاژی طلا- کبالت در سرعت رویش های مختلف پارامتر مهم در مطالعات ترسیب الکتروشیمیایی آلیاژها، مقدار عناصر آلیاژی و راندمان جریان کل می باشد. بدین منظور تأثیر پارامترهای مختلف آبکاری از جمله دانسیته جریان، دما، pH و ... بر روی این دو فاکتور بطور مشخص مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور حصول یک آلیاژ خاص، نیاز به دانستن جریان های جزئی هر یک از فلزات هست که در این مقاله فرصت ارائه همه آن ها وجود ندارد، لذا اهم کارهای انجام گرفته در بهینه سازی وان آبکاری آلیاژی طلا آورده می شود (۵-۹).

## ۳-۲- تأثیر دانسیته جریان بر روی آبکاری آلیاژی طلا- کبالت

برای بررسی تأثیر دانسیته جریان بر روی آبکاری آلیاژی از محلول

جدول ۱- تأثیر ایجاد تلاطم بر روی پارامترهای آبکاری آلایژی طلا- کبالت

پارامتر	بدون تلاطم	همراه با تلاطم
میزان کبالت در پوشش (درصد wt)	۴۱/۰	۵۶/۰
جریان جزئی کبالت (mA/cm <sup>2</sup> )	۹/۰	۵۳/۱
جریان جزئی طلا (mA/cm <sup>2</sup> )	۸۷/۵	۵۹/۶
جریان جزئی هیدروژن (mA/cm <sup>2</sup> )	۲۳/۱۳	۸۸/۱۱
راندمان جریان کل (درصد)	۸۵/۳۳	۶/۴۰
میکروسختی (ویکرز)	۱۶۰	۱۷۸

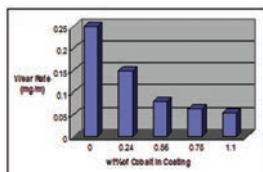
### ۳-۶- بررسی رفتار سایش پوشش های آلایژی طلا- کبالت و طلای خالص

با توجه به اینکه سایش یکی از مکانیزم‌های مهم در تخریب و زوال پوشش های طلا می‌باشد، بررسی رفتار سایشی این پوشش ها از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار می‌باشد. به این منظور آزمایش‌های تریبولوژیکی بر روی پوشش های حاصل انجام پذیرفت. در ادامه، نتایج حاصل از این آزمایش‌ها که شامل نتایج تغییر وزن و نمودارهای اصطکاک می‌باشد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

برای بررسی رفتار پوشش، آزمایش‌های سایش با استفاده از دستگاه پین بر روی دیسک در محیط خشک (بدون روانکار) و با نیروی اعمالی ۷ نیوتون انجام گرفت. این آزمایش‌ها پس از زوال پوشش متوقف و کاهش وزن نمونه‌ها ثبت گردید. ملاک برای پایان یافتن آزمایش سایش، مشاهده اولین شکستگی در پوشش و ظاهر شدن زمینه می‌باشد. مقدار کاهش وزن نمونه‌ها در طول مسافت لغزش به عنوان نرخ سایش بیان شده است. نمودارهای اصطکاک نیز مربوط به زمان شروع آزمایش تا شروع زوال پوشش می‌باشند. در این تحقیق، رفتار سایشی پوشش طلای خالص حاصل از حمام طلا- کبالت با ۰/۲۴، ۰/۵۶، ۰/۷۸ و ۱/۱ درصد وزنی و وان با ترکیب حمام سیانیدی قلیایی، بررسی شد.

### ۳-۶-۱- نتایج تغییر وزن

کلیه نمونه‌ها قبل و بعد از انجام آزمایش سایش توسط استون در دستگاه تمیز کننده اولتراسونیک به مدت دو دقیقه تمیز گردیده و بعد از خشک شدن، وزن سنجی انجام شد. نرخ سایش (بر حسب میلی گرم بر متر) برای پوشش طلای خالص و همچنین برای پوشش های آلایژی طلا- کبالت با درصدهای مختلف کبالت در شکل ۶ آورده شده است.

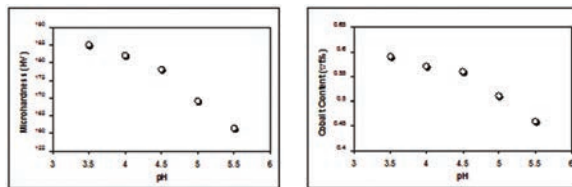


شکل ۶- نمودار تغییرات نرخ سایش بر حسب درصد وزنی کبالت در پوشش طلا

همان طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، بیشترین نرخ سایش مربوط به پوشش طلای خالص حاصل از حمام قلیایی و کمترین نرخ سایش، مربوط به پوشش آلایژی با ۱/۱ درصد وزنی کبالت می‌باشد.

### ۳-۴- تأثیر pH بر روی آبکاری آلایژی طلا- کبالت

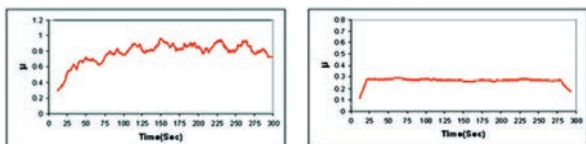
به منظور به دست آوردن تأثیر pH بر روی ترکیب آلایژی پوشش، فرآیند آبکاری بر روی نمونه های یکسان در الکترولیت هایی با pH های متفاوت که از نظر ترکیب مواد و غلظت نمک ها مشابه بودند، در دانسیته جریان بهینه ۲۰ mA/cm<sup>2</sup> و دمای ۲۵ °C انجام شد. شکل ۵ اثر pH را بر روی ترکیب آلایژی نشان می‌دهد. همان طور که از منحنی پیداست، با افزایش pH، میزان کبالت موجود در پوشش کاهش می‌یابد. علت این امر، کاهش ظرفیت بافری و متعاقب آن افزایش pH موضعی است. در نتیجه این امر، تشکیل هیدروکسید های کبالت و به دنبال آن کاهش احیای یون های کبالت با افزایش pH بالاتر از ۴/۵ اتفاق می‌افتد. کاهش میزان کبالت از pH ۳/۵ به ۴/۵ به روشنی مشخص نیست اما احتمالاً نتیجه تغییر گونه های کمپلکسی، تغییر در هدایت الکتریکی محلول در نتیجه کاهش [H<sup>+</sup>] و یا تغییر در ضرایب نفوذ می‌باشد ولی تعیین یک پارامتر خاص برای نسبت دادن این کاهش میزان کبالت در شرایط آزمایشگاهی فعلی غیر محتمل است.



شکل ۵- تأثیر pH بر روی میزان فلز کبالت در پوشش در حمام آلایژی (سمت راست)، تأثیر pH بر سختی پوشش حاصل از حمام آلایژی (سمت چپ)

### ۳-۵- تأثیر تلاطم محلول بر روی آبکاری آلایژی طلا- کبالت

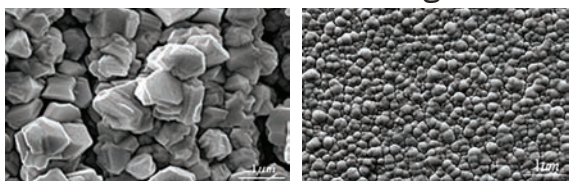
هم زدن حمام آبکاری یا چرخش الکترود می‌تواند مستقیماً روی ترکیب آلایژ مؤثر باشد. این تأثیر از طریق کاهش ضخامت لایه نفوذی کاتدی صورت می‌گیرد. تأثیر تلاطم روی ترکیب آلایژی به دلیل تغییرات غلظتی است که در فصل مشترک الکترولیت- کاتد بوجود می‌آید. بطور کلی هم زدن محلول باعث افزایش مقدار فلز فعال تر در پوشش می‌شود. همچنین به دلیل آزاد شدن هیدروژن در فرآیند احیایی در اطراف کاتد، pH به صورت موضعی افزایش یافته و این امر سبب ایجاد هیدروکسید های فلزی می‌شود. هم زدن محلول، تأثیر موضعی pH را از بین برده و مانع از تشکیل هیدروکسید های فلزی می‌گردد. بطور کلی، همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با ایجاد تلاطم در محلول که دارای پارامترهای بهینه شده دانسیته جریان ۲۰ mA/cm<sup>2</sup>، دمای ۲۵، pH=۵/۴ و غلظت کبالت ۱ g/l در محلول است، میزان کبالت موجود در پوشش و متعاقب آن، دانسیته جریان جزئی آن افزایش و دانسیته جریان جزئی طلا و هیدروژن کاهش می‌یابد. همچنین هم زدن محلول، به دلیل تأثیراتی که بر روی دانسیته جریان های جزئی می‌گذارد، بطور کلی باعث افزایش راندمان جریان کل می‌گردد. سختی پوشش با توجه به تغییر در میزان کبالت، در پوشش افزایش یافته و به مقدار ۱۷۸ HV در حالت تلاطم محلول می‌رسد. (۲۰-۱۰)



شکل ۸- نمودار میانگین تغییرات ضریب اصطکاک مربوط به نمونه دارای ۰/۷۸ درصد وزنی کبالت (سمت راست) و نمودار میانگین تغییرات ضریب اصطکاک مربوط به نمونه طلای خالص (سمت چپ)

آبکاری از میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده شد. تصویر سطح پوشش آلیاژی طلا با ۰/۵۶ درصد وزنی کبالت در شکل ۹ (سمت چپ) و تصویر مربوط به پوشش طلای خالص در شکل ۹ (سمت راست) آورده شده است. آنچه بوضوح مشخص است، ریز شدن ساختار پوشش در اثر حضور کبالت در پوشش است. حضور کبالت احتمالاً باعث افزایش نرخ جوانه زنی کریستال های راسب شده می شود. همان طور که در شکل ۹ دیده می شود، ساختار طلای آلیاژی بصورت دانه های کروی ریز بوده که در کنار هم قرار گرفته اند. اندازه متوسط دانه ها نیز در حدود ۲۰۰ nm می باشد. لازم به ذکر است که ریز شدن ساختار سبب بهبود خواص مکانیکی از جمله سختی و مقاومت سایش می شود.

ساختار پوشش طلای خالص با توجه به شکل ۹ (سمت راست)، به صورت کریستال های گوشه دار و نوک تیز است. اندازه متوسط دانه ها نیز در حدود ۱ μm بوده که حدوداً ۵ برابر بزرگتر از اندازه دانه پوشش های طلای آلیاژی می باشد. در قسمت بررسی رفتار سایشی پوشش ها، مشاهده شد ضریب اصطکاک پوشش طلای خالص بالاتر از طلای آلیاژی می باشد. این امر با مقایسه ساختار کریستالی دو پوشش قابل بررسی است. از لحاظ فیزیکی پوشش طلای خالص به دلیل داشتن کریستال های گوشه دار و نوک تیز (شکل ۹ سمت چپ)، طبیعتاً تماس و درگیری بیشتری با سطوح ساینده داشته که به همین دلیل، مقاومت سایشی آن پایینتر از طلای آلیاژی است که دارای کریستال های کروی نسبتاً یکنواخت و بدون گوشه های تیز می باشد. نوسان در ضریب اصطکاک پوشش طلای خالص نیز با توجه به ساختار کریستالی آن قابل توجیه است. نکته مهم دیگری که در ساختار پوشش طلا- کبالت باید مورد توجه قرار گیرد، حضور حفره های بسیار ریز با ابعاد تقریبی چند نانومتر است. محققان زیادی یکی از دلایل افزایش سختی این پوشش ها را حضور این حفره ها در ساختار عنوان کرده اند. تعداد حفره ها در مرز دانه نسبت به خود دانه بیشتر است. این حفره ها احتمالاً به دلیل نشست هم زمان گاز هیدروژن در حین پروسه آبکاری بوجود می آیند. علت تراکم بیشتر آن ها در مرز دانه ها نیز احتمالاً به دلیل سهولت نفوذ هیدروژن در مرز دانه نسبت به خود دانه است، می باشد.

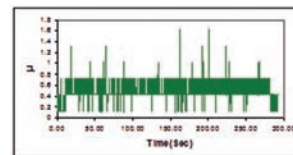


شکل ۹- تصویر سطح پوشش طلای خالص (سمت چپ) و تصویر سطح پوشش طلای پوشش آلیاژی طلا با ۰/۵۶ درصد وزنی کبالت (سمت راست)

باشد. بطور کلی با افزایش درصد کبالت در پوشش، نرخ سایش کاهش می یابد به طوری که نرخ سایش پوشش طلای خالص، حدوداً ۳۰۰ درصد نرخ سایش طلای آلیاژی با ۰/۵۶ درصد وزنی کبالت می باشد. با توجه به شکل ۶ مشخص می شود که با افزایش میزان کبالت در پوشش از ۰/۲۴ به ۰/۵۶ درصد وزنی، نرخ سایش حدود ۴۵ درصد کاهش می یابد اما با افزایش میزان کبالت از ۰/۵۶ به ۰/۷۸ درصد و به ۱/۱ درصد وزنی، روند کاهش نرخ سایش به حدود ۱۲ درصد می رسد. با توجه به افزایش شدید مقاومت مخصوص الکتریکی طلا با افزایش درصد کبالت در پوشش و همچنین مقاومت سایشی مطلوب پوشش طلا- کبالت با ۰/۵۶ درصد وزنی کبالت (۰/۰۸ mg/m)، می توان این آلیاژ خاص را به عنوان آلیاژ بهینه در صنایع الکترونیک انتخاب کرد. ل همین شرایط برای آبکاری سازه های حریمین سامرا و کاظمین به طور میدانی اجرا گردید.

### ۳-۶-۲- نتایج نمودارهای ضریب اصطکاک

در حین انجام آزمایش سایش پین بر روی دیسک، اطلاعات مربوط به ضریب اصطکاک نیز در هر لحظه جمع آوری شد. با توجه به اطلاعات حاصل از دستگاه می توان نمودارهای ضریب اصطکاک را بر حسب زمان رسم نمود. اما با توجه به پراکندگی داده ها با رسم نمودار میانگین بهتر می توان در مورد تغییرات ضریب اصطکاک نظر داد. به عنوان مثال نمونه ای از این نمودارها در شکل های ۷ و ۸ نشان داده شده است. نمودار میانگین تغییرات ضریب اصطکاک برای پوشش طلای خالص حاصل از حمام سیانیدی قلیایی در شکل ۸ (سمت راست) و نمودارهای میانگین تغییرات ضریب اصطکاک برای پوشش های آلیاژی طلا- کبالت با مقادیر ۰/۷۸ و به ترتیب در شکل ۸ (سمت چپ) آورده شده است. آنچه که از مقایسه نمودار نرخ سایش پوشش ها با نمودار میانگین تغییرات ضریب اصطکاک آن ها مشهود است، وجود رابطه مستقیم بین ضریب اصطکاک و نرخ سایش پوشش است. به طوری که با افزایش ضریب اصطکاک، نرخ سایش نیز افزایش می یابد. با توجه به شکل های مذکور، بالاترین ضریب اصطکاک مربوط به پوشش طلای خالص حاصل از حمام سیانیدی است که بالاترین نرخ سایش را نیز داراست و کمترین ضریب اصطکاک، مربوط به پوشش آلیاژی طلا- کبالت با ۰,۷۸ درصد وزنی کبالت در پوشش است که مینیمم نرخ سایش را دارد. بررسی رابطه بین مورفولوژی سطح و ضریب اصطکاک در مورفولوژی سطح توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی بررسی شده است.



شکل ۷- نمودار تغییر ضریب اصطکاک مربوط به نمونه دارای ۰/۵۶ درصد وزنی کبالت در پوشش

### ۳-۷- بررسی مورفولوژی پوشش های آلیاژی طلا- کبالت و طلای خالص توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی

برای بررسی دقیق تر و مناسب تر ساختارهای به وجود آمده در فرآیند



با روکش نیکل سخت با سختی بالا (۱۸۰ ویکرز) و مقاومت به سایش بالا بود. علاوه بر این، یک سری از نمونه های آبکاری توسط نماینده حرم کاظمین به کانادا و یک سری دیگر به انگلیس ارسال گردید، تا مشخصات فوق الذکر پوشش ها توسط آن مراکز تایید شوند. در نهایت پس از گرفتن تاییدیه از این مراکز تحقیقاتی، کار آبکاری طلای سخت گنبدها و گلدسته های کاظمین در سال ۱۳۸۴ شروع شد. آبکاری گنبد امام جواد (ع) در سال ۱۳۸۶ و آبکاری گنبد امام کاظم (ع) نیز در سال ۱۳۸۹ و ایوان باب المراد در سال ۱۳۹۳ به اتمام رسید. در سال ۱۳۸۹ کار آبکاری طلای سخت گنبد سامرا شروع و در سال ۱۳۹۲ به اتمام رسید. در ادامه کار گلدسته های و کاظمین به همان روش آبکاری گردیدند و در شهریور ماه سال ۱۳۹۵ به اتمام رسید. از سال ۱۳۹۳ مشغول آبکاری طلای سخت ایوان های باب القبله و باب القریش کاظمین و نیز گلدسته های جدید سامرا و ایوان باب القبله سامرا هستیم، امید است تا شهریور ۱۳۹۶ همه کارهای آبکاری کاظمین و سامرا به اتمام رسد.

کل فرایند میدانی آبکاری عبارتند از: ابتدا خشت های مسی بعد از پولیش مکانیکی، و چربیگیری گرم و سرد در محلول اسید سولفوریک به همراه پروکسید هیدروژن اکسیدزایی گردیده و سپس آبکاری نیکل مات سخت داده می شدند. نیکل سخت به عنوان زیر لایه، علاوه بر اینکه سبب جلوگیری از نفوذ مس به پوشش های طلا و از تغییر رنگ زرد طلایی جلوگیری می کرد سبب پر شدن خلل و فرج سابستریت مس و در نتیجه سبب کاهش مصرف طلا به عنوان لایه نهایی می شد.

## ۲- کنترل کیفیت پوشش ها

جهت کنترل خواص کیفی پوشش ها برای تک تک خشت ها شناسنامه ای به صورت جدول تنظیم گردیده است (جدول ۲) که در آن شماره خشت، رنگ ظاهری کیفیت پوشش، وزن خشت بعد از آبکاری نیکل و وزن خشت بعد از آبکاری طلا قید شده است: آزمایشات روزانه توسط ناظر پروژه در کاظمین (کنترل آماده سازی نمونه ها، ضخامت خشت های، کنترل وزن نمونه ها، کنترل کیفیت و ظاهر پوشش ها با میکروسکوپ نوری در محل کار، کنترل مواد و افزودنی و فاکتورهایی نظیر دما PH بر حمام های آبکاری) انجام می گرفت.

علاوه بر کنترل میدانی مقدار ضخامت طلای نمونه ها نیز با برش مقطع عرض با میکروسکوپ نوری ضخامتشان در آزمایشگاه کنترل می گردید که میزان تلورانس ضخامت میدانی  $\pm 5\%$  درصد آزمایشگاه بودند. نمونه هایی از کار در شکل ۱۱ نشان داده شده است. در آبکاری نیکل سخت و نیز طلای سخت از هیچ برآقی استفاده نشده است زیرا استفاده از برآقی سبب ترد و شکنندگی پوشش ها می شود. نمونه های آب کاری شده توسط مهندسین ناظر به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه استاندارد عراق برای کنترل کیفیت و خواص مورد نظر ارسال می گردید و نتایج را جهت کنترل عملیاتی به تیم اجرایی ارسال می نمودند.

• علاوه بر کنترل موارد یاد شده در بالا یک سری آزمایشاتی نظیر تست چسبندگی و تست خوردگی طبق استانداردهای بین المللی ASTM انجام گرفته است. به عنوان مثال نمونه هایی از آبکاری

نکته مهم دیگر در رابطه با حضور حفره های نانومتری در پوشش، وابستگی تعداد آن ها به دانسیته جریان می باشد. به طوری که با کاهش دانسیته جریان، از تعداد آن ها کاسته می شود. در شکل ۹، تصویری از سطح پوشش آلیاژی که در دانسیته جریان پایین  $2 \text{ mA/cm}$  آبکاری شده است، مشاهده می شود. همانطور که در شکل مشخص است، با کاهش دانسیته جریان، تعداد حفره ها بطور محسوسی کاهش یافته است. شاید دلیل این کاهش، کم شدن دانسیته جریان جزئی هیدروژن با کاهش دانسیته جریان باشد. در این قسمت، تأثیر عوامل مختلف نظیر دانسیته جریان، غلظت، دما، pH و ... بر روی راندمان جریان کاتدی، میزان درصد کبالت در پوشش، سختی و ... بررسی گردیده و با آنالیز اطلاعات حاصل، شرایط بهینه برای آبکاری آلیاژی تعیین شده است. برای تعیین میزان کبالت در پوشش از آنالیز جذب اتمی استفاده شده است. بدین ترتیب در نهایت با استفاده از شرایط بهینه، پوشش هایی با ضخامت قابل قبول و با سختی در حدود HV ۱۸۰ و نرخ سایشی  $0.081 \text{ mg/m}$  (تحت نیروی ۷ نیوتن) از طریق آبکاری آلیاژی طلا- کبالت حاصل شدند. در انتها به دلایل انتخاب فلز کبالت به عنوان فلز افزودنی و همچنین عامل کمپلکس کننده سیترات در وان های آبکاری اسید کربوکسیلیکی اشاره می شود:

- افزایش چشمگیر در سختی و مقاومت سایشی پوشش های طلا با افزودن مقادیر بسیار اندک از فلز کبالت حداقل کاهش در رسانایی پوشش های طلا در نتیجه افزودن مقادیر اندک از فلز کبالت
- قیمت مناسب و سهولت تهیه نمک های کبالت، فاصله مناسب بین پتانسیل نشست فلزات طلا و کبالت در محیط سیتراتی،
- خاصیت بافر کنندگی سیتریک اسید در  $\text{pH} = 4.5$  افزایش سختی کبالت رسوب کرده از حمام اسیدی

به دلیل اختلاف زیاد بین پتانسیل نشست طلا و کبالت، استفاده از عوامل کمپلکس کننده برای رسوب هم زمان این دو فلز ضروری است. از میان عوامل کمپلکس کننده استفاده شده در این تحقیق، گونه سیترات و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) بهترین کارایی را در نشست هم زمان آلیاژ طلا- کبالت نسبت به گونه های سیترات و سیانید از خود نشان داد. با بررسی های الکتروشیمیایی مشخص شد مکانیزم نشست آلیاژی طلا- کبالت تحت کنترل نفوذ قرار دارد. با بررسی پارامترهای مؤثر بر آبکاری، شرایط بهینه برای رسوب هم زمان آلیاژ طلا- کبالت تعیین شد. معیار اصلی تعیین شرایط بهینه، مناسب بودن خواص مکانیکی نظیر سختی و مقاومت سایشی و مقاومت به خوردگی و نیز چسبندگی خوب و رنگ زرد طلایی آن می باشد.

## (ب) فاز عملیاتی اجرای آبکاری طلای سخت

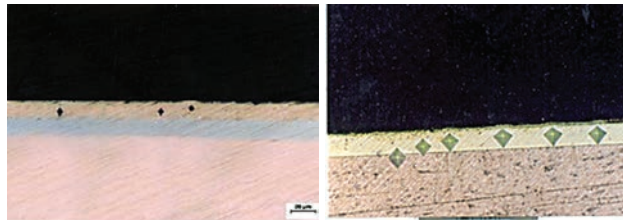
### ۱- انجام آزمایشات تکمیلی و توسعه دانش فنی طلای سخت و بومی سازی صنعتی آن

در فاز عملیاتی دانش فنی به دست آمده از قسمت اول اشل آزمایشگاهی توسعه داده شد و چند نمونه در ابعاد ۲۰ در ۲۰ سانتیمتر مربع آبکاری گردید. ستاد عتبات عالیات نمونه ها را به دانشگاهها و پژوهشگاه های مهم در کشور ارسال نمود. در واقع هدف همانطور که در مقدمه گفته شده است ایجاد پوشش های با ضخامت ۸-۱۰ میکرون طلای سخت بر روی خشت های مسی

آبکاری طلائی سخت انجام گرفت (شکل ۱۳). آماده سازی فولاد ضد زنگ جهت آبکاری، دانش فنی خاص می طلبد که این کار نیز با موفقیت انجام گرفت. یک سری کتیبه های قدیمی که ارزش تاریخی فوق العاده زیادی داشتند نظیر کتیبه های باب المراد کاظمین که اسماء چهارده معصوم و نیز نام ناصرالدین شاه حک شده بود و به طریق ملغمه ای پوشش داده بودند با ظرافت و تکنولوژی خاصی تعمیر و بازسازی و در نهایت طلا کاری سخت گردیدند. نکته مهمی که در قسمت عملیاتی پروژه های آبکاری گنبد و گلدسته های کاظمین و سامرا می توان ذکر کرد، این است که انجام کلیه فرایندها نظیر: تهیه نمک طلا، فرایند آبکاری و نیز تصفیه پساب ها و استحصال طلاهای باقیمانده در پساب توسط تیم آبکاری بنده در عراق انجام گرفته است (شکل ۱۳).

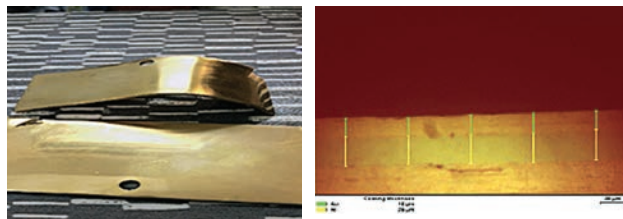
جدول ۲- کنترل کیفی خشت های آبکاری طلا کاری شده

شماره خشت	وزن خشت بعد از آبکاری Ni	وزن خشت بعد از آبکاری Au	$10gr < W$	کیفیت پوشش (میکروسکوپ)	رنگ ظاهری (یکنواخت)
۲۹۲	۱۱۷۶،۰	۱۱۸۶،۸	۱۰،۸	good	good
۳۶۲	۱۱۳۹،۰	۱۱۴۹،۴	۱۰،۴	good	good
۳۵۸	۱۱۳۲،۲	۱۱۴۲،۶	۱۰،۴	good	good
۳۴۶	۱۱۴۲،۷	۱۱۵۲،۸	۱۰،۱	good	good
۳۵۶	۱۱۴۵،۳	۱۱۵۴،۲	۸،۹	Failed	Failed
۳۵۴	۱۱۴۳،۸	۱۱۴۴،۹	۱۰،۱	good	good
۳۵۳	۱۱۵۳،۰	۱۱۶۲،۴	۱۰،۴	good	good
۳۵۰	۱۱۴۶۷	۱۱۵۶،۶	۹،۹	good	good
۳۵۷	۱۱۴۲،۸	۱۱۵۸،۴	۱۰،۰	good	good
۳۸۵	۱۱۵۴،۱	۱۱۶۳،۱	۹	Failed	Failed



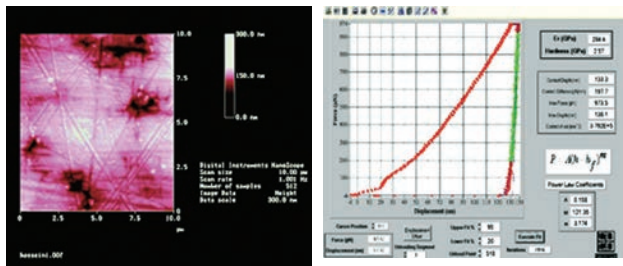
شکل ۱۰- انجام آزمایشات جهت اندازه گیری ضخامت و یکنواختی پوشش (سمت چپ) و اندازه گیری سخت نمونه هایی که به صورت تصادفی از مجموعه آبکاری ها انتخاب شده است (سمت راست)

طلا شده در محلولی از مخلوط اسید سولفوریک به همراه پروکسید هیدروژن به مدت یک ماه قرار داده می شد که پوشش ها عاری از هرگونه محصولات خوردگی از سابستریت مس و نیکل بودند. جهت آزمون چسبندگی پوشش ها از آزمون تا کردن تحت استاندارد NF ISO ۴۵۲۷ - s بر طبق این استاندارد نمونه را به میزان ۹۰ تا می نمایند و سپس آن را به وضعیت اولیه بر می گردانند. این عمل را سه بار تکرار می نمایند. همچنین جهت اطمینان از چسبندگی بالای پوشش ها از آزمون شوک حرارتی تحت استانداردهای ASTM B۵۷۱ استفاده شده است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- آزمون چسبندگی پوشش ها از آزمون تا کردن تحت استاندارد NF ISO ۴۵۲۷ - s (سمت چپ) و بررسی یکنواختی و ضخامت پوشش ها (سمت راست)

نمونه هایی از خشت ها جهت کنترل خواص پوشش ها به آزمایشگاه پژوهشی علوم و تکنولوژی الکتروشیمی دانشکده شیمی دانشگاه تبریز ارسال می گردید، تا کنترل نهایی خواص مکانیکی و خوردگی، سایش و تریبولوژی آن ها انجام گیرد نمونه از آن قطعات که کارهای تریبولوژی بر روی آن ها توسط میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) گرفته است در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۲- آزمایشات میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) بر روی نمونه ای از قطعات پوشش داده شده با طلائی سخت

۳- فرایند آبکاری طلائی سخت بر روی سابستریت ها ویژه در یک سری از کارها نظیر کتیبه های سامرا و یک سری از اجزا مختلف حرمین نظیر مناره های کاظمین به جای سابستریت مس، فولاد ضد زنگ ۳۰۴L به کار رفته است که بر روی آن ها نیز



شکل ۱۳- نمونه های مختلف آبکاری طلائی سخت بر روی زیرلایه های مختلف مس، برنج و استیل

## ۴- جنبه های اقتصادی طرح

نقاط قوت این پروژه از جنبه اقتصادی است، در سال ۱۳۸۳ ستاد

قلیایی می باشند و از مقاومت به سایش بسیار بالایی برخوردار است. تمام دانش فنی تهیه فرمولاسیون محلول های بکار رفته در آبکاری طلائی سخت با تحقیق و پژوهش با دانشجویان تحصیلات تکمیلی از مایشگاه پژوهشی علوم و تکنولوژی الکتروشیمی دانشکده شیمی دانشگاه تبریز انجام گرفته است. که بعضی از اطلاعات به دست آمده به صورت انحصاری و چاپ نشده است ولی بعضی از قسمت های آن ها به چاپ رسیده است. محلول های طلائی سخت به همراه انواع افزودنی های مختلف به صورت تجاری توسط شرکت های مختلف عرضه می شود. در این پروژه از فرمولاسیون های بهینه طلائی سخت که از تحقیق و پژوهش به دست آمده است، که از نظر اقتصادی حدود ۵۰ درصد صرفه جویی اقتصادی نسبت به حالت استفاده از محلول های آماده طلائی سخت دارند استفاده شده است.

• مورد مهم دیگر، می توان به استحصال الکتروشیمیایی و سمانتاسیون طلا از انواع باطله های پولیش، ضایعات و پساب های آبکاری و نیز از خشت های معیوب آبکاری و قلاب ها را نام برد که هر کدام روش استحصال خاصی داشتند، این عمل استحصال طلا در کارگاه انجام گرفته و دوباره از طلائی های حاصله خالص سازی شده در تهیه نمک طلا بکار برده شد که از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت می باشد.

• آماده سازی فولاد ۳۰۴L جهت آبکاری، که پس از پژوهش و تحقیق، فرمولاسیون به دست آمده برای آبکاری طلا بر روی آن بکار برده شد که در صورت استفاده از محلول های آماده تجاری شرکت های خارجی هزینه ها تقریباً سه برابر افزایش می یافت.

