

# نورد فولاد

فصلنامه علمی، تخصصی و مهارتی - شماره ۱۰ - زمستان ۱۳۹۷  
Khouzestan Oxin Steel Co. شرکت فولاد اکسین خوزستان

**KhOuzestan**  
شرکت فولاد اکسین خوزستان  
**Oxin Steel Co.**



# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

و انزلنا الحديد فيه باس شديد و منافع للناس

آیه ۲۵ سوره الحديد

## فهرست

**صاحب امتیاز:** شرکت فولاد اکسین خوزستان-

واحد تحقیق و توسعه

**مدیر مسئول:** رضا آبدیده

**سردبیر:** محمد هیزم بر

**هیأت تحریریه:** نبی اله رازانی، امین آسیابان،

محمد سجاد غفوری، یعقوب غلامی، میلاد خجسته پور،

احمد بساق زاده، مهدی رجبی، مهدی سلطانعلی نژاد،

دکتر مصطفی اسکندری، دکتر سید رضا علوی زارع

**مشاور اجرایی و روابط عمومی:** مهدی قمر

**گروه تأمین محتوا و ویراستاری:** علیرضا حاجی پور،

آرش آرپناهی، علیرضا افضلی، هدا خیتال

**طراحی و صفحه آرایی:** کانون تبلیغاتی هدف

**نشانی:** اهواز، کیلومتر ۱۰ جاده بندر امام خمینی (ره)،

شرکت فولاد اکسین خوزستان، فصلنامه تخصصی نورد فولاد

**کد پستی:** ۱۳۱۱۱-۶۱۷۸۸، **صندوق پستی:** ۱۷۳۳-۶۱۷۷۵

**تلفکس:** ۰۶۱-۳۲۹۰۹۱۶۵

**نشانی سایت:** www.oxinsteel.ir

**پست الکترونیکی:** rollingjournal@oxinsteel.ir

**چاپ مطالب به منزله تایید دیدگاه پدید آورندگان**

**آن نیست.**

**نقل و اقتباس از مطالب این نشریه با ذکر ماخذ آن**

**بلامانع است. دستورالعمل تهیه مقالات جهت درج**

**در این نشریه در صفحه آخر ارائه شده است.**

صفحه	عنوان
۲	پیام مدیر مسئول
۴	تعیین دمای بهینه عملیات حرارتی نرماله کردن بر روی ورق فولادی ASTM A516-Gr70 تولید شده به روش نورد گرم
۸	بررسی ریزساختاری تبلور مجدد دینامیکی فاز آستنیت در حین کار گرم فولاد میکروآلیاژی API X60
۱۴	نقش عملیات کلسیم دهی بر ترک ناشی از هیدروژن (HIC) در فولادهای خط لوله نورد گرم شده مناسب محیط ترش
۲۰	واکاوای مدیریت بهینه پسماندهای واحد نورد فولاد
۲۴	شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان با روش AHP فازی و ارائه راه کارهای عملیاتی
۲۸	تولید رنگدانه از پوسته های اکسید آهن حاصل از پیشگرم اسلب های فولادی در فرآیند نورد گرم
۳۲	طراحی و پیاده سازی سیستم اتوماسیون LEVEL 2 برای جرثقیل های بسته بندی کننده ورق در ناحیه عملیات تکمیلی
۳۸	بررسی تنظیمات حفاظت الکتریکی موتور ۴۰۰ کیلوواتی شرکت فولاد اکسین خوزستان
۴۶	تحلیل روند بازار داخلی و بین المللی ورق فولادی
۵۴	گزارش صادرات، واردات و تولید فولاد کشور در ۱۰ ماهه اول سال ۱۳۹۷
۵۵	لیست مقالات ارائه شده توسط پرسنل شرکت در کنفرانس های ملی و بین المللی در سال ۱۳۹۷
۵۶	گزارش شاخص های حوزه ی نظام پیشنهادها در سال ۱۳۹۷
۵۷	فراخوان نظام مشارکتی پیشنهادها
۵۸	گزارش انتخاب محصول شرکت به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه کشوری در سال ۱۳۹۷
۶۰	دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه تخصصی نورد فولاد

## پیام مدیر مسئول

مطالعه قدرت های اقتصادی نشان می دهد آنها به منظور پیشرو بودن در سطح جهانی، بیشترین سهم سرمایه گذاری را در تحقیق و توسعه انجام می دهند. بررسی کشورهای برتر سرمایه گذار در تحقیق و توسعه نشان می دهد در این کشورها (بجز چین)، سرمایه گذاری ها عمدتاً توسط صنعت انجام می شود که نتیجه آن توسعه فناوری و تحقیقات کاربردی است. همکاری با کشورهای موفق و استفاده از تجربیات صنایع و دانشگاه های پیشرو باعث پیشرفت تحقیق و توسعه در کشورهای آسیایی شده است. طبق گزارش مجله تحقیق و توسعه، ایران در سال ۲۰۱۸ رتبه ۲۵ سرمایه گذار تحقیق و توسعه جهانی را دارد. یکی از دلایل ضعف ایران در زمینه تحقیق و توسعه، فرهنگ اشتباه در این خصوص است زیرا در بسیاری از موارد تحقیق بر روی ناشناخته ها صورت نمی گیرد و در مواردی تحقیق انجام می شود که جواب آن از قبل مشخص است. بخشی از دانشگاهیان، در کارهای تحقیقاتی خود به سوالاتی پاسخ می دهند که مشکلات مربوط به صنعت و دنیای واقعی نیست. یکی از دلایل این مشکل، ارتباط ضعیف دانشگاه با صنعت است. صنایع باید دانشگاهیان را باور داشته باشند و مسایل را به آنها بسپارند محققان و پژوهشگران نیز باید تلاش کنند تا صنعتگران تحقیق و توسعه را باور داشته باشند و این اعتماد را برای صنعتگران ایجاد کنند که تحقیق و توسعه ابزاری کارآمد برای رفع مشکلات و ارتقای شرایط و محصولات آنهاست. این امر با انجام پروژه های کاربردی مشترک که فرآیندها را تسهیل و بهره ور می سازد، امکان پذیر است. شرکت فولاد اکسین خوزستان با تکیه بر تکنولوژی نوین و سرمایه های فکری خود درصدد است تا با انجام پژوهش های کاربردی مشترک با صنایع و دانشگاه های پیشرو و انتشار آنها در قالب این نشریه، آینه ای جهت بازتاب پتانسیل های علمی پژوهشگران صنعت نورد کشور باشد.

نسخه حاضر فصلنامه تخصصی نورد فولاد، شامل سه بخش "مقالات علمی"، "بومی سازی در صنعت نورد فولاد" و "تحلیل بازار ورق های فولادی" می باشد.

بخش اول دربرگیرنده چهار مقاله علمی-پژوهشی در موضوعات متالورژی عملیات ترمومکانیکی ورقهای فولادی خطوط انتقال نفت و گاز، مدیریت پسماندهای واحد نورد فولاد و عوامل موثر بر ارتقای سهم بازار و نیز یک مقاله ترجمه در موضوع "نقش عملیات کلسیم دهی بر ترک ناشی از هیدروژن در فولادهای خط لوله نورد گرم شده مناسب محیط ترش" می باشد.

در بخش بومی سازی در صنعت نورد فولاد، سه مقاله با موضوعات "تولید رنگدانه از پوسته های اکسید آهن حاصل از پیشگرم کردن اسلب های فولادی در فرآیند نورد گرم"، "طراحی و پیاده سازی سیستم اتوماسیون LEVEL2 برای جرثقیل های بسته بندی کننده ورق در ناحیه عملیات تکمیلی" و "بررسی تنظیمات حفاظت الکتریکی موتور ۴۰۰ کیلو واتی شرکت فولاد اکسین خوزستان"، آورده شده است.

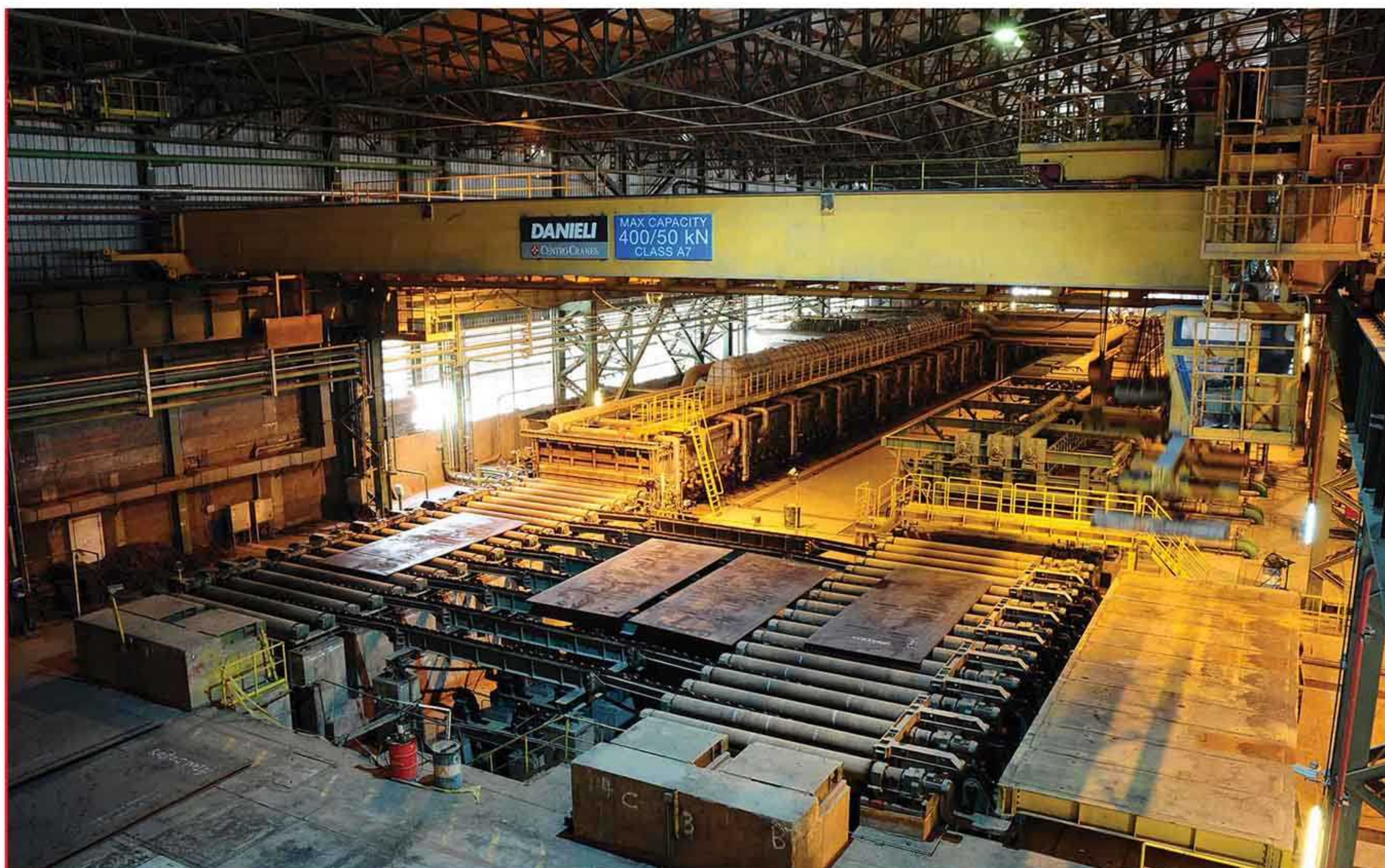
در بخش "تحلیل بازار ورق های فولادی" آخرین تحولات این حوزه گردآوری شده است. در پایان از تمامی پژوهشگران، دانشگاهیان و صنعتگران که با ارسال مقالات و نوشته های خود ما را در تدوین این نشریه یاری کردند سپاسگذاری می نمایم و همواره نظرات خوانندگان گرامی چراغ راه ما خواهد بود.

رضا آبدیده

# مقالات علمے

(فارسے)





## تعیین دمای بهینه عملیات حرارتی نرماله کردن بر روی ورق فولادی ASTMA516-Gr70 تولید شده به روش نورد گرم

بهرنگ اهدائی<sup>۱</sup>، امین رضا بیضاوی، مسلم محمدی زاده، سعید پشم فروش، علی باوی  
شرکت فولاد اکسین خوزستان

### چکیده

در این پژوهش اثر دماهای مختلف عملیات حرارتی نرماله کردن بر روی ریزساختار و خواص مکانیکی فولاد ساده کربنی و میکروآلیاژی ASTM A516-Gr70 جهت تعیین دمای بهینه مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه ها به مدت زمان ۲۰ دقیقه در دماهای ۸۳۰، ۸۵۰، ۸۷۰ و ۸۹۰ درجه سانتیگراد در کوره های عملیات حرارتی قرار داده شد. جهت بررسی خواص مکانیکی و ریزساختاری از آزمون کشش و روش متالوگرافی استفاده شد. با تحلیل نتایج مشخص شد که با افزایش دمای عملیات نرماله کردن تا ۸۷۰ درجه ساختار فریت و پرلیت کشیده ناشی از نورد تغییر یافته و به پرلیت ریزکروی با پراکندگی یکنواخت در زمینه فریتی تبدیل می شود. با افزایش دما به ۸۹۰ درجه سانتیگراد رشد دانه اتفاق افتاده و خواص مکانیکی افت می کند. در نهایت دمای ۸۷۰ درجه سانتیگراد به عنوان دمای بهینه عملیات حرارتی نرماله کردن فولاد ASTM A516-Gr70 تعیین شد.

واژگان کلیدی: ASTM A516، نرماله کردن، فولاد میکروآلیاژی.

آنالیز شیمیایی ورق مذکور را نشان می دهد که ورق  
ASTM A516Gr70 جزء فولادهای ساده کربنی  
می باشد (جدول شماره ۲).

جدول ۲- آنالیز شیمیایی فولاد ASTM A516Gr70

عنصر	C	Si	Mn	P	Al	Cu
درصد وزنی	0.2	0.265	1.255	0.012	0.055	0.015
عنصر	Ti	Sn	N	B	Ca	Fe
درصد وزنی	0.004	0.005	0.003	0	0.002	98.146
عنصر	S	Cr	Ni	V	Nb	Mo
درصد وزنی	0.006	0	0.02	.018	0.032	0.24

جدول ۳- اطلاعات عملیات حرارتی بر روی نمونه های فولاد ASTM A516Gr70

نمونه	زمان (min)	دمای عملیات حرارتی (C°)
1	-----	بدون عملیات حرارتی
2	20	830
3	20	850
4	20	870
5	20	890

با توجه به تئوری های مطرح در زمینه عملیات حرارتی نرماله کردن، دمای مناسب این عملیات ۵۰ درجه سانتی گراد بالای خط  $Ac_3$  در نمودار تعادلی آهن-کربن می باشد. با توجه به اثرگذاری سایر عناصر بر روی محل خطوط بحرانی در این نمودار مناسب ترین راه جهت بدست آوردن دمای شروع آستنیت شدن در گرمایش، استفاده از فرمول های تجربی در این زمینه است. در این پژوهش به منظور بدست آوردن دمای شروع آستنیت شدن از رابطه ۱ استفاده شد [۳].

رابطه (1)

$$AC3 = 910 - 203\sqrt{C} - 15.2Ni + 44.7Si + 104V + 31.5Mo + 13.1W - (30Mn + 11Cr + 20Cu - 700P - 400Al - 120Ars - 400Ti)$$

با قرار دادن ترکیب شیمیایی ورق مورد استفاده در فرمول بالا دمای آستنیت شدن ۷۶۸ درجه سانتیگراد تعیین شد. این دمای به عنوان معیاری برای انتخاب ۴ دمای عملیات حرارتی مورد توجه قرار گرفت. با اتکا به موارد ذکر شده عملیات حرارتی نرماله کردن با دماهای ۸۳۰، ۸۵۰، ۸۷۰ و ۸۹۰ درجه سانتیگراد در یک زمان ثابت (۲۰ دقیقه) بر روی فولاد مذکور انجام شد و اثر این پارامتر بر روی ریزساختار و خواص مکانیکی آن مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت دمای بهینه عملیات نرماله کردن استخراج گردید.