• آماده سازی کتیبه های ملغمه کاری طلا بودند که تمام فرمولاسیون لازم برای آماده سازی آن ها نیز با پژوهش و تحقیق به دست آمد و با موفقیت به صورت میدانی اجرا شد. از نظر تاریخی از ارزش بسیار بالایی برخوردار بوده و نمایانگر درخشش فرهنگ و هنر تمدن ایرانیان در قرون اعصار می باشد. دربخشی از کارهای سامرا به علت عدم در دسترس نبودن شمش طلا، از طلائی حاصل از استحصال خشت های اسقاطی ملغمه (خشت های گنبد سامرا که در طی بمب گذاری خراب شده بودند) استفاده گردید. یعنی، ابتدا طلائی روی خشت های مسی که به صورت ملغمه طلا کاری شده بودند، طلائی آن ها برداشته شده و با روش های الکتروشیمیایی و سمانتاسیون خالص سازی گردید. در نهایت با حذف کامل جیوه و دیگر ناخالصی ها، طلائی با خلوص ۹۹۹ به دست آمده در فرایند طلاکاری استفاده شد. حذف کامل جیوه از ملغمه های طلا فرایند نسبتاً سختی می باشد. که این مساله نیز از جنبه اقتصادی حائز اهمیت می باشد.

## ۵- نتیجه گیری

از اهم کارهایی که در این طرح انجام گرفته شده است می توان به موارد زیر اشاره کرد:

• بهینه سازی فرمولاسیون طلائی سخت در آزمایشگاه و توسعه و بومی سازی دانش فنی آن در اشل صنعتی و بکارگیری آن در حرمین شریفین کاظمین و سامرا.

عتبات عالیات با نماینده شرکت آرونای آلمان وارد مذاکره شده بود و قرار بود تمام مواد شیمیایی و محلول های آماده آبکاری طلا را در اختیار ستاد جهت آبکاری گنبد امام جواد (ع) قرار دهد و به یک سری از نیروهای ستاد جهت آبکاری در عراق آموزش دهد، زیرا به دلیل مسایل امنیتی حاضر به اجرای عملی در عراق نبودند. در این راستا توسط یکی از همکاران هیات علمی بنده با مسولین ستاد عتبات عالیات آشنا شده و به عنوان مشاور ارشد در زمینه آبکاری شروع به همکاری نمودم. پایان نامه کارشناسی ارشد اینجانب تحت عنوان آبکاری آلیاژی طلا بود که در دانشگاه صنعتی شریف گذرانده بودم. با جلساتی که با رییس ستاد بازسازی عتبات عالیات داشتیم بنده مشغول مطالعات اجرایی این پروژه شدم و به ستاد اعلام نمودم که آبکاری گنبد امام جواد (ع) را با ۳۰-۴۰ درصد قیمت پیشنهادی شرکت آرونای آلمانی می توان به صورت عملیاتی اجرا نمود. به این ترتیب ستاد از سپردن پروژه به شرکت های خارجی منصرف گردید. با همکاری ستاد بازسازی عتبات عالیات واحد مرکزی تهران، دانش فنی طلائی سخت به صورت اشل صنعتی در ایران بومی سازی شد و در حرمین شریفین کاظمین و سامرا مورد استفاده قرار گرفت. لذا توجه به اینکه کل مراحل اجرایی پروژه با پشتیبانی علمی و فناوری از مایشگاه پژوهشی اینجانب علوم و تکنولوژی الکتروشیمی، دانشکده شیمی دانشگاه تبریز دنبال می شد و فعالیت موازی کنترل کیفیت پوشش در ایران و رفع اشکالات احتمالی در جریان پروژه در دانشگاه تبریز انجام می گرفت سبب شد که پروژه از نظر اقتصادی، با هزینه خیلی پایینی انجام گیرد. که در اینجا لازم است نظر اجمالی به اهم آن ها پرداخته شود که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

• کل فرآیند تهیه نمک های یک ظرفیتی و سه ظرفیتی سیانوری طلا با موفقیت توسط تیم آبکاری با راهنمایی اینجانب پس از به دست آوردن دانش فنی تولید آن ها در آزمایشگاه، تولید صنعتی آن ها توسعه داد شد و تولید صنعتی در کارگاه آبکاری در عراق انجام گرفت، که در صورت استفاده از نمک های سیانیدی تجاری مرسوم در بازار، کل هزینه طلا کاری بالای ۵۰ درصد افزایش می یافت.

• برای جلوگیری از نشست طلا پشت خشت ها از رنگ های پلی استری مخصوصی استفاده گردید و همچنین هر جا که لازم به طلا کاری نبود توسط این رنگ به خصوص، استتار (عمل ماسکینگ) انجام می گرفت که این امر کمک زیادی از پرت شدن طلائی نمود. آبکاری طلائی سخت اولین بار در گنبد های سامرا و کاظمین به کار رفته است.

• گنبد های امام رضا (ع) و حضرت معصومه (علیها السلام) قم و همچنین بارگاه حضرت زینب (علیها السلام) دمشق سوریه از طریق آبکاری طلائی سیانوری قلیایی انجام گرفته است ولی همان طور که در مقدمه اشاره شد این نوع پوشش ها قابلیت اجرای مطلوب در عتبات عالیات عراق را ندارند. زیرا پوشش های سیانوری قلیایی به علت تخلخل بالا نرم بوده و سختی و مقاومت به سایش و خوردگی پایینی را نسبت به طلائی سخت حاصل از حمام های اسیدی کربوکسیلیکی را دارند به طوری که سختی طلاهای حاصل از حمام های اسیدی حدود دو و نیم برابر طلائی حاصل از وان های

- ۱۵۳-۱۴۹ (۱۹۹۱) ۶۹.
- [۴] H.A. Reinheimer, J. Electrochem. Soc. (۱۹۷۴) ۱۲۱ ۵۰۰-۴۹۰.
- [۵] S.S. Abd El Rehim, S.M. Abd El Wahaab, M.A.M. Ibrahim, M.M. Dankeria, J. Chem. Technol. Biotechnol. ۳۷۶-۳۶۹ (۱۹۹۸) ۷۳.
- [۶] J.D.E. McIntyre, W.F. Peck Jr., J. Electrochem. Soc. ۱۸۱۳-۱۸۰۰ (۱۹۷۶) ۱۲۳.
- [۷] A.M. Weisberg, H. Kroll, US Patent ,۷۰۰۹ ,۰۷۳ ,۴ ۱۹۷۸.
- [۸] B. Bozzini, G. Giovannelli, S. Natali, B. Brevaglieri, P.L. Cavallotti, G. Signorelli, J. Eng. Fail. Anal. ۹۲-۸۳ (۱۹۹۹) ۶.
- [۹] B. Bozzini, A. Fanigliulo, J. Cryst. Growth ۲۴۳ ۲۰۳-۱۹۰ (۲۰۰۲).
- [۱۰] R. Duva, A. Simonian, US Patent ۱۹۷۱ ,۵۶۲,۱۲۰ ,۳.
- [۱۱] P.T. Smith, A. Fletcher, US Patent ,۱۸۴ ,۶۴۴ ,۳ ۱۹۷۲.
- [۱۲] H.A. Reinheimer, US Patent ۱۹۷۴ ,۴۸۷ ,۸۳۳ ,۳.
- [۱۳] E. Winters, US Patent ۱۹۷۵ ,۴۲۸ ,۸۷۳ ,۳.
- [۱۴] Y.G. Li, W. Chrzanowski, A. Lasia, J. Appl. Electrochem. ۸۵۲-۸۴۳ (۱۹۹۶) ۲۶.
- [۱۵] P. Bindra, D. Light, P. Freudenthal, D. Smith, J. Electrochem. Soc. ۱۹۸۹ (۱۳۶) ۳۶۲۶-۳۶۱۶.
- [۱۶] B. Bozzini, G.P. De Gaudenzi, C. Mele, J. Electroanal. Chem. ۳۴-۲۹ (۲۰۰۴) ۵۷۰.
- [۱۷] Y.G. Li, A. Lasia, J. Appl. Electrochem. (۱۹۹۷) ۲۷ ۶۵۰-۶۴۳.
- [۱۸] B. Bozzini, G. Giovannelli, S. Natali, A. Fanigliulo, P.L. Cavallotti, J. Mater. Sci. ۳۷ (۳۹۱۳-۳۹۰۳ (۲۰۰۲).
- [۱۹] Y.G. Li, A. Lasia, J. Appl. Electrochem. (۱۹۹۶) ۲۶ ۸۶۳-۸۵۳.
- [۲۰] B. Scharifker, G. Hills, Electrochim. Acta ۲۸ ۸۸۹-۸۷۹ (۱۹۸۳).
- [۲۱] Q. Huang, H. Deligianni, L.T. Romankiw, J. Electrochem. Soc. ۲۰۰۶ (۱۵۳) C۳۳۲-C۳۳۶.
- [۲۲] C.C. Lo, J.A. Augis, M.R. Pinnel, J. Appl. Phys. ۵۰ ۶۸۹۱-۶۸۸۷ (۱۹۷۹).
- [۲۳] L. Greenspan, US Patent ۱۹۶۹ ,۲۹۵ ,۴۲۳ ,۳.

- آبکاری طلای سخت حرمین شریفین کاظمین و سامرا با ضخامت ۸-۱۰ میکرون و با سختی بالای ۱۸۰ ویکرز، با مقاومت به سختی و سایش بالا و رنگ طلایی یکنواخت پایدار.
- به کارگیری آبکاری نیکل سخت جهت جلوگیری از نفوذ مس به طلا و جلوگیری از تغییر رنگ.
- آماده سازی کتیبه های ملغمه کاری طلا شده که تمام فرمولاسیون لازم برای آماده سازی آن ها نیز با پژوهش و تحقیق به دست آمد و با موفقیت به صورت میدانی آبکاری طلای سخت گردید.
- آبکاری طلای سخت بر روی قطعات با اشکال پیچیده و جنس های مختلف مس، برنج آهن و استیل.
- استحصال طلا از پساب ها و ضایعات مختلف و خالص سازی آن ها و بکارگیری مجدد آن ها در کارگاه به طوری که میزان پرت طلا کمتر از یک درصد می باشد.
- به دلیل پشتیبانی پروژه توسط آزمایشگاه پژوهشی علوم و تکنولوژی الکتروشیمی و تدوین دانش فنی صفر تا صد پروژه این طرح از نظر اقتصادی با هزینه خیلی پایین انجام گرفته است.

## ۶- تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه تبریز به خاطر همکاری هایشان و از دانشجویان تحصیلات تکمیلی، سهیلا ابراهیمی، طاهره محمدی و فرزاد یونسی از تمامی دانشجویان آزمایشگاه پژوهشی علوم و تکنولوژی الکتروشیمی دانشکده شیمی دانشگاه تبریز کمال تشکر را دارم. از سر پرستان تیم آبکاری میرجابر حسینی، حیدر صفاجو، اروج جباری و مرتضی جلیل زاده و دیگر عزیزان تیم آبکاری که در انجام پروژه های کاظمین و سامرا زحمت کشیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از تیم فنی خمکاری و ساخت خشت ها استاد ناصر ابریشم کش و حسین فراتی و نیز از تیم نصب خشت ها شیخ علی الماسی، مهندس جاسمی، مهندس نعیمی، مهندس امیر ابراهیمی، مهندس زارعیان و مهندس قهستانی تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از حامی اصلی طرح: ریاست، معاونت فنی مهندسی و معاونت صنعتی و هنری و پشتیبانی محترم ستاد بازسازی عتبات عالیات به خصوص از اقایان مهندس کریمی، طاهری، رضوی، زالفرد، نعیمی و ابوبی به خاطر همکاری های خالصانه شان کمال تشکر و قدردانی را دارم. از تمام همکاران و مهندسان عراقی به خصوص بخش فنی مهندسی و رئیس های لجنه های کاظمین و سامرا که در انجام این پروژه بزرگ ما را یاری و حمایت کردند، صمیمانه تشکر می نمایم.

## ۷- منابع

- [۱] F.H. Reid, W. Goldie (Eds.), Gold Plating Technology, Electrochemical Publications, Ayr, ۱۹۷۴.
- [۲] Y. Okinaka, M. Hoshino, Gold Bull. ۱۳-۳ (۱۹۹۸) ۳۱.
- [۳] S.J. Hemsley, R.V. Green, Trans. Inst. Met. Finish.

## سیمای آبکاری



اهدای تندیس به برگزیدگان جشنواره



اهدای لوح به طرح های شایسته تقدیر



کلیپ حامی جشنواره



آموزش ابزار و روش پرداختکاری کارخانه عارفی



آشنایی با شرکت HSO به نمایندگی شرکت نیکل گستر



# آبکاری موضعی یاتاقان های Bimetal و Trimetal توسط لایه های نیکل / آلیاژ سه جزئی پایه سرب ( بابیت $PbSn_3Cu_7$ ) / قلع



شهاب بهروز  
شرکت پایوران  
پارسیان  
همکار طرح،  
شرکت ایران بورد  
الکترونیک

همواره پروژه هایی که با هدف تولید قطعات مهندسی در کشور اجرا می شوند از درجه اهمیت بالایی برخوردار هستند، زیرا به واسطه ی اجرایی شدن آن ها از یک سو، گامی در جهت خود کفایی ملی برداشته و از سوی دیگر می توان در رقابت با سایر تولید کنندگان جهانی در بازارهای بین المللی زمینه ساز ارز آوری برای کشور بود. از جمله صنایعی که ضرورت بومی سازی آن همواره مطرح بوده است صنعت یاتاقان سازی می باشد که در طی این سال ها تلاش های بسیاری جهت تولید آن صورت گرفته است. یاتاقان ها دسته بندی های متنوعی دارند که نظر به ماهیت عملکردشان باید بر روی آن ها پوشش هایی استفاده گردد که به واسطه ی آن خواص سطحی بهبود یابند. پوشش آلیاژی سرب- قلع- مس (بابیت) به دلیل خواصی همچون مقاومت در برابر سایش، خوردگی و خستگی از جمله رایج ترین پوشش ها بر روی سطوح درگیر یاتاقان ها می باشد. اعمال موضعی و یکنواخت این پوشش بر روی سطوح یاتاقان از جمله چالش هایی می باشد که در این طرح با موفقیت بر آن غلبه شده است. با راه اندازی این خط که شامل آماده سازی قطعات (Pretreatment)، ماسک نمودن قطعات (Masking)، نصب بر روی جیگ (Fixturing)، آبکاری (Electroplating) و عملیات تکمیلی (post treatment) می توان تمامی سطوح مورد نظر یاتاقان را با بالاترین کیفیت و مطابق با استانداردهای موجود آبکاری نمود. در طول سالیان متمادی به دلیل وجود تحریم ها و در اختیار نبودن چنین تکنولوژی هایی به ناچار گرفتار اتلاف وقت، هزینه و انرژی زیادی در صنعت به خصوص صنایع نفت و گاز و پالایشگاهی بودیم. به لطف خداوند متعال هم اکنون بدون نیاز و کمک از هیچ شرکت خارجی قادر به ساخت انواع قطعات چندلایه هستیم. قابل بیان است در تولید یاتاقان های Bimetal بابیتی و یاتاقان های خودرو موفقیت هایی در کشور حاصل شده بود اما با تلاش مهندسان داخلی برای اولین بار ساخت یاتاقان های Trimetal چندلایه در کشور ایران و در شرکت دانش بنیان پایوران پارسیان محقق گردید. با اجرایی شدن این طرح امکان رقابت با محصولات تولید کنندگان قطعات یاتاقان در جهان نظیر Solar، Siemens و Zollern آن ها در داخل کشور فراهم شده است و با توجه به کیفیت بالای قطعات می توان در عرصه صادرات نیز فعالیت نمود.

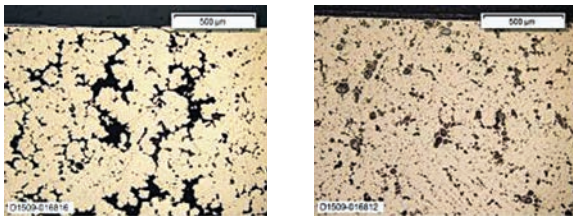
## معرفی طرح

در تولید قطعات مهندسی به ویژه تجهیزات دوار نیروگاهی و پالایشگاهی دو پارامتر نقش موثری را در تعیین طول عمر کاری قطعه ایفا می نمایند. اولین پارامتر جنس قطعه و دومین مورد ویژگی سطحی قطعه می باشد. این مهم از آنروست که علاوه بر تنش های مکانیکی وارده بر قطعه و تاثیرات ناشی از آن، رفتار سطحی قطعه، نقش بسزایی در میزان طول عمر آن ایفا می نماید. به نظر به بالا بودن هزینه های مربوط تولید قطعات مهندسی، همواره تلاش می شود که با به کارگیری انواع روش های متالورژیکی نسبت به افزایش طول عمر آن ها اقدام شود. یکی از موثرترین روش ها در بهبود رفتار سطحی قطعات، استفاده از فرآیندهای آبکاری می باشد که بسته به نوع خواص از مورد نظر می توان از پوشش های متنوعی استفاده نمود جمله قطعاتی که فرآیند تولید پیچیده ای دارند یا تاقان های برنزی سرب دار می باشند که در روند تولید آن چالش های بسیاری وجود دارد که از جمله ی آن ها می توان به چسبندگی برنز به جداره ی فولادی، بروز تخلخل (Porosity) در ساختار برنز و نیز نحوه ی توزیع سرب در این زمینه اشاره نمود که در طی فرآیند ریخته گری باید بر آن ها غلبه نمود. با توجه به ماهیت متخلخل فلز پایه (برنز سرب دار) سیکل آماده سازی سطحی برای این قطعات بسیار حائز اهمیت است. در ابتدا ی کار محلول های چربی گیری و اکسید زدایی متنوعی با فرمول های خاص برای آماده سازی سطح این قطعات ساخته و در مقیاس آزمایشگاهی مورد تست قرار گرفت و در نهایت شرایط آماده سازی مناسب و بهینه برای تولید انبوه یا تاقان پس از نتیجه گیری نمونه های آزمایشگاه حاصل شد. نظر به ماهیت عملکردی یا تاقان ها پوشش های پایه سرب، به دلیل خواص ضد اصطکاکی فوق العاده ای که دارند بهترین گزینه برای یا تاقان های برنزی سرب دار می باشند اما استحکام خستگی نسبتاً پایین آن ها میزان کارایی را در مواقعی که میزان بارگذاری بالا باشد، محدود می نماید. علاوه بر این سرب خالص مقاومت به خوردگی پایینی را در برابر روغن های اسیدی دارد و از همین رو پوشش های پایه سرب معمولاً حاوی حداقل (۸-۱۲) درصد قلع می باشند که مانع از حملات خوردگی می شوند. همچنین به منظور بهبود استحکام خستگی، ترکیب سرب-قلع را با مس آلیاژ می نمایند که مقدار مس در این آلیاژ (۳-۱) درصد توصیه شده است. ضخامت این پوشش با توجه به نوع قطعه  $20-50 \mu\text{m}$  می باشد. نکته ای که در این میان وجود دارد این است که اگر پوشش آلیاژی سرب - قلع - مس (باییت) را به صورت مستقیم بر روی سطح پایه برنزی اعمال نماییم احتمال مهاجرت قلع از پوشش به سمت فلز پایه (برنز) وجود دارد که این پدیده منجر به تشکیل فازهای ترد ناشی از ترکیب مس و قلع نظیر  $\text{Cu}_3\text{Sn}$  و  $\text{Cu}_5\text{Sn}$  خواهد گردید. تشکیل این فازها استحکام چسبندگی پوشش به زیر لایه را کاهش می دهد. از سوی دیگر مهاجرت قلع از پوشش آلیاژی به سمت فلز پایه منجر به کاهش مقدار قلع موجود در پوشش و در نهایت کاهش مقاومت به خوردگی آن می گردد.

با توجه به دلایل ذکر شده و به منظور ممانعت از بروز آن ها باید لایه ی نازکی از نیکل، به عنوان مانع (Barrier) بر روی سطح برنز رسوب داده شود تا به این ترتیب نفوذ قلع به درون ساختار

مس را متوقف سازد. ضخامت این لایه ی نیکلی در حدود  $2-5 \mu\text{m}$  می باشد. در نهایت بر روی قطعه ی یا تاقان پوشش نازکی از قلع خالص با ضخامت  $2-5 \mu\text{m}$  رسوب داده می شود که هدف اولیه از آن جلوگیری از اکسیداسیون قطعات در مجاورت با محیط می باشد. از سوی دیگر این پوشش قلع به عنوان روان کننده ی خشک استفاده می شود که به هنگام نصب یا تاقان جدید در محل و در مواجهه ی اولیه ی با موتور، از پوشش اصلی (لایه آلیاژی باییت) محافظت می نماید.

کلیه فرآیندهای مربوط به این طرح در خط کامل آبکاری یا تاقان با سه پوشش نیکل، سرب - قلع - مس (باییت  $\text{PbSn}_3\text{Cu}$ ) و قلع که با استفاده از بهترین مواد ممکن ساخته و راه اندازی شده است، انجام می شود. نمایی از این خط در شکل ۳ نشان داده است شایان ذکر است که اجرایی شدن طرح حاضر توانست منجر به بهبود کیفیت ریخته گری قطعات و فرآیند تولید آن ها گردد. به این ترتیب که در ابتدا عیوبی ساختاری در قطعات وجود داشت که پیش از فرآیند آبکاری غیر قابل رویت و شناسایی بودند ولی پس از اعمال پوشش بر روی قطعات مجموعه ای از نواحی عاری از پوشش بر روی قطعه نمایان گردید که در ابتدا تصور می شد منشأ عیوب فرآیند آبکاری است که پس از بررسی های صورت گرفته و مقایسه ی تصاویر متالوگرافی مقاطعی از قطعه ی یا تاقان تولید شده داخل با نمونه خارجی مشخص گردید که ریشه ی این عیب در ساختار فلز پایه می باشد. در شکل ۱ تصاویر مربوط به مقاطع فلز پایه نشان داده شده است. همچنین در شکل ۲ تبعات ریز ساختار ناشی از عیوب موجود در فلز پایه بر فرآیند آبکاری نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود در نمونه داخلی مجموعه ای از عیوب وجود دارد که در اثر وجود آن ها پوشش دچار عدم پیوستگی سطحی و عدم یکنواختی شده است. در نهایت با بررسی های صورت گرفته این مجموعه توانسته است این مشکلات را بر طرف نموده و قطعات را مطابق با شرایط استاندارد تولید نماید. در این مسیر علاوه بر رفع عیوب ریزساختاری ریخته گری که شامل حفره، مک، تجمع سرب و تشکیل محلول جامد می شد، سطوح مربوطه توسط عملیات سنگ زنی (Grinding) و گیلانس کاری برای لایه نشانی مطلوب پوشش آماده می شود.

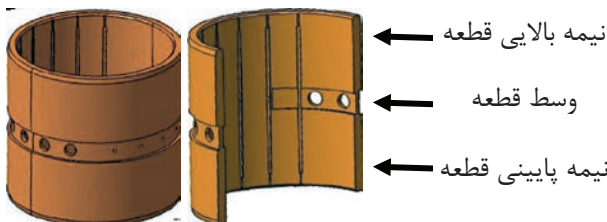


شکل ۱. نمونه خارجی تولید شرکت Siemens (راست) و نمونه اولیه ی تولید پایوران پارسیان (چپ)



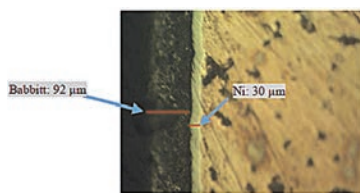
شکل ۲. رفتار پوشش بر روی سطح دارای عیوب ریخته گری

ژورنال استوانه ای (Journal Bearings) ، با توجه به حساسیت دقت استوانه ای بودن (سر و تهی) قطعه، می بایست حدود ۰,۰۲ mm باشد. از آنجایی که عدد نهایی این اندازه منوط به پوشش می باشد و پس از پوشش فرایندی برای اصلاح وجود ندارد، ضخامت پوشش در نیمه بالایی، وسط و نیمه پایینی یاتاقان نباید بیشتر از  $10 \mu m$  تفاوت داشته باشد. از این رو یکی از روش های ایجاد ضخامت یکسان پوشش مورد نظر، استفاده از آند مرکزی با در نظر گرفتن شرایط هندسی و ابعاد مناسب است. شکل جیگ ها و برق رسانی به یاتاقان بسیار حایز اهمیت است، چرا که اگر برق رسانی از محل مناسب صورت نگیرد و تمهیدات لازم در نظر گرفته نشود احتمال ایجاد لایه غیر یکنواخت در سطح یاتاقان وجود دارد، لذا آند مرکزی با قطر و طول های مختلف باید کاملاً پایدار و ثابت در مرکز قطعه قرار گیرد تا توزیع فلزی مناسب تضمین شود. ساخت همگن آند مرکزی نیکل، بابت (آلیاژ سرب و قلع) و قلع به روش ریخته گری و استفاده از آند با قطر متناسب با ضخامت مورد نیاز و قطر داخلی یاتاقان، تنها با آزمون و خطا میسر بوده و با انجام چند آزمایش، ابعاد مناسب آند در قطر و ارتفاع مشخص شده و شرایط پوشش دهی یکنواخت فراهم می شود.

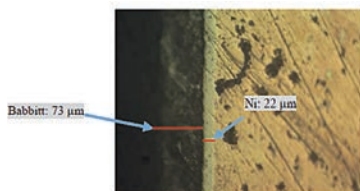


شکل ۴: تصویری شماتیک و برش خورده از یاتاقان استوانه ای که نیمه بالایی، وسط و نیمه پایینی سطح داخل در آن مشخص است

در تصاویر ذیل متالوگرافی قطعه یاتاقان ژورنال استوانه ای که با Fixturing نامناسب و بدون آند مرکزی آبکاری شده، آمده است. آماده سازی نمونه های متالوگرافی طبق استاندارد (ASTM E3-ASTM E883-11) و تهیه تصاویر متالوگرافی طبق استاندارد (ASTM E883-11) (۱۱)



شکل ۵: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح نیمه بالایی نمونه



شکل ۶: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح نیمه وسط نمونه



شکل ۳. نمایی از خط راه اندازی شده که در آن آبکاری نیکل، بابت و قلع به صورت Continuous (پشت سر هم) انجام می شود

## چالش های طرح

از جمله مشکلاتی که در مسیر اجرایی شدن طرح وجود داشت می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- شکل هندسی پیچیده قطعات و لزوم به کارگیری آندهای کمکی جهت تضمین توزیع فلزی مناسب و ایجاد ضخامت یکنواخت لایه پوشش آبکاری در قسمت های برجسته
- تolerانس های ابعادی بسیار محدود و لزوم به کارگیری تجهیزات ویژه آبکاری
- تنوع قطعات مورد نظر برای آبکاری (قطعات کوچک و بزرگ از ۱/۰ Kg تا ۳۰ Kg)

- لزوم آبکاری موضعی در قسمت های خاص قطعات
- ضرورت به کارگیری عملیات آماده سازی خاص برای قطعات با توجه به متخلخل بودن فلز پایه
- لزوم ثابت نگه داشتن شرایط آبکاری جهت ثابت ماندن ترکیب آلیاژ بابت
- رعایت مسایل زیست محیطی با انتخاب محلول های غیر فلورراتی به عنوان نسل جدید مواد آبکاری آلیاژی سرب

## چالش آماده سازی سطح برنزی قطعات یاتاقان

به دلیل ویژه بودن فرآیند تولید یاتاقان و محدودیت تolerانس های ابعادی آن ها ، در آماده سازی قطعات علاوه بر غوطه وری در محلول چربی گیری گرم با فرمول ویژه ( Immersion degreasing ) و اسید شویی ویژه ( Pickling ) همراه با ممانعت کننده ( Inhibitor ) از چربی گیری الکتریکی (آندی) که منجر به هیدروفریل شدن سطح می-شود، استفاده کرده و در نهایت سطح آماده پذیرش نیکل می شود. تمامی محلول های مذکور مخصوص آلیاژ فلز پایه تهیه و فرموله گردیده است .

## چالش خروج گاز هیدروژن در هنگام آبکاری

کلیه قطعات در این خط توسط فیکسچرهای استاندارد با طراحی خاص بر روی تسمه هایی از جنس مس قرار می گیرند که این تسمه ها توسط یک موتور گیربکس دارای حرکت رفت و برگشتی در محدوده ۱۵ سانتی متر می باشند که باعث تلاطم محلول شده و خروج گاز هیدروژن محبوس شده را از داخل محلول بهبود می بخشد و منجر به بالا رفتن کیفیت سطحی پوشش می شود.

## چالش عدم ایجاد ضخامت یکنواخت لایه آبکاری در

### یاتاقان های ژورنال استوانه ای

تولانس هندسی استوانه ای بودن (Cylindricity) در یاتاقان های



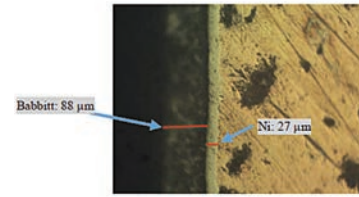
به جهت جلوگیری از پوشش نیکل و بابت در سطح بیرونی این قطعات، از بین چند گزینه برای ماسک کردن در نهایت از چسب های ضد اسید و مقاوم به حرارت بالا و یک نوع واکس مخصوص مقاوم به اسید و دمای بالا با دقت و ظرافت مطابق با دستورالعمل های خاص جهت ماسک کردن (Masking) استفاده می شود.

## چالش ایجاد دندریت ها در فصل مشترک ماسکینگ و سطح قطعه

فرایند آبکاری قطعات شامل دو مرحله می باشد: ۱- آبکاری نیکل، بابت روی سطح داخلی ۲- آبکاری قلع کل قطعه (Tin Flash). در طی مرحله اول آبکاری، چسب ماسک کردن (Masking) با کمک ساختار مناسب جیگ، کاملاً چسبندگی خود را حفظ و از نشست پوشش روی سطح بیرونی جلوگیری می کند. پس از اتمام مرحله اول، لایه قلع که لایه نهایی در یاتاقان ها ی چند لایه محسوب می شود، روی تمام سطوح قطعه اعمال می گردد. به این منظور پس از نشان دادن لایه های نیکل و بابت، به جهت آماده کردن یاتاقان برای پوشش قلع، اثرات چسب و واکس را با مواد پاک کننده شیمیایی تمیز می کنند. رسوبات دانه درشت تشکیل شده در فصل مشترک قطعه و چسب و همینطور اختلاف ضخامت لایه آبکاری و سطح بستر در لایه های بابت با یک فرایند اصلاحی شامل پلیسه گیری توسط ابزارهای مناسب باربرداری از پوشش (Micro Polish) از بین می رود و چربی گیری و آماده سازی مجدد (Activation) روی کل سطوح یاتاقان انجام می پذیرد. این روش آبکاری موضعی در سایر یاتاقان ها شامل Thrust Pad، Thrust washer، Tilting Pad و ... با اندکی تغییر قابل اجرا می باشد.

## چالش عدم ایجاد ضخامت یکنواخت لایه در یاتاقان های غیر استوانه ای

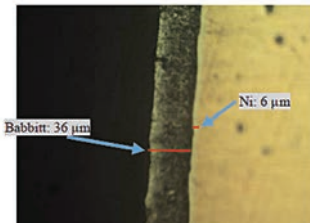
در فرایند ساخت و تولید یاتاقان های چند لایه یاتاقان هایی وجود دارند که از لحاظ شکل ظاهری با یاتاقان های ژورنال استوانه ای تفاوت دارند اما در عمل هردوی آن ها وظیفه نگهداری شفت یا محور را بر عهده دارند. این قطعات بسیار کوچک بوده و دارای انحنای و لبه های تیز می باشند و آبکاری آن ها نیز به صورت موضعی است. مشکلی که در پوشش دهی این گونه یاتاقان ها وجود دارد عدم ایجاد ضخامت یکنواخت لایه های پوشش می باشد. به دلیل لبه های تیز در سر و ته انحنای این قطعات و نزدیک بودن لبه ها به آند تعبیه شده در وان، شاهد ضخامت بالا در نواحی با دانسیته جریان زیاد بودیم. به همین منظور فیکسچری از جنس تفلون که شامل سپر (Shield) برای لبه های تیز بود، طراحی شده تا با کنترل دانسیته جریان در لبه ها به یکنواختی ضخامت در تمامی سطح انحنای این قطعات برسیم. لازم به ذکر است که در آماده سازی مکانیکی لبه های تیز (Sharp edges) با ابزار پلیسه گیری خاص تا حد امکان از بین می رود که این امر نیز به یکنواختی ضخامت کمک بسزایی کرده است. طراحی این فیکسچر به گونه ای است که می توان بیش از ۲۰



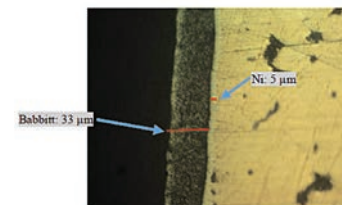
شکل ۷: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح نیمه پایینی نمونه از مشاهده تصاویر بالا چنین تحلیل می شود که ضخامت لایه های نیکل و بابت در قسمت های مختلف یاتاقان، متفاوت است و در این صورت یاتاقان تولید شده تolerانس های ابعادی لازم را ندارد و مورد استفاده قرار نمی گیرد.