به منظور ارزیابی استحکام کششی این ورق فولادی از روش آزمون کشش تک محوره استفاده گردید. نمونه سازی و آزمون بر اساس استاندارد ASTM A370 انجام شد. جهت بررسی ریز ساختار و ارزیابی کیفی این ورق فولادی در

## مقدمه

فولاد ASTM A516-Gr70 از جمله فولادهای ساده کربنی و میکرو آلیاژی استحکام بالا با مقادیر محدودی عناصر آلیاژی می باشد که به جهت کنترل رشد دانه های آستنیت و بهبود خواص مکانیکی به ویژه تافنس به کار گرفته می شود. در حال حاضر ورق فولادی A516 کاربرد بسیار زیادی در ساخت بدنه مخازن تحت فشار دارد که علت آن دارا بودن هم زمان استحکام و قابلیت انعطاف مطلوب و قابلیت جذب انرژی ضربه در دمای پایین است. فولاد A516 برای کاربرد در بویلرهای جوشکاری شده و دیگر مخازن تحت فشار نیز مناسب است. همه گیردها تولید شده از این خانواده فولادی دارای خواص مکانیکی و ویژگی های کلی یکسانی هستند. ماکزیمم ضخامت ورق هایی تحت این مشخصات تولید می گردند به صورت جدول (۱) است [۱].

جدول ۱- مشخصات انواع گیردها فولاد ASTM A516Gr70

درجه فولادی (grade)	55	60	65	70
بیشترین ضخامت (mm)	305	205	205	205

یکی از روش های کم هزینه و مرسوم برای بهبود خواص مکانیکی این فولادهای تولید شده باروش نورد گرم، عملیات حرارتی می باشد. در این فولادها در صورت اضافه نمودن عناصر آلیاژی معمولاً سرعت رشد دانه به علت اثر کششی اتم محلول عناصر آلیاژی جدایش یافته به داخل مرز دانه ی آستنیت کاهش می یابد [۱، ۲]. کنترل رشد دانه های آستنیت در طی پروسه نورد گرم و نهایتاً عملیات حرارتی، بسته به نوع و مقدار عناصر آلیاژی دارد. تحقیقات نشان می دهد که تشکیل کاربیدها، نیتريد ها و کربونیتريد ها (ذرات فاز ثانویه) موجب قفل شدن مرز دانه ها می گردد و این کار بقدری موثر می باشد که باعث می شود در دماهای پایین آستنیت شدن، هیچ رشد دانه ای اتفاق نیافتد [۳].

## روش تحقیق

در این پژوهش فولاد ساده کربنی و میکرو آلیاژی ASTM A516Gr70 مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت، ترکیب شیمیایی این فولاد که در جدول (۲) آمده است. این فولاد طی مراحل ذوب در کوره قوس الکتریکی به صورت تختال ریخته گری شد. سپس این تختال طی انجام یک پروسه نورد گرم به ورق با ابعاد ۶۰۰۰\*۲۰۰۰\*۲۰ میلی متر تبدیل گردید. سپس قطعاتی از این ورق جدا شده و تحت عملیات حرارتی نرماله کردن با ۴ سیکل متفاوت عملیات حرارتی مطابق جدول (۳) از این قطعات پس از عملیات حرارتی جهت آزمون های کشش و متالوگرافی نمونه گیری شده است.

از نورد بصورت نواری وجود نخواهند داشت [۴، ۵]. همچنین با مشاهده تصویر شکل ۱ (c) نیز ساختار پرلیت های نواری قابل مشاهده است. علت این امر دمای پایین عملیات حرارتی و عدم توزیع مناسب کربن در آستنیت می باشد و همچنان مورفولوژی نواری در فازها قابل مشاهده است. شکل ۱ (d) با دمای ۸۷۰ درجه سانتی گراد عملیات حرارتی شده است. با مشاهده تصویر متالوگرافی گرفته شده می توان نتیجه گرفت که کاملاً پرلیت ها به صورت کروی در آمده است. همچنین ساختار به جامانده از مرحله نورد گرم کاملاً اصلاح شده و دمای مورد استفاده جهت انحلال کربن در آستنیت مناسب بوده است. همچنین زمان نگهداری در این دما منجر به رشد دانه ها نشده است. تصاویر متالوگرافی شکل ۱ (e) نشان می دهد که دما و زمان مورد استفاده برای عملیات حرارتی این فولاد باعث درشت شدن فاز زمینه و افت خواص مکانیکی شده است.

#### تأثیر دمای عملیات نرماله کردن بر خواص مکانیکی

با دقت در این نتایج و توجه به تصاویر ریزساختاری هر نمونه می توان ارتباط بین اندازه دانه و مورفولوژی فازها با استحکام تسلیم، استحکام کششی و درصد ازدیاد طول را مشاهده کرد. نتیجه حاصل از آزمون کشش نمونه شماره ۱ و مقایسه آن با استاندارد ASTM A516 نشان می دهد که این ورق قبل از انجام عملیات حرارتی نرماله کردن فاقد حداقل خواص مورد نظر استاندارد بوده و قابلیت به کارگیری را نداشته است. با انجام عملیات حرارتی بر روی نمونه های شماره ۲ و ۳ در دماهای ۸۳۰ و ۸۵۰ تغییر چندانی در خواص مکانیکی رخ نداده است. نمونه شماره ۲ از نظر استاندارد مورد تایید نمی باشد اما نمونه شماره ۳ با اختلاف کمی بالاتر از حد پذیرش استاندارد قرار دارد و می تواند مورد استفاده قرار گیرد اما باید دقت کرد که این میزان اختلاف باعث کاهش ضریب اطمینان به این محصول شده و به عنوان خواص بهینه برای این ورق قابل قبول نیست. بهبود خواص مکانیکی در نمونه شماره ۳ را می توان به کاهش تنش های پسماند ناشی از نورد، و تبلور مجدد رخ داده در بعضی از نقاط نمونه نسبت داد (جدول ۴) [۶].

جدول ۴- نتایج آزمون کشش

شماره نمونه	YS (Mpa)	TS (Mpa)	EL(8'')%
1	245	479	20
2	257	490	21
3	264	515	22
4	288	527	24
5	271	505	25

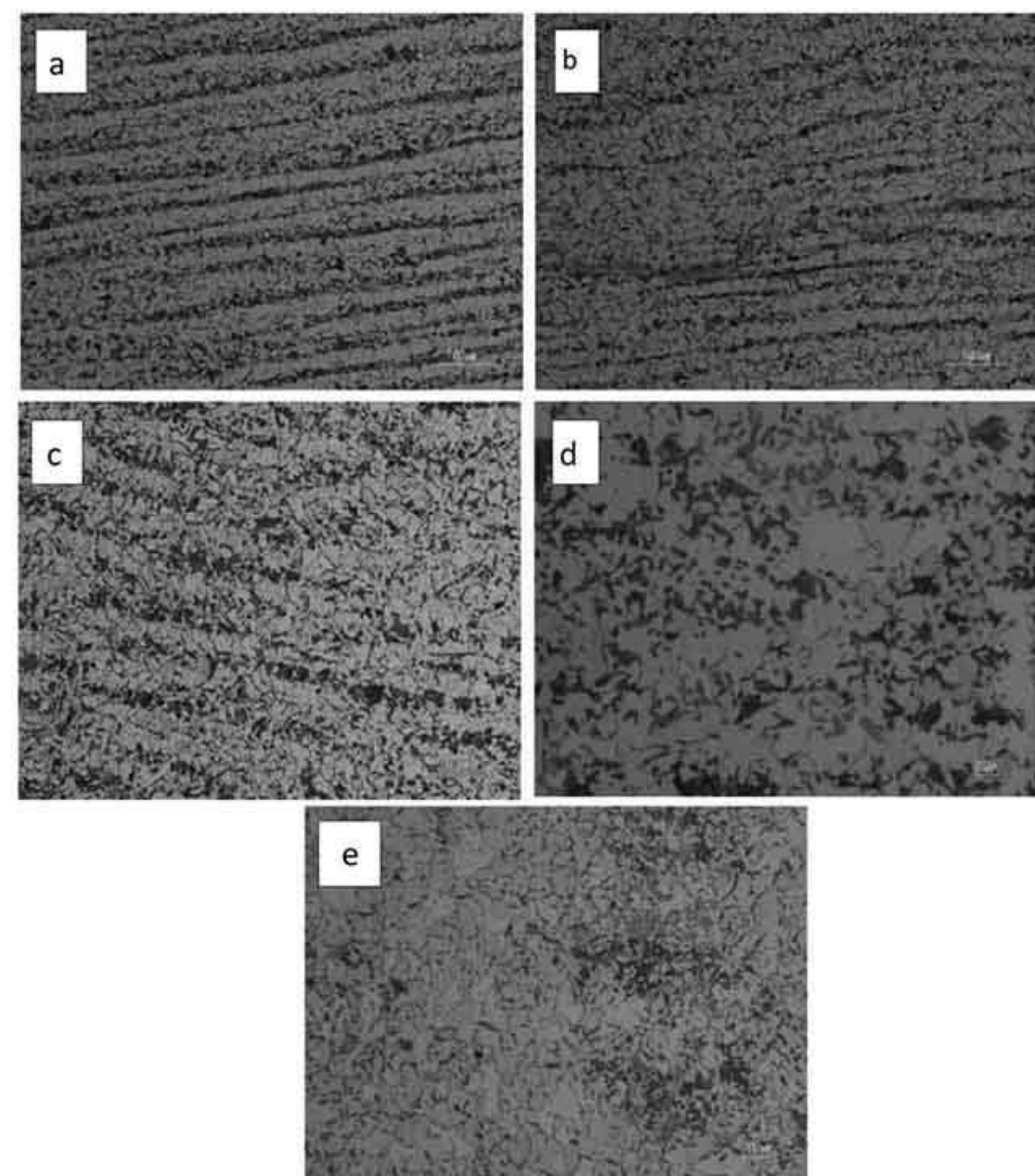
با توجه به عکس های متالوگرافی و نتایج آزمون کشش نمونه شماره ۴ می توان مشاهده کرد که عملیات آستنیت کردن در این ورق و در دمای ۸۷۰ درجه سانتی گراد به طور مناسبی انجام شده و تمام ساختارهای فریت و پرلیت کشیده ناشی از

شرایط مختلف عملیات حرارتی نرماله کردن در دماهای ذکر شده انجام شد. نمونه سازی و بررسی ریز ساختار جهت متالوگرافی بر اساس استاندارد ASTM E112 صورت گرفت. محلول اچ مورد استفاده نایتال ۲٪ بوده و میکروسکوپ نوری مورد استفاده olympuse مدل PMG3 بوده است.

#### بحث و نتیجه گیری

##### تأثیر دمای عملیات نرماله کردن بر ریز ساختار

شکل ۱ تصاویر متالوگرافی مربوط به ریز ساختار نمونه های a تا e که به ترتیب عملیات حرارتی نشده و نرماله شده در ۸۳۰، ۸۵۰، ۸۷۰ و ۸۹۰ درجه سانتی گراد می باشند را نشان می دهد.



شکل ۱- تصاویر متالوگرافی مربوط به ریز ساختار نمونه های (a) عملیات نشده (b) نرماله در دمای ۸۳۰ درجه سانتی گراد (c) ۸۵۰ درجه سانتی گراد (d) ۸۷۰ درجه سانتی گراد (e) ۸۹۰ درجه سانتی گراد

با دقت در تصاویر متالوگرافی در شکل ۱ مربوط به نمونه های a و b و مقایسه آن ها می توان نتیجه گرفت که دمای ۸۳۰ درجه سانتی گراد برای تغییر فازهای ناشی از نورد به آستنیت و انحلال و توزیع کربن در آنها کافی نبوده است. در این دو تصویر دانه های کشیده شده ناشی از نورد و مورفولوژی نواری پرلیت قابل مشاهده است. میزان تغییر در فازها و ضریب نفوذ کربن در هر فاز وابسته به دما است.

همچنین میزان نفوذ و همگن بودن در ساختار تابع دما و زمان می باشد. چنانچه دما و زمان عملیات حرارتی کافی باشد طی گرمایش، انحلال کربن در آستنیت و توزیع یکنواخت آن صورت می گیرد و پس از سرد شدن در هوا پرلیت های کروی پراکنده در زمینه فریتی ایجاد خواهد شد و ساختارهای حاصل

of Alloy Steel During Temperng , Phys . Met. Met.  
Metall.Vol. 69 . No .2 , pp. 91-99 ,2012.

نورد تغییر یافته اند. در اثر توزیع یکنواخت و مناسب کربن در آستنیت و همچنین سرد کردن به موقع، پرلیت ریز و یکنواختی در زمینه فریتی حاصل شده است. همچنین اندازه دانه فریت زمینه از اندازه دانه های فریت حاصل از نورد کمتر است که این امر را می توان علت بهبود خواص مکانیکی دانست [۷]. با دقت در عکس های متالوگرافی و نتایج از مون کشش نمونه شماره ۵ می توان مشاهده کرد که در بعضی از مناطق فرآیند رشد دانه رخ داده است و به همین علت خواص مکانیکی پایین تر از نمونه شماره ۴ می باشد. در نهایت با توجه به بررسی های صورت گرفته دمای بهینه عملیات حرارتی نرماله کردن فولاد ASTM A516 Gr70، ۸۷۰ درجه سانتیگراد تعیین شد.

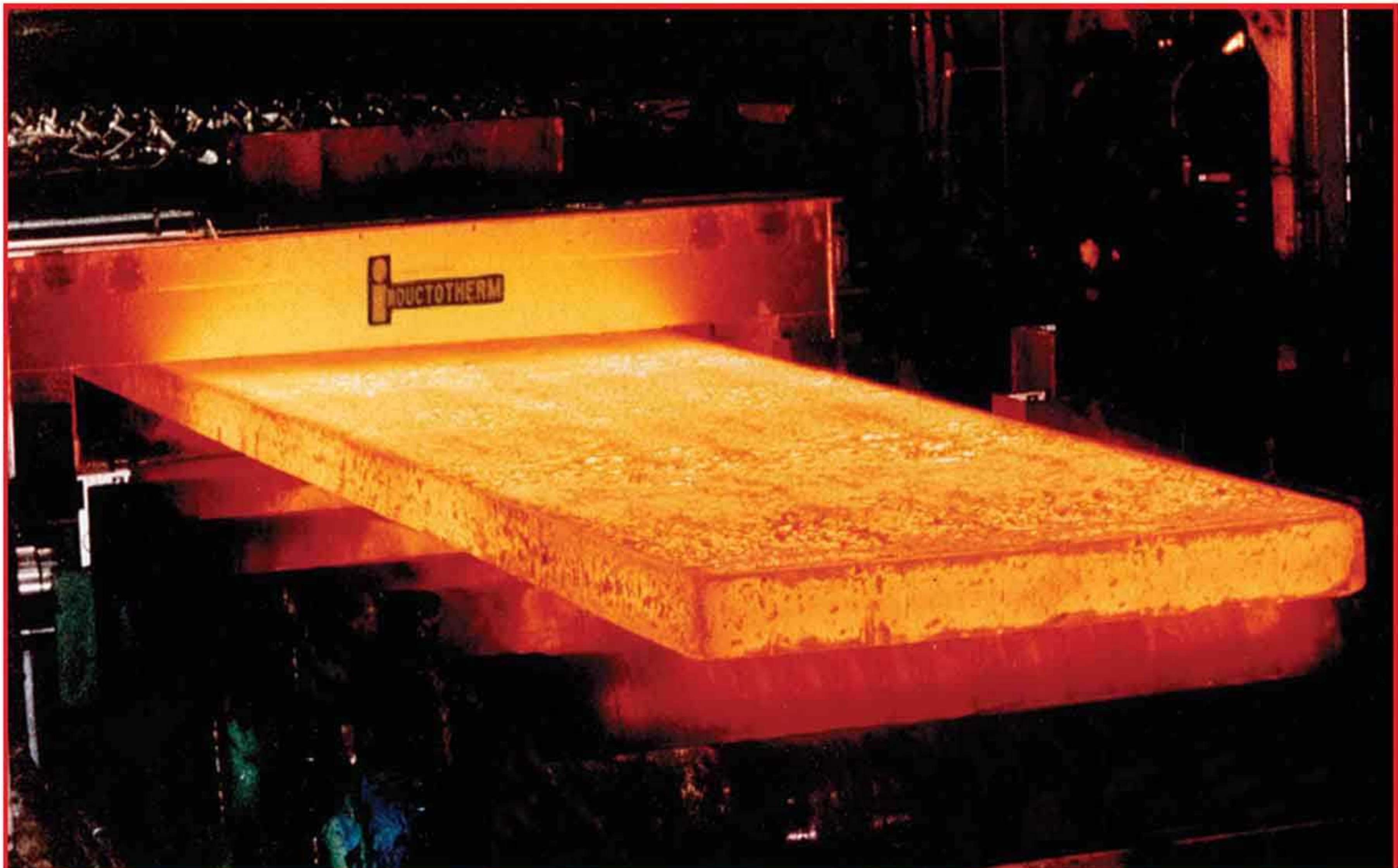
### نتیجه گیری

- ۱- با انجام عملیات حرارتی نرماله کردن در دماهایی پایین تر از ۸۷۰ درجه سانتیگراد برای نمونه های نورد شده با ضخامت ۲۰mm، فرآیند آستنیت و تبلور مجدد به طور کامل رخ نمی دهد و ساختارهای کشیده ناشی از نورد با ساختارهای کروی جایگزین نمی گردند.
- ۲- عملیات حرارتی نرماله کردن با دمای ۸۷۰ درجه سانتیگراد منجر به ریز شدن دانه ها می شود.
- ۳- دمای بهینه عملیات حرارتی نرماله کردن برای فولاد ASTM A516 Gr70 تولید شده به روش نورد گرم ۸۷۰ درجه سانتیگراد است.
- ۴- عملیات حرارتی نرماله کردن در دمای بالاتر از ۸۷۰ درجه سانتیگراد منجر به رشد دانه و افت خواص مکانیکی می گردد.

### مراجع

- 1- T. Gladman, " The Physical Metallurgy of Microalloyed Steel ", The Institute of Materials, London, 1997.
- 2- J.R. Wilcox, R.W.K. Honeycomb, Mater. Sci.Technol, 1987, 3, pp. 849-854.
- 3- I. Anderson, O.Grong, Acta Metall. Mater, 1995, 7, pp.8503-8511.
- ۴- ع. ا. اکرامی، عناصر آلیاژی در فولاد، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول، ۱۳۷۵.
- ۵- ع. سجادی، " رفتار مکانیکی مواد "، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۴.
- 6- M.D.C. Sobral, P.R. Mei, H.J. Kestenbach, Materials Science and Engineering A, 367 (1- 2), 2004, pp.321-321.
- 7- Y.I.Ustinovschicko ,I.N. Shabanova , V.A. Sapukin , And V.A. Trapeznikov, Embrittlement





## بررسی ریزساختاری تبلور مجدد دینامیکی فاز آستنیت در حین کار گرم فولاد میکروآلیاژی API X60

ابراهیم یاقوت<sup>۱</sup>، رضا آبدیده<sup>۱</sup>، سلمان حمیدی<sup>۱</sup>، محسن ریحانیان<sup>۲</sup>، خلیل اله قیصری<sup>۲</sup>

۱- شرکت فولاد اکسین خوزستان

۲- عضو هیات علمی گروه مواد دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز

### چکیده

امروزه در صنایع تولید محصولات فلزی، فولادهای میکروآلیاژی دارای کاربرد وسیعی هستند. یکی از خواسته های مهم تولیدکنندگان این محصولات، استحکام بخشی به آن ها بدون افت انعطاف پذیری می باشد. فرآیند تولید این دسته از فولادها، نورد گرم کنترل شده می باشد. فولاد میکروآلیاژی API X60، در تولید خطوط لوله انتقال نفت و گاز مورد استفاده قرار می گیرد. مطالعات ریزساختاری و رفتار تبلور مجدد فولاد میکروآلیاژی API X60، با بکارگیری دستگاه فشارگرم از نوع InStron 8502 و با استفاده از آزمون فشارگرم یک مرحله ای (دینامیکی) و همچنین تجزیه و تحلیل منحنی های سیلان تنش- کرنش صورت پذیرفت. نتایج حاصل نشان داد که وقوع پدیده تبلور مجدد دینامیکی در درجه حرارت های بالا و نرخ کرنش های پایین راحت تر رخ می دهد. در منحنی های فشارگرم یک مرحله ای، بروز و مشاهده حالت تک قله ای در محدوده دمایی ۹۵۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد موید وقوع تبلور مجدد دینامیکی در این محدوده دمایی برای فولاد مورد پژوهش می باشد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات متالوگرافی مشخص شد که کوچک ترین مقدار متوسط اندازه دانه آستنیت برابر ۲۲ میکرون در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و نرخ کرنش ۰/۱ بر ثانیه حاصل می گردد.

واژگان کلیدی: فولاد میکروآلیاژی API X60، تبلور مجدد دینامیکی، آزمایش فشارگرم، اندازه دانه آستنیت.

طراحی مناسب و بهینه فرآیند نورد گرم می باشد و این موضوع با استفاده از آزمایش فشار گرم در محدوده دمایی ۹۵۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد و بررسی منحنی های سیلان مطالعه گردید. همچنین با کمک آزمایش متالوگرافی و تهیه محلول اچ مناسب، به بررسی ریزساختاری فاز آستنیت و مشاهده اندازه دانه اولیه پرداخته شد که نتایج آن کمک شایانی به کنترل دمای پیشگرم در کوره و طراحی نورد ترمومکانیکال خواهد کرد.

## ۲- مواد و روش تحقیق

فولاد میکروآلیاژی API X60، در تولید خطوط لوله انتقال نفت و گاز مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب شیمیایی فولاد مورد استفاده در این پژوهش در جدول زیر آورده شده است. ترکیب شیمیایی فولاد مورد استفاده، با آنالیز ارائه شده در استاندارد API 5L برای فولاد API X60 مطابقت دارد.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی فولاد API X60 براساس نتایج آزمایش کوانتومتری (بر حسب درصد وزنی).

عنصر	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	Nb
درصد	0/067	0/25	1/38	0/016	0/002	0/11	0/004	0/015	0/043	0/014	0/054
عنصر	Ti	V	Ca	Co	B	Zn	Sn	Fe	CE <sub>ITW</sub>	CE <sub>Pcm</sub>	
درصد	0/027	0/039	0/002	0/006	0/0007	0/003	0/005	97/9	0/33	0/16	

آزمایش فشار گرم توسط یک دستگاه کشش/فشار InStron 8502 مجهز به کوره مقاومتی انجام شد. نمونه های این آزمایش از فولاد نورد شده API X60 و مطابق استاندارد ASTM F136-84 به شکل استوانه ای با قطر ۸ میلیمتر و ارتفاع ۱۲ میلیمتر در جهت نورد ماشینکاری شدند. برای کاهش اصطکاک بین فک های دستگاه و دو انتهای نمونه از ورق میکا استفاده شد.

در دستگاه فشارگرم سرعت فک ها ثابت بود و امکان ثابت نگه داشتن نرخ کرنش وجود نداشت، لذا از نرخ کرنش میانگین استفاده شد. آزمایش فشارگرم یک مرحله ای در چهار دمای ۱۱۰۰، ۱۰۵۰، ۱۰۰۰ و ۹۵۰ درجه سانتی گراد و با سه نرخ کرنش ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بر ثانیه انجام شد. مقدار کرنش در این آزمایش ثابت و برابر ۱/۲ در نظر گرفته شد. دیگرام سیکل عملیات ترمومکانیکی در آزمایش فشارگرم یک مرحله ای در شکل ۱ نشان داده شده است. هدف از انجام این آزمایش امکان بررسی تبلور مجدد دینامیکی می باشد.

## ۱- مقدمه

عملیات ترمومکانیکی اساساً باروش های معمولی تغییر شکل و حرارت دادن فولادها تفاوت دارد. در روش های معمول نورد، دمای شروع و پایان عملیات نورد و گرمایش بسیار بالاتر از نورد ترمومکانیکال می باشد. یکی از ویژگی های مهم و برجسته عملیات ترمومکانیکی نسبت به روش های معمولی، اعمال همزمان تغییر شکل پلاستیک و عملیات حرارتی جهت بهبود استحکام و چقرمگی است [۱]. با تغییر ترتیب عملیات تغییر شکل پلاستیک و عملیات حرارتی و شرایط ویژه مترتب بر آن ها (از قبیل مقدار، سرعت و درجه حرارت تغییر شکل، سرعت گرم کردن و سرد کردن، زمان نگهداری در درجه حرارت خاص و...) می توان ساختار و خواص فلز را در یک محدوده وسیع کنترل کرد [۱]. تکنولوژی کلی فرآیند عملیات ترمومکانیکی شامل موارد زیر است:

۱- انتخاب ترکیب شیمیایی مناسب با توجه به محیط نهایی مصرف فولاد و ضخامت محصول.  
۲- پیشگرم کردن اسلب جهت همگن شدن ترکیب و انحلال رسوبات عناصر میکروآلیاژی.  
۳- ریزشدن متوالی دانه های آستنیت در نتیجه تکرار تبلور مجدد در طی تغییر شکل های متوالی (تغییر شکل در منطقه تبلور مجدد و بالای دمای توقف تبلور مجدد  $T_{nr}^2$ ).  
۴- انجام تغییر شکل در محدوده دمایی توقف تبلور مجدد (در محدوده زیر  $T_{nr}$  و بالای  $Ar_3$ ).

۵- انجام تغییر شکل در ناحیه دوفازی  $\gamma + \alpha$  (که در برخی موارد و به جهت یکنواختی خواص از تغییر شکل در این ناحیه صرف نظر می شود).

۶- سرد کردن کنترل شده (در هوا یا توسط دستگاه خنک کاری بوسیله آب) [۲].