محدوده مجاز تolerانس برای خطای ضخامت لایه بابت ۱۰ μ در بالا، وسط و پایین قطعه و برای لایه نیکل ۳ μ در نظر گرفته شده است.

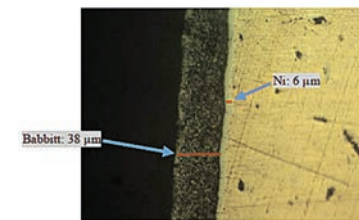
تصاویر مربوط متالوگرافی قطعه یاتاقان ژورنال استوانه ای که با Fixturing مناسب و با آند مرکزی آبکاری شده، در ذیل آمده است.



شکل ۸: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح نیمه بالایی نمونه



شکل ۹: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح وسط نمونه



شکل ۱۰: مشاهده لایه نیکل و بابت بر روی سطح نیمه پایینی نمونه

همان طور که مشاهده می شود اختلاف ضخامت بابت در بالا، وسط و پایین قطعه کمتر از ۱۰ μ بوده و ضخامت نیکل در هر سه قسمت قطعه تقریباً برابر می باشد.

**چالش آبکاری موضعی یاتاقان های ژورنال استوانه ای**  
طبق دستور نقشه فنی که مطابق با نمونه فابریک می باشد، سطح بیرونی یاتاقان ژورنال استوانه ای به دلیل تolerانس های ابعادی محدود می بایست عاری از لایه های نیکل و بابت باشد. بنابراین

روش EDX و آنالیز محلول (CSP10-1) به روش ICP می باشد. غلظت عناصر در محلول بابت 1-CSP10 طبق استاندارد، به صورت جدول ذیل می باشد.

جدول ۳: غلظت یون های فلزی مختلف در محلول بابت 1-CSP10

	Optimum	Range	
Pb	۱۰۰	۱۲۰-۸۰	g/L
Sn	۲۰	۲۵-۱۵	g/L
Cu	۲	۲,۵-۱,۵	g/L

طبق استاندارد ISO محلول با غلظت یون های فلزی بالا می بایست پس از رسوب به صورت لایه آبکاری روی سطح قطعه دارای ۸۸ درصد سرب، ۱۰ درصد قلع و ۲ درصد مس باشد، اما با انجام آزمایش مشخص شد که علی رقم در نظر گرفتن تمهیدات لازم شامل برق رسانی، Fixturing و ... درصد ترکیب عناصر در لایه آبکاری شده بابت از ناحیه درصد ترکیب مس دچار عدم انطباق است. پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که می بایست همواره غلظت مس در محلول بابت 1-CSP10 محصول شرکت اشلوتر آلمان به میزان ثابتی بیشتر از مقدار معین استاندارد باشد تا درصد آن در لایه آبکاری شده به حد مطلوب برسد.

این عدم انطباق در آبکاری آلیاژی که محلول الکترولیت شامل چند جزء مختلف است امری طبیعی می باشد، چراکه فراهم کردن شرایط مناسب برای رسوب هم زمان یون های سرب، قلع و مس و هم پتانسیل کردن آن ها پیچیدگی هایی را به همراه دارد. در نهایت آنالیز محلول تجاری 1-CSP10 پس از انجام آزمایشات مربوطه و در نظر گرفتن تغییر در میزان غلظت عناصر و افزودنی محلول، با آنالیز لایه بابت  $Pb_{0.5}Sn_{0.5}Cu_2$  آبکاری شده مطابقت پیدا کرد و این شرایط در حالت پایدار و ثابت نگه داشته شد.

## نتیجه گیری

در فرآیند ویژه آبکاری (Electroplating) قطعات تکنولوژیکی مانند یاتاقان، بدون در نظر گرفتن موارد گفته شده به نتیجه مطلوب نخواهیم رسید. شرکت پایوران پارسیان با هدف دستیابی به تکنولوژی تولید یاتاقان ها به عنوان اولین و تنها شرکت مهندسی داخلی دارای تکنولوژی تولید و پوشش دهی یاتاقان های Trimetal در سایزهای بزرگ می باشد. این موفقیت حاصل تلاش و پشتکار واحد پوشش دهی، واحد کنترل کیفیت، آزمایشگاه و کلیه کارکنان شرکت پایوران پارسیان و شرکت ایران بورد الکترونیک بوده است.

عدد از این قطعات را هم زمان با هم آبکاری نمود، چرا که برق رسانی به آن ها کاملاً یکنواخت و یکسان بوده و ضخامت همه آن ها نزدیک به هم می باشد (با اختلاف چند میکرون). در این فیکسچر به جز سطح انحنا دار قطعات، بقیه سطوح توسط ادوات فیکسچر کاملاً ماسک شده و آبکاری نمی شوند. فرایند آبکاری این قطعات نیز دو مرحله ای و مانند یاتاقان های ژورنال استوانه ای می باشد. تصویر شماتیک قطعه (Tilting Pad) به صورت زیر می باشد، مناطق ۱ و ۳ لبه های انحنای سطح بوده و به دلیل تیز بودن، ضخامت پوشش در این مناطق بالا می باشد که با انجام عملیات اصلاحی و طراحی فیکسچر مناسب این مشکل مرتفع گردید.



شکل ۱۱: قطعه Tilting Pad

جدول ۱: ضخامت تیلت پد آبکاری شده با فیکسچر بدون سپر و بالا بودن ضخامت در مناطق ۱ و ۳

Material	Thickness (micrometer)		
	۱	۲	۳
Nickel	۱۱-۱۰	۵	۱۳-۱۲
Babbitt	۶۰	۳۰	۵۵

جدول ۲: ضخامت تیلت پد آبکاری شده توسط فیکسچر با سپر و یکنواخت بودن ضخامت در مناطق ۱ و ۲ و ۳

Material	Thickness (micrometer)		
	۱	۲	۳
Nickel	۵	۴	۵
Babbitt	۳۵-۳۰	۲۹	۳۰-۳۴

## چالش نامنطبق بودن آنالیز لایه بابت ( $Pb_{0.5}Sn_{0.5}Cu_2$ ) ترسیب شده با آنالیز محلول الکترولیت بابت (1-CSP10)

یکی دیگر از چالش های این طرح نامنطبق بودن درصد ترکیب عناصر در آنالیز لایه بابت ( $Pb_{0.5}Sn_{0.5}Cu_2$ ) رسوب داده شده به

## بازسازی و پوشش دهی سطوح بال ولوهای ۳۲ اینچ با استفاده فرایند الکترولس نیکل - فسفر و پاشش حرارتی تنگستن - کبالت - کروم



محمد حسین بینا:  
شرکت نفت و پارس، مدیریت  
تولید و عملیات، واحد  
مهندسی عمومی  
حمید غفاری: شرکت نفت و  
گاز پارس، مدیریت تولید و  
عملیات گاز، واحد بازرسی و  
حفاظت فنی  
مهدی صالحی: شرکت  
پودرافشان اصفهان  
سید محمود منبرواقفی،  
مرتضی کریمی: شرکت دانش  
بنیان فراسو سپهر آریا

صنعت نفت و گاز از موثرترین و بزرگ ترین صنایع در جهان و به ویژه ایران است. در سال های اخیر دسترسی به برخی از تجهیزات مورد نیاز در این صنعت مانند تجهیزات سرچاهی و بال ولوهای بزرگ، بسیار دشوار شده است. ایجاد تکنولوژی ترمیم و بهسازی این تجهیزات از اساسی ترین ملزومات توسعه پایدار کشور و بومی سازی فناوری های مورد نیاز صنعت نفت و گاز می باشد. یکی از این تجهیزات، بال ولوهای ۳۲ اینچ مورد استفاده در سکوهای دریایی است که با استفاده از تکنولوژی های روز دنیا تولید و به ایران وارد می شوند. به غیر از دسترسی مشکل، هزینه واردات این بال ولوها بسیار بالا بوده و امکان تولید آن ها نیز در کشور وجود ندارد. با توجه به نیاز مبرم به این بال ولوها در سکوهای گازی، برای اولین بار شرکت نفت و گاز پارس به کمک شرکت های داخلی اقدام به بومی سازی و نوسازی آن ها در کشور کرده است. مهم ترین بخش این بال ولوها، تعمیر و بازسازی سطح توپیی (بال) می باشد. تحقیقات انجام شده بر روی سطح این بال ها نشان داد که قسمت خارجی و آب بند آن از طریق پاشش حرارتی پوشش کاربید تنگستن - کبالت - کروم با ضخامت ۴۰۰ میکرون و سایر قسمت های بال به روش الکترولس نیکل - فسفر با ضخامت ۷۵ میکرون تولید شده است. جهت نوسازی سطح این بال ها، ابتدا عملیات ابعادبرداری دقیق انجام شد. سپس پوشش های تخریب شده بر روی بال حذف و کلیه عیوب ایجاد شده بر روی سطح آن توسط فرایند جوشکاری برطرف گردید. با توجه به ابعاد بزرگ بال، برای اولین بار حمام الکترولس نیکل - فسفر با قابلیت پوشش دهی بال ۳۲ اینچ ساخته شد و پوشش الکترولس نیکل - فسفر مطابق با اسپیک و استاندارد ASTM B۷۲۳ اعمال گردید. بر روی پوشش ایجاد شده آزمون های غیرمخرب ضخامت سنجی و PMI انجام شد و جهت بررسی پارامترهای مربوط به این پوشش و مقایسه آن با مدارک و استانداردهای موجود، از نمونه های شاهد نیز استفاده گردید. بر روی این نمونه ها آزمون های فروکسیل، ریزسختی سنجی، SEM، XRD و EDS انجام شد. بررسی آزمون ها مطابقت کامل نتایج به دست آمده با مدارک و استانداردهای موجود را نشان داد. پس از تأیید پوشش الکترولس نیکل - فسفر، عملیات ماسکینگ آن به منظور اعمال پوشش کاربید تنگستن - کبالت - کروم بر روی سطح خارجی بال (ناحیه آب بند) انجام شد. جهت ایجاد صافی سطح مناسب و بهبود چسبندگی ابتدا سطح بال، بلاست گردید و پس از شستشوی آن، پوشش کاربید تنگستن - کبالت - کروم به روش HVOF اعمال گردید. سپس سطح بال تا رسیدن به ابعاد مورد نظر تحت عملیات سنگ زنی و پولیش قرار گرفت. همانند پوشش الکترولس نیکل - فسفر بر روی این پوشش نیز آزمون های غیرمخرب (زبری سنجی و ضخامت سنجی) و آزمون های مخرب بر روی نمونه های شاهد (ریزسختی سنجی، پراش پرتو ایکس، متالوگرافی نوری، تخلخل و چسبندگی) انجام شد. نتایج این آزمون ها نیز با مدارک و استانداردهای موجود تطابق کامل داشت. در نهایت با اجرای موفقیت آمیز این طرح و ایجاد خط کامل تعمیر و بهسازی بال ولوها، تکنولوژی بومی سازی شده در دسترس صنایع مرتبط قرار می گیرد و سالانه میلیون ها دلار صرف جویی ارزی را به همراه خواهد داشت.

## ۱- مقدمه

خوردگی و سایش از عمده‌ترین دلایل تخریب در صنعت بشمار می‌آیند. در این تخریب‌ها از بین رفتن حجم بسیار کمی از تجهیزات منجر به غیرقابل استفاده شدن و در نهایت تعویض آن‌ها می‌شود [۱]. یکی از این تجهیزات مهم در صنعت نفت و گاز، بال ولوهای عظیم الجثه می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که جهت افزایش مقاومت به خوردگی و سایش این بال ولوها از پوشش‌های الکترولس نیکل- فسفر و پاشش حرارتی کاربرد تنگستن- کبالت- کروم استفاده می‌گردد [۲]. در روش پوشش‌دهی الکترولس، رسوب فلز به وسیله احیاء یون‌های فلزی موجود در حمام توسط عامل احیاء کننده و بدون اعمال جریان خارجی انجام می‌شود [۳،۴]. این پوشش به دلیل فرایند ساخت و ترکیب منحصر به فرد، دارای ضخامتی یکنواخت و خواصی نظیر مقاومت به خوردگی بالا، مقاومت سایشی عالی و خواص غیر مغناطیسی است [۳،۴]. عملکرد عالی و خواص بی نظیر این پوشش منجر به استفاده آن در صنایع مختلف از جمله نفت و گاز، پتروشیمی، خودروسازی و هوا- فضا شده است [۵]. پوشش‌های پاشش حرارتی HVOF کاربرد تنگستن- کبالت- کروم (WC-10%CO-4%Cr) و نیز برای محافظت مواد در مقابل خوردگی و سایش و به منظور ترمیم قطعات سایش یافته در صنایع مذکور کاربرد گسترده ای دارند [۶]. برای پوشش‌دهی کاربرد تنگستن- کبالت- کروم عمدتاً از روش‌های پاشش حرارتی سرعت بالا استفاده شده است. برای این منظور روش‌های تفنگ انفجاری [۷]، و بویژه روش‌های سرعت بالای HVOF [۷-۹]، استفاده شده است. در روش HVOF تخلخل بسیار کم، کیفیت بالا و استحکام پیوند زیاد می‌باشد [۱۰]. اضافه نمودن کروم به WC-Co، از تجزیه WC و نیز تشکیل تنگستن فلزی جلوگیری می‌کند. علاوه بر این افزودن کروم، چسبیدن کاربیدها به زمینه کبالت را بهبود می‌بخشد و نیز مقاومت به خوردگی را در مقایسه با پوشش‌های WC-Co بهتر می‌کند [۷، ۸].

## ۲- مواد و روش تحقیق

سطح خارجی و آب بند بال‌های ۳۲ اینچ به کار رفته در سکویهای گازی از طریق پاشش حرارتی کاربرد تنگستن- کبالت- کروم و سایر سطوح بال به روش الکترولس نیکل- فسفر پوشش داده شده است. تعمیر و بازسازی این سطوح شامل مراحل زیر می‌باشد:

- تهیه اسناد و مدارک مرتبط با پوشش‌دهی بال‌ها
- بازرسی غیرمخرب سطوح و تشخیص عیوب احتمالی
- ابعاد برداری دقیق و مطابقت دادن ابعاد با اسناد و مدارک موجود
- تعیین ضخامت و ترکیب شیمیایی پوشش‌های مورد نیاز
- ساخت تجهیزات پوشش‌دهی از قبیل فیکسچر، حمام پوشش‌دهی الکترولس نیکل- فسفر و ...
- حذف پوشش‌های معیوب و اصلاح زیرلایه فولادی توسط فرآیند جوشکاری
- انجام عملیات حرارتی تنش‌گیری به صورت موضعی بر روی مناطق جوشکاری شده

- انجام فرآیند سنگ زنی، پولش و سندبلاست جهت ایجاد سطح مناسب برای پوشش‌دهی
- اعمال پوشش الکترولس نیکل- فسفر بر اساس اسناد، مدارک و استانداردهای موجود
- انجام عملیات حرارتی در دمای ۳۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت
- عملیات ماسکینگ پوشش الکترولس و اعمال پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم به روش HVOF
- انجام فرآیند سنگ زنی و پولش نهایی سطح پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم
- بازرسی نهایی و تأیید سطوح بازسازی شده
- جهت پوشش‌دهی الکترولس نیکل- فسفر، برای اولین بار حمام الکترولس نیکل- فسفر با قابلیت پوشش‌دهی بال ۳۲ اینچ ساخته شد و پوشش الکترولس نیکل- فسفر مطابق با استاندارد ASTM B7۳۳ اعمال گردید. عملیات پوشش‌دهی در pH برابر ۴/۶ و دمای ۸۵ درجه سانتیگراد صورت گرفت. عملیات حرارتی پوشش نیز در دمای ۳۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت انجام پذیرفت. بر روی پوشش ایجاد شده آزمون‌های غیرمخرب ضخامت سنجی و PMI انجام شد و جهت بررسی پارامترهای مربوط به این پوشش و مقایسه آن با مدارک و استانداردهای موجود، از نمونه‌های شاهد نیز استفاده گردید. جهت بررسی مورفولوژی و آنالیز عنصری سطح نمونه‌های شاهد از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مجهز به آنالیزگر EDS و برای تحلیل فازی در سطح نمونه‌ها نیز از دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD) استفاده شد. سختی نمونه‌ها نیز در مقیاس میکرو به روش ویکرز با وزن اولیه ۳۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. جهت بررسی میزان تخلخل پوشش نیز از آزمون فروکسیل استفاده گردید. پس از تأیید پوشش الکترولس نیکل- فسفر، عملیات ماسکینگ آن به منظور اعمال پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم بر روی سطح خارجی بال انجام شد.
- جهت ایجاد صافی سطح مناسب و بهبود چسبندگی ابتدا سطح بال، بلاست گردید و پس از شستشوی آن، پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم به روش HVOF اعمال گردید. پوشش‌دهی بال و نمونه‌های شاهد با استفاده از دستگاه HVOF با نام تجاری MET JET III و ساخت شرکت متالیزیشن صورت گرفت. پارامترهای مربوط به فرآیند پاشش حرارتی HVOF در جدول ۱ قابل مشاهده است. پس از فرآیند پوشش‌دهی کاربرد تنگستن- کبالت- کروم، سطح بال تا رسیدن به ابعاد مورد نظر تحت عملیات سنگ زنی و پولیش قرار گرفت. بر روی بال ۳۲ اینچ، آزمون‌های غیرمخرب (زبری سنجی و ضخامت سنجی) انجام گرفت و آزمون‌های مخرب بر روی نمونه‌های شاهد صورت پذیرفت.
- سطح مقطع پوشش نمونه‌های شاهد توسط میکروسکوپ نوری و به منظور شناسایی فازهای موجود در پودر و پوشش از پراش پرتو ایکس استفاده شد. اندازه‌گیری تخلخل پوشش به روش آنالیز تصویر و با کمک نرم افزار Clemex انجام گرفت. استحکام چسبندگی نمونه شاهد بر اساس استاندارد ASTM C۶۳۳ و سختی آن نیز در مقیاس میکرو به روش ویکرز با وزن اولیه ۳۰۰ گرم اندازه‌گیری شد.

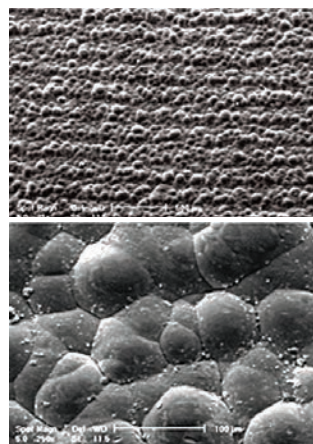


شکل ۲- نمایشی از سطوح پوشش داده شده توسط فرایند الکترولس (Ni-P، الف) سطح داخلی و (ب) قسمت هایی از سطح خارجی

پوشش الکترولس نیکل-فسفر برابر ۹۰ درصد تشخیص داده شد. جهت کار در محیط های مهاجم و خوردنده، ضخامت پوشش در محدوده ۷۵ تا ۱۲۵ میکرون پیشنهاد شده است [۱۱]. همچنین درصد فسفر این پوشش ها نیز بین ۹ تا ۱۱ درصد تعیین شده است [۲]. نتایج حاصله از آزمون های غیرمخرب با استاندارد و مدارک موجود مطابقت کامل دارد و جهت بررسی دقیق تر از آزمون های مخرب استفاده گردید.

### ۳-۲-۲- بررسی مورفولوژی سطح نمونه شاهد

شکل ۳، تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح پوشش نیکل-فسفر بدون عملیات حرارتی (خام) را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود سطح پوشش بدون ترک بوده و مورفولوژی گل کلمی شکل دارد که این مورفولوژی از ویژگی های پوشش الکترولس نیکل-فسفر است [۱۲].



شکل ۳- تصاویر گرفته شده توسط SEM از سطح پوشش خام ایجاد شده روی نمونه شاهد در بزرگنمایی های مختلف

### ۳-۲-۳- درصد فسفر پوشش

ترکیب شیمیایی سطح پوشش ایجاد شده روی نمونه شاهد، با استفاده از آنالیز نقطه ای EDS، مشخص شد. درصد فسفر موجود در پوشش ۱۰/۶۷ درصد است که این میزان، با نتایج حاصل از PMI مطابقت دارد. این درصد فسفر مربوط به پوشش های آمورف می باشد [۱۳].

جدول ۱- پارامترهای پاشش حرارتی HVOF سرمت (WC-۱۰ درصد وزنی CO-۴ درصد وزنی Cr)

پودر	سوخت	دبی سوخت	گاز حامل	دبی گاز حامل	دبی اکسیژن	نرخ تغذیه پودر
(WC-۱۰ درصد وزنی CO-۴ درصد وزنی Cr)	Kerosene	۲۶۰ mL/min	N <sub>۲</sub>	۴ L/min	۸۳۰ SL/min	۶۵ gr/min

### ۳- نتایج

#### ۱-۳- بازرسی غیرمخرب

بازرسی چشمی بال ۳۲ اینچ نشان داد که پوشش خارجی آن (کاربید تنگستن- کبالت- کروم) کاملاً تخریب شده است (شکل ۱)، اما پوشش الکترولس اعمال شده بر روی سایر سطوح از لحاظ ظاهری سالم به نظر می رسد. جهت بررسی کیفیت پوشش الکترولس نیکل-فسفر این بال، ابتدا ضخامت سنجی بر روی نقاط مختلف سطح پوشش انجام شد و سپس آزمون های متالوگرافی درجا (رپلیکا)، انجام گرفت. آزمون ضخامت سنجی صورت گرفته بر روی بال نشان داد که ضخامت پوشش بال در مناطق مختلف بین ۴۸ تا ۷۶ میکرون می باشد. نتایج آزمون رپلیکا نیز حاکی از وجود حفرات، ایجاد فرسایش، آثار زنگ زدگی و حضور ترک های عمیق و بزرگ در سطح پوشش است. این عوامل باعث انهدام زود هنگام تویی پس از قرارگیری در خط تولید و تماس با گاز ترش می شوند که بسیار مخاطره آمیز و خطرناک است. بنابراین پوشش کاربید تنگستن- کبالت- کروم، توسط عملیات تراشکاری برداشته شد و پوشش الکترولس نیکل-فسفر تحت عملیات آب برداری قرار گرفت.



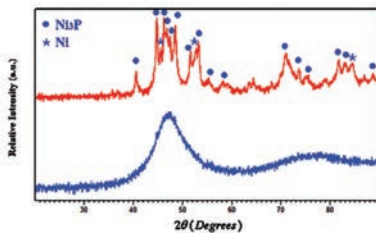
شکل ۱- نمایشی از تخریب پوشش کاربید تنگستن- کبالت- کروم بال ۳۲ اینچ

#### ۲-۳- ایجاد پوشش الکترولس نیکل-فسفر

پس از حذف پوشش ها، عملیات ترمیم سطح بال توسط فرایند جوشکاری انجام شد. عملیات تنش گیری نیز انجام و سطح بال تا رسیدن به ابعاد و صافی سطح مناسب (SA۳) باربرداری و بلاست شد. سپس عملیات پوشش دهی الکترولس Ni-P بر روی بال انجام شد (شکل ۲)، و خواص پوشش بال و نمونه شاهد ارزیابی شد.

#### ۱-۲-۳- بررسی ضخامت و ترکیب شیمیایی بال

بر روی پوشش ایجاد شده بر روی بال ۳۲ اینچ، آزمون های غیرمخرب ضخامت سنجی و PMI انجام شد. ضخامت پوشش ایجاد شده  $5 \pm 8$  میکرون و میانگین میزان نیکل موجود در



شکل ۵- الگوی XRD پوشش های الکترولس Ni-P ایجاد روی نمونه های شاهد در دو حالت خام و عملیات حرارتی شده

### ۳-۲-۶- میکروسختی

میکروسختی پوشش های Ni-P قبل و بعد از عملیات حرارتی، اندازه گیری و با یکدیگر مقایسه شده است. میانگین میکروسختی پوشش اولیه، ۴۹۵ ویکرز است که تقریباً معادل با بسیاری از فولادهای آلیاژی سخت شده می باشد. پس از اینکه پوشش نیکل-فسفر در دمای ۳۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت عملیات حرارتی شد سختی آن به شدت افزایش یافت و به حدود ۸۰۵ ویکرز رسید. مطالعات نشان می دهند که این افزایش سختی مربوط به رسوب فاز پایدار بین فلزی Ni<sub>3</sub>P در طی کریستالیزاسیون فاز آمورف می باشد [۱۵، ۱۷، ۱۸].

### ۳-۲-۷- تخلخل

در ارزیابی تخلخل پوشش Ni-P روش فروکسیل [۱۱، ۱۹]، استفاده شده است. این روش بر اساس قرار دادن یک فیلتر کاغذی روی قطعه و سپس اعمال یک مخلوطی از محلول K<sub>۳</sub>Fe(CN) و کلرید سدیم روی قطعه در مدت زمان ۳۰ ثانیه می باشد. ظهور نقاط آبی، تخلخل و حمله روی فلز پایه (فولاد کربنی) را بیان می کند. نتایج این آزمون نشان داد که پوشش ایجاد بر روی نمونه شاهد عاری از تخلخل می باشد.

### ۳-۲-۳- پوشش کاربید تنگستن- کبالت- کروم

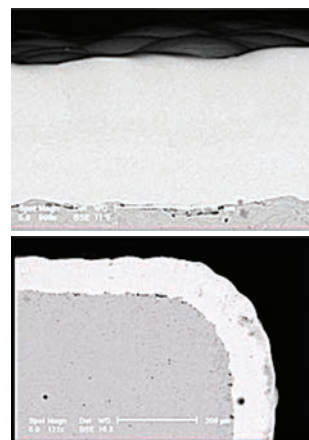
پس از تأیید پوشش الکترولس نیکل- فسفر، عملیات ماسکینگ آن به منظور اعمال پوشش کاربید تنگستن- کبالت- کروم بر روی سطح خارجی بال انجام شد. جهت ایجاد صافی سطح مناسب و بهبود چسبندگی ابتدا سطح بال، بلاست گردید و پس از شستشوی آن، پوشش کاربید تنگستن- کبالت- کروم به روش HVOF اعمال گردید. شکل ۶- الف نمایی از پوشش دهی سطح خارجی بال ۳۲ اینچ و شکل ۶- ب نمایی از سنگ زنی این بال را نشان می دهد.

### ۳-۲-۱- بررسی ضخامت و زبری پوشش اعمال شده روی بال

بر روی پوشش ایجاد شده بر روی بال ۳۲ اینچ، آزمون های غیرمخرب ضخامت و زبرسنجی انجام شد. میانگین ضخامت پوشش ایجاد شده پس از فرایند سنگ زنی و پولیش نهایی ۴۲۰ میکرون و زبری سطح پوشش برابر ۰/۳ میکرون اندازه گیری شد. نتایج حاصله از آزمون های غیرمخرب با استاندارد و مدارک موجود مطابقت کامل دارد و جهت بررسی دقیق تر از آزمون های مخرب استفاده گردید.

### ۳-۲-۴- بررسی سطح مقطع پوشش ها و اندازه گیری ضخامت آن ها

با استفاده از تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی، سطح مقطع پوشش بدون عملیات حرارتی (خام) ایجاد شده روی نمونه شاهد، مورد بررسی قرار گرفت و از روی این تصاویر، میانگین ضخامت پوشش اندازه گیری شد. شکل ۴ سطح مقطع پوشش خام را در حالت بدون عملیات حرارتی نشان می دهند. همانطور که در این شکل مشاهده می شود، پوششی به ضخامت ۸۵ میکرون به طور پیوسته و یکنواخت با چسبندگی مناسب بر روی سطح زیرلایه شکل گرفته است. در شکل ۴- الف، زیرلایه فولادی، ضخامت و مرفولوژی پوشش کاملاً مشخص است. در روش پوشش دهی الکترولس از آنجا که از جریان الکتریکی استفاده نمی شود، نقاط تمرکز جریان الکتریکی در سطح قطعه ایجاد نمی شود و برای همین پوشش کاملاً یکنواخت بوده و اثرات لبه در آن مشاهده نمی شود (شکل ۴- ب) [۱۴]. نتایج این آزمون با نتایج حاصل از ضخامت سنجی تطابق کامل دارد.

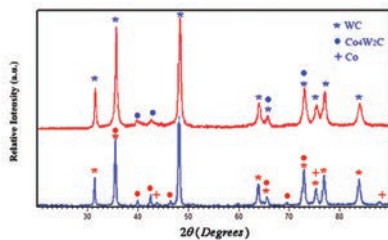


شکل ۴- تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح مقطع پوشش خام ایجاد شده روی نمونه شاهد

### ۳-۲-۵- ساختار پوشش

شکل ۵ نتایج آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) پوشش های الکترولس نیکل-فسفر ایجاد روی نمونه های شاهد را در دو حالت خام و عملیات حرارتی شده را نشان می دهد. الگوی تفرق پوشش خام شباهت زیادی با الگوهای تفرق پوشش های حاوی ۱۰ تا ۱۴ درصد فسفر، حاصل از نتایج کتونگ و همکاران [۱۵] دارد. آن ها معتقدند که اینگونه الگوهای تفرق، مربوط به پوشش های آمورف می باشند [۱۵].

نتایج XRD از سطح پوشش عملیات حرارتی شده نیز بیانگر تغییر کامل ساختار آن ها نسبت به حالت خام می باشد، بدین معنی که به جای اثرات آمورف، پیک های واضحی از دو فاز نیکل کریستالی (با شبکه FCC) و فسفید نیکل (Ni<sub>۳</sub>P با شبکه تتراگونال) در نمودارهای تفرق مشاهده می گردد [۱۳، ۱۶]. نتایج پراش پرتو ایکس، با نتایج حاصله از EDS تطابق خوبی دارند.



شکل ۸- الگوی پراش پرتو ایکس پودر  $4Cr-10Co-WC$  و پوشش اعمال شده بروی نمونه شاهد

ویکرز به دست آمد. سختی از مهمترین شاخص های مقاومت به سایش و استحکام پوشش می باشد [۲۱]. بنابراین نتیجه سختی سنجی پوشش نمونه شاهد، حاکی از مقاومت به سایش و استحکام بالای پوشش ایجاد شده بر روی بال ۳۲ اینچ می باشد.

### ۳-۳-۵- بررسی چسبندگی کششی پوشش

در این پروژه استحکام چسبندگی کششی نمونه شاهد بر اساس استاندارد ASTM C۶۳۳ انجام گرفت. استحکام چسبندگی پوشش  $4Cr-10Co-WC$  برابر  $86 MPa$  به دست آمد که در محدوده مجاز برای این نوع پوشش ها قرار دارد.

### ۳-۳-۶- بررسی درصد تخلخل پوشش

اندازه گیری تخلخل پوشش به روش آنالیز تصویر و با کمک نرم افزار Clemex انجام گرفت. میانگین میزان تخلخل پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم ایجاد شده بر روی نمونه شاهد برابر  $0.7\%$  درصد ارزیابی شد. این میزان با اسناد و مدارک موجود (میزان تخلخل کمتر از یک درصد) هم خوانی کامل دارد [۲].

### ۴- نتیجه گیری

پوشش های الکترولس نیکل- فسفر و پاشش حرارتی کاربرد تنگستن- کبالت - کروم بر روی سطح بال ۳۲ اینچ شرکت نفت و گاز پارس با موفقیت اعمال شد. نتایج حاصل از آزمون های مخرب و غیرمخرب، تطابق کامل با مدارک و استانداردهای موجود داشت. با اجرای موفقیت آمیز این طرح و ایجاد خط کامل تعمیر و بهسازی بال ولوها، تکنولوژی بومی سازی شده در دسترس صنایع مرتبط قرار می گیرد و سالانه میلیون ها دلار صرف جویی ارزی را به همراه خواهد داشت.