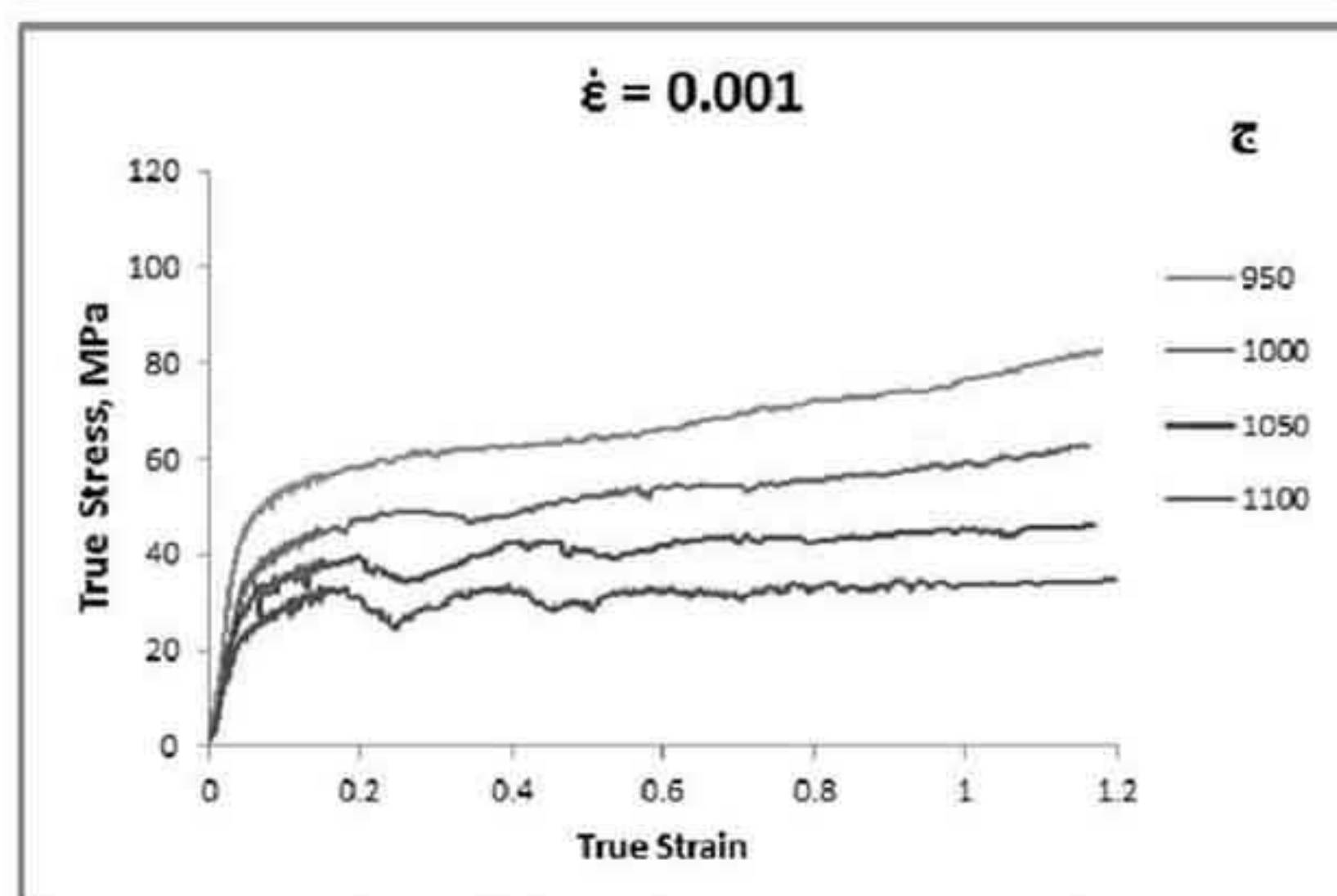
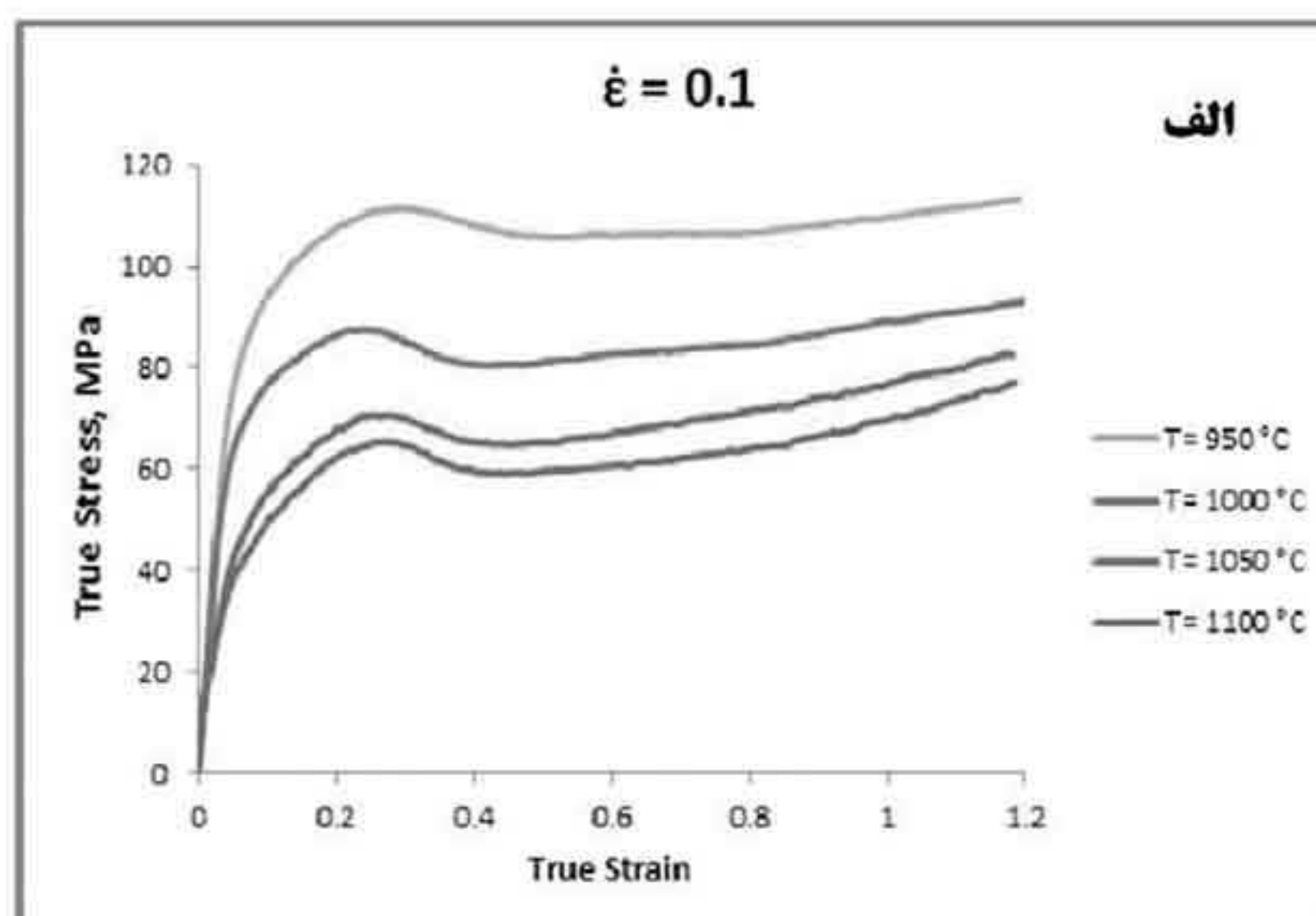
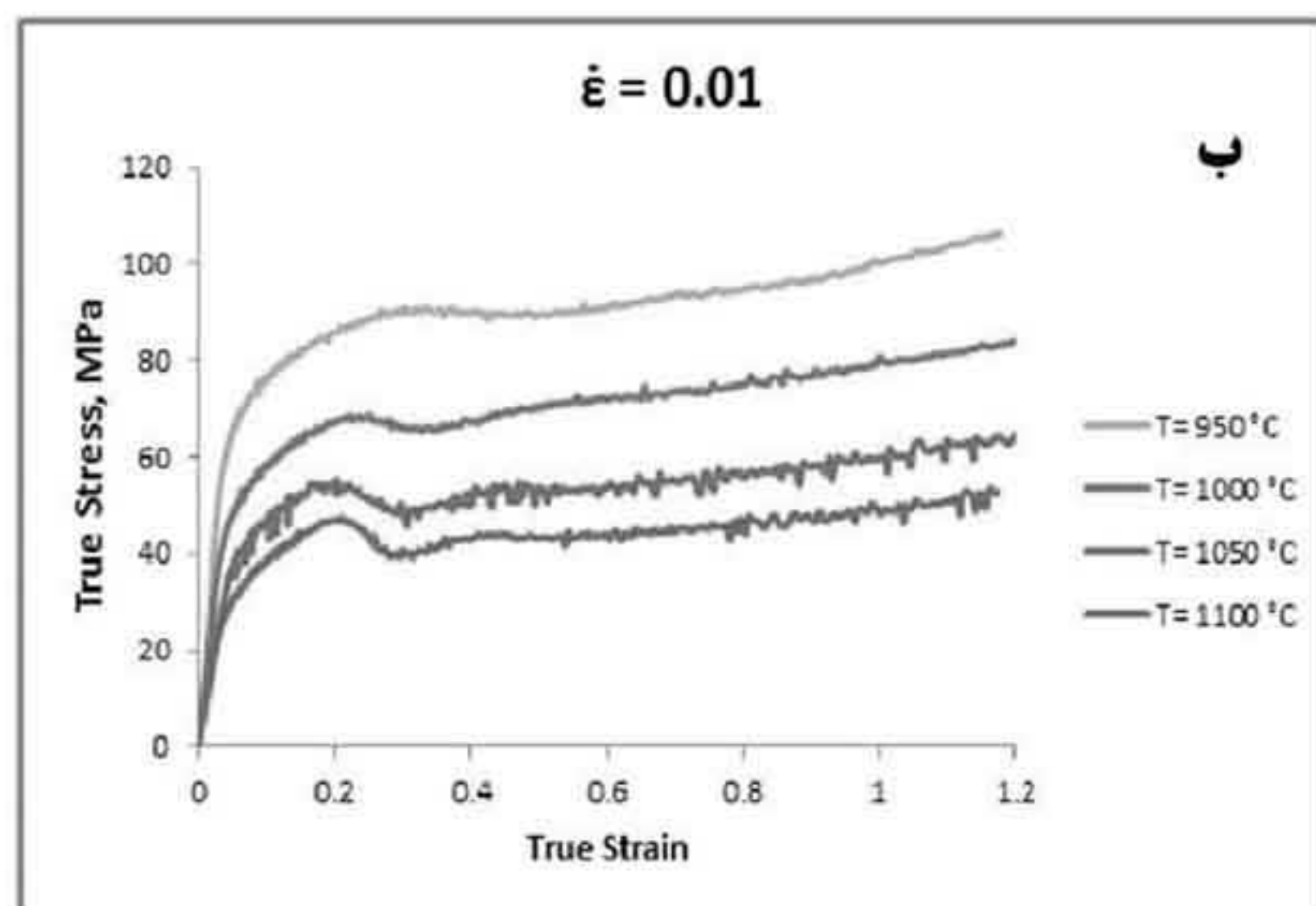
فرآیند نورد گرم کنترل شده، نوعی عملیات ترمومکانیکی محسوب می شود. در این فرآیند، یکی از اتفاقات مهمی که حین گرمایش در کوره های پیشگرم رخ می دهد، پدیده رشد دانه<sup>۳</sup> است که در فولادهای میکروآلیاژی توسط رسوبات عناصر آلیاژی با پراکندگی و توزیع مناسب آن ها و تنظیم دما در محدوده مشخص این پدیده نامطلوب کنترل می گردد [۳]. با کنترل اندازه دانه های آستنیت اولیه و ریز نگه داشتن آن ها و کنترل فرآیند تبلور مجدد<sup>۳</sup> حین عملیات نورد گرم کنترل شده، می توان به ساختار نهایی با اندازه دانه ریز و خواص مکانیکی مطلوب دست یافت [۳ و ۴].

هدف اصلی در این پژوهش بررسی تبلور مجدد دینامیکی فاز آستنیت در فولاد میکروآلیاژی API X60 جهت

1- Non-Recrystallization Temperature

2- Grain Growth

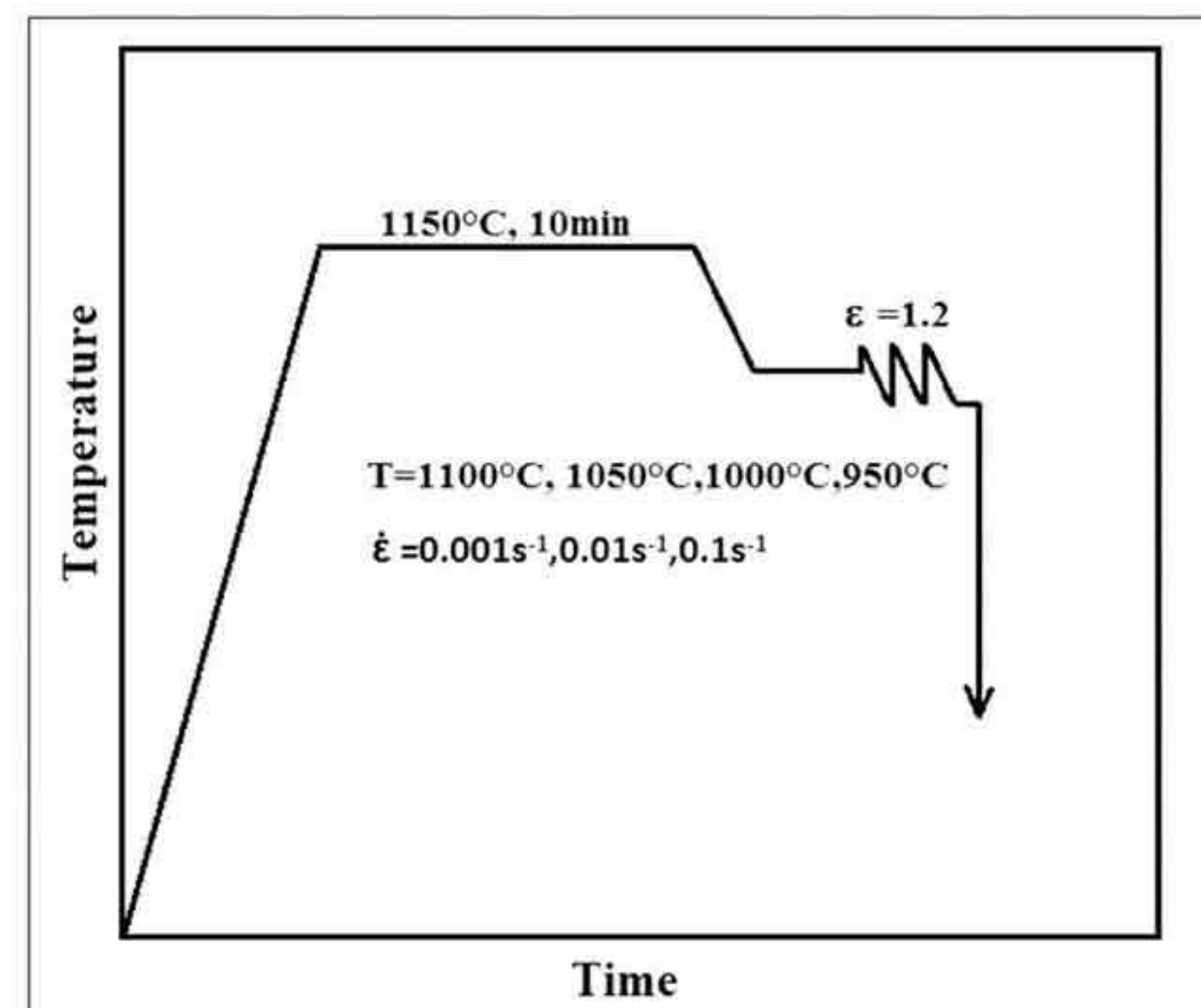
3- Recrystallization



شکل ۲- منحنی سیلان فولاد مورد آزمایش در نرخ کرنش های الف) ۰/۱، ب) ۰/۰۱ و ج) ۰/۰۰۱ بر ثانیه (s<sup>-1</sup>) و دماهای مختلف

همانطوریکه در شکل ۲ قابل ملاحظه می باشد، با افزایش دما در نرخ کرنش ثابت، نمودارهای سیلان به سمت پایین جابجا شده و مقدار تنش قله، کاهش می یابد. همچنین مشاهده می شود، افزایش نرخ کرنش سبب افزایش تنش سیلان و میزان کرنش بحرانی لازم برای شروع تبلور مجدد دینامیکی می گردد. علت این پدیده را می توان به عدم امکان انباشتگی انرژی کرنشی کافی به دلیل کافی نبودن زمان در سرعت کرنش های بالاتر نسبت داد [۵].

در شکل ۲- الف نمودارهای سیلان در دماهای مختلف و بالاترین نرخ کرنش اعمالی (۱ بر ثانیه) نشان داده شده است. از سویی در صورت اعمال نرخ کرنش بالا، احتمال وقوع حالت تک قله ای بسیار محتمل می باشد که با توجه



شکل ۱- دیاگرام سیکل عملیات ترمومکانیکی در آزمایش فشارگرم یک مرحله ای

نحوه آزمایش فشارگرم به این طریق بود که ابتدا هر نمونه در یک کوره عملیات حرارتی مقاومتی به مدت ۱۰ دقیقه پیشگرم شد.

برای جلوگیری از اکسیدشدن نمونه ها در اتمسفر کوره و نیز توزیع یکنواخت دما در تمامی حجم قطعه، نمونه ها در ظروفی حاوی گرافیت قرار داده شدند.

پس از پیشگرم کردن، نمونه ها در زمان کنترل شده به زیر فک های دستگاه فشار که کوره آن نیز در دمای مورد نظر تنظیم شده بود انتقال می یافتند.

بعد از هم دما شدن قطعه با دمای کوره و نگه داشتن حدود ۲ دقیقه در آن دما آزمایش فشارگرم در شرایط تعیین شده انجام می گرفت و سپس بلافاصله پس از پایان آزمایش نمونه در آب کوئنچ شدند.

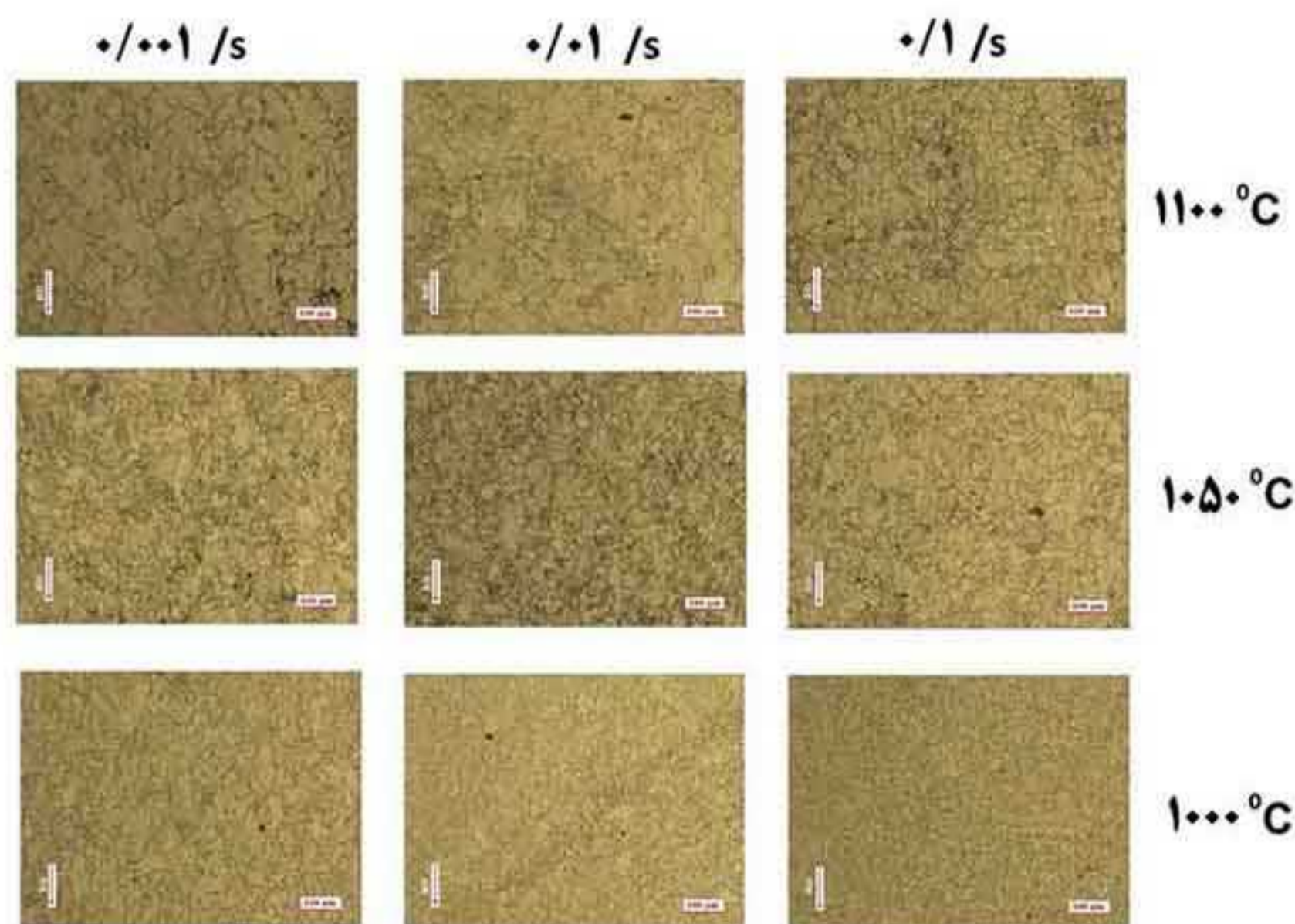
در این پژوهش از میکروسکوپ نوری ساخت شرکت Nikon و مدل ECLIPSE-MA200 جهت مشاهده و بررسی ساختار آستنیت اولیه استفاده شده است. شایان ذکر است که اندازه دانه های آستنیت اولیه با استفاده از نرم افزار MaterialPlus و استاندارد ASTM E112 گزارش شده است. محلول اچ مورد استفاده شامل ۵۰۰ میلی لیتر اسید پیکریک ۱۰ درصد، ۵ قطره اسید کلریدریک، ۴ گرم CuCl<sub>2</sub> و سه قطره Teepol می باشد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تحلیل منحنی های سیلان

در شکل ۲ منحنی های سیلان در نرخ کرنش های ثابت ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بر ثانیه در محدوده دمایی ۹۵۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد برای فولاد API X60 مورد آزمایش نشان داده شده است.