### منابع

- [۱] M. Ebrahimian-Hosseinabadi, K. Azari-Dorcheh, S.M. Moonir Vaghefi, "Wear Behavior of Electroless Ni-P-B<sub>4</sub>C Composite Coatings", Wear, Volume ۲۶۰, pp. ۱۲۳-۱۲۷, ۲۰۰۶.
- [۲] Total General Specification, GS EP PVV ۱۴۲, "VALVES", Piping Valves Vessels, Rev. ۲۰۱۴, ۹.



الف



ب

شکل ۶- نمایی از الف) پوشش دهی سطح خارجی و ب) سنگ زنی بال ۳۲ اینچ

### ۳-۳-۲- بررسی سطح مقطع پوشش ها و اندازه گیری ضخامت آن ها

شکل ۷ سطح مقطع پوشش که توسط میکروسکوپ نوری گرفته شده است را نشان می دهد. در این شکل نشان دهنده چسبندگی مناسب پوشش به زیر لایه سندبلاست شده و همچنین یکنواختی ساختار پوشش اعمال شده است. میانگین ضخامت پوشش برابر  $40.5$  میکرون اندازه گیری شد.



شکل ۷- تصویر گرفته شده توسط میکروسکوپ نوری از سطح مقطع پوشش کاربرد تنگستن- کبالت- کروم

### ۳-۳-۳- بررسی ساختار پوشش

الگوی پراش پرتو ایکس پودر  $4Cr-10Co-WC$  و پوشش اعمال شده بروی نمونه شاهد در شکل ۸ نشان داده شده است. مطابق نمودار، فازهای مختلف  $WC$ ،  $Co$  و  $Co_3W_4C$  شناسایی شدند. عدم حضور فاز تنگستن در پوشش ناشی از تجزیه نشدن کاربرد تنگستن به تنگستن می باشد. اضافه نمودن کروم به  $WC-Co$ ، از تجزیه کاربرد تنگستن و نیز تشکیل تنگستن فلزی جلوگیری می کند. علاوه بر این افزودن کروم، چسبیدن کاربیدها به زمینه را بهبود می بخشد و نیز مقاومت به خوردگی را در مقایسه با پوشش های  $WC-Co$  بهتر می کند [۲۰].

### ۳-۳-۴- بررسی میکروسختی پوشش

میانگین سختی پوشش اعمال شده روی نمونه شاهد برابر  $1120$

- Nickel-Phosphorus Deposits with Low and Medium Phosphorus Contents under Continuous Heating”, *Journal of Materials Science*, Vol. ۳۷, No. ۲۰, pp. ۲۰۰۲, ۴۴۵۰-۴۴۴۵.
- [۱۴] W.J. Tomlinson, M.W. Carrol, “Substrate roughness, deposit thickness and the corrosion of electroless nickel coatings”, *Journal of Materials Science*, Vol. ۲۵, pp. ۱۹۹۰, ۴۹۷۶-۴۹۷۲.
- [۱۵] K.G. Keong, W. Sha, and S. Malinov, “Hardness Evolution of Electroless Nickel-Phosphorus Deposits with Thermal Processing”, *Surface and Coatings Technology*, Vol. ۱۶۸, No. ۳-۲, pp. ۲۰۰۳, ۲۷۴-۲۶۳
- [۱۶] I. Apachitei, F.D. Tichelaar, J. Duszczuk and L. Katgerman, “The Effect of Heat Treatment on the Structure and Abrasive Wear Resistance of Autocatalytic NiP and NiP-SiC Coatings”, *Surface and Coatings Technology*, Vol. ۱۴۹, No. ۳-۲, pp. ۲۶۳ ۲۰۰۲, ۲۷۸.
- [۱۷] T.S.N.S. Narayanan, K. Krishnaveni and S.K. Seshadri, “Electroless Ni-P/Ni-B Duplex Coatings: Preparation and Evaluation of Microhardness, Wear and Corrosion Resistance”, *Materials Chemistry and Physics*, Vol. ۸۲, No. ۳, pp. ۲۰۰۳, ۷۷۹-۷۷۱.
- [۱۸] Y. Hu, T. Wang, J. Meng, and Q. Rao, “Structure and Phase Transformation Behaviour of Electroless Ni-W-P on Aluminium Alloy”, *Surface and Coatings Technology*, Vol. ۲۰۱, No. ۴-۳, pp. ۲۰۰۶, ۹۹۲-۹۸۸.
- [۱۹] ASTM B۶۵۶-, “Auto Catalytic (Electroless) Nickel-Phosphorus Deposition on Metals for Engineering Use”, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, ۱۹۹۲.
- [۲۰] Karimi, Ch. Verdon and G. Barbezat, “Microstructure and hydroabrasive wear behaviour of high velocity oxy-fuel thermally sprayed WC-Co(Cr) coatings”, *Surface and Coatings Technology*, Vol. ۵۷, pp. ۱۹۹۳, ۸۹-۸۱.
- [۲۱] L. Pawlowski, “The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings, Second Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.
- [۲] Riedel, W., “Electroless Nickel Plating”, ASM International, Ohio, ۱۹۹۱.
- [۴] G.O. Mallory and J.B. Hajdu, “Electroless Plating-Fundamentals and Applications”, reprint ed. AESF, New York, ۲۰۰۲.
- [۵] Z. Xie, J. Zhu, and W. Guo, “The Scraping Test and Adhesion Measurements of Diamond and Nickel Electroless Coatings”, *Materials Characterization*, Vol. ۴۴, No. ۵-۴, pp. ۲۰۰۰, ۳۵۲-۳۴۷.
- [۶] K. Kumari and K. Anad, Michelangelo Bellacci, Massimo Giannozzi, Effects of microstructure on abrasive wear behavior of thermally sprayed WC-۱۰Co۴-Cr coatings, *Wear*, ۲۰۱۰, pp ۱۳۱۹-۱۳۰۹;
- [۷] J.K.N. Murthy, D.S. Rao and B. Venkataraman, “Effect of grinding on the erosion behaviour of a WC-Co-Cr coating deposited by HVOF and detonation gun spray processes”, *Wear*, Vol. ۲۴۹, pp. ۲۰۰۱, ۶۰۰-۵۹۲.
- [۸] K. Maiti, N. Mukhopadhyay and R. Raman, “Improving the Wear Behavior of WC-CoCr-based HVOF Coating by Surface Grinding”, *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. ۱۸, pp. ۲۰۰۹, ۱۰۶۶-۱۰۶۰.
- [۹] Z. H. Deng, Z. W. Hu, Q. Jing and Y. D. Gong, “Experimental Investigations on Surface Residual Stresses in the As-Sprayed and Ground Nanostructured WC/۱۲Co Coatings”, *Engineering Materials*, Vol. ۶۰-۳۵۹, pp. ۲۰۰۸-۲۳۳-۲۲۹.
- [۱۰] J. Stokes, “Theory and Application of the High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) Thermal Spray Process”, Dublin City University, ۲۰۰۸.
- [۱۱] ISO۴۵۲۷-, “Autocatalytic Nickel-Phosphorus Coatings, Specification and Test Method,” International Organization for Standardization, Geneva, ۱۹۸۷.
- [۱۲] W.J. Tomlinson, and J.P. Mayor, “Formation, Microstructure, Surface Roughness, and Porosity of Electroless Nickel Coatings”, *Surface Engineering*, Vol. ۴, No. ۳, pp. ۱۹۸۸, ۲۳۵.
- [۱۳] K.G.Keong, W.Sha and S.Malinov, “Crystallization and Phase Transformation Behaviour of Electroless



## تصفیه پساب حاوی کروم و نیکل با استفاده از بیوفیلتر



مجید مقبلی:  
نویسنده مسوول ،  
استاد یار دانشگاه آزاد  
اسلامی واحد دامغان ،  
شرکت پویا ژن آزما  
مهدی زینعلیپور: دانشگاه  
الزهراء، دانشجوی، شرکت  
پویا ژن آزما  
فاطمه  
مقبلی: بیوتکنولوژی،  
شرکت پویا ژن آزما

با پیشرفت تکنولوژی و تعدد صنایع مختلف، پساب حاصل از فرآیندهای صنعتی تهدیدی جدی برای محیط زیست بشمار می رود. پساب ها نمک های فلزات سنگین را که حاصل فرایندهای صنعتی گوناگون می باشند، حمل می کنند که با ورود به محیط زیست اثرات نامطلوبی بر ارگانسیم های زنجیره غذایی وانسان می گذارند. در زمینه حذف فلزات سنگین از فاضلاب های صنعتی به روش ترسیب، تبادل یونی و روش های بیولوژیکی تحقیقات زیادی صورت گرفته است ولی کاربرد سیستم های بیولوژیکی نظیر بیوفیلتراسیون توسط میکروارگانسیم ها امروزه به عنوان یک روش، کارآمد، مناسب و اقتصادی مطرح بوده و تحقیقات بسیاری در این زمینه در حال انجام می باشد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی کارایی سیستم بیوفیلتر در حذف آلاینده های اصلی پساب های آبکاری (فلزات سنگین کروم و نیکل) و عوامل موثر بر عملکرد آن می باشد. در این تحقیق با استفاده از دو ستون بیوفیلتراسیون با قطر ۱۶ cm ، ارتفاع ۸۰ cm و حجم ۱۶ لیتر همراه با بستر پومیس حاوی باکتری های تثبیت شده راتولنلا پلانکتیکولا و کلسیلا اکسی توکا ، روند کاهش فلزات سنگین کروم و ۶ و نیکل انجام شد. پساب حاوی این فلزات سنگین با سرعت ۸ لیتر در ساعت از پایین ستون اول وارد و پس از خروج ، از بالای ستون دوم وارد و خروجی نهایی از پایین ستون دوم جمع آوری گردید و این روند به صورت مداوم به مدت ۳ ماه ادامه یافت. میزان کروم و نیکل نمونه خروجی به ترتیب با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و جذب اتمی بررسی شد. براساس نتایج حاصله میزان کروم ۶ و نیکل به ترتیب به کمتر از ۱ ppm و ۲/۷ ppm کاهش یافت که نشان دهنده حذف بیش از ۹۹ درصد این فلزات سنگین توسط بیوفیلتر در مدت ۲ ساعت می باشد. با توجه به عدم نیاز به اضافه کردن مواد شیمیایی ، مداوم بودن جریان تصفیه، اشغال فضای به مراتب کمتر و هزینه پایین، این روش می تواند جایگزین مناسبی برای روش های شیمیایی و فیزیکی موجود باشد.

که حاصل فرایندهای صنعتی گوناگون می باشد حمل می کنند که با ورود به محیط زیست اثرات نامطلوبی بر زنجیره غذایی و انسان می گذارند. به طور طبیعی فلزات سنگین به دلیل محلول بودن در آب وارد اکوسیستم های آبی شده و سبب تخریب این اکوسیستم ها می شوند. به علاوه با راه یافتن به زنجیره های غذایی باعث تهدید سلامت انسان و سایر جانداران، می شوند (۴-۲). یکی از صنایعی که پساب آن در صورت تصفیه نشدن می تواند به محیط زیست و انسان آسیب وارد کند صنایع آبکاری می باشد. پساب این صنایع معمولا دارای فلزات سنگین مختلف به خصوص کروم و نیکل در غلظت

بیشتر تکنولوژی و گسترش صنایع مختلف، پساب حاصل از فرآیندهای صنعتی تهدیدی جدی برای محیط زیست به شمار می رود. فلزات سنگین از مهم ترین آلاینده های محیطی هستند که طی عملکرد هایی نظیر استخراج معادن و ورود پساب صنعتی و کارخانه ای از جمله کارخانه های رنگ و رزین، نساجی، صمغ ، آبکاری و... وارد محیط زیست می شوند که به دلیل گسترش روز افزون صنایع و توسعه شهرها، ورود فلزات به محیط زیست نیز افزایش یافته است به همین جهت روز به روز بر اهمیت کنترل آلودگی محیط زیست افزوده می شود (۱). پساب ها نمک های فلزات سنگین را

ارتفاع ۸۰ cm و حجم کل ۱۶ لیتر و حجم مفید ۱۲ لیتر استفاده شد. ورودی پساب از پایین ستون اول با سرعت وارد با لوله ورودی در پایین و لوله خروجی در بالا استفاده شد.

### ۳- آماده سازی بستر

بستر انتخابی برای این بیوفیلتر پوکه معدنی (pumice) می باشد. این بستر سبک بوده و دارای تخلخل بسیار است در نتیجه برای تثبیت باکتری مناسب می باشد. دانه های پوکه معدنی به ابعاد ۱ - ۰/۳ سانتیمتر جدا و پس از شستشو و خشک کردن به داخل ستون بیوفیلتر منتقل شدند.

### ۴- تکثیر باکتری ها و تثبیت بر روی بستر

برای هر ستون بیوفیلتر، باکتری های ذکر شده به طور جداگانه ابتدا در ۱۰۰ میلی لیتر محیط کشت مایع LB تکثیر و سپس به ۲/۵ لیتر محیط کشت مایع اضافه شدند. باکتری ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه و دور ۱۵۰ rpm تکثیر شدند. این حجم باکتری با سرم فیزیولوژی استریل به حجم ۱۵ لیتر رسیده و پس از شمارش تعداد باکتری با روش رقیق سازی متوالی، به بستر در داخل ستون اضافه شدند. بستر همراه با باکتری مدت ۷۲ ساعت جهت تشکیل بیوفیلم در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند.

### ۵- شمارش تعداد باکتری در بستر

مقدار یک گرم از بستر با سرم فیزیولوژی استریل شستشو داده شد تا باکتری های تثبیت نشده جدا شوند سپس کاملاً خرد شده و در ۵ ml سرم فیزیولوژی استریل سوسپانسیون شد. غلظت های ۴-۱۰ تا ۶-۱۰ سوسپانسیون بر روی محیط LB agar کشت داده شد و پس از دماگذاری به مدت ۱۶ ساعت تعداد کلنی رشد کرده شمارش گردید.

### ۶- پساب مورد استفاده

پساب مورد استفاده از کارخانه آبکاری تهیه شد. میزان کروم و نیکل در این پساب در طول مدت استفاده به ترتیب حدود ppm ۴۱۵-۱۲۵ و حدود ppm ۶۲۰-۲۵۰ بود.

### ۷- عبور پساب از روی بیوفیلتر

پساب با استفاده از نیروی ثقل زمین با سرعت ۸ لیتر در ساعت از پایین ستون اول وارد و پس از خروج، از بالای ستون دوم وارد و خروجی نهایی از پایین ستون دوم جمع آوری گردید و این روند به صورت مداوم به مدت ۳ ماه ادامه یافت. از روز اول تا مدت ۳ ماه هر هفته میزان کروم و نیکل نمونه خروجی به ترتیب با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری و جذب اتمی بررسی شد.

## نتایج

### تعداد باکتری در نمونه اضافه شده به ستون

از کشت رقت ۶-۱۰ تعداد ۳۵ عدد کلنی شمارش شد لذا در هر میلی لیتر از مخلوط باکتری اضافه شده به ستون  $۱۰۷ \times ۳/۵$  در کل  $۱۰۱۱ \times ۵/۲۵$  باکتری وجود دارد.

### تعداد و درصد باکتری تثبیت شده

در رقت ۵-۱۰ تعداد ۳۵ کلنی شمارش شد لذا در هر گرم از نمونه بستر  $۱۰۷ \times ۱/۷۵$  و در کل بستر تعداد  $۱۱ \times ۱/۴$  عدد باکتری تثبیت شده است در نتیجه درصد تثبیت باکتری ۲۶/۷ درصد می باشد.

### میزان کاهش کروم و نیکل

نتایج کاهش میزان کروم و نیکل به وسیله بیوفیلتر در مدت ۱۲

بالا و سیانید می باشد که ضرورت تصفیه این پساب ها را مشخص می کند (۴-۶). روش های مختلفی برای تصفیه پساب های صنعتی آلوده به فلزات سنگین وجود دارد که به طور عمده شامل روش های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیک می باشد. از جمله روش های شیمیایی می توان به خنثی سازی به کمک سود، آهک یا کربنات سدیم اشاره کرد. هر کدام از این روش ها دارای معایب و محاسنی می باشد در روش های فیزیکی و شیمیایی موجود علاوه بر هزینه ثابت بالا، نیاز به اضافه کردن مواد شیمیایی و یک اپراتور جهت امور تصفیه و نگهداری سیستم می باشد (۸و۹). مطالعات مختلف نشان داده است که روش های بیولوژیک می تواند شرایط اقتصادی نو و کارآمدتری را در مقایسه با بسیاری از روش های فیزیکی و شیمیایی فراهم کند. استفاده از عوامل بیولوژیک برای حذف و بازیافت از پساب ها سال هاست که در زمینه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است و بسیاری از محققان حذف فلزات سنگین را به وسیله میکروارگانیسم ها مشاهده کرده اند (۱۲-۱۰). باتوجه به تحقیقات اخیر مشخص شده که فرایندهای میکروبی می تواند موجب حذف ترکیبات سخت و انواع آلودگی های فلزی شود. یک فاکتور اصلی برای سمیت زدایی این است که فلزات تجزیه ناپذیر می توانند به وسیله میکروارگانیسم ها جذب شوند یا متیله شوند و یا تشکیل کمپلکس دهند. سال هاست که بیوفیلتراسیون در آلمان، هلند، انگلیس، ژاپن و در ابعادی محدود در آمریکا برای حذف بوهای نامطبوع به کار گرفته می شود اما استفاده از بیوفیلترها برای تجزیه کردن ترکیبات پیچیده ی منتشر شده در نتیجه فعالیت های شیمیایی در همین چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۱۳-۱۱). هدف تحقیقات اخیر فهم اصول علمی فرآیند بیوفیلتراسیون است. هزینه های کم عملیاتی در این روش، مصرف انرژی پایین، و عدم ایجاد ضایعاتی که نیازمند بازیافت مجدد باشند، باعث این امر بوده است (۱۲). واحدهای بیوفیلتراسیون، سیستم هایی میکروبی هستند که میکروارگانیسم ها را به هم پیوند می دهند. این میکروارگانیسم ها در مواد جامد متخللی مانند کمپوست، کود گیاهی، خاک یا مخلوطی از این مواد رشد می کنند و لایه ای را تشکیل می دهند که بیوفیلم نامیده می شود. این مواد آلوده کننده در لایه ی مایع حل می شوند و از طریق میکروارگانیسم های موجود در بیوفیلم دچار تجزیه ی زیستی می شوند.

در سال های اخیر سیستم های میکروبی از جمله قارچ ها، باکتری ها و جلبک ها به طور موثر به عنوان جاذب برای حذف فلزات سنگین استفاده می شوند. جمعیت میکروبی در محیط های آلوده به فلزات به غلظت فلزات سنگین آداپته شده و مقاوم به فلزات شده اند. جاذب زیستی می تواند مجدداً باز یافت شده و دوباره استفاده شود و یا حذف، تعویض شود (۱۲و۱۳).

## مواد و روش ها

### ۱- انتخاب باکتری های مقاوم به فلزات سنگین

برای این منظور از دو باکتری راثولتلا پلانتيکولا و کلبسیلا اکسی توکا مقاوم به کروم، نیکل و سیانید که در تحقیقات قبلی از پساب های آلوده جدا شده بودند استفاده شد (۱۴). مقاومت این باکتری ها به کروم، نیکل و سیانید به ترتیب ppm ۱۷۵، ppm ۱۱۵ و ppm ۱۴۵ می باشد.

### ۲- ستون بیوفیلتر

در این تحقیق از دو ستون از جنس پلی اتیلن با قطر ۱۶ cm

## منابع

- ۱) Kumar A., Singh Bisht B., Datt Joshi V, Biosorption of Heavy Metals by four acclimated microbial species, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus spp.* and *Aspergillus niger.*, *J. Biol. Environ. SCI.*, ۲۰۱۰، ۱۰۸-۹۷، (۱۲)۴.
- ۲) Das S. and S.C. Santra. Microbial interactions with heavy metals and their applications in bioremediation of wastewater. *New Frontiers of Environ. Biotechnol. Appl.* ۱۰-۱: ۳، ۲۰۰۷.
- ۳) Keng PS, Lee SL, Ha ST, Hung YT, Ong ST. Removal of hazardous heavy metals from aqueous environment by low-cost adsorption materials., *Environ Chem Lett.* ۲۵-۱۲: ۱۵، ۲۰۱۴.
- ۴) Srivastava N.K., Majumder C.B., Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater. *App Environ microbial.* ۸-۱، ۱۵۱، ۲۰۰۸.
- ۵) Ofomaja A.E., Ho Y., Effect of pH on cadmium biosorption by coconut copra meal, *J. Hazard. Materials.* ۳۶۲-۳۵۶، ۲۰۰۷.
- ۶) Aguilera M, Quesada MT, Aguila VGD, Morillo JA, Rivadeneyra MA, Cormenzana AR, Sanchez MM. Characterization of *Paenibacillus jamilae* strains that produce exopolysaccharide during growth on and etoxification of olive mill wastewaters. *Bioresour. Technol.* ۵۶۴۴-۵۶۴۰: ۹۹، ۲۰۰۸.
- ۷) Aizpuru, A., Malhautier, L., Roux, J.-C., and Fanlo, J.-L.: Biofiltration of a mixture of volatile organic emissions. *J. Air Waste Manage. Assoc.*، ۵۱، ۲۰۰۱، ۱۶۷۰-۱۶۶۲.
- ۸) Fenglian Fu, Wang Qi, Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *J. Environ. Manage.*، ۲۰۱۱، ۴۱۸-۴۰۷، (۳)۹۲
- ۹) Andleeb, S., Atiq, N. A. M. I., Razi-Ul-Hussain, R., Shafique, M. A., Ghumro, P. B., Hussain, M., Hameed, A. and Ahmad, S., Biological treatment of textile effluent in stirred tank bioreactor. *Inter. J. Agri Biol.*، ۲۶۰-۲۵۶، ۱۲، ۲۰۱۰.
- ۱۰) Dhir B, Kumar R Adsorption of heavy metals by salvinia biomass and agricultural residues. *Int J Environ Res* ۴۳۲-۴۰۴۲۷، ۲۰۱۰.
- ۱۱) Lin J and Harichund C. Isolation and characterization of heavy metal removing bacterial biofloculants. ۶۰۷-۵۹۹، (۶)۵، ۲۰۱۱.
- ۱۲) Mokhtar, H., Norhashimah, M., Fera, F., Phytoaccumulation of copper from aqueous solutions using *Eichhornia crassipes* and *Centella asiatica*. *Inte J. Environ. Sci. Develop.* -۲۰۵، ۲، ۲۰۱۱، ۲۱۰.
- ۱۳) Dasha RR, Gaur A, Balomajumderb C, Cyanide in industrial wastewaters and its removal: A review on biotreatment. ۱۱-۱، ۱۶۳، ۲۰۰۹.
- ۱۴) Moghbeli M. Shakeri F, Hashemi-Moghaddam H. Separation of Mercury Resistant Bacteria from Wastewater of Milk, Detergent and Ceramic Industry. *J. Chemi. Health Risks.* ۲۲-۱۹: (۱)۱؛ ۲۰۱۱.

هفته در جدول ۱ آمده است. براساس نتایج حاصله میزان کروم ۶ ورودی حداکثر ۴۱۵ ppm بوده و در تمام غلظت های ورودی میزان کروم ۶ به کمتر از ۱ ppm رسیده است. همچنین در میزان نیکل ورودی حدود ۵۰۰ ppm غلظت نیکل خروجی حداکثر به ۲/۷ ppm رسید. این نتایج نشان دهنده حذف بیش از ۹۹ درصد این فلزات سنگین توسط بیوفیلتر در مدت ۲ ساعت می باشد.

**جدول ۱: نتایج میزان کروم و نیکل ورودی و خروجی بیوفیلتر در مدت ۱۲ هفته**

غلظت زمان (هفته)	کروم ورودی ppm	کروم خروجی ppm	نیکل ورودی ppm	نیکل خروجی ppm
اول	۳۱۱	<۱	۴۸۶	۲/۵
دوم	۱۶۰	<۱	۵۱۱	۲/۷
سوم	۲۳۸	<۱	۳۶۵	۱/۷
چهارم	۴۱۵	<۱	۲۸۰	۰/۸
پنجم	۴۱۰	<۱	۵۸۵	۳/۵
ششم	۳۰۸	<۱	۵۹۵	۳/۶
هفتم	۱۲۵	<۱	۶۲۰	۴
هشتم	۱۶۵	<۱	۴۵۵	۲/۶
نهم	۳۵۰	<۱	۳۸۰	۱/۸
دهم	۴۱۵	<۱	۵۱۰	۲/۶
یازدهم	۱۸۸	<۱	۲۵۰	۱/۲
دوازدهم	۲۸۰	<۱	۳۳۵	۱/۸

## بحث و نتیجه گیری

میکروارگانسیم های زیادی در تجزیه ی آلودگی های زیستی در بیوفیلترها مورد استفاده قرار می گیرند ترکیب و بقایای میکروارگانسیم ها در بستر فیلتر از جمله پارامترهای کلیدی بیوفیلتراسیون می باشد. از مهم ترین باکتری هایی که تاکنون جهت حذف فلزات سنگین استفاده شده اند می توان آسینتوباکتر، باسیلوس سرئوس، سودوموناس پوتیدا و استرپتومایسس را نام برد. در این تحقیق با استفاده از کلبسیلا اکسی توکا و رائولتلا پلانتيکولا نشان داده شد که می توان غلظت کروم و نیکل ورودی را تا ۹۹ درصد کاهش داد.

در اکثر روش های موجود جهت حذف فلزات سنگین از پساب نیاز به اضافه کردن یک ماده و یا کنترل پارامترهای مختلف نظیر pH، دما و ... می باشد در حالی که بیوفیلتراسیون صورت گرفته در این پژوهش، نیازمند اضافه کردن هیچ ماده اضافی به محیط جهت افزایش راندمان، و یا کنترل هیچ فاکتوری نمی باشد و این از محاسن بیوفیلترطراحی شده است. از طرف دیگر روش های موجود به صورت ناپیوسته می باشد در حالی که در این روش می توان فرایند کاهش فلزات سنگین را به صورت مداوم انجام داد. بر اساس نتایج به دست آمده می توان در مراحل بعدی نمونه ای صنعتی ساخته و به طور مستقیم در صنعت مورد بررسی قرار گیرد.



## گزارش تصویری از جلسه تقدیر و بررسی چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی)



گزارش و عکس: رامین خورشیدی



در تاریخ ۹۵/۸/۲۳ نشستی به منظور چگونگی عملکرد کمیته اجرایی در برپایی چهارمین دوره جشنواره صنعت آبکاری با حضور عوامل اجرایی در دفتر شرکت تعاونی صنایع آبکاری ایران برگزار شد. در این نشست علاوه بر قدردانی و تقدیم لوح تقدیر به هیات داوران و کمیته اجرایی تمام پیشنهادات و انتقادات از برپایی جشنواره به ثبت رسید. به امید آن که در دوره های آتی از این تجربیات استفاده گردد.







## پوشش دهی صفحات جاذب خورشیدی و ساخت کلکتور خورشیدی



امیر پوست  
دوز، رضا پوست دوز، میثم  
صادقی، پویا طبیبی، امیر  
عباس پاکزاد  
شرکت دانش  
بنیان فراسو سپهر آریا  
مستقر در شهرک علمی  
تحقیقاتی اصفهان  
سید محمود منیر واقفی،  
دانشگاه صنعتی اصفهان،  
دانشکده مهندسی مواد  
(دانشیار)

در این پژوهش روند ساخت یک کلکتور آبرمکن خورشیدی بررسی می‌شود. هدف از این تحقیق بومی سازی تولید کلکتور خورشیدی می‌باشد. جهت جایگزینی صفحات ساخت داخل با نمونه‌های خارجی موجود، سه نوع پوشش مختلف بر زیرلایه آلومینیومی مورد ارزیابی قرار گرفت. این پوشش‌ها شامل کروم سیاه، آنادایزینگ آلومینیوم و نیکل-فسفر می‌باشد. نمونه‌های آزمایشگاهی تهیه و سه نوع پوشش بر روی آن‌ها اعمال شد. با توجه به آزمون‌های خوردگی و UV و بررسی توجیه اقتصادی، در نهایت پوشش نیکل-فسفر برای ساخت کلکتور خورشیدی انتخاب شد. با بررسی پارامترهای دما و غلظت اسید در نهایت فرمولاسیون مورد نظر جهت پوشش دهی یک کلکتور خورشیدی به دست آمد. سپس دو متر مربع آلومینیوم پوشش الکترولس و یک کلکتور خورشیدی ساخته و یک پایلوت آزمایشگاهی جهت تست راندمان در شرایط واقعی تهیه و با نمونه خارجی (sun strip absorber) مقایسه شد. نتایج نشان داد عملکرد کلکتور ساخته شده با نمونه خارجی بسیار نزدیک می‌باشد که تاییدیه بر عملکرد مطلوب آن دارد. نمونه ساخته شده با اسم تجاری فراسا نام گذاری شد. کلمات کلیدی: پوشش دهی، صفحات جاذب، کلکتور خورشیدی، UV

ایران سرشار از منابع بسیار غنی انرژی‌های تجدیدپذیر است. شرایط مناسب انرژی خورشیدی یک منبع جایگزین برای استفاده‌های مستقیم و غیر مستقیم است. به علاوه، مقدار انرژی که برای تغییر و تبدیل در دسترس است، بسیار بیش از آن چه برای تمام نیازمندی‌های کنونی دنیا نیاز است، می‌باشد. متوسط تابش جهانی برای ایران حدود  $19/23 \text{ MJ/day/m}^2$  است ( $5/3 \text{ kWh/m}^2$ ) که در مناطق مرکزی ایران این مقدار به بیش از  $7/7$  ساعت در روز می‌رسد (بیش از  $2,800$  ساعت در سال). میزان تابش خورشیدی در ایران (حدود  $2,000 \text{ yr/kWh/m}^2$ ) یکی از بزرگ‌ترین مقادیر در جهان است. به عنوان مثال در آلمان، میزان تابش خورشیدی ( $1000 - 800 \text{ yr/kWh/m}^2$ ) کمتر از نصف متوسط آن در کشور ایران است [۱]. با توجه به مساحت ایران (حدود  $1,648,000$  کیلومتر مربع)، کل مقدار تابش در ایران حدود  $3/3$  میلیون تراوات ساعت در سال می‌باشد که سیزده برابر کل انرژی مصرفی در ایران است. علی‌رغم شرایط مناسب طبیعی تابش، بکارگیری انرژی خورشیدی در ایران بسیار ناچیز است. در دو سال گذشته حدود  $4,000$  دستگاه گرمایش خورشیدی در سال تولید و نصب شده است. لذا به نظر می‌رسد استفاده از این منبع پاک و ارزان و آرایه ایده‌های جدید در راستای بهره‌وری حداکثری از این منبع به دلیل هزینه بهره‌برداری بالا از یک طرف و نیز روند افزایشی قیمت سوخت در کشور از طرف دیگر لزوم سرمایه‌گذاری در راستای جایگزینی سوخت‌های فسیلی با منابع تجدیدپذیر توجیه‌پذیر می‌باشد.

تغییر و تبدیل مستقیم و مؤثر تابش خورشیدی به انرژی حرارتی نیازمند صفحات جمع‌کننده‌ای است که این تابش را به شدت در سرتاسر طیف خورشیدی جذب می‌کنند. اما این صفحات تابش ضعیفی را در ناحیه IR از خود منتشر می‌نماید. سطح جذب انتخابی از یک توان جذب بالای  $\alpha$  به همراه اتلاف بازتاب کم، یعنی توان انتشار  $\epsilon$  از سطح جذب حرارت تشکیل شده است. این دو مشخصه باهم ترکیب می‌شوند تا درجه حرارت مؤثر صفحه جذب را افزایش داده و در نتیجه انتقال بین صفحه جذب و هرگونه وسیله انتقالی را افزایش دهند. در تعیین ویژگی‌های یک سطح جذب، نسبت  $\epsilon/\alpha$  قابل توجه می‌باشد [۲].

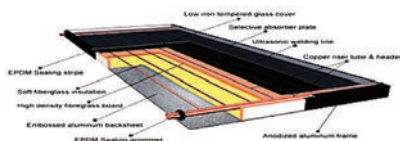
صفحه جذب خورشیدی به عنوان مهم‌ترین قسمت یک سیستم گرمایش خورشیدی محسوب شده که البته تاکنون اکثر سازندگان سیستم‌های خورشیدی به دلیل پایین بودن قیمت ارز و ملاحظات اقتصادی این صفحات را وارد می‌نمودند. با توجه به بالا رفتن قیمت ارز و در نتیجه بالا رفتن قیمت تمام شده این سیستم‌ها، ضرورت تولید داخلی این صفحات به شدت احساس می‌شود. هرچند تاکنون اقداماتی در راستای تولید این صفحات شده است اما با توجه به مقرون به صرفه بودن واردات، انگیزه‌های کافی در جهت بومی سازی این تکنولوژی وجود نداشته است. لذا بر آن شدیم تا بومی سازی تکنولوژی صفحات جذب خورشیدی را دنبال نماییم.

## ۱-۲ کلکتور تخت خورشیدی

کلکتورهای تخت خورشیدی ساده‌ترین و متداولترین وسیله برای تبدیل انرژی تابشی خورشیدی به گرمای مفید می‌باشد. یک کلکتور خورشیدی را می‌توان به عنوان یک نمونه ویژه از مبدل گرمایی در نظر گرفت که انرژی تابشی خورشیدی را به گرما تبدیل می‌کند. در مبدل‌های گرمایی انتقال گرما معمولاً از طریق جابه‌جایی و رسانایی از سیالی به سیال دیگر انجام می‌شود و عملاً انتقال گرما از طریق تابش در آن‌ها بسیار ناچیز است در حالی که در یک کلکتور خورشیدی انتقال گرما از طریق تابش نقش اساسی دارد. با طراحی درست کلکتورهای تخت می‌توان دمای سیال خروجی از آن‌ها را بنابر نیاز به حدود  $100$  درجه سانتی‌گراد و بالاتر از دمای محیط رساند. کلکتورهای تخت تابش خورشیدی را جذب و به گرما تبدیل می‌کند و ساخت آن‌ها در مقایسه با کلکتورهای متمرکز بسیار ساده‌تر می‌باشد. کلکتورهای تخت را معمولاً به صورت ثابت نصب می‌کنند و به همین جهت دارای مشکلات مربوط به سیستم دنبال کننده خورشیدی که در کلکتورهای متمرکز کننده بکار می‌روند، نمی‌باشند [۳].

## ۲-۲ صفحه جذب انرژی (کلکتور)

همان‌طور که گفته شد صفحه جذب مهم‌ترین قسمت یک کلکتور است و رفتار آن در مقابل تابش عمیقاً در کارایی کلکتور مؤثر می‌باشد. چگونگی بازتابش طول موج‌های گرمایی توسط سطح، اتلاف مستقیم تابشی را تعیین می‌کند. این اتلاف با وجود صفحه پوششی به دلیل بزرگی سطح جذب، زیاد است همچنین چگونگی بازتاب تور مری و مادون قرمز توسط سطح، مقدار گرمای جذب شده را دقیقاً معین می‌کند. صفحه جذب کدر بوده و نور را از خود عبور نمی‌دهد.



شکل ۱-۲: شماتیکی از کلکتور خورشیدی

## ۳ روش تحقیق

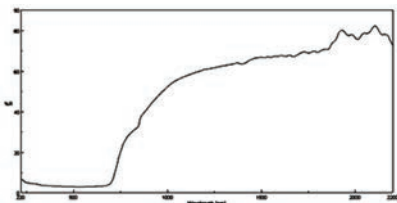
ابتدا روی چندین نمونه زیر لایه آلومینومی با ابعاد  $20 \times 20$  میلی‌متر پوشش‌های آنودایز [۳ و ۴]، کرم سیاه [۵ و ۶] و نیکل فسفر [۷]. به روش الکترولس داده شد. سپس آزمون مقاومت به خوردگی و ضریب جذب نمونه‌ها انجام شد. پس از بررسی نتایج پوشش الکترولس نیکل فسفر جهت پوشش دهی صفحه کلکتور خورشیدی انتخاب شد. تجهیزات آبکاری شامل وان حمام، هیتر، دماسنج، نمک الکترولس، زینکاته، اسید نیتریک، آمونیاک و دو متر مربع زیر لایه آلومینیوم تهیه شدند [۷]. شکل ۳-۱ روند پوشش دهی  $2$  متر مربع جذب خورشیدی را نشان می‌دهد. پس از پوشش دهی دو متر مربع آلومینیوم، یک کلکتور خورشیدی در مقیاس  $1 \times 2$  متر ساخته شد و با نمونه خارجی سان استریپ به طور مقایسه‌ای مورد تست راندمان قرار گرفت. شکل ۳-۲ روند ساخت کلکتور خورشیدی را نشان می‌دهد. برای بررسی

## ۴ نتایج و بحث

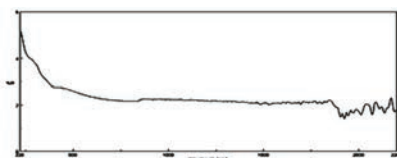
در این قسمت نتایج به دست آمده از آزمون های ضریب جذب، خوردگی [۵]. آنالیز عنصری، SEM و تست راندمان کلکتور آورده شده است.

### ۴-۱- تست UV (ضریب جذب)

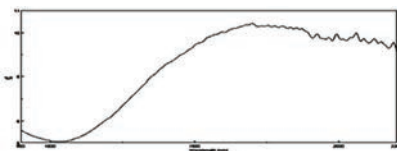
همان طور که گفته شد نمونه هایی با پوشش آنودایزینگ و کروم سیاه و نیکل فسفر تهیه شدند. این نمونه ها در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه اصفهان مورد آزمون قرار گرفتند که در ادامه نتایج و نمودار های حاصل از آزمون آورده شده است. برای این آزمون از دستگاه UV-Vis Spectrophotometer, JASCO, ساخت کشور ژاپن استفاده شد [۱۰].



شکل ۴-۱: نمودار UV آنودایزینگ



شکل ۴-۲: نمودار UV نیکل فسفر



شکل ۴-۳: نمودار UV کروم سیاه

جدول ۴-۱: نتایج ضریب جذب

ردیف	نوع پوشش	ضریب جذب (درصد)	ضریب نشر [۱۱]
۱	نیکل - فسفر خارجی	۹۸	۰/۱
۲	کروم سیاه	۹۱	۰/۰۸
۳	نیکل - فسفر داخلی	۹۶	۰/۱
۴	آنودایزینگ	۵۳	-

مقدار جذب بر حسب طول موج خورشید در محدوده ۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نانومتر می باشد که مقدار جذب نهایی از میانگین ضریب جذب در کل محدوده طول موج خورشید بر اساس نمودارهای

کارایی کلکتور آبگرمکن و امکان آن برای استفاده در سیستم های خورشیدی از استاندارد ASHRAE استفاده شده که توسط انجمن مهندسی گرمایش تبرید و تهویه مطبوع آمریکا ارایه شده است [۸]. در این استاندارد اندازه گیری راندمان بدین شکل است که جمع کننده را در معرض آفتاب قرار داده سپس دمای سیال ورودی و خروجی و دمای محیط و میزان دبی هوا و تابش فرودی بر کلکتور اندازه گیری می شود. سپس  $Q_{II}$  میزان انرژی مفید جذب شده توسط هوا به صورت زیر به دست می آید.

$$Q_{II} = \dot{m} C_p (T_o - T_i) \quad (1-3)$$

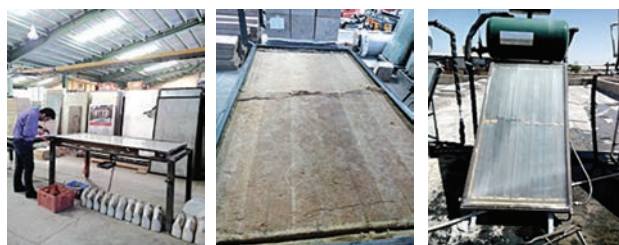
که در آن  $m$  دبی جرمی آب در حال چرخش در جمع کننده،  $C_p$  گرمای ویژه هوا،  $T_i$  و  $T_o$  به ترتیب دمای آب در ورود و خروج از جمع کننده می باشند. بازده جمع کننده که به صورت نسبت انرژی مفید جذب شده توسط آب به میزان انرژی تابیده شده به جمع کننده تعریف می شود عبارت است از:

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_o - T_i)}{A_c I_r} \quad (2-3)$$

که در آن  $Q_{II}$  انرژی مفید جذب شده توسط آب،  $A_c$  سطح جمع کننده و  $I_r$  میزان تابش ورودی به جمع کننده است. در این قسمت ابتدا نتایج تست کلکتور با صفحات جذب فراسا(فراسو سپهر آریا) ارایه می گردد سپس نتایج تست کلکتور با صفحات جذب سان استریپ(سویدی) مورد بررسی قرار می گیرد و در نهایت این دو باهم مقایسه می شود و جایگاه صفحات جذب تولید داخل (فراسا) در مقایسه با صفحات جذب وارداتی (سان استریپ) مشخص می شود [۹].



شکل ۳-۱: پوشش دهی صفحات جذب خورشیدی



شکل ۳-۲: روند ساخت کلکتور خورشیدی



جدول ۴-۳: نتایج تست کلکتور خارجی

زمان	دمای محیط	تابش افتاب	دمای خروجی کلکتور
۱۰:۰۰	۳۵ °C	۳,۲	۵۲ °C
۱۰:۳۰	۳۶ °C	۳,۴	۵۶ °C
۱۱:۰۰	۳۷ °C	۳,۶	۶۰ °C
۱۱:۳۰	۳۷ °C	۳,۹	۶۳ °C
۱۲:۰۰	۳۸ °C	۴,۲	۶۵ °C
۱۲:۳۰	۳۸ °C	۴,۴	۶۷ °C
۱۳:۰۰	۳۸,۵ °C	۴,۷	۶۹ °C
۱۳:۳۰	۳۹ °C	۴,۸	۷۳,۵ °C
۱۴:۰۰	۴۰ °C	۴,۹	۷۶ °C

جدول ۴-۴: نتایج تست کلکتور فراسا

زمان	دمای محیط	تابش افتاب	دمای خروجی کلکتور
۱۰:۰۰	۳۵ °C	۳,۲	۵۳ °C
۱۰:۳۰	۳۶ °C	۳,۴	۵۶ °C
۱۱:۰۰	۳۷ °C	۳,۶	۵۹ °C
۱۱:۳۰	۳۷ °C	۳,۹	۶۲ °C
۱۲:۰۰	۳۸ °C	۴,۲	۶۴ °C
۱۲:۳۰	۳۸ °C	۴,۴	۶۶ °C
۱۳:۰۰	۳۸,۵ °C	۴,۷	۶۸ °C
۱۳:۳۰	۳۹ °C	۴,۸	۷۲ °C
۱۴:۰۰	۴۰ °C	۴,۹	۷۵ °C

در شکل ۴-۵ نمودارهای مقایسه راندمان دو کلکتور خارجی (سان استریپ) و فراسا نسبت به زمان و همچنین نمودار مقایسه دمای خروجی دو کلکتور آورده شده است. همان طور که از نتایج مشخص است عملکرد و دمای خروجی کلکتور فراسا بسیار

جدول ۴-۲: مقایسه نتایج تست خوردگی بر روی نمونه هایی با پوشش های مختلف [۱۴]

ردیف	نام و نوع آزمون / پارامتر مورد آزمون	استاندارد	نتیجه آزمون	Test Items
۱	مقاومت در محیط خورنده SO <sub>2</sub> یک سیکل ۲۴ ساعت (نمونه خارجی)	DIN 50018	مقاوم نبود و پوشش کاملا از بین رفته بود	SO <sub>2</sub> Resistance
۲	مقاومت در محیط خورنده SO <sub>2</sub> (کروم سیاه)	DIN 50018	مقاوم	SO <sub>2</sub> Resistance
۳	مقاومت در محیط خورنده SO <sub>2</sub> یک سیکل ۲۴ ساعت (نیکل-فسفر خارجی)	DIN 50018	از دونمونه، پوشش یک نمونه مقاوم بود و در یک طرف نمونه دوم عدم مقاومت مشاهده گردید.	SO <sub>2</sub> Resistance
۴	مقاومت در محیط خورنده یک سیکل ۲۴ ساعت (نیکل-فسفر ایرانی)	DIN 50018	در ناحیه سوراخ شدگی نمونه عدم مقاومت مشاهده گردید.	SO <sub>2</sub> Resistance

فوق به دست می آید. با توجه به اینکه آنودایزینگ کمترین ضریب جذب را دارا بود، این پوشش از میان پوشش های منتخب حذف گردید [۱۲].

## ۴-۲ تست خوردگی

تست خوردگی انجام شده بر روی این نمونه طبق استاندارد DIN 50018 تست در محیط خورنده SO<sub>2</sub> در یک سیکل ۲۴ ساعته و در شرایط دمایی ۲۰ ± ۲۳ °C و هم چنین رطوبت محیط (۳۵-۳۹) درصد بود که در پژوهشگاه نیرو انجام شد. نتایج این تست ها نشان داد که نمونه خارجی نسبت به بقیه نمونه ها از مقاومت به خوردگی پایینی برخوردار است. جدول ۴-۲ مقایسه نتایج تست خوردگی بر روی نمونه آورده شده است. شایان ذکر است به دلیل پایین بودن ضریب جذب آنودایزینگ و حذف آن، این پوشش تحت آزمون خوردگی قرار نگرفت. جواب تست خوردگی از پژوهشگاه نیرو در پیوست آورده شده است [۱۳].

در نهایت با توجه به آزمون خوردگی و جذب، پوشش نیکل فسفر به عنوان پوشش منتخب انتخاب گردید.

## ۴-۳ تست راندمان

در شکل ۴-۴ سیستم پایلوت آبگرمکن خورشیدی با صفحات جذب فراسا واقع در کارخانه سولار پلار ارایه شده است.



شکل ۴-۴: پایلوت آبگرمکن خورشیدی جهت تست راندمان جداول ۴-۳ و ۴-۴ نتایج تست دمای خروجی دو کلکتور خارجی (سان استریپ) و فراسا آورده شده است. همان طور که از نتایج مشخص است دمای خروجی دو کاکتور در زمان های مختلف تقریبا مشابه است.

fabrication, characterization and applications. Thin Solid Films ۲۰۱-۱۹۲, (۲-۱) ۲۹۷.

[۴] Alwitt, R.S., McClung, R.C., ۱۹۹۳. Cracking of anodized coatings on aluminium. Plat. Surf. Finish., ۵۱-۴۸.

[۵] K. D. Lee, W. C. Jung and J. H. Kim, "Thermal Degradation of Black Chrome Coating", Sol Energy Mater Sol Cells, Vol. ۶۳, pp. ۲۰۰۰, ۱۲۵-۳۷.

[۶] P. M. Driver, R. W. Jones, C. L. Riddiford and R. J. Simpson, "A New Chrome Black Selective Absorbing Surface", Sol Energy, Vol. ۱۹, pp. ۳۰۱-۶ ۱۹۷۷.

[۷] Mallory G.O., Hajdu J.B., The Fundamental Aspects of Electroless Nickel Plating, Electroless Plating: Fundamentals and Applications, ۱st ed., Noyes Publications/William Andrew Publishing, New York, ۲۰۰۸.

[۸] M. R. Bayati, M. H. Shariat and K. Janghorban, "Design of Chemical Composition and Optimum Working Conditions for Trivalent Black Chromium Electroplating Bath Used for Solar Thermal Collectors", Renewable Energy, Vol. ۳۰, pp. ۲۱۶۳ ۲۰۰۵, ۲۱۷۸.

[۹] C. Anandan, V. K. William Grips, K. S. Rajam, V. Jayaram and P. Bera, "Investigation of Surface Composition of Electroplated Black Chrome Coatings by X-Ray Photoelectron Spectroscopy", Appl. Surf. Sci., Vol. ۱۹۱, pp. ۲۰۰۲, ۲۵۴-۶۰.

[۱۰] A. E. Dixon and J. D. Leslie, "Solar Energy Conversion and Introductory Course Selected Lectures From The ۵th Course on Solar Energy Conversion", Canada, Pergamon Press, ۱۹۷۸.

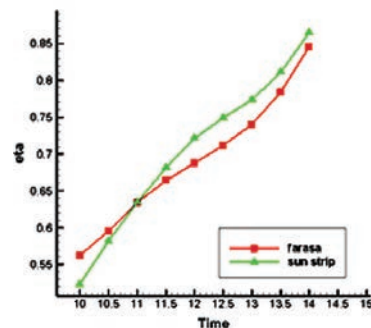
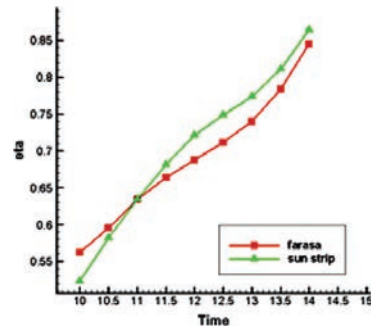
[۱۱] N. Selvakumar, Harish C. Barshilia" Review of physical vapor deposited (PVD) spectrally selective coatings for mid- and high-temperature solar thermal applications " Solar Energy Materials & Solar Cells ۲-۱ (۲۰۱۲) ۹۸

[۱۲] Bard A.J., Inzelt G., Scholz F., Electrochemical Dictionary, ۱st ed., Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin, ۲۰۰۸.

[۱۳] Baudrand D.W., Electroless Nickel Plating, ASM Handbook, ۱st ed., Ohio, ASM internationals, ۱۹۹۷.

[۱۴] Anonymous, DIN ۵۰۰۱۸, Standard Test Method for sulfur dioxide Corrosion testing in a saturated atmosphere. ۱۹۹۷

نزدیک به نمونه خارجی آن می باشد که تاییده بر عملکرد مطلوب آن دارد.



شکل ۴-۵ مقایسه راندمان و دمای دو کلکتور فراسا و سان استریپ

## ۵ نتیجه گیری

(۱) با توجه به آزمون های خوردگی و UV و بررسی بحث صرفه اقتصادی در نهایت پوشش نیکل فسفر برای ساخت کلکتور خورشیدی انتخاب شد.

(۲) پوشش نیکل فسفر برای جاذب خورشیدی مناسب است.

(۳) جهت سیاه کاری پوشش توسط اسید نیتریک بهترین دما اسید ۳۰ درجه سانتیگراد و بهترین غلظت اسید ۱۰ الی ۲۰ درصد می باشد.

(۴) ضریب جذب پوشش بالای ۹۸ درصد به دست آمد.

(۵) عملکرد کلکتور ساخته شده با نمونه خارجی بسیار نزدیک بود که تاییده بر عملکرد مطلوب آن دارد.

(۶) با توجه تست UV و تست راندمان نمونه ساخته شده، کلکتور فراسا قابلیت استفاده در آبگرمکن خورشیدی را دارد.

## ۶ منابع

[۱] A. Abbas, "Solchrome Solar Selective Coating and Effective Way for Solar Water Heaters Globally", Renewable Energy, Vol. ۱۹, pp. ۲۰۰۰, ۱۵۴-۱۴۵.

[۲] McDonald, G.E. "Spectral reflective properties of Balck Chrome for use as a Solar Selective Coating", Solar Energy ۱۹۷۵ (۱۷, ۱۱۹) Sol Cells, Vol. ۶۳, pp. ۳۷ ۲۰۰۰, ۱۲۵.

[۳] Thompson, G.E., ۱۹۹۷. Porous anodic alumina:

## آبکاری الکتریکی نانوسیم مغناطیسی هسته-پوسته کبالت-فسفید کبالت



دکتر فرزاد  
نصیرپوری  
دانشکده مهندسی  
مواد دانشگاه  
صنعتی  
سهند تبریز

در این طرح نوع بسیار جدید و جالبی از نانوسیم های مغناطیسی با مورفولوژی هسته-پوسته به روش آبکاری الکتریکی جریان متناوب ساخته شده است. آبکاری الکتریکی در تمپلیت آلومینای نانوحفرهای سالیان متمادی است که برای ساخت آرایه نانوسیم های فلزی و آلیاژی مورد استفاده قرار گرفته است. نانوسیم های مغناطیسی با توجه به کاربردشان در ادوات حافظه های مغناطیسی در جهت افزایش ظرفیت ذخیره سازی اطلاعات مورد توجه قرار گرفته اند. در این نانوسیم ها آنیزوتروپی مغناطیسی شامل آنیزوتروپی هندسی و مگنتوکریستالی نقش تعیین کننده ای در تعیین قابلیت ذخیره سازی داده و حفظ آن دارد و هدف رسیدن به ادوات ذخیره سازی عمودی مغناطیسی است. در این طرح، نوع بسیار جالبی از نانوسیم های مغناطیسی با مورفولوژی و ساختار هسته-پوسته از جنس هسته کبالت خالص و پوسته از جنس ترکیب فسفیدکبالت با استفاده از روش آبکاری الکتریکی جریان متناوب از حمام حاوی سولفات کبالت، هیپوفسفیته سدیم و اسید بوریک ساخته شده و با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، آنالیز اسپکتروسکوپی پراکندگی انرژی (EDS) و روش مگنتومتري VSM مشخصه یابی گردیدند. نتایج نشان می دهد اثر ترکیب هیپوفسفیته سدیم به همراه ولتاژ و فرکانس جریان متناوب به شدت بر روی ساختار و ترکیب شیمیایی نانوسیم های آلیاژی حاصل تاثیر می گذارد به طوری که نانوسیم های آلیاژی به ساختار همگن و هسته-پوسته می تواند حاصل شود. نانوسیم با ترکیب  $Co_{93.2}P_{6.8}$  علاوه بر برخورداری از ساختار هسته-پوسته که با میکروسکوپ TEM اثبات گردید، دارای جهت آسان مغناطش موازی با محور سیم (برخلاف کبالت) بوده و کئورسیویته موازی  $2380 \pm 50$  Oe و کئورسیویته عمود  $1260 \pm 50$  Oe (برخلاف آلیاژ آمورف کبالت-فسفر) است که آنرا برای ذخیره داده عمودی ممکن و مناسب می سازد.

## Electrodeposited $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$ nanowire arrays with core-shell microstructure and perpendicular magnetic anisotropy

F. Nasirpouri,<sup>1</sup> S. M. Peighambari,<sup>1</sup> A. S. Samardak,<sup>2,a)</sup> A. V. Ognev,<sup>3</sup> E. V. Sukovatitsina,<sup>3</sup> E. B. Modin,<sup>3</sup> L. A. Chebotkevich,<sup>3</sup> S. V. Komogortsev,<sup>3</sup> and S. J. Bending<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Materials Engineering, Sahand University of Technology, Tabriz ۱۹۹۶-۵۱۳۳۵, Iran

<sup>2</sup>School of Natural Sciences, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

<sup>3</sup>Institute of Physics, SB Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk ۶۶۰۰۳۶, Russia

<sup>4</sup>Department of Physics, University of Bath, Bath, United Kingdom

We demonstrate the formation of an unusual core-shell microstructure in  $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$  nanowires electrodeposited by alternating current (ac) in an alumina template. By means of transmission electron microscopy, it is shown that the coaxial-like nanowires contain amorphous and crystalline phases. Analysis of the magnetization data for Co-P alloy nanowires indicates that a ferromagnetic core is surrounded by a weakly ferromagnetic or non-magnetic phase, depending on the phosphor content. The nanowire arrays exhibit an easy axis of magnetization parallel to the wire axis. For this peculiar composition and structure, the coercivity values are  $5.0 \pm 238.0$  and  $25 \pm 126.0$  Oe, parallel and perpendicular to the plane directions of magnetization, respectively. This effect is attributed to the core-shell structure making the properties and applications of these nanowires similar to pure cobalt nanowires with an improved perpendicular anisotropy.

to plane anisotropy.[۱۰-۱۱] Our interpretation in terms of the coaxial core-shell structure of the Co-P nanowires, which were electrodeposited under a specific condition, is based on a careful analysis of experimental magnetization data, including hysteresis loops and magnetic torque measurements.

High purity Al foils (۹۹.۹۹۹ wt. per) were used as substrates to fabricate highly ordered AAO templates using a two-step anodization process ۴۰ V in a ۰.۳ M oxalic acid electrolyte at ۲۰°C in both steps. At the end, the thickness of the barrier layer of the oxide film was reduced by decreasing the anodizing voltage down to ۱۲ V to facilitate electron transport at each reduction half-cycle. The diameter and length of nanopores were  $3 \pm 3.0$  nm and  $0.3 \pm 5$  μm, respectively. The interpore distance was  $5 \pm 10.0$  nm. Co-P alloy nanowires were then ac-electrodeposited into the AAO templates at room temperature in a two-electrode cell, where a stainless steel plate acted as a counter-electrode. The electrolyte consisted of ۰.۱ M  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ۰.۵ M boric acid and ۱۵.۵ g/l  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  at a pH close to ۴. A sinusoidal waveform was employed with a voltage amplitude ranging from ۱۲ to ۱۵ V and a frequency ranging from ۵۰ to ۴۰۰ Hz. Prior to electrodeposition the AAO template was sonicated for ۱۰ min in the electrolyte to facilitate wetting of the nanopores.

Field-emission scanning electron microscopy (SEM, Supra, Carl Zeiss), transmission electron microscopy (TEM, Libra, ۲۰۰ Carl Zeiss), energy-dispersive

Magnetic nanowires are known as an important form of nanoscale magnetic materials whose properties, such as the domain wall width and magnetic exchange length, have interesting physics and device applications.[۱] Magnetization reversal mechanisms, switching fields, domain wall movement, and interactions in magnetic nanowires have been studied in detail.[۲-۴] The magnetic properties of arrays of elemental and alloyed ferromagnetic nanowires electrodeposited inside the void spaces of anodic aluminium oxide (AAO) and of polymer membranes have been extensively investigated. Because of different pore arrangements of each template, the consequent magnetic properties of nanowires are considerably influenced. Cobalt nanowires not only show strong shape anisotropy, that is also observed for Fe and Ni wires, but also a temperature and size dependent magnetocrystalline anisotropy along the hexagonal c-axis of hcp-Co. This c-axis is known to be perpendicular to the long axis of the wire. It is well known that the hcp structure favors an easy magnetization axis perpendicular to the wire length, while in the fcc phase the easy magnetization axis lies mainly parallel to the wire axis.[۱۱-۱۵]

This suggests applications of high coercivity cobalt nanowires for perpendicular applications.

In this work, we demonstrate the formation of an unusual core-shell structure in Co-P nanowires with high coercivity values comparable to that of cobalt nanowires, along with perpendicular

TABLE I. Phosphor content and the corresponding coercivity and saturation fields of Co-P nanowires electrodeposited with a 200 Hz 1ΔV sine wave from different composition solutions. ⊥ and || denote perpendicular and parallel directions to AAO substrate.

NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O, g/l	Phosphor content x, wt per.	Parallel coercivity Hc(  ), Oe	Perpendicular coercivity Hc(⊥), Oe	Parallel saturation field Hs(  ), Oe	Perpendicular saturation field Hs(⊥), Oe
0	0	330 ± 20	865 ± 30	900 ± 100	8600 ± 100
5	6.8	1260 ± 35	2380 ± 50	8500 ± 100	7000 ± 100
15	8.2	920 ± 30	1545 ± 40	6800 ± 80	6600 ± 80
25	9.3	645 ± 30	1005 ± 40	5700 ± 80	5600 ± 80

diffraction spots corresponding to the presence of a polycrystalline phase. We attribute this observation to electrodeposition of Co-P nanowire arrays under non-equilibrium conditions, where the ratio between polycrystalline and amorphous phases is controlled by the P content.

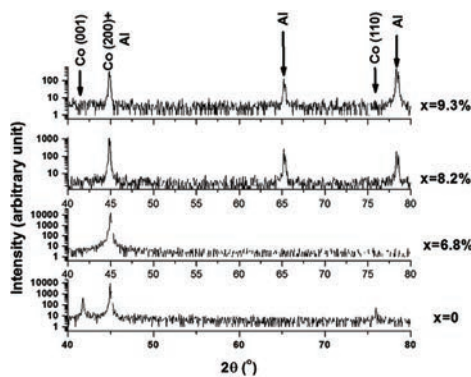


FIG. 1. X-ray diffraction patterns observed from an array of Co-100xPx nano-wires with different phosphor content (x) electrodeposited in AAO templates using a 1Δ V, 200 Hz sinusoidal waveform from solutions containing 5, 15, 0, and 25 g/l sodium hypophosphate.

Figure 2 shows the magnetic hysteresis loops measured for Co-100 xPx nanowires with x = 6.8, 8.2, and 8.2 wt. per for an external magnetic field applied parallel (||) and perpendicular (⊥) to the plane of the AAO template. For pure Co nanowires (Fig. 2(a)) the magnetic moment at saturation is 0.1 ± 10.5 memu and the coercivity in different geometries is Hc(||) = 20 ± 330 Oe and Hc(⊥) = 30 ± 865 Oe. The addition of phosphor leads to a variation of magnetic properties of Co-based alloy nanowires as shown in Tables I and II. In Fig. 2(b), the saturation magnetic moment decreases compared with that of pure Co nanowires while the coercivity significantly increases for both magnetic configurations. Further increase of phosphor content, however, significantly reduces the saturation magnetic moment (to 5 ± 200 lemu, which is 50 time smaller than that of Co wires) as well as the coercivity. The perpendicular to plane magnetic

X-ray spectroscopy (EDX, Oxford instruments), and X-ray diffraction (XRD, Bruker D8 Advanced, Cu<sub>(Ka)</sub> wavelength = 0.1540496 nm) were used to investigate the morphology, chemical composition, and microstructure of the samples. EDX was performed on the nanowires of the partially dissolved AAO template with one micron diameter scan area.

Magnetic hysteresis curves were recorded using a vibrating sample magnetometer (VSM Lake Shore 7407) in magnetic fields up to 12 kOe at room temperature. Samples were placed in parallel (normal to the long axis of the wires) and perpendicular (parallel to the long axis of the wires) geometries with respect to the plane of the AAO template. The influence of the magnetic signal coming from alumina substrate was eliminated from the hysteresis loops by subtracting the non-linearity after saturation using a method described in Ref. [12].

The chemical composition of Co-P nanowires, electrodeposited from different bath phosphor compositions, was analyzed using EDX. The magnetic parameters of nanowires, listed in Table I as a function of bath composition, are discussed below in the text. XRD patterns of Co<sub>100-x</sub>P<sub>x</sub> nanowires embedded in AAO and electrodeposited at 1Δ V and 200 Hz using the sinusoidal waveform are shown in Figure 1. For Co nanowires (x = 0), hcp crystalline structure is observed with clear (200), (001), and (110) Bragg diffraction peaks. Co (200) peaks are overlapped with a Bragg peak belonging to the aluminum substrate. Aluminum peaks are suppressed in templates with higher filling fraction. The electrodeposited nanowires containing phosphor tend to lose crystallinity as (110) and (100) Bragg diffraction peaks disappear.