نیز تک قله ای واضح و برجسته ای مشاهده نشده لذا تصاویر ریزساختاری مربوط به دمای ۹۵۰ درجه سانتی گراد بررسی نگردید.



شکل ۳- ریزساختارهای آستنیت در دماهای تغییر شکل و نرخ کرنش های مختلف

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد، ریزساختار آستنیت در محدوده دمایی ۱۱۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و با سه نرخ کرنش ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بر ثانیه نمایش داده شده است. شایان ذکر است جهت نورد<sup>۴</sup> که در کلیه شکل ها نمایش داده شده با جهت اعمال فشار یکسان می باشد. در نگاه اول ملاحظه می گردد که اندازه دانه های آستنیت در دمای بالا (۱۱۰۰) نسبت به دمای پایین تر (۱۰۰۰) و با نرخ کرنش یکسان، درشت تر هستند. از سویی در دمای ثابت و در نرخ کرنش های پایین تر اندازه دانه ها درشت تر می باشند؛ یعنی با کاهش سرعت تغییر شکل، فرصت جهت رشد دانه فراهم شده است [۷ و ۸]. در جدول ۱ متوسط اندازه دانه آستنیت در دماها و نرخ کرنش های مختلف بر حسب میکرون نشان داده شده است.

جدول ۱- متوسط اندازه دانه آستنیت در دماها و نرخ کرنش های مختلف

دما	نرخ کرنش	متوسط اندازه دانه (میکرون)
1100	0/1	58
	0/01	134
	0/001	170
1050	0/1	40
	0/01	60
	0/001	84
1000	0/1	22
	0/01	34
	0/001	49

4- Rolling Direction (RD)

به این شکل و در تمامی دماها، حالت تک قله ای به وضوح قابل مشاهده است. لذا با این نرخ کرنش و در تمامی دماها تبلور مجدد دینامیکی در نقطه بالایی تنش قله پدید آمده است.

با توجه به شکل ۲- ب و کاهش نرخ کرنش به ۰/۰۱ بر ثانیه، هر دو حالت تک قله ای و چند قله ای در دماهای مختلف قابل مشاهده است. در دمای پایین (۹۵۰ درجه سانتی گراد) حالت تک قله ای و در دماهای بالاتر به تدریج حالت چند قله ای پدیدار می گردد که مانند شکل ۲- الف با کاهش مقدار تنش قله همراه می باشد.

در شکل ۲- ج پایین ترین نرخ کرنش (۰/۰۰۱ بر ثانیه) اعمال شده و حالت چند قله ای خصوصا در دماهای بالا، به وضوح قابل مشاهده می باشد. به بیان دیگر در نرخ کرنش های پایین و دماهای بالا، تبلور مجدد به صورت تناوبی (ناپیوسته) بوده و بر عکس در نرخ کرنش های بالا و دماهای پایین، تبلور مجدد به صورت پیوسته خواهد بود. همانطوریکه در شکل ۲- ج ملاحظه می گردد، بدلیل اعمال نرخ کرنش پایین، حتی در پایین ترین دما (۹۵۰ درجه سانتی گراد) نیز تک قله ای واضح و برجسته ای مشاهده نمی شود. با توجه به منحنی های شکل ۲، در تمامی دماهای آزمون، با اعمال بیشترین نرخ کرنش (۰/۱) نمودار تک قله ای که بیانگر وقوع تبلور مجدد دینامیکی است پدیدار گردید.

$$\epsilon_c = a \cdot \epsilon_p \quad (1)$$

$$\epsilon_p = A \cdot D_0^p Z^q \quad (2)$$

$$A' \cdot \sigma_p^n = \dot{\epsilon} \cdot \exp\left(\frac{Q_{def}}{RT}\right) = Z \quad (3)$$

همچنین طبق روابط ۱ و ۲ کرنش بحرانی تبلور مجدد دینامیکی ( $\epsilon_c$ ) تابعی از پارامتر زرنر- هولمن ( $Z$ ) می باشد و از آنجایی که  $Z$  نیز به نرخ کرنش بستگی دارد، بنابراین با افزایش نرخ کرنش در هر دما،  $\epsilon_c$  نیز افزایش می یابد. به عبارت دیگر می توان گفت با افزایش نرخ کرنش، سرعت کارسختی فلز بیشتر شده و تنش نقطه ماکزیمم ( $\sigma_p$ ) در منحنی سیلان نیز زیاد می شود. طبق رابطه ۳ با افزایش  $\sigma_p$  پارامتر زرنر- هولمن نیز افزایش می یابد [۲ و ۶].

### ۳-۲- تحلیل تحولات ریزساختاری

تحولات ریزساختاری دانه های آستنیت، بدست آمده از تغییر شکل در دماها و نرخ کرنش های مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. به دلیل اعمال نرخ کرنش پایین در پژوهش صورت گرفته، در پایین ترین دما (۹۵۰ درجه سانتی گراد)

3- Bandyopadhyay, P. S. Ghosh, S. K. Kundu, S. Chatterjee, S, "Phase Transformation and Mechanical Behavior of Thermo-mechanically Controlled Processed High Strength Ordnance Steel", *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 138, No. 1, pp. 86-94, 2013.

4 - Homsher, C. N, "Determination of the Non- Recrystallization Temperature (TNR) in Multiple Microalloyed Steels", PhD thesis, Colorado School of Mines, Arthur Lakes Library, 2013.

5- E. I. Poliat, J. J. Gonas, "Initiation of Dynamic Recrystallization in Constant Strain Rate Hot Deformation" *ISIJ International*, 2003, Vol. 43, PP. 648-691.

6- Rodrigues, S. F. Aranas Jr, C. Jonas, J. J, "Dynamic Transformation During the Simulated Plate Rolling of a 0.09% Nb Steel", *ISIJ International*, Vol. 57, No. 6, pp. 1102-1111, 2017.

7- Rosado, D. B. Waele, W. D. Vanderschueren, D. Hertelé, S, "Latest Developments in Mechanical Properties and Metallurgical Features of High Strength Line Pipe Steels" *International Journal Sustainable Construction and Design*, Vol. 4, No. 1, 2013.

8- Sakai, T. Belyakov, A. Kaibyshev, R. Miura, H. Jonas, J. J, "Dynamic and Post Dynamic Recrystallization under Hot, Cold and Severe Plastic Deformation Conditions" *Progress in Materials Science*, Vol. 60, pp. 130-207, 2014.

همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می گردد درشت ترین اندازه دانه (۱۷۰ میکرون) مربوط به بالاترین دما با کم ترین نرخ کرنش یعنی دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد و نرخ کرنش ۰/۰۰۱ بر ثانیه بوده در حالیکه ریزترین اندازه دانه (۲۲ میکرون) مربوط به پایین ترین دما با بیشترین نرخ کرنش یعنی دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و نرخ کرنش ۰/۱ بر ثانیه می باشد. با توجه به نتایج جدول ۱ در صورت کنترل دمای آستنیت در محدوده ۱۰۰۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد و بعد از تغییر شکل، می توان به اندازه دانه آستنیت ریزتر نسبت به دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد دست پیدا کرد.

#### ۴- نتیجه گیری

۱- در آزمون فشارگرم یک مرحله ای، سیلان در نرخ کرنش ۰/۱ بر ثانیه ( $s^{-1}$ )، وقوع پدیده تبلور مجدد دینامیکی را با بروز حالت تک قله ای در دماهای ۹۵۰، ۱۰۰۰، ۱۰۵۰ و ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد نشان می دهد.

۲- کاهش دمای تغییر شکل و افزایش نرخ کرنش بدلیل افزایش پارامتر زئر- هولمن، تنش نقطه ماکزیمم را افزایش می دهد. در واقع افزایش Z نیروی محرکه کم تری را برای وقوع فرآیندهای نرم شونگی و رقابت آن ها با کارسختی فراهم آورده و ایجاد شرایط مطلوب جهت وقوع پدیده تبلور مجدد دینامیکی را تسهیل می سازد.

۳- کاهش دمای تغییر شکل و افزایش نرخ کرنش باعث کاهش اندازه دانه های آستنیت می شود به طوریکه کم ترین مقدار متوسط اندازه دانه آستنیت اولیه برای فولاد مورد آزمون برابر ۲۲ میکرون در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و نرخ کرنش ۰/۱ بر ثانیه ( $s^{-1}$ ) و بیشترین مقدار برابر ۱۷۰ میکرون در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد و نرخ کرنش ۰/۰۰۱ بر ثانیه ( $s^{-1}$ ) حاصل شد.

۴- با توجه به نتایج ریزساختاری مناسب ترین دما جهت گرمایش فولاد میکروآلیاژی API X60، محدوده دمایی زیر ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد بوده و دماهای بالاتر موجب رشد اندازه دانه آستنیت می گردد. به بیان دیگر با کنترل رشد دانه های آستنیت اولیه و طراحی مناسب برنامه نوردی، امکان حصول خواص مکانیکی مطلوب فراهم می گردد.

#### ۵- مراجع

- ۱- دهقانی، ک. مومنی، ا. متالورژی عملیات ترمومکانیکی، جلد اول، انتشارات فدک ایساتیس، تهران ۱۳۸۶.
- 2- Humphreys, F. J. Hatherly, M, *Recrystallization and Related Annealing Phenomena*, Second Edition, Elsevier, 2004.





## نقش عملیات کلسیم دهی<sup>۱</sup> بر ترک ناشی از هیدروژن (HIC)<sup>۲</sup> در فولادهای خط لوله نورد گرم شده مناسب محیط ترش

ایمان برون

شرکت فولاد اکسین خوزستان

### چکیده

در این تحقیق تاثیر عملیات کلسیم دهی بر روی مقاومت فولادهای خط لوله در برابر ترک ناشی از هیدروژن مورد بازرسی قرار گرفت.

تست HIC در شرایط اسیدی طبق استاندارد NACE انجام شد و نتایج بدست آمده به وضوح ثابت کرد که مقاومت در برابر HIC به میزان زیادی به نسبت Ca/S حساس می باشد. صرف نظر از مقدار گوگرد، زمانیکه نسبت Ca/S زیر نسبت استوکیومتری باشد، HIC در وسط ضخامت فولاد رخ می دهد و این موضوع تا حد زیادی به تشکیل ناخالصی های CaS کروی با عملیات کلسیم دهی به جای ناخالصی MnS وابسته است زیرا ناخالصی های MnS به عنوان مکان های راه اندازی ترک عمل می کنند.

1- Calcium Treatment

2- Hydrogen Induced Cracking

## روش آزمایش

جدول شماره ۱ ترکیب شیمیایی فولادهای خط لوله مورد آزمایش را نشان می‌دهد. فولاد پایه دارای عناصر تشکیل دهنده رسوب مانند Ti و Nb می‌باشد. که مجموع این عناصر طبق استاندارد API نباید از مقدار ۰/۱۵ درصد تجاوز کند. برای بررسی نقش افزایش کلسیم در مقاومت در برابر HIC، کلسیم به فولادهای مورد آزمایش اضافه شد. فولادهای مورد آزمایش با استفاده از فرایند نورد ترمومکانیکال که شامل گرم کردن اسلب، نورد خشن و نورد نهایی است، تولید شده اند.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی فولادهای مورد آزمایش (درصد وزنی)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ti	Nb	Ca	N, ppm	Ca/S
A	0.059	0.16	1.02	0.013	0.0040	-	0.015	-	37	0
B	0.057	0.14	1.00	0.009	0.0046	-	0.017	-	31	0
C	0.058	0.16	1.00	0.011	0.0018	-	0.033	0.0023	49	1.28
D	0.051	0.16	1.12	0.012	0.0008	-	0.045	0.0021	36	2.63
E	0.064	0.18	1.54	0.018	0.0023	0.016	0.070	0.0019	58	0.83
F	0.073	0.19	1.56	0.014	0.0026	0.019	0.074	0.0020	50	0.77
G	0.066	0.23	1.62	0.013	0.0012	0.017	0.068	0.0017	46	1.42
H	0.055	0.21	1.60	0.013	0.0013	0.017	0.072	0.0029	32	2.23
I	0.062	0.20	1.57	0.012	0.0013	0.022	0.069	0.0023	24	1.77
J	0.054	0.23	1.62	0.016	0.0011	0.019	0.070	0.0021	19	1.91
K	0.067	0.21	1.54	0.012	0.0010	0.020	0.072	0.0017	34	1.70
L	0.058	0.21	1.55	0.013	0.0016	0.019	0.072	0.0028	42	1.75

برای فولاد نورد شده، تست HIC در شرایط اسیدی (PH=۲.۷±۰.۱) انجام شد که طی مدت زمان ۹۶ ساعت و طبق استاندارد NACE می‌باشد. بعد از تست HIC، ترک‌های HIC و سطح شکست HIC توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی مشاهده و بررسی شد. نمونه تست HIC جهت تایید تاثیر کلسیم اضافه شده، توسط دستگاه آلتراسونیک آنالیز شد. در ضمن رسوب و ناخالصی‌ها در سطح شکست به وسیله طیف سنج متفرق کننده انرژی (EDS) آنالیز شد.

## نتایج و بحث

شکل ۱ میکروساختار و شکل شکست در نمونه را بعد از تست HIC نشان می‌دهد. شکل ۱(a)، ترک‌هایی که در امتداد مرکز ضخامت نمونه تست شده، رخ داده اند را نشان می‌دهد. شکل ۱(b)، سختی و یکرز اندازه گیری شده در نزدیکی ناحیه ترک را نشان می‌دهد و به وضوح ثابت می‌کند که مقدار سختی در کناره ترک، به بالاترین مقدار خود می‌رسد. جدایش عناصر آلیاژی معمولاً در مرکز ضخامت اسلب به دلیل انجماد طی فرایند ریخته‌گری پیوسته رخ می‌دهد. طی فرایند نورد گرم این اسلب، فازهای سخت با سختی بالا در مرکز ضخامت محصول نهایی تغییر شکل می‌دهند که این کار به دلیل استحاله فازی رخ می‌دهد.

## مقدمه

ترک ناشی از هیدروژن به عنوان نوعی عیب در فولادهای خط لوله جهت انتقال گاز طبیعی و نفت شناخته می‌شود که علت آن قرار گرفتن در معرض محیط H<sub>2</sub>S می‌باشد. HIC به علت تردی هیدروژنی رخ می‌دهد که علت آن گیرافتادن یون‌های هیدروژن در عیوب ناشی از خوردگی فولاد در معرض H<sub>2</sub>S می‌باشد.

در چند سال اخیر به خاطر کاهش منابع گاز طبیعی شیرین، مصرف گاز ترش دارای H<sub>2</sub>S در حال افزایش است و تلاش‌های زیادی برای گسترش فولادهای با مقاومت بالا در برابر HIC در حال انجام می‌باشد. در این مقاله، درباره مطالعات اخیر در مورد مکانیسم HIC با در نظر گرفتن فاکتورهای متالورژیکی توضیح داده شده است. این مطالعات، نتایج مشابهی را پیشنهاد داده اند که یک میکروساختار فریتی سوزنی شکل<sup>۳</sup> بهترین و موثرترین روش برای جلوگیری از HIC می‌باشد و این روش به علت تاثیر فوق العاده فریت سوزنی در جلوگیری از گسترش ترک می‌باشد.