The disappearance of the characteristic Bragg peaks alone is not enough to confirm the presence of an amorphous phase. As we discuss below, if just an amorphous phase was present, a broad halo would be observed in selected area diffraction (SAED) patterns. However, we also observe bright

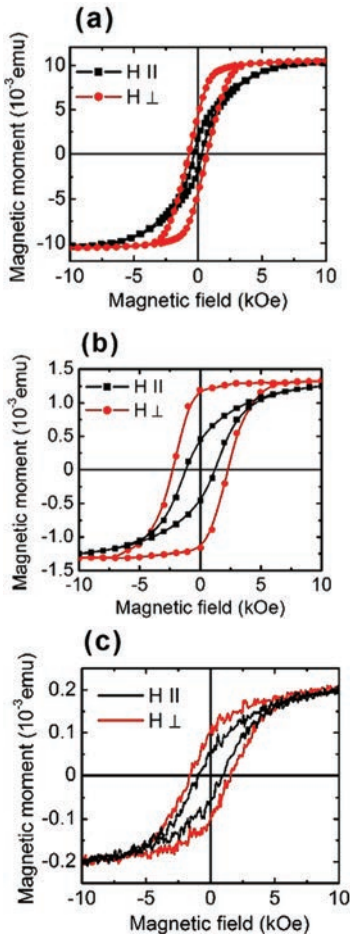


FIG. 7. Room-temperature hysteresis loops measured for arrays of (a) Co, (b)  $\text{Co}_{93.7}\text{P}_{6.3}$ , and (c)  $\text{Co}_{91.4}\text{P}_{8.6}$  nanowires electrodeposited in AAO templates using a 15 V, 200 Hz sinusoidal waveform.  $\perp$  and  $\parallel$  denote perpendicular and parallel directions to AAO substrate.

the addition of P in Co-P alloys manifests itself in a maximum for  $H_c$  and  $M_r/M_s$  at  $x = 6.8$  wt. per of P.

The value of  $H_{a\perp} = 200 \pm 3800$  Oe for  $\text{Co}_{93.7}\text{P}_{6.3}$  nanowires is almost the same as for pure Co wires  $H_{a\perp} = 200 \pm 3700$  Oe.

We comment that  $\text{Co}_{93.7}\text{P}_{6.3}$  nanowires may represent optimal hysteresis properties for practical applications in data storage and microwave devices, for example, filters for wireless communication and automotive systems, where a demand exists for smaller sizes and broader bandwidths. The so-called magnetic “nanowired” substrates (MNWS), [16] consisting of nanowires embedded in a porous template, are ideal candidates for this application due to their desirable materials properties and the possibility to build tunable nanomagnetic devices applicable for the desired frequency range. [17]

anisotropy in conjunction with the high coercivity makes Co-P systems very interesting, not only for high density data storage applications, but also for designing microwave filters, whose absorption bands can be selected as a function of the materials within the arrays. [13]

As seen in Fig. 7, for Co and Co-P nanowire arrays the M-H loops exhibit strong hysteresis along the parallel and perpendicular directions. All the samples are more easily magnetized along the long axis of the nanowires rather than perpendicular to it due to the strong shape anisotropy. As expected from the theoretical predictions for bulk materials, the saturation field can be defined as  $\gamma M_s$ , if only shape anisotropy is present (detailed discussions of the effective anisotropy is given below in the text). For Co and CoP nanowires  $H_s = 8792$  Oe ( $70 \cdot \text{kA m}^{-1}$ ) and  $6900 - 8100$  Oe ( $550 - 640 \text{ kA m}^{-1}$ ).

This shows that theoretical predictions are consistent with experimental values recorded in Table I and Fig. 7. The reduction in saturation field with the increase of P content can be attributed to the reduced value of  $M_s$ .

As shown in Table I, the difference in values of  $H_c(\parallel)$  and  $H_c(\perp)$  for  $\text{Co}_{93.7}\text{P}_{6.3}$  nanowires is much larger than for pure Co nanowires. Assuming that the amorphization of the crystalline structure in Co-P nanowires and the loss of magnetocrystalline anisotropy are solely responsible for this change, Co-P nanowires would be expected to exhibit stronger perpendicular to plane magnetic anisotropy than Co nanowires. However, we find that the addition of phosphorus does not lead to this outcome.

Table II summarizes some data extracted from the magnetic hysteresis loops as well as torque measurements, along with the morphological characteristics of Co and  $\text{Co}_{93.7}\text{P}_{6.3}$  samples. Data for the volume of nanowires,  $V_w$ , and saturation moment,  $m_s$ , allow us to estimate the saturation magnetization according to  $M_s = m_s/V_w$  and compare it with literature values for Co-P alloys. If one knows the magnetic torque  $L$ , magnetic material volume  $V_w$ , and saturation magnetization  $M_s$ , then it is possible to estimate the perpendicular magnetic anisotropy field as  $H_{a\perp} = \gamma L/(V_w M_s)$  and to compare with  $H_a$  found from the hysteresis loops using  $H_{a\perp} = \oint [(M_{\perp}(H) - M_{\parallel}(H)) / M_s] dH$ .

Perpendicular magnetic anisotropy constant can be determined as  $K_{\perp} = M_s H_{a\perp} / \gamma$ . Various estimates of the magnetization are listed in Table II based on different assumptions about the volume occupied by the ferromagnetic nanowires. The influence of

in good agreement with literature data, indicating that the pores are fully and uniformly filled with pure Co. The inferred values of anisotropy, measured from hysteresis loops and magnetic torque measurements, are not consistent. This may be because the magnetization reversal for nanowires with this diameter is not limited to coherent magnetization rotation and mainly occurs through the domain wall nucleation and propagation [24–22]

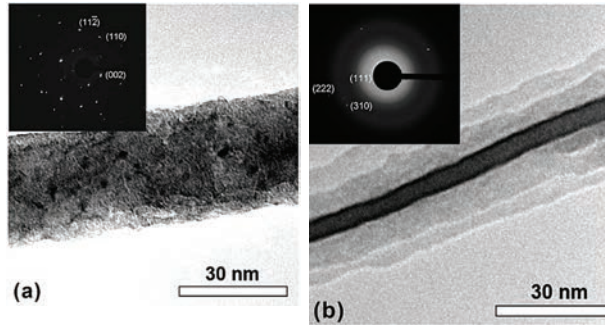


FIG. 3. Typical TEM images and selected area diffraction patterns and the main indexes for (a) Co and (b)  $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$  nanowires electrodeposited in AAO templates using  $1\Delta V, 200 \text{ Hz}$  sinusoidal waveform

In the case of  $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$  nanowires, we assume that the volume  $V_w$  of ferromagnetic material is equal to: (1) the volume,  $V_1$ , of the core with the actual diameter  $D_1 = \Delta \text{ nm}$  or (2) the volume,  $V_2$ , of the core together with the first shell layer having  $D_2 = 2 \cdot \text{ nm}$  or (3) the volume  $V_3$  of the whole coaxial nanowire with  $D_3 = 3 \cdot \text{ nm}$ . We have used these three scenarios for the estimations in Table II. The first assumption, when  $V_w = V_1$ , was discarded, because it yielded the physically infeasible value  $M_s = 8200 \text{ Gs}$ . The value of  $M_s$  calculated using the assumption  $V_w = V_2$  is closest to the literature data, though still smaller. This might be expected for a coaxial structure where the core has larger magnetization than the first shell layer. In general, the discrepancy between the experimental and literature magnetization indicates that the core and the shell have significantly different magnetizations. Using this method to estimate the volume fraction, the good agreement is observed between the anisotropy field determined from the hysteresis loops and torque measurements. This indicates that magnetization reversal in these nanowires (with a smaller diameter than for Co nanowires with inhomogeneous reversal of the magnetization) is mediated by the uniform (coherent) rotation of the magnetization.[24] It also helps to explain the sharp rise of  $H_c$  for Co-P nanowires. On the one hand, CoP nanowires with the smallest P content have the largest fraction of fcc phase (which has a large

TABLE II. Experimental magnetic data and morphological characterization for Co and Co-P nanowires.

	Co	$\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$
Saturation moment $m_s$ (emu)	1.10E-02	1.30E-03
Torque L (erg)	31.1	2.1
Anisotropy field from loops $H_{a\perp}$ (Oe)	$3700 \pm 200$	$3800 \pm 200$
Pore diameter d (nm)	$30 \pm 2$	$30 \pm 2$
Core diameter $D_1$ (nm)	$30 \pm 2$	$5 \pm 1$
First shell layer diameter $D_2$ (nm)	...	$20 \pm 2$
Second shell layer diameter $D_3$ (nm)	...	$30 \pm 2$
Porosity $\nu$	0.095	0.095
Substrate square S ( $\text{mm}^2$ )	$16 \pm 1$	$12 \pm 1$
Pore volume ( $\text{cm}^3$ )	7.6E-06	5.70E-06
Core volume $V_1$ ( $\text{cm}^3$ )	7.6E-06	0.16E-06
First shell layer volume $V_2$ ( $\text{cm}^3$ )	...	2.53E-06
Second shell layer volume $V_3$ ( $\text{cm}^3$ )	...	5.70E-06
$M_s$ of $V_1$ (Gs)	$1450 \pm 150$	$8200 \pm 700$
$M_s$ of $V_2$ (Gs)		$500 \pm 100$
$M_s$ of $V_3$ (Gs)		$230 \pm 40$
$M_s$ (literature) (Gs) Ref. 14		800
$M_s$ (literature) (Gs) Ref. 15	1420	1100
Anisotropy field from torque of $V_1$ (Oe)	$5800 \pm 800$	$52000 \pm 2000$
Anisotropy field from torque of $V_2$ (Oe)		$3200 \pm 800$
Anisotropy field from torque of $V_3$ (Oe)		$1400 \pm 400$

The advantages of Co-P materials compared to classical ferrites are a higher operation frequency, a higher saturation magnetization and resonant frequency, observed without any applied external DC field.[18,19]

The magnetic properties of nanowires as a function of the addition of P can also be analyzed in light of microstructural features of electrodeposited samples. Figure 3 shows TEM images taken from typical Co and  $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$  samples and the corresponding SAED patterns. For pure Co nanowires, we observe a uniform polycrystalline structure, an interpretation supported by the SAED pattern (Fig. 3(a)) This is consistent with previous report on Co-based alloy nanowires with fine grain polycrystalline nature. However, this is not the case for  $\text{Co}_{93.2}\text{P}_{6.8}$  nanowires, where one observes a form of coaxial structure. As seen in Fig. 3(b), the wire consists of a core and two shell layers composed of various materials with different image contrast. The corresponding SAED pattern demonstrates a few bright spots on the halo background, pointing to the existence of a mixture of crystalline and amorphous phases. To estimate  $M_s$  for Co and Co-P nanowires, we have calculated the volume occupied by nanowires on a substrate with porosity  $\nu = 0.095$  as  $V_w = LS\nu(D_i/d)^2$ , where  $L = \Delta \text{ um}$  is the pore length (assumed equal to the nanowire length), S is the substrate area,  $D_i$  is the assumed diameter of a ferromagnetic nanowire, and d is the pore diameter ( $30 \text{ nm}$  for the samples). As seen in Table II for Co nanowires, the experimental value of  $M_s$  is

growth, microstructure, and magnetic properties of nanowires. For the first time, the formation of coaxial Co-P alloy nanowires is demonstrated consisting of a ferromagnetic core and weakly magnetic or even non-magnetic shells, depending on the P content. This conclusion was supported by a careful analysis of magnetization and magnetic anisotropy data. The coercivity of Co-P nanowires is much higher than for pure Co nanowires. Co-P coaxial core-shell nanowire arrays could find applications in magnetic "nanowired" substrates for the realization of novel microwave devices.

۱F. Nasirpouri and A. Nogaret, *Nanomagnetism and Spintronics* (World Scientific Pub. Co., ۲۰۱۱).  
 ۲H. Zeng et al., *Phys. Rev. B* (۲۰۰۰) ۱۳۴۴۲۶, ۶۵).  
 ۳W. Schwarzacher and D. Lashmore, *IEEE Trans. Magn.* (۱۹۹۶) ۳۱۳۳, ۳۲).  
 ۴C. A. Ross et al., *Phys. Rev. B* (۲۰۰۲) ۱۴۴۴۱۷, ۶۷); also see: C. A. Ross et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۰۲) ۲۰۰, ۲۴۹).  
 ۵P. M. Paulus et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۰۱) ۱۸۰, ۲۲۴).  
 ۶M. Kroll et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۰۲) ۲۴۱, ۲۴۹).  
 ۷J. M. Garcia et al., *J. Appl. Phys.* (۱۹۹۹) ۵۴۸۰, ۸۵).  
 ۸G. J. Strijkers et al., *J. Appl. Phys.* (۱۹۹۹) ۵۱۴۱, ۸۶).  
 ۹H. Zeng et al., *J. Appl. Phys.* (۲۰۰۰) ۴۷۱۸, ۸۷).  
 ۱۰H. R. Khan and K. Petrikowski, *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۰۰) ۴۵۸, ۲۴۹).  
 ۱۱Y. Peng et al., *J. Appl. Phys.* (۲۰۰۳) ۷۰۵۰, ۹۳).  
 ۱۲O. Kazakova et al., *Phys. Rev. B* (۲۰۰۶) ۱۸۴۴۱۳, ۷۴).  
 ۱۳M. Darques et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۰۵) ۳۲۱, ۳۲۱).  
 ۱۴G. Rivero et al., *J. Appl. Phys.* (۱۹۹۱) ۵۴۵۴, ۶۹).  
 ۱۵K. Huller et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۱۹۸۵) ۱۰۳, ۵۳).  
 ۱۶J. Spiegel and I. Huynen, *Solid State Phenom.* (۱۵۳-۱۵۲) (۲۰۰۹) ۳۸۹).  
 ۱۷C. E. Carreon-Gonzalez et al., *Nano Lett.* (۲۰۲۳) ۱۱, ۲۰۱۱).  
 ۱۸M. Darques et al., *Nanotechnology* (۲۰۱۰) ۱۴۵۲۰۸, ۲۱).  
 ۱۹J. De La Torre Medina et al., *Appl. Phys. Lett.* (۲۰۱۰) ۰۷۲۵۰۸, ۹۶ (۲۰۱۰)).  
 ۲۰J. L. Maurice et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۱۹۹۸) ۱, ۱۸۴).  
 ۲۱F. Nasirpouri, *IEEE Trans. Magn.* (۲۰۱۱) ۲۰۱۵, ۴۷).  
 ۲۲L. G. Vivas et al., *Phys. Rev. B* (۲۰۱۲) ۰۳۵۴۳۹, ۸۵).  
 ۲۳D. J. Sellmyer, *J. Phys.: Condens. Matter* (۲۰۰۱) ۱۳, R۲۰۰۱) ۴۳۳).  
 ۲۴K. R. Pirola et al., *J. Appl. Phys.* (۲۰۱۱) ۰۸۳۹۱۹, ۱۰۹).  
 ۲۵H. Hou et al., *Eur. J. Inorg. Chem.* (۲۰۰۰) ۲۶۳۰-۲۶۲۵, ۲۰۰۵).  
 ۲۶V. Vega et al., *Nanotechnology* (۲۰۱۲) ۴۶۵۷۰۹, ۲۳).  
 ۲۷A. S. Samardak et al., *J. Magn. Magn. Mater.* (۲۰۱۵) ۳۸۳, ۲۰۱۵).  
 ۲۸K. Nielsch et al., *Nano Lett.* (۲۰۰۲) ۶۷۷, ۲).  
 ۲۹G. Kartopu et al., *J. Appl. Phys.* (۲۰۰۸) ۰۹۳۹۱۵, ۱۰۳).

value of magnetocrystalline anisotropy). However, the addition of a small amount of P leads to a decrease of the ferromagnetic core in Co-P nanowires, rendering it much smaller than the pore diameter. If the diameter of NWs is less than the critical diameter for incoherent magnetization reversal (for Co  $D_{cr} = 25$  nm, but for Co-P it can vary), then domain wall nucleation becomes an energetically unfavorable process. Thus, the coercivity of Co-P nanowires must be larger than  $H_c$  in pure Co nanowires.

Hence, our analysis indicates that the core and the adjacent shell layer are ferromagnetic, and the outer shell layer is weakly magnetic or possibly nonmagnetic (e.g. Co<sub>x</sub>P) as deduced from TEM SAED as discussed above. A few diffraction spots are seen in these core/shell structures which might possibly arise from a crystalline Co<sub>x</sub>P phase which has an orthorhombic lattice and is a Pauli paramagnet.[۲۵] We assume that the core consists of a Co-P alloy with a higher saturation magnetization than the first shell layer, which is possibly a mixture of crystalline and amorphous Co-P phases. For Co-P with  $x = ۱.۲$  and  $۱.۳$  wt. per the coaxial structure was still clearly observed, although the core becomes thinner, leading to a reduced nanowire magnetization and coercive field.

As the magnetocrystalline anisotropy of CoP nanowires is weak or even absent due to the presence of an amorphous phase in the crystal structure, there is a simple and reliable method to estimate the effective anisotropy of a nanowire array. This method is based on the assumption that, due to the dipolar interaction between nanowires, the shape anisotropy of nanowires is reduced by factor  $(1-\nu)$ , where  $\nu$  is the porosity of the template.[۲۶,۲۷] For the self-ordering regimes of pores formation  $\nu$  is ۰.۱. If one assumes that for Co-P the effective diameter of magnetic nanowires decreases, then  $\nu$  reduces proportionally to the diameter squared. For Co<sub>۱.۳</sub>P<sub>۰.۸</sub> nanowires, the effective diameter of the ferromagnetic core is about ۵ nm. It means that decreases ۳۶ times compare to the pure Co nanowires with diameter of ۳۰ nm. As a result, the value of  $\nu$  becomes very small. Thus, magnetostatic interaction between the Co<sub>۱.۳</sub>P<sub>۰.۸</sub> nanowires in the array is negligible. This conclusion is supported by the hysteresis loops, which are not significantly sheared as evidence for dipolar-dipolar interaction.[۲۹]

We have studied the influence of electrodeposition parameters and phosphor incorporation on the structural and magnetic properties of cobalt nanowires. The electrolyte phosphor content influences the



نام: / / تاریخ تولد: / / نام خانوادگی: رشته تحصیلی: آخرین مدرک تحصیلی: نشانی کامل پستی: کد پستی: تلفن: ایمیل: صندوق پستی: 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 ۰۲۰۶۱۰۰۲۵۴۰۰۳ به نام حمید سیفی 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 کارت ۷۳۲۴-۸۳۴۱-۶۹۱۵-۶۰۳۷ بانک صادرات به نام حمید سیفی 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 تلفن‌های ۶۶۷۰۳۳۶۰ (خط ۵) و یا نمابر ۶۶۷۰۲۳۵۳ تماس حاصل فرمایید.

---

# Electroplating Industry Magazine

-----QUARTERLY

r<sup>st</sup>h year/No ۸۱/Autumn ۲۰۱۱

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

*Deputy Editor:*  
F. Palizban

*Main Committee:*  
F. Palizban, M. Asadi, M. Anisi, M. Joleh,  
B. Sohrab nejad, M. Sabzalian, O. Ataee

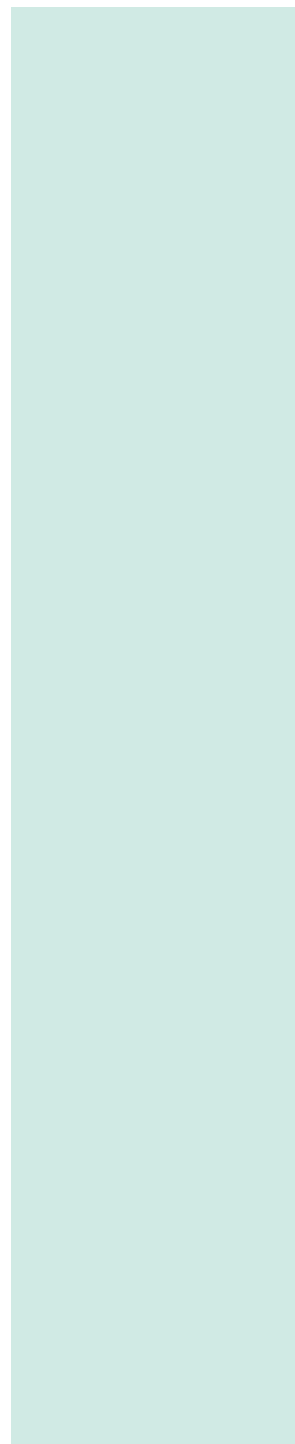
*Coordination & Page Designer:*  
S. Bakhtiar

*Advertising:*  
M. Barati, Fatemeh Zoghi

*Task of Subscribe to the magazine:*  
R. Khorshidi

*Office Address:*  
Apt. No. ۲۴, Kaveh Bld, Jomhorie St, Tehran, Iran.  
P.O.Box: ۱۱۳۴۸۳۷۴۸۶  
Tel: +۹۸ - ۲۱۶۶۷۰۳۳۶۰  
Fax: +۹۸ - ۲۱۶۶۷۰۲۳۵۳

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





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



ساخت بزرگترین وان پلی پروپیلن (PP) با ظرفیت ۲۰ هزار لیتر برای اولین بار در ایران



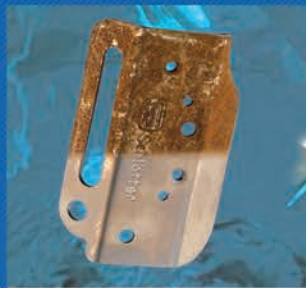
**Schlötter**  
Galvanotechnik



## بالاترین حد چسبندگی

کیفیت فرایند های آماده سازی سطح قطعات را با محصولات تخصصی اسلوتر آلمان تضمین نمایید

آماده سازی مناسب، منجر به تشکیل پوشش های براق، یکنواخت تر و چسبنده می گردد



- نسل جدید مواد فعال کننده سطح جایگزین اسید های خطرناک قبل از آبکاری یا آبکاری مجدد بر روی پوششهای کهنه
- پاک کردن چربی، روغن، گریس و واکس های پرداختکاری از سطوح فلزات در غلظت های پایین مواد چربی گیری
- حذف لایه های اکسیدی ضخیم بدون صدمه رساندن به سطح قطعات (جایگزین فروکلین)
- فرآیند های آماده سازی سطوح غیر فلزی (پلاستیک)
- انواع مواد پوشش برداری از سطوح فلزات مختلف

## طراحی و ساخت انواع جیگ های آبکاری با استفاده از مواد روکش پلاستیزول آلمانی متناسب با هر نوع آبکاری

سایر محصولات قابل ارائه ی شرکت ایران بورد الکترونیک :

- ارائه کننده کیسه آند استاندارد از جنس پلی پروپیلین PP آلمانی
- ارائه خدمات آزمایشگاهی و آموزش ، مشاوره و ارتقاء فرایند های آبکاری با همکاری شرکت های طراز اول در سطح دنیا



آبکاران حرفه ای و بهترین ها بدلیل آگاهی از کیفیت ، قیمت مناسب و خدمات پس از فروش مشتری ما هستند

تأمین انواع آند ، نمک ها مطابق استاندارد های بین المللی و گواهی تأیید کیفیت



■ نمک های آبکاری



■ اسید کرومیک



■ آند نیکل



■ آند مس



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 :



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



■ کنترل کننده های سطح مایعات



■ گرمکن تفلون

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







**PROCESS AUTOMATION  
INTERNATIONAL LIMITED**

www.palhk.com



**Kamtress Automation Systems**

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

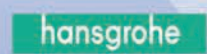
برخی مشتریان مهم :



**SIEMENS**



**PHILIPS**



Iran Board Electronic

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



DR. HESSE



شرکت دکتر هسه آلمان تامین کننده مواد آبکاری با کیفیت جهانی:

با بیش از نیم قرن تجربه در ایران

عرضه مواد بصورت تک فرایند و سازگار با خواست و نیاز مشتریان.

## بخشی از محصولات فرآیندهای آبکاری تزئینی شرکت دکتر هسه آلمان

مشخصات	نام فرایند	فرآیند
<ul style="list-style-type: none"> <li>جدیدترین براقی نیکل با راندمان بالا، براقیت و خش پرکنی عالی، برای کلیه مصارف.</li> <li>با صرفه اقتصادی، بدون نیاز به خش پرکن مجزا.</li> <li>عدم ایجاد حفره ناشی از هیدروژن با کم کردن کشش سطحی، فعال کردن سطح، بهبود براقیت و افزایش قدرت پرتاب و افزایش کروم پذیری.</li> </ul>	سوپراگال بی ایی ۱۳۶	نیکل براق
<ul style="list-style-type: none"> <li>خش پرکنی و پرکنندگی بالا بدون خلل و فرج در نقاط با دانسیته جریان مختلف.</li> <li>پوشش شفاف یکنواخت و براق.</li> <li>قابلیت کار حتی در دمای بالای ۳۷ درجه سانتی گراد.</li> <li>عملکرد عالی با سیستم های گیربکسی یا هوایی.</li> <li>قابلیت ایجاد پوشش یکنواخت و بدون تنش مس با ضخامت های بسیار بالا.</li> <li>محصول دو جزئی با کاربری آسان.</li> <li>مورد استفاده در صنایع: الکترونیک، بهداشتی، جواهرات و خودروسازان معروف همچون پورشه، مرسدس بنز، آئودی و فولکس واگن.</li> </ul>	پریموس ای ایکس ۵۲۰	مس اسیدی
<ul style="list-style-type: none"> <li>سبب افزایش سرعت آبکاری کروم تزئینی تا ۰/۳ میکرون بردقیقه در چگالی جریان <math>20 \text{ A/dm}^2</math> می گردد.</li> <li>افزایش قدرت پرتاب و پوشش دهی.</li> <li>ایجاد پوشش کروم در طیف وسیع دانسیته جریان.</li> <li>ایجاد بالاترین مقاومت به خوردگی سطوح نیکل اندود.</li> </ul>	کاتالیست کروم WR	کروم
<ul style="list-style-type: none"> <li>ایجاد پوشش یکنواخت برنج (زرد طلایی) در نقاط با دانسیته جریان های مختلف.</li> <li>عاری از کلراید بوده بنابراین طیف رنگ زیباتری می دهد.</li> <li>امکان دستیابی به طیف زرد کم رنگ تا طلایی.</li> </ul>	نمک برنج ایی جی	برنج (زرد طلایی)



تهران، خیابان سپهد قرنی، کوچه حقیقت طلب، پلاک ۱۵

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۹۵۰۱۳

فکس: ۰۲۱ ۸۸۸۹۵۰۱۲

www.felezab.com

info@felezab.com



DR. HESSE



## آبکاری گالوانیزه به همراه پسیو و سیلر افزایش مقاومت به خوردگی تا ۸۰۰ ساعت در تست سالت اسپری

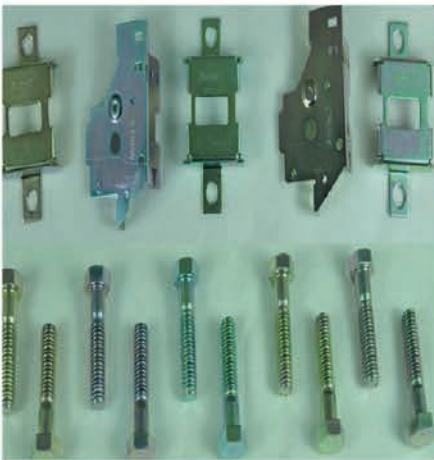


### لونسید AK - آبکاری گالوانیزه اسیدی براق

- فرایندکنسانتره با مقدار مصرف بسیار پایین، هزینه پایین تر به ازای هر مترمربع پوشش به دلیل مصرف پایین.
- دارای قدرت پرتاب و پرکنندگی عالی و ایجاد پوشش براق و یکنواخت بدون تنش.
- ایجاد پوشش با دانه بندی ریز و متراکم و در نتیجه افزایش مقاومت به خوردگی قطعات.
- قابل استفاده در وان های پایه آمونیوم.

### لونسید RST - آبکاری گالوانیزه اسیدی براق

- برای انواع قطعات در صنایع خودرو، لوازم خانگی، برق و الکترونیک، پیچ و مهره و غیره.
- قابل استفاده در وان های پایه پتاسیم و ترکیب پتاسیم و آمونیوم.
- فرایند عاری از نقاط مه گرفتگی.
- دارای راندمان و سرعت آبکاری بالا.



### زینکور NI14B - آبکاری گالوانیزه آلیاژی روی نیکل

- مقاومت بالا در برابر تنشهای حرارتی، توزیع آلیاژی یکنواخت در نواحی با دانسیته جریان های مختلف، دارای الزامات صنعت خودرو، مقاومت در برابر خوردگی با ضخامت ۸ میکرومتر پوشش روی نیکل پسیو شده بیش از ۱۰۰۰ ساعت مقاومت در برابر خوردگی زنگ سفید و تا ۳۰۰۰ ساعت تا زنگ قرمز.

### انواع کروماته و پسیو عاری از کروم ۶

• کروماته زیتونی ال

• پسیو آبی لایه ضخیم ای تی

• پسیو زرد TriOx F

• پسیو مشکی

### سیلر - گام نهایی برای دستیابی به بالاترین مقاومت به خوردگی

- پوشش نهایی مناسب برای قطعات با پوشش گالوانیزه همراه با انواع کروماته و پسیو.
- ایجاد بالاترین مقاومت به خوردگی با ۸۰۰-۴۰۰ ساعت در تست سالت اسپری.





DR. HESSE



## طیف کامل محصولات در پوشش های مقاوم در برابر سایش

مشخصات	نام محصول	فرآیند
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سرعت ترسیب بالا.</li> <li>• مغناطیسی.</li> <li>• ایجاد لایه براق آینه ای.</li> <li>• سختی ۶۵۰-۵۵۰ Hv.</li> <li>• با ضخامت ۲۵ میکرون تا ۹۶ ساعت مقاومت در تست سالت اسپری.</li> </ul>	<p><b>هسونیک اچ پی ۶</b> درصد فسفر ۵-۹٪</p>	نیکل الکترولس
<ul style="list-style-type: none"> <li>• درصد فسفر بیش از ۱۰٪.</li> <li>• عمر وان بیش از MTO 7.</li> <li>• سختی پوشش ۵۰۰-۶۰۰ ویکرز افزایش سختی تا ۱۱۰۰ ویکرز با عملیات حرارتی.</li> <li>• مقاومت در تست سالت اسپری تا ۱۰۰۰ ساعت با ضخامت پوشش ۲۵ میکرون.</li> </ul>	<p><b>هسو نیک اچ پی ۱۰</b> درصد فسفر بیش از ۱۰٪</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مناسب برای آبکاری کروم سخت قطعات خودرو.</li> <li>• کاتالیست مایع با قدرت پرتاب فوق العاده.</li> <li>• کاهش زمان آبکاری تا ۵۰٪.</li> <li>• کاهش هزینه و مصرف انرژی تا ۴۵٪.</li> <li>• کاتالیزور عاری از فلوراید و بدون اثر اچ کنندگی در مناطق آبکاری نشده.</li> <li>• ایجاد پوشش یکنواخت کروم بر روی استیل، نیکل، مس و آلیاژهای آن.</li> </ul>	<p><b>HC-80</b> کاتالیست کروم سخت</p>	کروم سخت
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ایجاد یک لایه نازک کف کنترل شده و کم کردن کشش سطحی و کاهش اندازه حباب ها و در نتیجه عدم ورود گاز کروم به فضای کارخانه.</li> <li>• کاهش چشمگیر دور ریز محلول و در نتیجه کاهش مصرف مواد.</li> <li>• جلوگیری از کم شدن طول عمر سیستم تهویه و سایر تاسیسات به دلیل عدم وجود گاز کروم در فضای کارخانه.</li> <li>• دفع خطر آلوده شدن وان های مجاور توسط کروم.</li> <li>• عاری از ماده سمی PFOS (پرفلورو اکتان سولفونیک اسید).</li> </ul>	<p><b>Additive AF</b> ضدگاز کروم</p>	

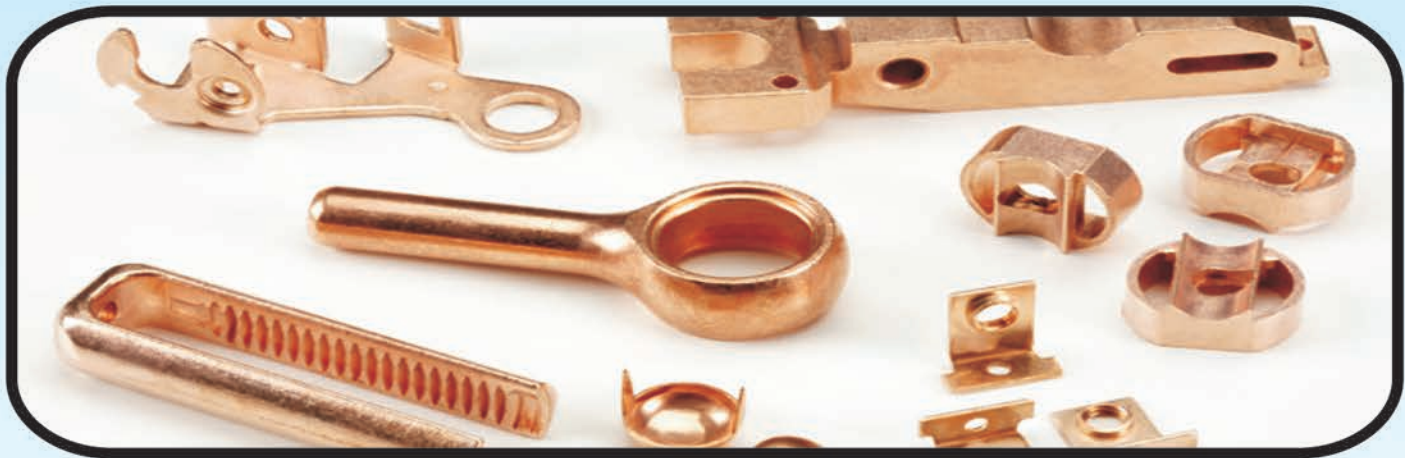


# صنایع آبکاری عارفی

( 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



**Grauer & Weil (India) Ltd.**



A  
R  
E  
F  
I  
&  
H  
A  
M  
I  
D

کارخانه سطح آذین ( محسن عارفی - حمید گایینی )

**A&H Co.**



شرکت **Growel** 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 .