به طور خاص تعدادی از مقالات در مورد مکانیسم HIC بر روی تاثیر ناخالصی‌های غیرفلزی تمرکز کرده اند. Beidokhti و همکاران در مورد تاثیر میکروساختار و عناصر آلیاژی بر روی حساسیت HIC گزارش داده اند. افزودن عنصر Ti به تشکیل مقدار ناخالصی MnS کمک می‌کند که منجر به پراکندگی و ریز شدن ناخالصی‌های پایه Ti می‌شود و نتیجه آن افزایش مقاومت در برابر HIC می‌باشد.

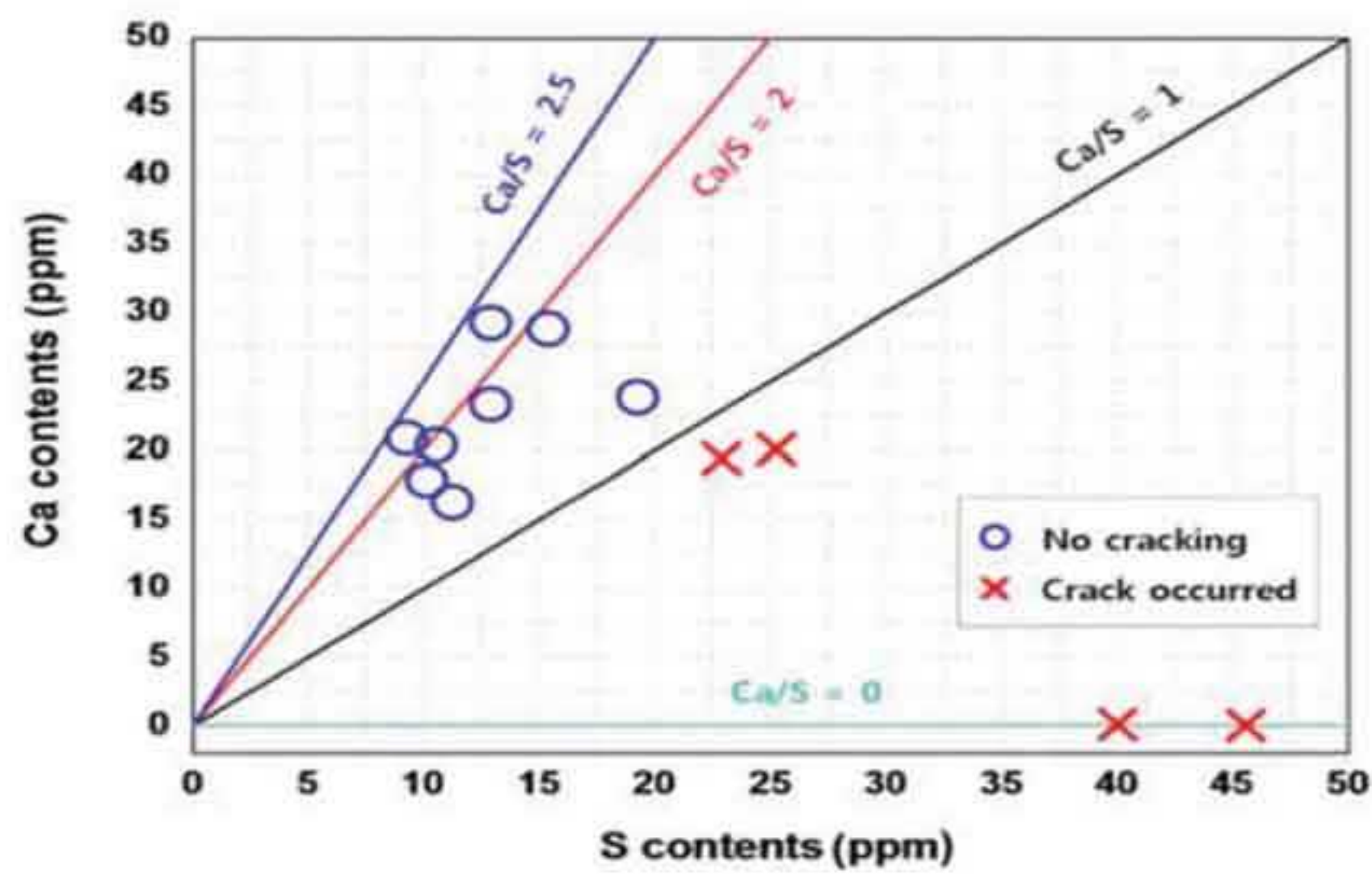
Domizzi و همکاران گزارش دادند که ناخالصی‌های سولفیدی کشیده شده می‌توانند به عنوان مکان‌های راه اندازی ترک در فولادهایی که بیش از ۵۰ ppm گوگرد دارند عمل کنند.

Jin و همکاران گزارش داده اند که در واقع HIC به صورت اولیه با ناخالصی‌های غنی شده Al و Si به جای ناخالصی‌های MnS کشیده شده، همراه است. در ضمن با وجود اینکه کلسیم به صورت وسیع جهت کنترل ناخالصی‌های MnS طی فرایند ساخت فولاد استفاده می‌شود، مطالعات کمی در این مورد انجام شده است. بنابراین هدف از مطالعه فعلی، بررسی اثر عملیات کلسیم دهی بر روی حساسیت HIC فولادهای خط لوله API در محیط ترش می‌باشد.

آنالیز شکست برای اثبات اینکه ذرات MnS کشیده شده و درشت (Nb, Ti)(C, N) به عنوان مکان‌های شروع ترک هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج تست HIC نشان می‌دهد که افزودن کلسیم، مقاومت در برابر ترک را بهبود می‌دهد و تأیید می‌کند که نسبت Ca/S، حساسیت به مقاومت در برابر HIC را بیشتر می‌کند. این تحقیق نشان می‌دهد که بین نسبت Ca/S و مقاومت در برابر HIC رابطه وجود دارد.

3- Acicular Ferrite Microstructure

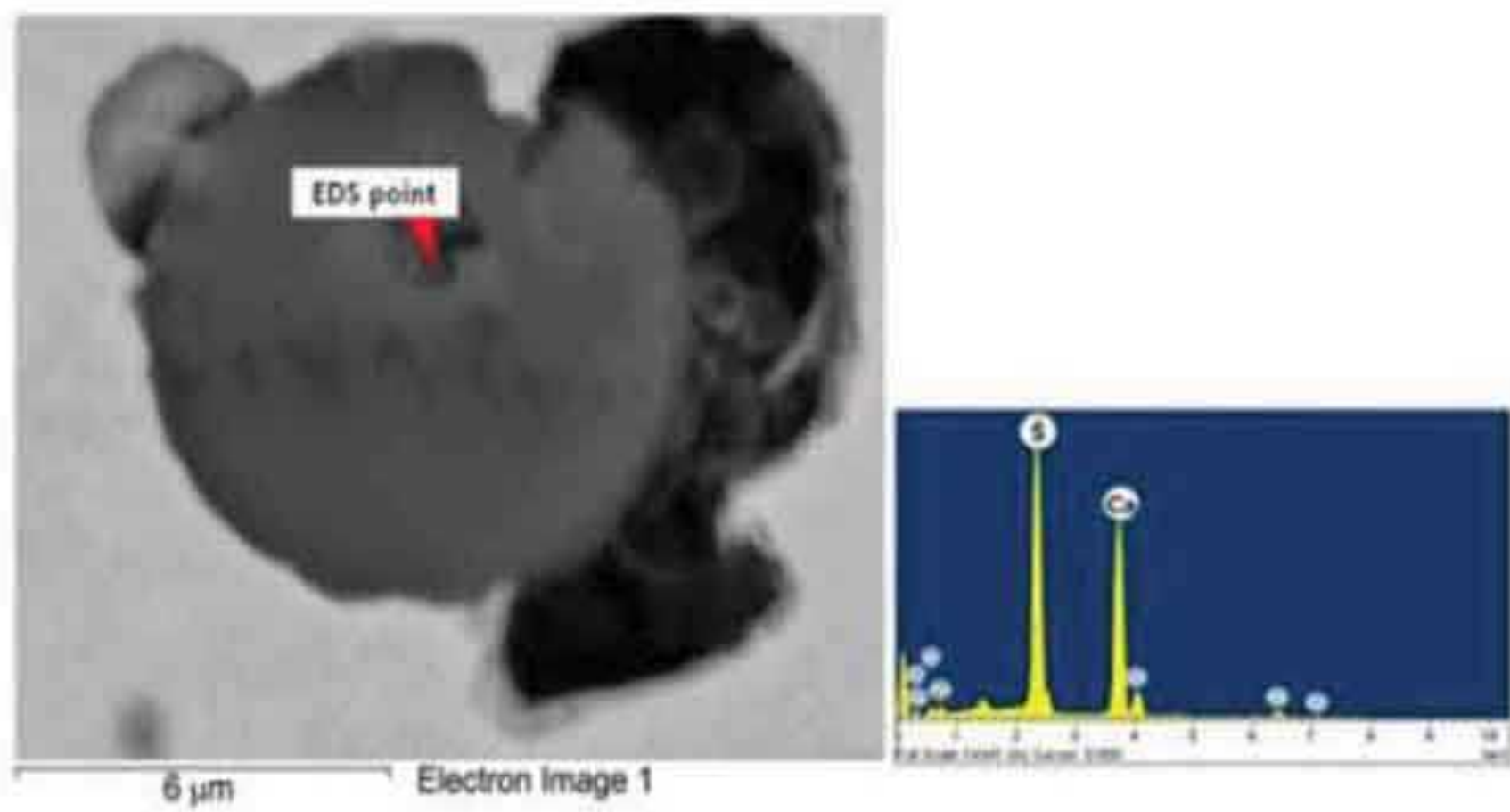




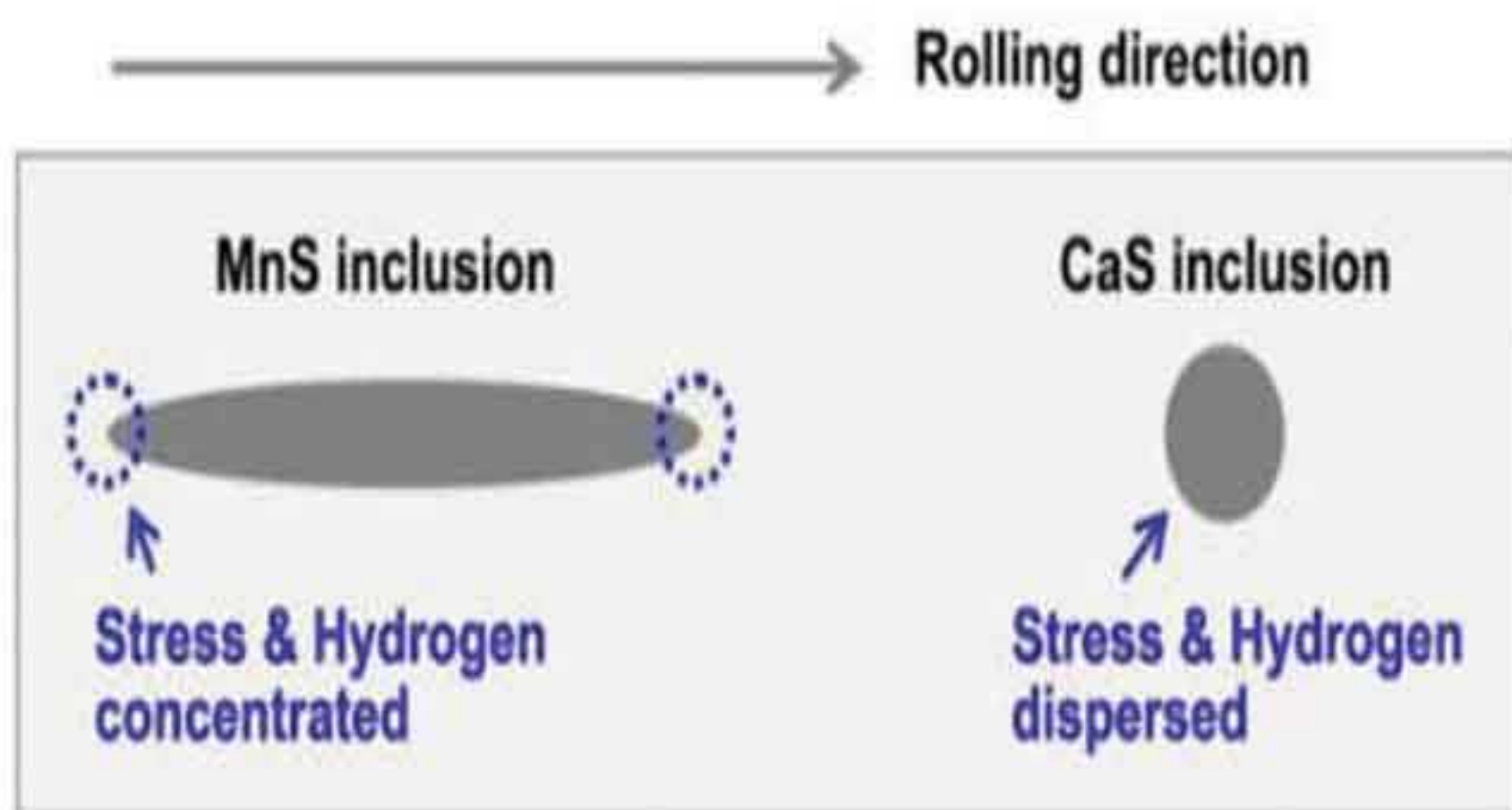
شکل ۲- تاثیر نسبت Ca/S بر روی حساسیت HIC فولادهای مورد آزمایش



شکل ۳- میزان وقوع HIC اسکن شده توسط دستگاه الکترونیکی؛  
(a) فولاد A و (b) فولاد H

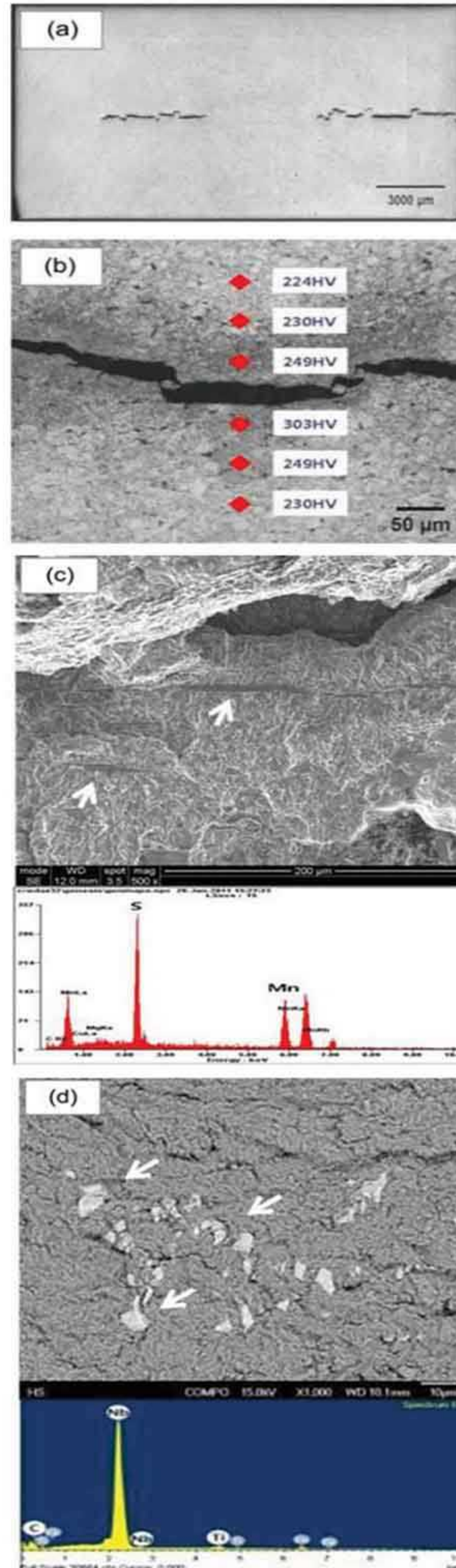


شکل ۴- میکروگراف SEM که ناخالصی CaS را در فولاد مورد آزمایش نشان می دهد.



شکل ۵- تصویر شماتیکی که مکانیسم وقوع HIC را نشان می دهد.

این موضوع به دلیل سختی بالاتر منطقه جدایش در مقایسه با منطقه غیر جدایش می باشد. Domizzi و همکاران، گزارش داده اند که فاز سخت مقاومت کمتری در مقابل HIC دارد بنابراین همانطور که در شکل ۱ (a) مشخص است، ترک در امتداد خط مرکزی رخ می دهد.



شکل ۱- شکست بعد از تست HIC میکروگراف نوری از سطح فولاد،  
(c) ناخالصی های کشیده شده (d) ذرات درشت (N,C)(Nb,Ti) MnS در سطح شکست

است به عنوان مکان های راه اندازی ترک عمل کنند و نتیجه آن تمرکز یون های هیدروژن می باشد. از آنجائیکه ناخالصی های کروی  $CaS$  باعث پراکندگی یون های هیدروژن و تنش می شوند بنابراین به منظور مقاومت در برابر HIC، موثر هستند. به علاوه اندازه ناخالصی ها نیز عامل مهمی در تعیین حساسیت به مقاومت در برابر HIC می باشد. تحقیقات گذشته نشان داد که نواحی و کسر حجمی بزرگتر ناخالصی ها در فولاد، باعث حساسیت بیشتر فولاد به HIC می شود. همانطور که در شکل ۱ (c) می توان دید، ناخالصی های  $MnS$  مشاهده شده در این مطالعه خیلی بزرگ هستند (با طول ۵۰ تا ۱۰۰ میکرومتر) و کسر حجمی آن ها نیز در مقایسه با ناخالصی های ریز  $CaS$  (با قطر ۵-۱۰ میکرومتر) خیلی بالاست. بنابراین ناخالصی های  $MnS$  مورد مطالعه بیشتر از ناخالصی های  $CaS$  مستعد به HIC هستند که علت آن تاثیر شکل، اندازه و کسر حجمی ناخالصی ها می باشد. این نتایج رابطه خیلی نزدیکی با فرایند فولاد سازی دارد. در مورد فولاد بدون کلسیم، جدایش  $Mn$  باعث ایجاد ناخالصی های درشت  $MnS$  می شود در حالیکه کلسیم اضافه شده از تشکیل ناخالصی های  $MnS$  جلوگیری می کند و تشکیل ناخالصی های  $CaS$  را ترغیب می کند.

### نتیجه گیری

در این مطالعه تاثیرات افزایش کلسیم و نسبت  $Ca/S$  بر روی مقاومت در برابر HIC مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش به وضوح ثابت می کند که تشکیل  $CaS$  به جای  $MnS$ ، با افزودن  $Ca$  جهت بهبود مقاومت در برابر HIC موثر خواهد بود و این موضوع به شدت به شکل ناخالصی بستگی دارد. به این صورت که ناخالصی های کروی  $CaS$  در به دام انداختن یون های هیدروژن موثر هستند. مانند اتم های هیدروژن در لبه ناخالصی های  $MnS$  تمرکز می کنند و به راحتی موجب ترک می شوند، در حالیکه آن ها بصورت همگن در اطراف ناخالصی های  $CaS$  توزیع شده اند، که نتیجه آن بهبود مقاومت در برابر HIC در مقایسه با ناخالصی های  $MnS$  می باشد. مقاومت در برابر HIC با افزایش نسبت  $Ca/S$  به بالاتر از ۱/۲۵ افزایش می یابد که این موضوع به نسبت استوکیومتری بین  $Ca$  و  $S$  بستگی دارد.

### منابع و مراجع

- 1- B. Beidokhti, A. Dolati, and A. H. Koukabi, Mater. Sci. Eng. A 507, 167 (2009).
- 2- G. Park, S. Koh, H. Jung, and K. Kim, Corros. Sci. 50, 1865 (2008).

شکل ۱ (c) و (d) سطح شکست بعد از تست HIC را نشان می دهد. همانطور که در شکل ۱ (c) می توان دید، ناخالصی های کشیده شده  $MnS$  در سطح شکست، پراکنده شده اند و سپس  $MnS$  در جهت نورد کشیده شده است. شکل ۱ (d) ذرات درشت غنی شده  $(Nb, Ti)(C, N)$  که بر روی سطح شکست توزیع شده اند را نشان می دهد. نتایج نشان داده شده در شکل ۱ (c) و (d) مشخص می کند که ناخالصی های کشیده شده  $MnS$  و ناخالصی های درشت پایه  $Nb$  می توانند به عنوان مکان های راه اندازی ترک، طی فرایند تست HIC عمل کنند که این موضوع به دلیل نفوذ یون های هیدروژن وابسته به گاز  $H_2S$  به داخل فولاد پایه و بهم رسیدن آن ها در فصل مشترک زمینه و ناخالصی می باشد و سپس ترک خوردگی بصورت تاول زدگی این تجمع یون های هیدروژن رخ می دهد. شکل ۲ و ۳ تاثیر افزودن کلسیم بر روی مقاومت در برابر HIC فولادهای مورد آزمایش را نشان می دهد. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، فولادهای مورد آزمایش دارای نسبت های مختلفی از  $Ca/S$  از مقادیر ۰ تا ۲/۶۳ با توجه به مقدار کلسیم هستند. شکل ۲ به وضوح بهبود مقاومت در برابر HIC را با افزایش نسبت  $Ca/S$  نشان می دهد که علت آن افزایش کلسیم بوده و به خصوص زمانی که نسبت  $Ca/S$  بیشتر از مقدار ۱/۲۸ شود ترک دیگر رخ نمی دهد که این موضوع به شدت به اختلاف وزن اتمی بین  $Ca$  و  $S$  بستگی دارد.

به طور کلی، کلسیم برای کنترل ناخالصی های  $MnS$  اضافه می شود و سپس  $CaS$  به جای  $MnS$  تشکیل می شود. در این مسیر، نسبت استوکیومتری  $Ca$  و  $S$  ۱/۲۵ می باشد و بدین معنی است که همه عناصر گوگرد اولیه به  $MnS$  تبدیل نمی شوند بلکه زمانی که نسبت  $Ca/S$  بالاتر از ۱/۲۵ می شود، تشکیل  $CaS$  می دهند.

همانطور که در شکل ۱ (c) مشخص است،  $MnS$  کشیده شده سبب کاهش مقاومت در برابر HIC می شود و بنابراین افزایش کلسیم باعث کاهش ناخالصی های  $MnS$  شده و با تشکیل  $CaS$  اثر مقاومت در برابر HIC را بهبود می بخشد. همچنین شکل ۳ اثر افزایش کلسیم را ثابت می کند. همانطور که شکل ۳ نشان می دهد نتایج اسکن الکترونیکی مشخص می کند که در نمونه های بدون کلسیم، ترک بصورت وسیع بعد از تست HIC به وجود آمده است. شکل ۴ یک میکروگراف SEM را نشان می دهد که ناخالصی های کروی  $CaS$  در فولادهای تحت آزمایش را نشان می دهد.

شکل ۵ نشان می دهد که برخلاف ناخالصی های  $MnS$  که بصورت بیضی کشیده شده هستند، ناخالصی های  $CaS$  بصورت کروی بوده که برای مقاومت در برابر HIC مفید می باشد. در مورد  $MnS$  کشیده شده، لبه های تیز ممکن



- 3- K.-T. Park, S. W. Hwang, J. H. Ji, and C. H. Lee, *Met. Mater.Int.* 17, 349 (2011).
- 4- L. Caballero, J. M. Atienza, and M. Elices, *Met. Mater. Int.*17, 899 (2011).
- 5- Y.-H. Lee, H. M. Lee, Y. I. Kim, and S.-H. Nahm, *Met.Mater. Int.* 17, 389 (2011).
- 6- J. Moon, C. Park, and S.-J. Kim, *Met. Mater. Int.* 18, 613.(2012)
- 7- J.-K. Kim, J.-S. Lee, and K.-Y. Kim, *Met. Mater. Int.* 18,619 (2012).
- 8- G. Domizzi, G. Anteriani, and G. Ovejero-García, *Corros.Sci.* 43, 325 (2001).
- 9- T. Y. Jin, Z. Y. Liuand, and Y. F. Cheng, *Int. J. HydrogenEnergy* 35, 8014 (2010).
- 10- L. Shi, J. Chen, and D. O. Northwood, *J. Mater. Eng.* 13,273 (1991).
- 11- S. W. Joo, J. D. Shin, D. K. Shin, S. H. Hong, J. S. Ki, J. I.Hwang, and B. D. You, *Korean J. Met. Mater.* 50, 753 (2012).
- 12- M.-K. Paek, J.-M. Jang, Y.-B. Kang, and J.-J. Park, *KoreanJ. Met. Mater.* 50, 116 (2012).
- 13- M.-K. Paek, W. K. Lee, J. N. Jin, J. M. Jang, and J. J. Park,*Korean J. Met. Mater.* 50, 45 (2012).
- 14- NACE Standard TM0284, TX: NACE International, Houston (2003).
- 15- S. W. Kim, S. S. Hwang, and Y. J. Lee, *Korean J. Met.Mater.* 50, 583 (2012).
- 16- W. Kim, H. Jung, G. Park, S. Kohand, and K. Kim, *Scripta Mater.* 62, 195 (2010).
- 17- C. D. Yim, Y. M. Kim, S. H. Park, and B. S. You, *Korean J.Met. Mater.* 50, 619 (2012).
- 18- F. Huang, J. Liu, Z. J. Deng, J. H. Cheng, Z. H. Lu, and X.G. Li, *Mater. Sci. Eng. A.* 527, 6997 (2010).





## واکاوی مدیریت بهینه پسماندهای واحد نورد فولاد (مطالعه موردی)

طالب نظری<sup>۱</sup>، بهزاد نعیم<sup>۲</sup>

۱- مدیر تحقیق و توسعه فولاد ظفر بناب

۲- مسئول واحد تعمیرات الکتروموتور فولاد ظفر بناب

### چکیده

صنایع فولاد یکی از بزرگترین گروه صنایع فعال در ایران می باشد. مهم ترین مشکلات زیست محیطی این صنعت، پسماندهایی است که طی فرایند فولادسازی تولید می شود. بنابراین شناسایی این پسماندها جهت جلوگیری از آسیب محیط زیست امری ضروری است. پس از بررسی های انجام شده در یک مجتمع نورد فولاد، نوع، منابع تولید و کیفیت مواد زاید در این واحدها شناسایی شد. عمده پسماندهای تولید شده در بخش نورد فولاد، پسماندهای فلزی حاصل از فرایندهای تولید، محصولات معیوب و رول های مستعمل، پوسته اکسیدی، غبار کوره پیشگرم، لجن صنعتی حاصل از تصفیه خانه واحد نورد و روغن های مستعمل واحد نورد مشخص گردید. بررسی کیفی پسماندها نشان از غلظت بالای آهن دارد که نشانگر قابلیت باز یافت پسماندها می باشد. همچنین راهکارهای مناسب نیز جهت کمینه سازی پسماندها در واحدهای مختلف نورد فولاد پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی: پسماند صنعتی، نورد فولاد، مدیریت پسماند، فلزات سنگین

در این راستا این مقاله بصورت موردی به بررسی وضعیت و شناسایی پسماندهای تولید شده در واحد نورد فولاد یک مجتمع فولاد در استان گیلان پرداخته و گزینه های مدیریتی این پسماندها را بررسی نموده است.

### روش تحقیق

پسماندهای عمده فرایند نورد فولاد به صورت زیر می باشد که در ادامه هرکدام روش های بازیابی مستعمل در کشور بررسی شده است.

الف) پوسته اکسیدی: در فرآیندهای ریخته گری و اصلاح تختال تا نورد ورق از سطح محصول در دمای بالا جدا می شود. در فرآیند نورد گرم شمشهای فولادی، حدود ۲٪ از فولاد نورد شده به صورت پوسته های اکسیدی ضایعاتی از خط تولید خارج می گردد. بازیافت این پوسته ها می تواند از جنبه های اقتصادی حائز اهمیت باشد. یکی از روش های بازیافت پوسته ها، احیای آن ها به کمک عوامل احیا کننده می باشد. عوامل احیا کننده شامل (ذغال سنگ، کک و گرافیت) در یک بستر ثابت و در دمای معین تحت عملیات احیا قرار گرفته است. تاثیر پارامترهایی چون دما (T)، اندازه ذرات ماده احیا کننده (D)، نسبت ذغال به پوسته (M)، اکسید شدن پوسته ها قبل از احیا و نوع احیا کننده بر درجه احیا، مورد ارزیابی واقع شده است. پوسته اکسید آهن بطور معمول شامل مگنتیت  $Fe_3O_4$  دارای رنگ آبی- خاکستری یارنگ استیل است و دارای یک پوسته نازک خارجی از هماتیت  $Fe_2O_3$  بوده که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نمی باشد. بخش درونی مگنتیت حاوی دانه های فلزی و گاهی اوقات باقیمانده  $FeO$  سیاه رنگ است که منجر می شود فلز سخت تر شود. پوسته اکسید در تولید تمامی محصولات فولاد در روش نورد گرم یافت می شود، مگر اینکه مثل ورق های گالوانیزه در کوره های محافظ دار عمل ذوب آهن را انجام دهند. در درجه حرارت بالای کوره ها در نورد گرم، یک لایه از  $FeO$  و  $Wustite$  مابین فولاد و مگنتیت وجود دارد. در دماهای بالا، ۸۵٪ از ضخامت پوسته اکسید متشکل از  $FeO$ ، حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد آن  $Fe_3O_4$  و ۵ تا ۲۰ درصد آن  $Fe_2O_3$  می باشد. در حین سرد شدن آهسته (در دمای کمتر از ۱۰۴۰ درجه سانتی گراد) از نورد گرم در چرخش نوار کوره ای بیشتر  $FeO$  موجود در آن به  $Fe_3O_4$  تبدیل می گردد و پس از سرد شدن کامل فلز اکسید آهن ۲ بیشترین مقدار را دارا می باشد.

ب) پسماندهای فلزی و قطعات فلزی مستعمل: این نوع از پسماندها از اسقاط شدن و تصحیح قطعات فلزی و یا از کارافتادگی قطعات و تجهیزات فلزی بدست می آید.

### مقدمه

تولید فولاد به صورت کاهش شیمیایی سنگ آهن یا یک فرایند کاهش مستقیم تعریف می شود. در فرآیند تولید فولاد به صورت متعارف، آهن حاصل از کوره بلند در BOF به فولاد تبدیل می شود. همچنین فولاد می تواند در کوره قوس الکتریکی از قراضه های فولاد و در برخی موارد، از کاهش مستقیم آهن ساخته شود. در تکنولوژی جدید، فولاد به طور مستقیم از سنگ آهن تولید می شود (۱). بر اساس جدیدترین آمار منتشر شده انجمن جهانی فولاد، ایران در سال ۲۰۱۳ پانزده میلیون و چهارصد هزار تن فولاد خام تولید کرده که این رقم در سال ۲۰۱۲ برابر چهارده میلیون و پانصد هزار تن بوده و بنابراین تولید ۶/۲ درصد رشد داشته است که با این تناژ تولید، ایران در رتبه ۱۵ تولیدکنندگان فولاد قرار دارد. فولاد در ایران به صورت ۹۸۶٪ با استفاده از کوره قوس الکتریکی تولید می شود (شکل ۱).