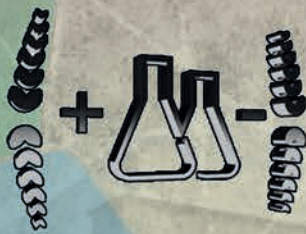
کارخانه سطح آذین

نماینده انحصاری شرکت **Growel** در ایران



Web Site : [www.arefiamid.ir](http://www.arefiamid.ir)  
[www.growel.com](http://www.growel.com)  
Email : [info@arefiamid.ir](mailto:info@arefiamid.ir)

نشانی : جاده آبدلی ، خیابان اتحاد ، نبش خیابان سوم شرقی ، پلاک ۴۹  
تلفن : ۷۷۳۴۹۱۹۰ - ۶ ۷۷۳۳۹۰۵۵۵  
فکس : ۷۷۳۳۹۰۹۱



# گروه صنایع شیمیایی-پوششی معین توس

تعقیب همیشگی شعار از (آ) تا (ی) آبکاری

تولید و عرضه کلیه مواد و تجهیزات صنایع:

آبکاری - آندایزینگ - الکتروپولیش - الکتروفورینگ - الکتروفرمینگ - پرداختکاری

مشاوره ، طراحی ، راه اندازی ، خدمات فنی و مهندسی ، پشتیبانی و آزمایشگاه

نمایندگی انحصاری و عاملیت فروش برند های معتبر مواد و تجهیزات در شرق کشور و کشورهای همجوار

تلفکس : ۰۵۱-۳۲۶۰۵۳۵۰

همراه : ۰۹۱۵۱۱۱۰۷۴۵

سامانه پیام کوتاه ۳۰۰۰۲۷۲۲۲۰۵۱۲۲

کانال تلگرام : telegram.me/moeintoosgroup

Web Site : www.moeintoos.ir

E-mail : info@moeintoos.ir

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H 1	تعدادی از همکاران گروه معین توس																He 2
Li 3	Be 4	Other nonmetals														Halogens	Ne 10
Na 11	Mg 12	Alkali metals														Transition metals	Ar 18
K 19	Ca 20	Alkaline earth metals														Post-transition metals	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Noble gases														Lanthanoids	Xe 54
Cs 55	Ba 56	Metalloids														Actinoids	Rn 86
Fr 87	Ra 88	Actinoids															

For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.

La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103

آدرس - مشهد - ابتدای جاده کلات - جنب معاینه فنی خودرو - مجموعه معین توس

MOEIN TOOS Chemical Group

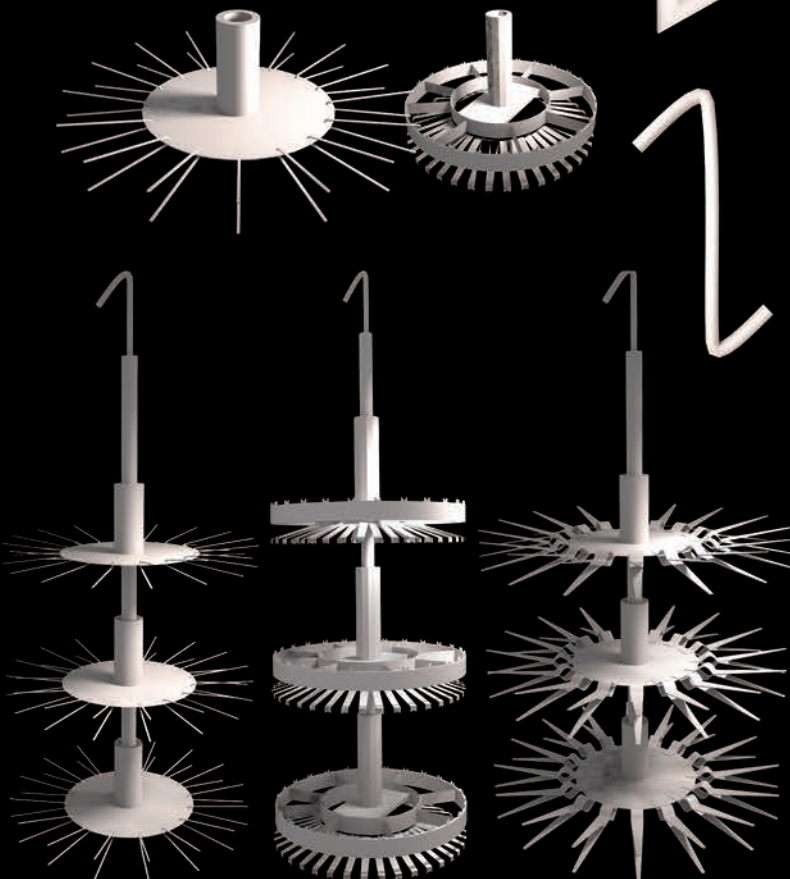
Techno Titan



صنایع حرارتی - شیمیایی  
تکنو تیتان

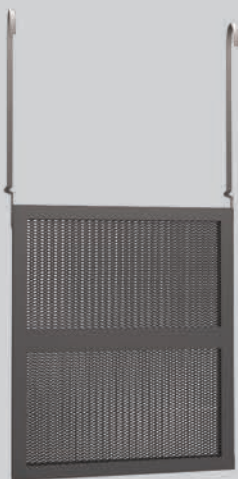
- ▶ طراحی و تولید کننده انواع تجهیزات آبکاری :
- ▶ اولین تولید کننده رادیاتورهای برقی کم مصرف ضد اسید
- ▶ انواع هیترهای صنعتی ، شیمیایی ضد اسید
- ▶ با پوسته تیتانیوم - پیرکس - کوارتز و سرامیک
- ▶ انواع ترموکوپل های ضد اسید و عملیات حرارتی و مذاب ها
- ▶ انواع مبدل های ( کوئل ) ضد اسید

Techno Titan





- ◀ انواع تابلوهای کنترل / فرمان و سیستم های اتوماسیون صنایع آبکاری
- ◀ انواع فیکسچرهای آنودایزینگ و سیستم های خنک کننده وان های آنودایز
- ◀ انواع سبدهای تیتانیوم در ابعاد مختلف عمودی و افقی طبق درخواست
- ◀ انواع مخازن استنلس و تیتانیوم و کلیه قطعات خاص
- ◀ انواع قلاب های ساده و پیچ و مهره ای
- ◀ انواع آند کروم



# Techno



نشانی دفتر مرکزی : تهران ، نارمک ، فلکه  
 هفت حوض اول ، خ گلبرگ (جانبازان) غربی  
 نبش کوچه شمسیت و دوم ، پلاک ۱۸ ، واحد ۱  
 تلفن : ۰۰۹۸۲۱۳۳۵۲۱۸۵۶-۷  
 فکس : ۰۰۹۸۲۱۳۳۵۰۸۳۱۰  
 همراه : ۰۹۱۲-۲۵۴۰۳۰۸  
 ۰۹۱۲-۱۳۱۴۴۲۲  
[www.tecknotitan.com](http://www.tecknotitan.com)



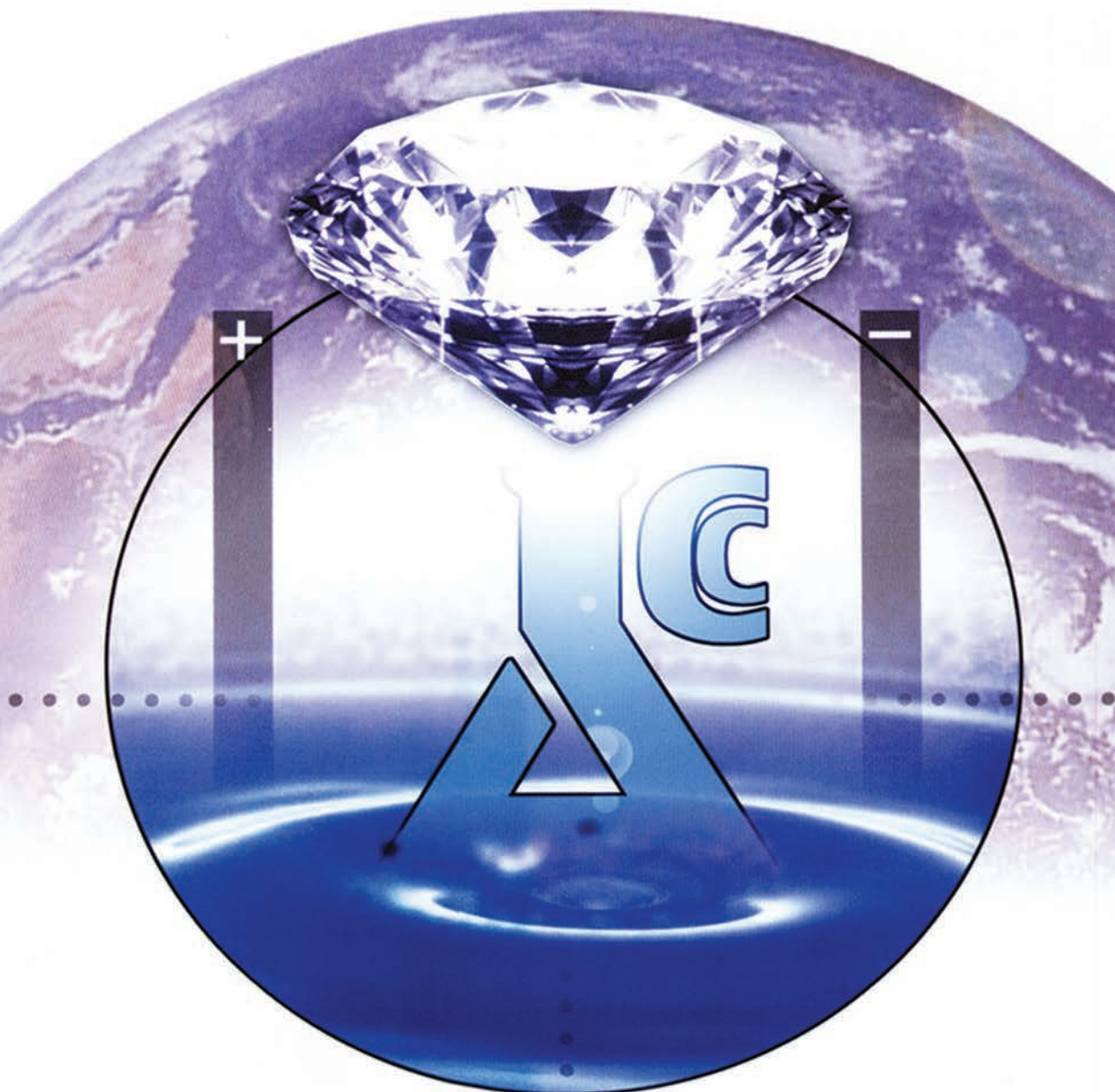
JAHANTAB  
CHEMICAL CO.

شرکت شیمیائی

# جهاآتاب (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 کروماتده 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 : ۰۲۵۲۲-۶۶۴۰۲۵۲۲

دفتر فروش : تهران ، خیابان شهید رجایی ، شماره ۱۹۰    تلفن : ۰۵۵۰۰۳۳۹۱ - ۰۵۵۰۰۹۸۶۲

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

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

# آموزشگاه فنی و حرفه ای آزاد صنایع شیمیایی (آبکاری)

## نیک پویش

(شعبه آقایان)



ارائه دهنده دوره های آموزشی ، تئوری و عملی در صنعت آبکاری فلزات و پلاستیک  
دارای مجوز رسمی از سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

### سر فصل ها شامل :

نیکل ، مس ، کروم ، روی ، قلع ، برنج ، طلا ، نقره ، چربی گیرها و الکترولس ها و ... می باشد .

در دوره های آموزشی ، موارد زیر تدریس می گردد :

- ایمنی
- تصفیه فاضلاب
- فن آوری نوین
- پایلوت

- اصلاحات الکترولیت
- بهینه سازی مصرف
- کنترل پروژه
- کنترل مواد اولیه

- ساخت الکترولیت ها
- رفع اشکال
- آنالیز الکترولیت
- تست پلیت

مدرک ارائه شده در پایان دوره آموزشی دارای کد بین المللی بوده  
و در سازمان جهانی کار ( ILO ) در ۱۸۶ کشور دنیا معتبر می باشد .

علاقمندان جهت ثبت نام و بهره مندی از دوره های آموزشی می توانند مشخصات کامل خود و یا تلفن تماس را  
به آدرس ایمیل [nikpouyesh.institute@gmail.com](mailto:nikpouyesh.institute@gmail.com) ارسال نمایند و یا با شماره های زیر تماس حاصل فرمایند :  
مدیر داخلی : خانم مهندس ایزدفر ۰۹۱۹-۶۸۶۵۲۳۳ ۴۴۸۵۵۹۹۶

نشانی : تهران ، اتوبان ستاری شمالی ، خیابان اخلاص ، کوی چشمه نور ، پلاک ۵ ، طبقه اول  
تلفن : ۴۴۸۵۵۹۹۶ همراه : ۰۹۱۲-۱۰۴۴۲۷۶ عادل سروش  
ایمیل : [nikpuyesh@gmail.com](mailto:nikpuyesh@gmail.com) [adelsoroosh@gmail.com](mailto:adelsoroosh@gmail.com)  
سایت اینترنتی : [www.nikpouyesh.com](http://www.nikpouyesh.com)

شرکت آذین فلز پوشش با هدف بنیادین کمک به توسعه و رشد صنعت آبکاری کشور و همچنین بالا بردن توان علمی کارخانجات و صنایع کشور خدمات ذیل را ارائه مینماید .

- نماینده فروش محصولات مک درمید انگلستان در ایران
- توزیع کننده محصولات آرتک
- تولید کننده مواد آبکاری با برند آذین فلز پوشش
- تولید کننده انواع مواد چربی گیری با بالاترین کیفیت تحت لیسانس مک درمید انگلستان
- ارائه خدمات آزمایشگاهی و مشاوره واحد های صنعتی و همچنین برگزاری دوره های آموزشی جهت فعالان صنعت
- ارائه خدمات آبکاری فلزات خصوصاً آبکاری بر روی زاماک و آلومینیوم

## معرفی بخشی از محصولات مک درمید موجود در ایران

### ۱- برآقی نیکل Nimac1000

- بالاترین برآقت و پر کنندگی همراه با پوشش فوق العاده شفاف
- یکنواختی پوشش در تمام دانسیته های جریان
- گرم پذیری فوق العاده و مقاوم در برابر آلودگی های فلزی از جمله روی ، مس و آهن
- کاربری اقتصادی و دوستاندار محیط زیست با غلظت پایین سولفات نیکل حداکثر ۱۸۵ گرم در لیتر

### ۲- برآقی مس اسپیدی Cumac

- نسل جدید برآقی مس اسپیدی مک درمید
- پوششی کاملاً براق با پر کنندگی و انعطاف پذیری فوق العاده
- دارای فرمولاسیون استثنایی برای آبکاری قطعات پلاستیک ، آلومینیوم و سرب خشک
- مصرف پایین و بهره اقتصادی بالا
- قابلیت کارکرد در دمای بالا
- قابلیت توزیع یکنواخت پوشش در دانسیته جریانهای مختلف

### ۳- کاتالیزور کرم تزئینی Mack 2

- قدرت پوشش فوق العاده

- سرعت پوشش بالا و دارا بودن رنگ کاملاً شفاف در مقایسه با سایر پروسه های کروم تزئینی
- نگهداری و کنترل آسان

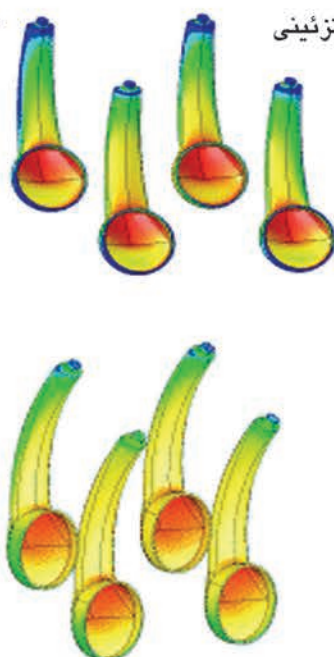
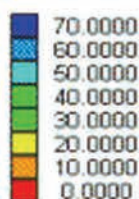
### ۴- پروسه کروم تزئینی سه ظرفیتی Trimac 3

- کاملاً اقتصادی و دوستاندار محیط زیست
- طراحی شده برای خطوط آبکاری نیکل و کروم
- قابلیت پوشش تا ضخامت ۰/۳ میکرون



Acid Copper

d [um]



CuMac Pulse



# سالم‌است که در کنار شما هستیم و نیازهای شما را می‌دانیم

## ۵- پروسه کروم سخت Mack 1

- بالاترین بازده کاتدی حداکثر تا ۲۶٪
- عاری از هرگونه یون فلوراید و هالوژن‌ها
- بدون نیاز به اچ
- سختی تا ۱۲۰۰ ویکرز
- پوشش براق و دارای بالاترین مقاومت به خوردگی



## ۶- براقی گالوانیزه قلیایی Envirozin 120

- پوشش فوق العاده براق با سرعت آبکاری چشمگیر
- بدون ایجاد ترکیبات کمپلکس و در نتیجه سادگی فرایند تصفیه پس‌آب
- کاهش چشمگیر هزینه مواد شیمیایی
- مقاومت بیشتر به محیط خورنده

## ۷- آبکاری گالوانیزه آلیاژی نیکل - روی Envirolloy Ni 12 - 15

- دارای سرعت پوشش و بازده کاتدی فوق العاده
- مقاومت به خوردگی بالا و قابلیت کارکرد در دمای بالا
- کروماته پذیری فوق العاده

## ۸- آبکاری نیکل الکترولس Niklad

- دوام و پایداری فوق العاده محلول بدون استفاده از سرب و کادمیوم
- سرعت بالای ترسیب فلز (۲۰-۱۲) میکرون نیکل در ساعت
- پوشش فوق العاده براق، یکنواخت با سختی مشابه کروم سخت
- امکان نگهداری محلول بدون آمونیاک
- مقاومت در برابر خوردگی و تحمل حداقل ۹۶ ساعت در آزمون سالت اسپری

## ۹- کروماته های سه ظرفیتی Tripass systems

- بدون کروم ۶ ظرفیتی سازگار با محیط زیست
- در رنگهای آبی، زرد و مشکی با کیفیت ایده آل



## شرکت آذین فلز پوشش

Azin Felez Poshesh@gmail.com

آدرس: تهران - بزرگراه آیت الله سعیدی - شهرک

صنعتی چهاردانگه - خیابان پنجم آهنکاران - پلاک ۹

تلفن: ۰۲۱۵۵۲۵۹۰۹۳

تلفکس: ۰۲۱۵۵۲۵۹۰۹۲

همراه: ۰۹۱۲۱۲۱۸۷۶۸



# SEPEHR SAFROOZ CHEMI



Design By jamal shoraka

## سپهر افروز شیمی

تولید کننده:

انواع بازدارنده خوردگی و رسوب گذاری برای سیستم‌های

اسمز معکوس، برج‌های خنک کننده و دیگ‌های بخار

انواع بیوساید (زیست کش‌ها)

افزودنیهای آبکاری نیکل، گالوانیزه، قلع و مس

انواع کرومات‌ها و چربی‌گیرهای صنعتی

فسفات‌های روی، آهن و منگنز

وارد کننده مواد آبکاری سینتور سدیم، اسید کرومیک و ...

ارائه دهنده خدمات، مشاوره و آنالیز رایگان

دارنده گواهینامه مدیریت کیفیت ISO 9001:2008

دفتر مرکزی و فروش: تهران، خیابان شهید رجایی، سه راه نان ماشین، پلاک ۱۹۴

تلفن: ۰۰۰۳۷۸۱۳، ۰۰۰۱۲۶۲۷، ۰۰۰۳۰۶۷۱، فکس: ۰۰۰۲۸۱۷۳

کارخانه: شهرک صنعتی شمس آباد، بلوار بهارستان، خیابان بوعلی، کوی سوم، قطعه TD134

E-MAIL: [Info@sepehrafrooz.net](mailto:Info@sepehrafrooz.net)

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



# شیمیایی الماس

تهیه و توزیع انواع مواد شیمیایی - آبکاری - صنعتی و آزمایشگاهی

- |               |                  |                      |
|---------------|------------------|----------------------|
| . قلع         | . سولفات نیکل    | . اسید کرمیک         |
| . نیکل        | . استات سدیم     | . سیانور سدیم - پتاس |
| . روی         | . سیترات سدیم    | . کربن اکتیو         |
| . مس          | . سولفات مس      | . کربنات سدیم        |
| . کلراید قلع  | . نمک پرداختکاری | . سود پرک            |
| . کلراید نیکل | . پودر سنباده    | . سیانور روی - مس    |
|               | . فرچه کنفی      |                      |

نشانی: تهران، خیابان ۱۷ شهریور جنوبی، خیابان شهید رضایی غربی (منصور)،  
نرسیده به چهارراه ارج، پلاک ۸۵۶  
تلفن: ۳۳۹۱۲۹۴۳ - ۳۳۹۱۴۲۵۲۵ - ۵۵۰۶۱۷۰۲      تلفکس: ۳۳۹۱۴۲۵۲۶  
همراه: ۰۹۱۲-۱۲۲۱۴۰۱ طاهری



۳۰۱۶۱۳۲ - ۰۹۱۲ مطهری

# 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 امکان پذیر 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  
کاربرد آسان

ALCYON



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

# صنایع آبکاری نغین



## ELECTROPLATING

### آبکاری کلیه قطعات پلاستیک به روش تمام اتوماتیک و دستی



• آبکاری قطعات خودرو با استاندارد B154140



• طراحی و راه اندازی انواع خطوط آبکاری

با همکاری ARTI GALVANO از کشور ترکیه



• Chrome & Nickel Satin



• PP & PVC

• فن سانتریفیوژ



• Nickel Black & Brass



• PP Tanks

• مخازن PP



• Vacuum Coating

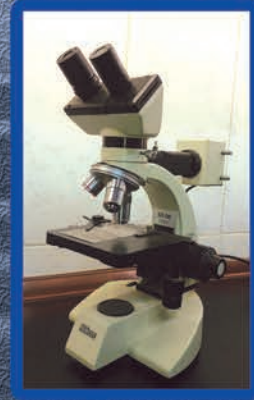


• PVC Tanks

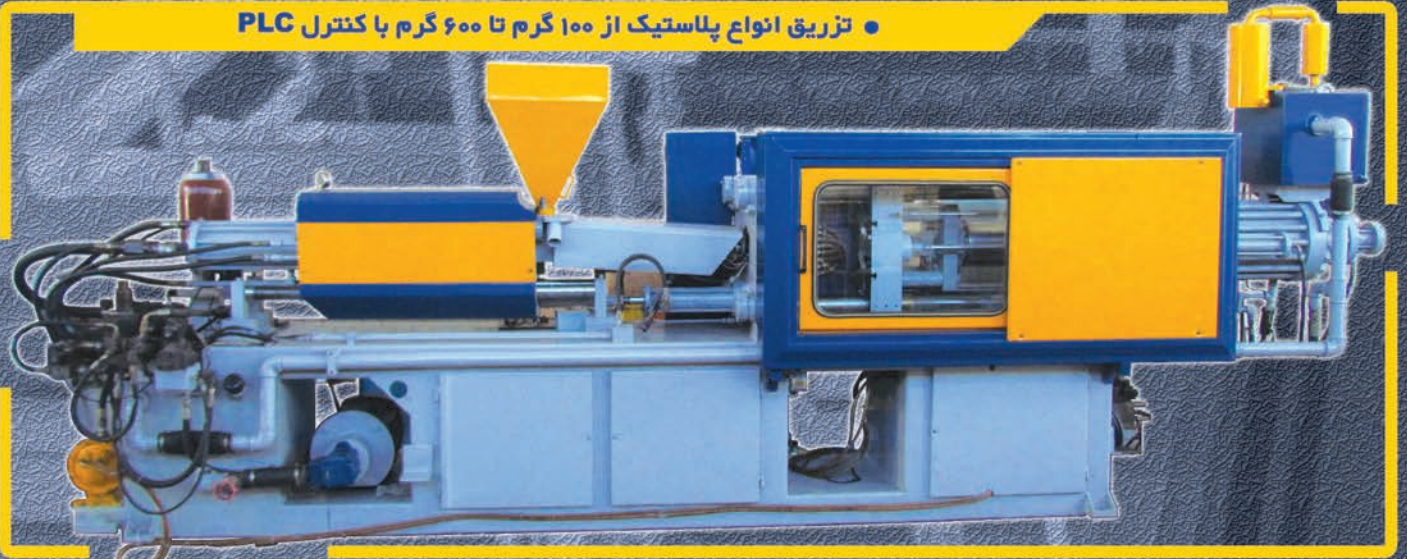
• PVDF Tanks

## Laboratory

- Solution Analysis
- Thickness
- Thermal Shock
- Cass Test
- Microporous
- Salt Spray



• تزریق انواع پلاستیک از ۱۰۰ گرم تا ۶۰۰ گرم با کنترل PLC



• دفتر / نشانی : تهران ، جنت آباد شمالی ، پلاک ۳۰۰ ، طبقه ۴ ، واحد ۱۳  
• تلفن : ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۷۵    ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۷۶    ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۹۱    تلفکس :  
• کارخانه / نشانی : جاده مخصوص تهران - کرج ، کیلومتر ۲۱ ، پشت پالایشگاه  
• نفت پارس ، انتهای خیابان کیمیا پژوهان ، خیابان مارال ، پلاک ۹  
• تلفن : ۰۲۱ - ۴۶۰۷۹۷۵۸    ۰۲۱ - ۴۶۰۷۳۵۳۶    ۰۲۱ - ۴۶۰۷۹۷۵۹    فکس :  
• [www.neginplating.com](http://www.neginplating.com)    E-mail : [info@neginplating.com](mailto:info@neginplating.com)

صنایع آبکاری نغین

**NEGIN**

ELECTROPLATING

نمایندگی رکتیفایرهای آبکاری مرسان ترکیه



**MERSAN**<sup>®</sup>

ELEKTRİK CIHAZ SAN. TIC. LTD. STİ



● شارژرهای باتری لیفتراک برقی

● رکتیفایرهای آزمایشگاهی

● رکتیفایرهای آنودایزینگ آلومینیوم

● دفتر / نشانی : تهران ، جنت آباد شمالی ، پلاک ۳۰۰ ، طبقه ۴ ، واحد ۱۳  
تلفن : ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۷۶    ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۷۵    ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۹۱    تلفکس : ۰۲۱ - ۴۴۸۱۷۱۹۱  
تلفن : ۰۲۱ - ۴۶۰۷۹۷۵۸    ۰۲۱ - ۴۶۰۷۳۵۳۶    ۰۲۱ - ۴۶۰۷۹۷۵۹    فکس : ۰۲۱ - ۴۶۰۷۹۷۵۹  
www.neginplating.com    E-mail : info@neginplating.com

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



40-150

ANP  
پمپ های استاندارد API - 610 (پاتاقان)



AMP-H  
الکترو پمپ های استاندارد API - 610



AMP-S

الکترو پمپ های افقی  
خود مکش ۶ الی ۸ لیتری  
Selfprime pumps  
6-80 Lit.

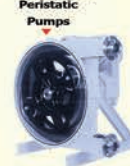


L-80



L-50

پمپ پرستاتیک  
Peristaltic Pumps



پمپ دیافراگمی  
Air Diaphragm Pumps



AMP-V

الکترو پمپ عمودی  
Plastic pumps vertical



40 - 180

AMP-B  
پمپ های بشکه ای  
Barrel pumps



فیلتر های محفظه ای  
Unite Filters

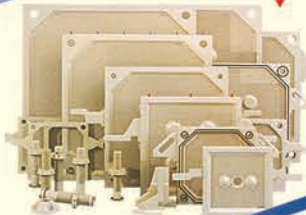


6

3

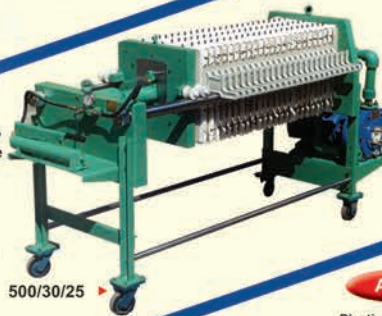
2

صفحات فیلتر پرس و تجهیزات  
Filter Presses Plate & Accessories



500/30/25

AFP  
فیلتر پرس  
Filter Press



اسکرابر  
Scrabber



AFM

فن پلاستیکی  
2800 - 380



ASU

استرینر پلاستیکی  
Strainers



پروانه های پلاستیکی  
Impellers



سیل های مکانیکی  
Mechanical seals



شیر یکطرفه  
Chek Valves



وان خول سل  
Hull Cell

مهره واسوره مخزن  
Tank Adaptors/pp



مخزن نازل  
Eductor nozzle



## زمینه های فعالیت:

- ۱- ساخت پمپهای پلاستیکی: ■ افقی ■ عمودی ■ بشکه ای ■ مکانیکی ■ مغناطیسی ■ خودمکش
- ۲- ساخت فیلترها: ■ فیلترهای محفظه ای ■ فیلتر پرسها ■ استرینرها
- 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 - پلیاستیکهای 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.

# شیمیایی ۱۱۰ ( علی بابایی )

تهیه و توزیع انواع مواد شیمیایی ، صنعتی ، آبکاری و پرداختکاری

فروش عمده



**ŞİŞECAM**

اسید کرومیک ترکیه ( شیشه جام )



**LANXESS**  
Energizing Chemistry

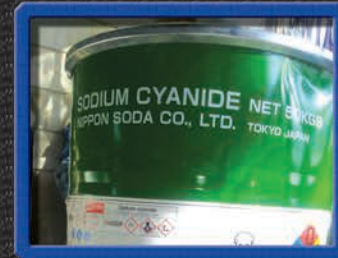
اسید کرومیک بایر آلمان ( آفریقا )



نیکل تخت اینکو Inco



سولفات نیکل Umicore بلژیک



سیانور سدیم ژاپن

نشانی : اتویان شهید محلاتی ، خیابان میثم ( میرهاشمی ) ، پلاک ۷۸ ، شیمیایی ۱۱۰  
تلفن : ۳۳۷۰۹۵۲۴  
تلفکس : ۳۳۷۲۰۵۲۴  
همراه : ۰۹۱۲-۶۸۶۱۱۶۷ بابایی  
۰۹۱۲-۵۳۴۷۲۹۱



## التراسونیک

### مزایای استفاده از دستگاه التراسونیک:

- دستگاه های التراسونیک معروف به حمام التراسونیک بهترین و کارآمد ترین دستگاه هایی هستند که از طریق ایجاد امواج التراسوند در محیط آب برای شستشو و جرم زدایی و واکس برداری مورد استفاده قرار می گیرد .
- به طور کلی در این روش قطعه مورد نظر در محلول شستشو غوطه ور می شود و بوسیله امواج ماورای صوت با فرکانس و شدت بسیار بالایی به ارتعاش در می آید و در نتیجه عمل شستشو و پاک کردن قطعات را انجام می دهد .
- از موارد استفاده التراسونیک می توان در پزشکی ، آزمایشگاهی ، دندان پزشکی و مصارف صنعت به عنوان نمونه چربی گیری از قطعات مورد استفاده در خودروسازی ، جرم گیری از اجسام چسبیده به قطعات در صنایع قالبگیری ، رنگرزی ، آبکاری و طلا و جواهر سازی ، تمیز کردن انواع یراق آلات، پیچ و مهره، تمیز کردن شیرآلات قبل از آبکاری، چربی گیری از قطعات تراشکاری ، ریخته گری و فرز کاری و ... اشاره نمود .
- از مزیت های این تکنولوژی می توان به موارد زیر اشاره نمود: امکان شستشوی سریع و همزمان بسیاری از قطعات صنعتی با مقاومت سطحی مختلف
- کاهش هزینه های شستشو از طریق مصرف حداقل مواد شستشو در زمان کمتر
- امکان شستشوی نقاط غیر قابل دسترس گوشه ها ، کنجها و منافذ قطعات
- امکان اتوماسیون و شستشوی پیوسته و عدم نیاز به دخالت دست برای شستشو
- حداقل آلودگی محیط زیست



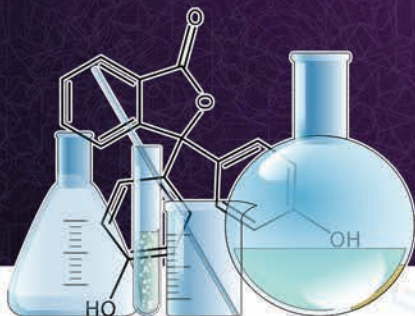
## تولید، واردات و فروش مواد شیمیایی صنایع آبکاری

### خدمات :

- طراحی و راه اندازی کلیه خطوط آبکاری
- ارائه دانش فنی مواد آبکاری
- ارائه خدمات آزمایشگاهی
- مشاوره و رفع عیوب آبکاری

### محصولات :

- راه اندازی و مشاوره پوشش های الکتروفوریک براق و مات با طیف وسیعی از رنگ های : طلایی - زیتونی - نسکافه ای - قهوه ای - مشکی
- انواع افزودنی های نیکل براق - نیمه براق - صدفی ( ساتین )
- افزودنی های مس اسیدی - مس سیانوری
- افزودنی های قلع براق
- کاتالیزور کروم تزئینی - ضد گاز کروم
- انواع نمک ها : نمک برنج - نمک مس سیانوری - نمک طرح طلا - پیوتر
- انواع مشکی کننده آنتیک و پیوتر
- افزودنی های نیکل شادو
- انواع چربی گیری ها : گرم - الکتریکی - اولتراسونیک
- زینکاته آلومینیوم
- الکتروپولیش استیل



**استفاده از مواد شیمیایی با کیفیت، تضمین کیفیت بالای محصولات آبکاری می باشد.**

نشانی : تهران ، جاده خاوران ، پاکدشت ، خاتون آباد ، روبروی دوربرگردان اول ، پلاک ۱۵۰۴

تلفن : ۴ - ۳۶۴۶۴۰۱۰ - ۰۲۱ همراه : ۰۹۱۲-۳۰۷۷۴۱۷

www.surco.ir





## انجمن صنایع آبکاری ایران



در راستای اجرای ماده ۱۳۱ قانون کار جمهوری اسلامی ایران و آیین نامه انجمن های صنفی و به منظور حفظ حقوق ، دفاع از منافع مشترک حرفه ای ، بهبود وضع اقتصادی و اجتماعی و کوشش در بالا بردن سطح آگاهی های اعضا ، این انجمن صنفی به موجب مقررات قانونی و رعایت حفظ منافع جامع تشکیل شده است .



### چشم انداز انجمن صنایع آبکاری ایران ۱۴۰۴ خورشیدی

زنجیره صنایع آبکاری ایران از نظر تکنولوژیک ، جزو کشورهای پیشرفته با امکان رقابت در عرصه جهانی



### با عضویت در انجمن :

گامی در جهت بهبود فضای کسب و کار تخصصی آبکاری و پوشش های مهندسی برداشته ، در ضمن از خدمات انجمن برخوردار شوید .



برای کسب اطلاعات بیشتر از برنامه های انجمن ، به سایت انجمن مراجعه نمایید



# SANAT SHIMI TRADING

## بازرگانی صنعت شیمی

آبکاری. آزمایشگاهی. صنعتی (اسدی)  
ELECTROPLATING . LABORATORY . INDUSTRY (ASADI)

AGENCY OF CHROMIC ACID FROM TURKEY

نماینده انحصاری اسید کرومیک ترکیه

تهیه و فروش انواع مواد اولیه آبکاری:  
نیکل تخت، سولفات نیکل، کلرید نیکل  
سیانور سدیم، سیانور پتاسیم و اسید کرومیک

قابل توجه کلیه آبکاران محترم در سراسر کشور  
تهیه و پخش انواع مواد آبکاری و صنعتی با قیمت تجاری

تبریز - کوی منظریه - بیست متری چهارم - روبروی بنیاد مسکن  
تلفن: ۰۲۰۳۴۷۶۲۷۰۴ - فکس: ۰۴۱-۳۴۷۹۲۸۴۳

sanatshimi\_asadi@yahoo.com

همراه: ۰۹۱۴۱۱۴۳۴۸۶ - ۰۹۱۴۴۱۷۱۸۴۹ - ۰۹۱۴۳۱۱۸۹۸۲

Oppsit To Bonyad Maskan 20 Meter Fourt St Manzariyeh Ave. Tabriz.Iran

Tel:041- 34762702 Fax:041- 34792843 Mobail:09144171849 - 09141143486

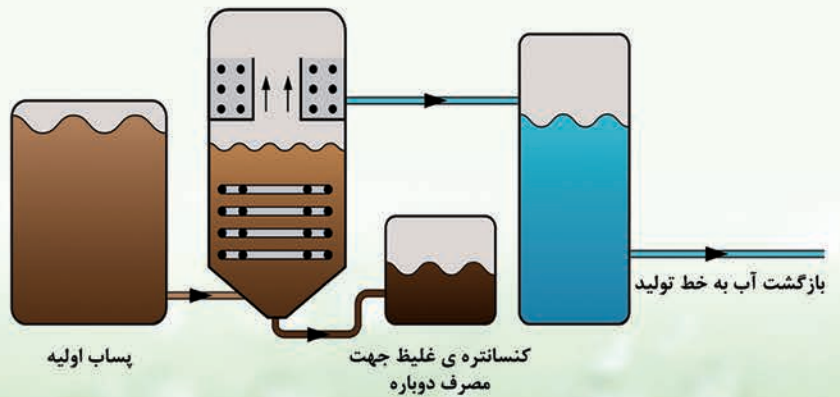


شرکت ایران بورد الکترونیک با هدف ارائه دانش فنی ، انواع مواد افزودنی و تجهیزات در زمینه آبکاری و خنثی سازی پساب های صنعتی ، فعالیت های خود را از سال ۱۳۶۱ آغاز نموده است . اکنون این شرکت با برخورداری از امکانات تولیدی و آزمایشگاهی مدرن ، آماده ارائه هرگونه خدمات و انواع سیستم های تصفیه پساب های صنعتی مطابق با استاندارد های 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

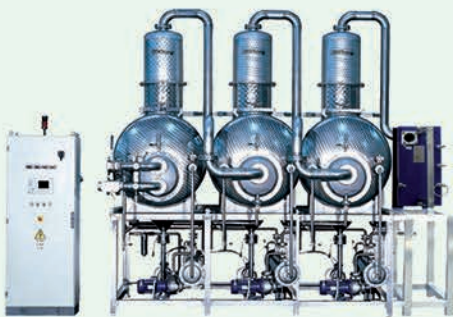
■ ساخته شده از مواد با بالاترین میزان مقاومت به خوردگی

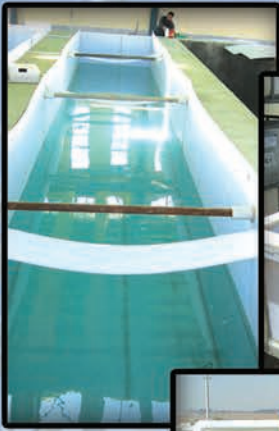
■ مصرف انرژی پایین و عدم نیاز به تعمیرات و نگهداری

■ دارای گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش

■ دارای سیستم کنترل تمام اتوماتیک (PLC)

■ عاری از هرگونه بخارات سمی و آلاینده





● ساخت انواع همزن

● لاینینگ انواع مخازن بتونی و فلزی

● ساخت انواع کولینگ تاور ( خنک کننده مواد )

● کوئل گذاری انواع مخازن و وان های پلیمری

● جوشکاری انواع پلاستیک PE - PVC - PP و ...

● فروش انواع مخازن و وان های پلیمری از ۷۰ لیتر تا ۱۴۰۰۰ لیتر

● ساخت انواع وان های آبکاری در ابعاد و اندازه های مختلف

● خدمات ما در مقابل انواع اسیدها و بازها مقاوم می باشند

● ما می توانیم انواع پلیمر را به دلخواه شما شکل دهیم و آن را در خدمت صنعت کشور به کار گیریم



**در نهایت اجرا کننده آنچه شما از پلیمر نیاز دارید.**

نشانی : جاده خاوران ، یک کیلومتر بعد از پلیس راه شریف آباد  
( روبروی شهرک صنعتی عباس آباد ) ، پلاک ۹۶۵ و ۹۶۹  
تلفکس : ۰۲۱-۳۶۴۷۳۲۱۳      ۰۲۱-۳۶۴۷۱۲۱۰  
مسئول فروش : ۰۹۱۲-۲۸۰۹۱۸۴      ۰۹۱۲-۸۱۹۲۳۴۰  
به مدیریت زربافی : ۰۹۱۲-۱۸۹۶۲۳۸

www.donyayepolimer.com  
donyapolimeri@yahoo.com

# ABKARI ZAMANI



## زمانی

آبکاری امیر ۱۰

خدمات نیکل کرم و گالوانیزه

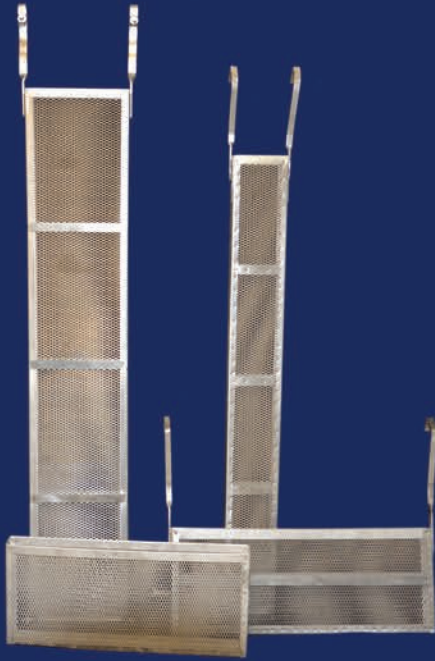
سیانوری ، اسیدی ، سفید ، زرد ، مشکی

سبز و فسفاتہ



شہرک صنعتی علی آباد، بلوار توسکا، نیلوفر ۲، قطعہ ۳۵۵  
تلفن: ۰۳-۱۰۱-۳۴۵۷۳۵۰۲۳-۲۳  
ہمراہ: ۰۹۱۲-۱۷۶۲۱۱۸

# آیسا هیتر



✓ طراحی و ساخت انواع فیکسچرهای آنودایزینگ

✓ طراحی و ساخت انواع المنتهای صنعتی و ضد اسید

واترپروف در انواع تیتانیوم ، استیل ، پیرکس و کوارتز

✓ تولید سبدهای تیتانیوم و تجهیزات جانبی

✓ راه اندازی سیستم چیلر و بویلر کارخانجات آبکاری

همراه با مبدل های ضد اسید



کیفیت را گران نخرید

**ASA**  
HEATER

09121488196 09121488195

021-33937948 021-33970973

WWW.AISAHITER.COM



# آبکاری کوثر

آبکاری مس، نیکل، کروم، طلا، طلای سخت  
آبکاری روی قطعات پلاستیک

تلفن: ۷۷۳۴۲۴۵۳ - ۷۷۹۶۳۸۴۱ - ۷۷۷۸۶۷۲۹ - ۷۷۷۸۶۷۲۸  
فکس: ۷۷۳۴۳۲۰۱

آدرس: جاده آبعلی / خیابان سازمان آب / خیابان پنجم شیدائی  
چهارم شمالی / دست چپ / کارگاه دوم / شماره ۳۵

[AB.Kosar@Yahoo.com](mailto:AB.Kosar@Yahoo.com)

# کابینه سازان چراغی

تفصیلاً بهینه سازان  
تفصیح اطمینان سلامت



اولین و تنهاترین مرکز تخصصی، مهندسی خرید و بهینه سازی و فروش تجهیزات آبکاری به صورت نو و کارکرده

مشاوره و نصب و راه اندازی کلیه خطوط و تجهیزات آبکاری و پرداختکاری

ساخت انواع وان های ثابت و بارل های گردان از جنس SPE

تعمیرات تخصصی انواع رکتیفایرهای آبکاری در بورس بهینه سازان

تهیه و توزیع انواع مواد آبکاری و پرداختکاری و اسیدهای صنعتی

خرید نقدی و ایمن تجهیزات

مشاوران شما:

مهندس مهدی چراغی

مهندس هادی کشاورز

موبایل:

۰۹۱۲۴۲۵۲۱۲۶

۰۹۱۹۷۰۹۴۹۲۶

تلفن:

۰۲۱-۴۴۱۸۰۰۳۹

فکس:

۰۲۱-۴۴۱۸۲۴۳۹

Email: behinesazan.abkari@gmail.com

Site: behinesazansanat.ir



# 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

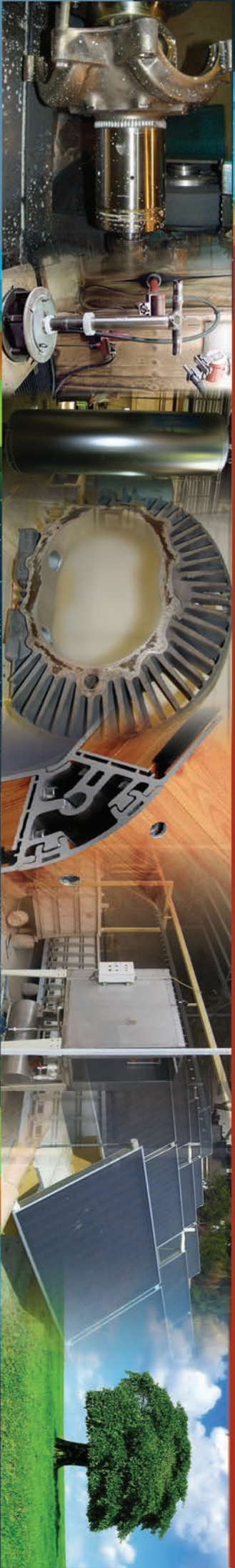
WWW.FIROUZIAN.COM

INFO@FIROUZIAN.COM

# Minaco

مینا سطح آرا

MINA SURFACE FINISHING CO.



- اجرای انواع پوششهای تخصصی بر روی قطعات فلزی و غیر فلزی
- از جمله گرم سخت - نیکل سخت - کرم مشکي - آتادان سخت و ...
- اجرای عملیات شات پینینگ روی قطعات حساس دینامیکی
- لپینگ - پرداختکاری و سوپر فینیش سطوح مختلف
- انجام عملیات سنگ کاری تحت و محور و سوراخکاری عمیق (رولدر بر شینگ)
- انجام عملیات جوشکاری سرد و میکرو جوش و لیزر
- طراحی و نصب پروژه های آبکاری و دکورال (روی فلز و پلاستیک)
- تامین مواد اولیه مورد مصرف در صنعت آبکاری و دکورال
- طراحی و اجرای سیستم های تصفیه فاضلاب آبکاری
- طراحی و ساخت ادوات هیدرولیکی و دستگاههای (اکسترودر - فرمینک ورق ساز - گرانول ساز) و فیلتر مربوطه

## کیفیت اتفاقی نیست

حاصل سال ها تجربه و پشتوانه علمی است

۵۰ سال سابقه در زمینه انواع پوشش های صنعتی و تزئینی



سازمان توسعه و همکاری اقتصادی  
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

کارخانه: تهران، جاده آملی، خیابان اتحاد، خیابان ششم غربی، پلاک ۷  
تلفن: ۰۲۱-۷۳۳۹۸۹۷۰ و ۷۳۳۹۸۹۸۰  
فکس: ۰۲۱-۷۳۳۶۰۶۳

www.msfc.com Email: info@msfc.com



سازمان توسعه و همکاری اقتصادی  
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

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 طلایی رنگ TiN رایج ترین پوشش با ظاهر تزئینی
- 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](http://www.sakhtkari.com)

Email: [info@sakhtkari.com](mailto:info@sakhtkari.com)



## آ.ف.ک

### تولید کلیه نمکهای عملیات حرارتی

- نمکهای سختکاری مشابه نمکهای دور فریت (دگوسا)
- نمکهای آنیل، سمنتاسیون، نیترو کربوراسیون، کوبینج و نمپر
- 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](http://www.sakhtkari.com)

Email: [info@sakhtkari.com](mailto:info@sakhtkari.com)

عملیات حرارتی



## پی 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 زیر لایه 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 تزئینی مشکی براق

تلفن: ۴۶۸۶۸۲۰۰ و ۴۶۸۸۰۶۷۴ - ۷



## مهندسی هگوس

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

Web: [www.sakhtkari.com](http://www.sakhtkari.com)

Email: [info@sakhtkari.com](mailto:info@sakhtkari.com)

تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸



شیمیایی زرین

# شیمیایی زرین

## ZARRIN CHEMICAL

تولید کننده واکس صنعتی فلزات

وارد کننده انحصاری فرچه های کنفی sisal polish

وارد کننده انحصاری نوارهای سنباده پرداختکاری strake

مشاور در صنعت پرداختکاری فلزات

دفتر مرکزی - تلفن : ۲۲۲۱۸۵۰۴

فکس : ۲۲۲۳۷۸۴۶

همراه : ۰۹۱۲۱۲۶۶۵۰۷

فروشگاه - تلفن : ۵۵۳۱۷۰۵۰

۵۵۳۱۶۹۵۱

فکس : ۵۵۳۱۷۵۴۲



انواع فرچه کنفی **SISAL** ، فرچه پارچه ای (کتانی) ، واکس و مایع مخصوص پرداختکاری  
 نماینده انحصاری **YILDIZ CILA** ترکیه  
 فیروزیان ۱۰۰۸۸۶۳ - ۰۹۳۶

**ABSAZ**  
 Solution For Quality !

آبساز



تولید آب فاضل تخصص ماست !



Deionizer



EDI

آبساز بزرگترین تولید کننده دستگاه های دیونایزر و EDI در ایران  
 با کیفیت آب خروجی زیر 0.1 میکرو زیمنس (18.2 MΩ)

**اولین صادر کننده دستگاه دیونایزر در ایران**

مرکز طراحی، تولید، فروش و مشاوره سیستم های خالص سازی آب،  
 دیونایزر، Double RO های مخصوص، دستگاه های EDI و  
 رزین های تعویض یونی میکس بد و کاتیون و آنیون و محلول های  
 شستشو و ضد عفونی ممبرین با تکنولوژی نانو



تلفکس: ۰۲۶ - ۳۴۷ ۰۳۱ ۱۳

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

تلفن: ۰۲۶ - ۳۴۴ ۲۱۳ ۵۵ - ۳۴۷ ۰۵۸ ۹۴

[info@absazco.com](mailto:info@absazco.com)

# صنایع شیمیایی و آبکاری شفاف



- ساخت و راه اندازی کلیه سیستمها و تجهیزات آبکاری اتوماتیک و نیمه اتوماتیک
- خرید و فروش کلیه خطوط آبکاری
- مرکز تهیه و توزیع کلیه مواد شیمیایی و آبکاری و انواع اسیدهای صنعتی
- ارائه هرگونه آبکاری قطعات



تلفن: ۵۵۸۳۵۲۶۸ ۵۵۸۳۲۶۸۶

همراه: ۰۹۱۲۱۲۵۷۹۵۸ ۰۹۱۲۳۴۰۴۲۸۷

تلفن کارخانه: ۷ - ۵۶۲۳۶۷۴۶



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

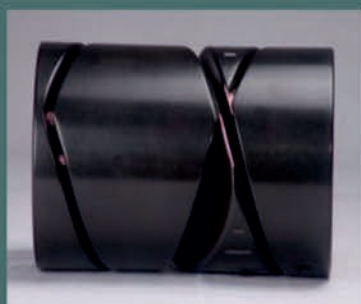
\* آنودایزینگ اسید کرومیک

\* آنودایزینگ تیتانیم در رنگهای مختلف تا مشکی

\* سیاهکاری آلیاژهای آلومینیوم

\* فرآیند آلوداین و پولیش آلومینیوم

\* طراحی - مشاوره - نصب و راه اندازی



# SES.CO

رکتی فایرهای آبکاری و ترانسفورماتورهای صنعتی

■ مصرف انرژی کم

■ راندمان بالا

■ کنترل اتوماتیک

PLC , HMI , PC

■ سه سال فول گارانتی





# 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: ۰۳۱-۴۲۴۴۱۱۴۵  
فکس: ۰۳۱-۴۲۴۴۶۶۲۰  
golkarsepahan@gmail.com  
www.golkarsepahan.com

# شیمیایی برلیان

تهیه و توزیع انواع مواد شیمیایی - صنعتی - آبکاری

سیانور سدیم  
سیانور پتاسیم  
سولفات نیکل  
کلراید نیکل  
اسید کرمیک

تری سدیم فسفات  
متاسیلیکات سدیم  
کلراید قلع  
سولفات قلع  
اسید بوریک

کربن اکتیو  
ساختارین  
پتاس  
کربنات پتاس  
سود پرک

نشانی: ناصر خسرو، کوچه خدابنده لو  
کوچه کجوری، پاساژ میثاق، پلاک ۲۰  
تلفن: ۳۳۹۹۵۶۵۳ ۳۳۹۹۵۲۳۲  
همراه: ۰۹۱۲۱۷۲۴۴۹۸ علیرضا آرش  
Email: alireza\_arash@ymail.com

## شیمیایی آریا نیکل ( داود رحیمی )

تهیه و توزیع مواد شیمیایی  
آبکاری و پرداختکاری

سیانور سدیم چینی پودری و قرصی  
با قیمت مناسب

نشانی: جاده خاوران، بلوار امام رضا  
بعد از میدان آقا نور، مجتمع کیمیا، پلاک ۴۸  
همراه: ۰۹۱۲ - ۷۹۴۶۰۲۳  
تلفن: ۳۶۶۴۰۰۷۵

## تولید آند کروم

به روش اکستروژن

برای وان های کروم تزئینی و کروم سخت  
با اندازه های مختلف  
به صورت تخت دو قلاب و گرد تک قلاب

تلفن تماس: ۶۶۷۹۱۶۸۸ ۰۹۱۲ - ۱۲۵۸۲۲۰  
آرمن شهبازیان

# گروه صنعتی عایق فلز

سازنده کلیه تجهیزات آبکاری  
با بیش از نیم قرن تجربه

پیروزی با دور اندیشی و دوراندیشی با تجربه بدست می آید



مدیر عامل: حاج عباس کاردی گر



1. طراحی و ساخت دستگاه های خاص صنعتی
2. طراحی و ساخت فیلتر های تصفیه اسید با پمپ های مگنتی و پروانه ای
3. ساخت انواع مخازن سربی (وان های اچینگ)
4. ساخت و راه اندازی کلیه خطوط آبکاری (اتوماتیک و نیمه اتوماتیک)
5. ساخت مخازن شیمیایی از جنس پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پی وی سی و مخازن شیمیایی با روکش پی وی سی در ابعاد مختلف
7. ساخت وان های طلا و نقره از جنس فولاد زنگ نزن 316
8. ساخت بارل با ظرفیت 30,60 و 120 (اتوماتیک و نیمه اتوماتیک)
9. ساخت انواع میکسر و خشک کن از جنس استیل و استنلس استیل
10. ساخت سبدهای تیتانیوم، میدل های حرارتی و سیستم های تهویه گازهای سمی (مخصوص آبکاری)
12. ارائه خدمات پس از فروش و تعمیر کلیه تجهیزات آبکاری

آدرس: تهران، کیلومتر 18 جاده خاوران، شهرک قیامدشت، خیابان شهدای قیامدشت، پلاک 51 و 53

تلفن: 021-33591101-02 (021)33583177 تلفکس: 09122215448 ، 09123901582 همراه:

ایمیل: info@ayeghfelez.co

سایت: www.ayeghfelez.com



دارنده گواهینامه iso 9001 : 2008



Made in Turkey  
Since 1970



افزودنی های انواع پروسه های آبکاری

مواد و تجهیزات خطوط الکتروفور تیک

تنها نماینده انحصاری و دفتر مرکزی  
Galvano Mondo ترکیه در ایران

واردات - تولید - توزیع

نیکل گستر  
Nickel Gostar  
مواد اولیه، تجهیزات و دانش آبکاری



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: ۰۹۱۲۳۸۷۷۸۴۹ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰  
سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰  
وب سایت: www.nickelgostar.com  
پست الکترونیک: info@nickelgostar.com

# نیکل گستار Nickel Gostar

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



## نماینده انحصاری شرکت Sessler آلمان در ایران



راه اندازی و ساخت خطوط تمام اتوماتیک آبکاری



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

## نماینده انحصاری شرکت Faerber & Schmid سوئیس در ایران



واردات مواد اولیه لازم جهت تصفیه انواع پساب های صنعتی

و غیر صنعتی

واردات و راه اندازی انواع خطوط تصفیه آب، پساب های

صنعتی و غیر صنعتی، هوا و محیط زیست



[www.farber-schmid.ch](http://www.farber-schmid.ch)

## نماینده انحصاری شرکت Artimax آلمان در ایران



واردات و ساخت انواع فیکسچرهای آبکاری



[www.artimax.de](http://www.artimax.de)

## نماینده انحصاری هولدینگ های WET و Holder آلمان و تمامی زیر



مجموعه های آنها در ایران

آموزش کاربردی در کشور آلمان

واردات انواع دانش و تجهیزات روز اروپا در انواع زمینه های

صنعتی و غیر صنعتی

[www.wet-gmbh-germany.de](http://www.wet-gmbh-germany.de)

[www.holder-oft.de](http://www.holder-oft.de)



WET GmbH



HOLDER  
OBERFLÄCHENTECHNIK



نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۴۰۱ کد پستی: ۱۶۷۶۵۳۸۱۴  
 تلفن: ۷۷۲۴۰۶۲۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۹۵  
 فکس: ۷۷۲۲۴۱۵۹  
 تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰  
 سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰  
 وب سایت: [www.nickelgostar.com](http://www.nickelgostar.com)  
 پست الکترونیک: [info@nickelgostar.com](mailto:info@nickelgostar.com)



We  
have  
all the pieces.



## نمایندگان رسمی فروش محصولات اروپا و کانادا

مشهد: گروه صنایع شیمیایی معین توس ۰۵۱-۳۲۶۲۶۶۰۰



تهران: صنایع شیمیایی و آبکاری مرتضی عارفی ۷۷۳۳۶۶۶۱



اصفهان: شرکت تابان شیمی ۰۳۱-۳۳۸۷۲۰۵۸



تبریز: شرکت زردآب تبریز ۰۴۱-۳۴۲۵۴۲۵۴



تهران: شرکت مهندسی نیک اندیشان صنایع ۲۲۳۱۳۸۲۴ **nase** Ltd.

# نیکل پارسیان



The Future Is Here

### سیستم تصفیه فاضلاب فراپاک:

غالباً پس از ایجاد شده از واحدهای آبکاری که در نتیجه شستشوی قطعات در مراحل مختلف آماده سازی سطح، آبکاری و عملیات خنثی سازی مناسب بر روی آن صورت گیرد تا آب تصفیه شده شرایط استاندارد جهت دفع در چاههای جذبی، اتصال به آبهای سطحی و یا مناسب برای کشاورزی گردد. شرکت شیمیایی فرانیکل سپاهان در سیستم تصفیه فاضلاب فراپاک سعی بر آن داشته تا از طریق رسوب دادن فلزات سنگین (CHEMICAL PRECIPITATION) توسط تزریق مواد شیمیایی (CHEMICAL TREATMENT). مصرف آب را به حداقل خود رسانده و به موازات صرفه جویی در آب و اقتصادی نمودن آن مسمومیت زدایی کند و بدین ترتیب از ورودی مواد سمی به طبیعت جلوگیری به عمل می کند.



### مزایا و مشخصات سیستم تصفیه فاضلاب صنعتی:

زمان کم جهت رسوب دادن آلودگی ها (حدوداً ۳ ساعت)  
حذف مواد شیمیایی خطرناک از جمله سیانور و ترکیبات آن  
حذف مواد شیمیایی خطرناک از جمله کروم، نیکل، مس، روی، کادمیوم و ....  
تصفیه کلیه مواد سمی و مضر محیط زیست در حد استاندارد  
قابلیت استفاده مجدد آب تصفیه شده در خطوط آبکاری، فسفات و ....  
کار کردن بسیار راحت با سیستم مورد نظر  
قابلیت نقل و انتقال دستگاه  
تولید لجن بسیار کم  
اشغال فضای کم  
هزینه استهلاک بسیار پایین دستگاه  
آموزش و روش کار کردن بسیار راحت حتی جهت اپراتورهای با سطح دانش پایین  
گرفتن زمان حدوداً ۳۰ دقیقه ای از اپراتور برای هر بار تصفیه  
گارانتی یک ساله و خدمات پشتیبانی ۵ ساله



# فلزاب

فلزاب کارمایه فناوری سطح و محیط زیست: ارائه دهنده طیف وسیع راه حل با کارایی بالا



پوشش های مقاوم به سایش



پوشش های مقاوم به خوردگی



پوشش های تزئینی بر روی فلز و پلاستیک



## آند و مواد خشک

با توجه به کیفیت مطلوب مواد آبکاری برنامه عرضه فلزاب، آند و مواد خشک واحدهای صنعتی کیفیت گرا از اروپا تامین می شود تا کیفیت قطعات تولیدی برابر کیفیت آلمان باشد.



## آتوتک تامین کننده سیستم های فناوری سطح (آبکاری):

مجموعه دانش فنی + ماشین آلات + مواد شیمیایی در نتیجه گارانتی محصول تولیدی دارای تاییدیه خودروسازان معتبر جهانی و امکان صادرات قطعات قطعه سازان ایرانی



## شرکت دکتر هسه آلمان تامین کننده مواد آبکاری با کیفیت جهانی:

با بیش از نیم قرن تجربه در ایران عرضه مواد بصورت تک فرایند و سازگار با خواست و نیاز مشتریان.



DR. HESSE

## فناوری کیفیت آب، تصفیه پساب و بازچرخش آب

تامین مواد شیمیایی تصفیه پساب به صورت تخصصی سیستم های تصفیه پساب، طراحی و ساخت آلمان با تضمین تصفیه نام عناصر مندرج دراستاندارد محیط زیست ایران

## صنعت سبز

تحت نظر کارشناسان  
واحد محیط زیست فلزاب

کلیه مواد برنامه عرضه فلزاب ساخت، بسته بندی و پلمپ شده در آلمان

تهران، خیابان سپهد قرنی، کوچه حقیقت طلب، پلاک ۱۵  
تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۹۵۰۱۳  
فکس: ۰۲۱ ۸۸۸۹۵۰۱۲  
www.felezab.com  
info@felezab.com