شکل ۱- تولید فولاد خام در ایران بر اساس فرآیند تولید

انواع پسماندهای جامد صنعت فولاد شامل غبار کک، سرباره کوره اکسیژنی، سرباره کوره ذوب فولاد، پوسته نورد، قراضه، لجن روغنی، خاکستر بادی، لجن اسیدی و پسماندهای مواد نسوز می باشد (۳). دیپوی پسماند جامد در فضای باز و دفن در زمین باعث ایجاد آلودگی زیست محیطی به صورت غبار و شیرابه به همراه بار مالی می شود. علاوه بر این، کمبود زمین برای دیپوی پسماند جامد به واسطه رشد بی رویه جمعیت نیز بر این معضل افزوده است. بنابراین راهکار عمده بر استفاده مجدد از این پسماندهای جامد می باشد (۴). سیستم جامع مدیریت پسماند کلیه فعالیت های مرتبط با کمینه سازی تولید، جمع آوری، نگهداری موقت، و در نهایت بازیافت و استفاده مجدد یا دفع ضایعات را در برمی گیرد. در دیدگاه مبتنی بر توسعه پایدار، هدف اولیه در برنامه مدیریت، به حداقل رساندن تولید پسماند از طریق اصلاح روش ها و فرآیند صنعتی است و در مرحله دوم باید امکان بازیافت یا استفاده مجدد از ضایعات مدنظر قرار گیرد. در هر فرآیند صنعتی همواره با دسته ای از ضایعات مواجه خواهیم بود که امکان حذف یا بازیافت آن ها وجود ندارد و باید با روش های اصولی نسبت به دفع آن ها اقدام نمود.

(DRI) به دست آمده از این طریق در حدود ۱/۵ برابر استحکام سنگ آهن زینتر شده باشد. (۶)

ه گرد و غبار: منبع اصلی آلاینده های هوای واحد نورد کوره پیشگرم است که برای گرم کردن شمش های فولاد به منظور نورد، مورد استفاده قرار می گیرد. خروجی های کوره پیشگرم شامل گازهای  $CO_2$ ,  $SO_x$ ,  $NO_x$  و ذرات معلق هستند که برای گاز طبیعی نسبت به سایر سوخت ها نسبتاً کمتر می باشد. با توجه به اینکه سوخت این کارخانه گاز طبیعی بوده توصیه می شود یک سیستم تهویه و هواکش به منظور حذف گرد و غبار موجود در آن واحد نصب گردد. با بررسی کلی پسماندهای بدست آمده و مطابق جدول ۱ طبقه بندی پسماندهای ویژه و مخاطره آمیز بر اساس فهرست طبقه بندی کنوانسیون بازل و قانون RCRA انجام شد. طبق کد بندی بازل؛ ۱۰ مورد کد Y و ۵ مورد کد H را دریافت نموده اند و براساس قانون RCRA، ۸ مورد از پسماندها در رده سمی، ۱ مورد خورنده، ۴ مورد اشتعال زا و ۳ مورد واکنش پذیر بودند.

طبق جدول ۴ کد Y، ۵۵٪ سماندها، کد B، ۳۳٪ و کد A و کد H هر کدام ۲۲٪ پسماندهای مخاطره آمیز را به خود اختصاص داده اند. (جدول ۱)

جدول ۱- طبقه بندی انواع پسماندهای صنعتی مخاطره آمیز بر اساس قانون حفاظت و بازیافت منابع RCRA و کنوانسیون بازل

محل تولید	میزان تولید	کد بازل	قانون RCRA				نوع پسماند
			واکنش پذیری	اشتعال زا	خورنده	سمی	
			R	I	C	T	
لجن استخراجی اشغال گیر	۵۰۰ تن در ماه	Y9 و Y18 و B1230					
لجن استخراجی API و زلال ساز	۲۰۰ تن در سال	Y9 و Y18	*	*	*	*	
روغن و گریس مستهلک	۰/۲ تن ماهانه	Y9	*	*	*	*	
ضایعات نسوز	جزئی کوره	B1030					
پشم شیشه مستهلک	۰/۴ تن سالانه	A2010					
ضایعات رنگ کاری	جزئی کارگاه رنگ کاری	Y11 و Y12 و H12	*	*	*	*	
لامپ کم مصرف	جزئی قسمت های مختلف	A1030					
دستمال تطهیر روغنی	۰/۲ تن در ماه	Y18	*	*	*	*	
باتری های مستعمل	جزئی اتوماسیون و کل واحدها	Y11 و A1150 و H12	*	*	*	*	
ضایعات درمان	۵ کیلوگرم در ماه	Y1 و Y3 و H6.2	*	*	*	*	
روغن مستعمل	۱۶ تن در دو سال	Y18, H12 و A3020	*	*	*	*	
پوسته اکسید شمش	۱۵ تن در ماه	B1230					
لجن های تصفیه بیولوژیک	۰/۲ تن در ماه	Y18, H12 و H6.2	*	*	*	*	
ضایعات سرفیجی	۸۵ تن	B1					
سباب آب و صابون	۲۰۰ لیتر در ماه	A4060	*	*	*	*	
براده های سنگ زنی و فرزکاری	جزئی	B1020					
پتن خرد شده	۲ تن ماهانه	B2040					
ظروف خالی مواد شیمیایی	جزئی	Y34	*	*	*	*	

## نتیجه گیری

مقاله حاضر با هدف ارائه راهکار مناسب جهت پایش و مدیریت پسماندهای صنایع فولاد (واحد نورد) انجام گردید. عمده پسماندهای تولید شده در واحد نورد، پسماندهای فلزی حاصل از فرآیندهای تولید و همچنین محصولات معیوب و

قطعات مستعمل و تعمیراتی نیز جز پسماندهای فلزی محسوب می گردد. قراضه ها از واحدهای نورد گرم و نورد سرد کارخانه ایجاد می شود. این پسماندها حاصل فرآیند کوتاه کردن، لبه بری و رفع نقص های هندسی می باشد. تسمه ها و قطعات تولید شده نامناسب نیز به عنوان پسماند جمع آوری می شوند. همه بقایای آهنی تمیز مثل سر شمش ها (سر قیچی ها)، پوسته های درشت، پینه ها و محصولات معیوب می توانند به آسانی به عنوان قراضه با فرایندهای متالورژیکی بازیابی شوند. این قراضه ها به دلیل کم بودن رطوبت، اکسیدها و دیگر آلودگی هایش جز مطلوب ترین قراضه ها طبقه بندی می شوند. لذا گزینه برگشت به فرآیند ذوب کارخانه پیشنهاد و عملاً از لیست پسماندها خارج می شود. پسماندهای حاصل فرآیندهای آماده سازی سطح و شستشوی اکسیدهای سطوح قطعات فولاد به صورت پوسته های روغنی بدون روغن می باشند. بسته به مقدار روغن موجود در پوسته ها، فرایند می تواند ساده یا مشکل باشد. اگر مقدار روغن به میزان کافی پایین باشد (کمتر از حدود ۱/۵٪)، پوسته اکسیدی می تواند مستقیماً توسط فرایندهای متالورژیکی بازیابی شود. (۵)

ج) روغن و گریس مستعمل: از جمله سایر پسماندهای تولید شده در کارخانه فولاد، روغن های ضایعاتی است. روغن های ضایعاتی معمولاً از روغنکاری استند ها، رول ها و ... بدست می آیند. همچنین در واحدهای نورد سرد روغن به عنوان عمل کاهنده اصطکاک و افزایش کارایی دستگاه نورد استفاده می شود. روغن هایی که به مواد زائد خطرناک آلوده می شوند، حکم ماده زائد خطرناک را پیدا می کنند. در بسیاری از موارد این گونه روغن ها قابلیت بازیابی داشته و انجام این کار اقتصادی تر از انتقال و دفع آن ها در خارج از کارخانه خواهد بود. د) لجن های صنعتی: این لجن ها از بستر تغلیظ لجن تصفیه خانه پساب صنعتی در کارخانه تخلیه شده و ۹۵٪ ترکیبات آن از آهن می باشد. این لجن که حاوی اکسید آهن است به دلیل تماس با آب و روغن و اکسید شدن مواد، به طور مستقیم قابل استفاده نمی باشد. در راستای استفاده بهینه از ضایعات و تولید اقتصادی با جمع آوری گرد و غبار، لجن و پوسته های اکسیدی، آهن اسفنجی به روش RHF تولید می شود. مواد ورودی این واحد از غبارات، لجن ها و پوسته های اکسیدی حاصل از تولید محصولات فولاد تشکیل شده به منزله کاهش آلودگی و تولید اقتصادی در کارخانه های فولادسازی پیشرفته جهان به کار می رود و ضایعات و مواد ورودی پس از مخلوط شدن با کربن در مسیر فرآیند تولید کلوخه، تبدیل به گندله یا بریکت گشته و پس از عبور از کوره خشک کن به منظور افزایش استحکام آن وارد کوره RHF شده و عملیات احیا صورت می گیرد. استحکام آهن اسفنجی

تعمیراتی، پوسته اکسیدی، غبار کوره، لجن صنعتی، روغن های مستعمل و ضایعات مواد نسوز مشخص و کمیت آن براساس هر واحد تن فولاد و تولید سالیانه تعیین گردید. پس از بررسی های به عمل آمده، توصیه های زیر پیشنهاد می گردد: غبار، لجن صنعتی و پوسته های اکسیدی به دلیل محتوای بالای آهن قابلیت تبدیل شدن به آهن اسفنجی با کیفیت را دارند. پسماندهای فلزی حاصل از فرآیندهای تولید و همچنین محصولات معیوب خط تولید نیز می تواند به آسانی به عنوان قراضه وارد فرآیند ذوب و متالورژیکی شود. روغن های مستعمل نیز به صنایع مربوطه فروخته شود.

### مراجع

- 1- Watari H, Davey K, Rasgado MT, Haga T, Izawa S. (2004), Semi-solid manufacturing process of magnesium alloys by twin-roll casting. *Journal of Materials Processing Technology*, 155:1662-1667.
- 2- World steel in figures 2014, (2014), World Steel Association, <http://www.worldsteel.org>.
- 3- Metin E, Eröztürk A, Neyim C. (2003), Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*, 23(5):425-432.
- 4- Sarkar S, Mazumder D. (2015), Solid Waste Management in Steel Industry Challenges and Opportunities. *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*, 9(3):972-975.
- 5- Pappu A, Saxena M, Asolekar SR. (2007), Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. *Building and Environment*, (6):2311-2320.
- 6- She XF, Wang JS, Xue QG, Ding YG, Zhang SS, Dong JJ, et al. (2011), Basic properties of steel plant dust and technological properties of direct reduction. *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials*, 18(3):277-284.
- 7- Cheremisinoff NP. (2003), Handbook of solid waste management and waste minimization technologies. Butterworth-Heinemann. Elsevier Science.





## شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان با روش AHP فازی و ارائه راهکارهای عملیاتی

آرش آرپناهی، علیرضا حاجی پور، کیوان دشت بزرگی  
شرکت فولاد اکسین خوزستان

### چکیده

در ابتدا با مطالعه در تحقیقات گذشته و طی بررسی های پیمایشی عوامل مؤثر بر ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان شناسایی گردید و سپس به توصیف و بررسی این عوامل پرداخته شد. جامعه آماری این تحقیق، مدیران و کارشناسان و خبرگان حوزه بازاریابی و آگاه به سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان می باشد. ۱۵ نفر از این افراد به روش غیر احتمالی قضاوتی جهت پاسخ به پرسشنامه پژوهش انتخاب گردید. در روش های تحلیل آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد که شامل آزمون نرمال بودن داده ها و آزمون t برای گروه های مستقل بود. همچنین برای رتبه بندی عوامل از تکنیک AHP فازی و نرم افزار Expert choice استفاده گردید. در این پژوهش ۲۹ عامل به عنوان عوامل اثرگذار در ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان شناسایی شد و براساس نتایج تحلیل عاملی اکتشافی در چهار گروه، دسته بندی شدند. بدین ترتیب چهار متغیر استراتژی های آمیخته بازاریابی (با ۱۴ گویه)، ویژگی های سازمانی (با ۶ گویه)، عوامل محیطی (با ۵ گویه) و آشفستگی و شدت رقابت در بازار (با ۴ گویه) به عنوان متغیرهای مؤثر شناسایی شدند. نتایج حاصل از تحلیل نظرات خبرگان به روش ای اچ پی فازی نشان داد که از چهار متغیر شناسایی شده، ویژگی های سازمانی دارای اولویت اول، شدت رقابت در بازار اولویت دوم، عوامل محیطی اولویت سوم و استراتژی های آمیخته بازاریابی اولویت چهارم را داشتند.

واژگان کلیدی: سهم بازار، اولویت بندی، روش فازی، فولاد اکسین خوزستان.

## ۴- روش تحقیق

جامعه آماری این تحقیق مدیران و کارشناسان و خبرگان حوزه بازاریابی و آگاه به سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان می باشد. ۱۵ نفر از این افراد به روش غیراحتمالی قضاوتی جهت پاسخ به پرسشنامه پژوهش انتخاب گردید. در روش های تحلیل آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد که شامل آزمون نرمال بودن داده ها و آزمون t برای گروه های مستقل بود. همچنین برای رتبه بندی عوامل از تکنیک AHP فازی و نرم افزار Expert choice استفاده می شود. در این پژوهش ۲۹ عامل براساس نتایج تحلیل عاملی اکتشافی به عنوان عوامل اثرگذار در ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین شناسایی شد. متغیرهای شناسایی شده توسط محقق عبارتند از:

جدول ۱- دسته بندی عوامل موثر در سهم بازار

متغیرها	شماره	شرح سوال
استراتژی آمیخته بازاریابی (دسته اول)	۱	نوع محصول
	۲	استاندارد سازی محصولات
	۳	بهبود کیفیت محصول
	۴	تنوع در تولید
	۵	بهای تمام شده محصول
	۶	نوسانات قیمت در بازار جهانی
	۷	استراتژی کانال توزیع
	۸	تغییر روش از شیوه سنتی به صنعتی
	۹	وجود تجهیزات و امکانات انبارداری
	۱۰	بهبود سیستم حمل نقل زمین، هوایی و دریایی
ویژگی های سازمانی (دسته دوم)	۱۱	هزینه تبلیغات
	۱۲	حضور در نمایشگاه های تخصصی، داخلی و بین المللی
	۱۳	مخارج تحقیق و توسعه
	۱۴	ارزش ویژه برند
	۱۵	اندازه شرکت
	۱۶	تعهد و کارآمدی مدیریت
	۱۷	تجربه و تخصص شرکت در بازارهای داخلی و صادراتی
	۱۸	منابع سازمانی
	۱۹	ساختار سازمان
	۲۰	سودآوری شرکت
عوامل محیطی (دسته سوم)	۲۱	تعرفه های گمرکی
	۲۲	جذابیت بازار هدف
	۲۳	موانع صادراتی
	۲۴	حمایت دولت (مالی و غیرمالی)
	۲۵	سیاست های ارزی کشور
پویایی و شدت رقابت در بازار (دسته چهارم)	۲۶	میزان تغییرات در تکنولوژی محصولات
	۲۷	شدت رقابت در بازار
	۲۸	اندازه بازار
	۲۹	توانمندی، منابع و وضعیت رقبا در بازار

## ۵- نتایج

پس از جمع آوری نظرات خبرگان ابتدا تبدیل به اعداد فازی شده و سپس براساس روش گوگوس و بوچر نرخ سازگاری

## ۱- مقدمه

در دهه های اخیر و در عصر گسترش روز افزون جهانی شدن، با توجه به گسترش رقابت بین بنگاه ها و اتخاذ استراتژی های مناسب برای کسب سهم بازاری بیشتر و در نتیجه سودآوری بیشتر بنگاه ها، مطالعات تجربی گسترده ای در حوزه ادبیات اقتصاد صنعتی و در خصوص بررسی عوامل تعیین کننده سهم بازاری بنگاه ها انجام شده است. در مطالعات سازماندهی صنعتی نیز که به عنوان یکی از شاخه های علم اقتصاد به بررسی رفتار و سیاست گذاری های اقتصادی بنگاه ها در بازار می پردازد، سهم بازار و رشد آن به عنوان شاخص های مهم عملکردی شرکت شناخته شده اند و اگر هدف مطلوب شرکت ها کسب سهم بازار بیشتر باشد می بایست عوامل موثر بر آن را شناسایی و ارتقاء دهند.

## ۲- پیشینه

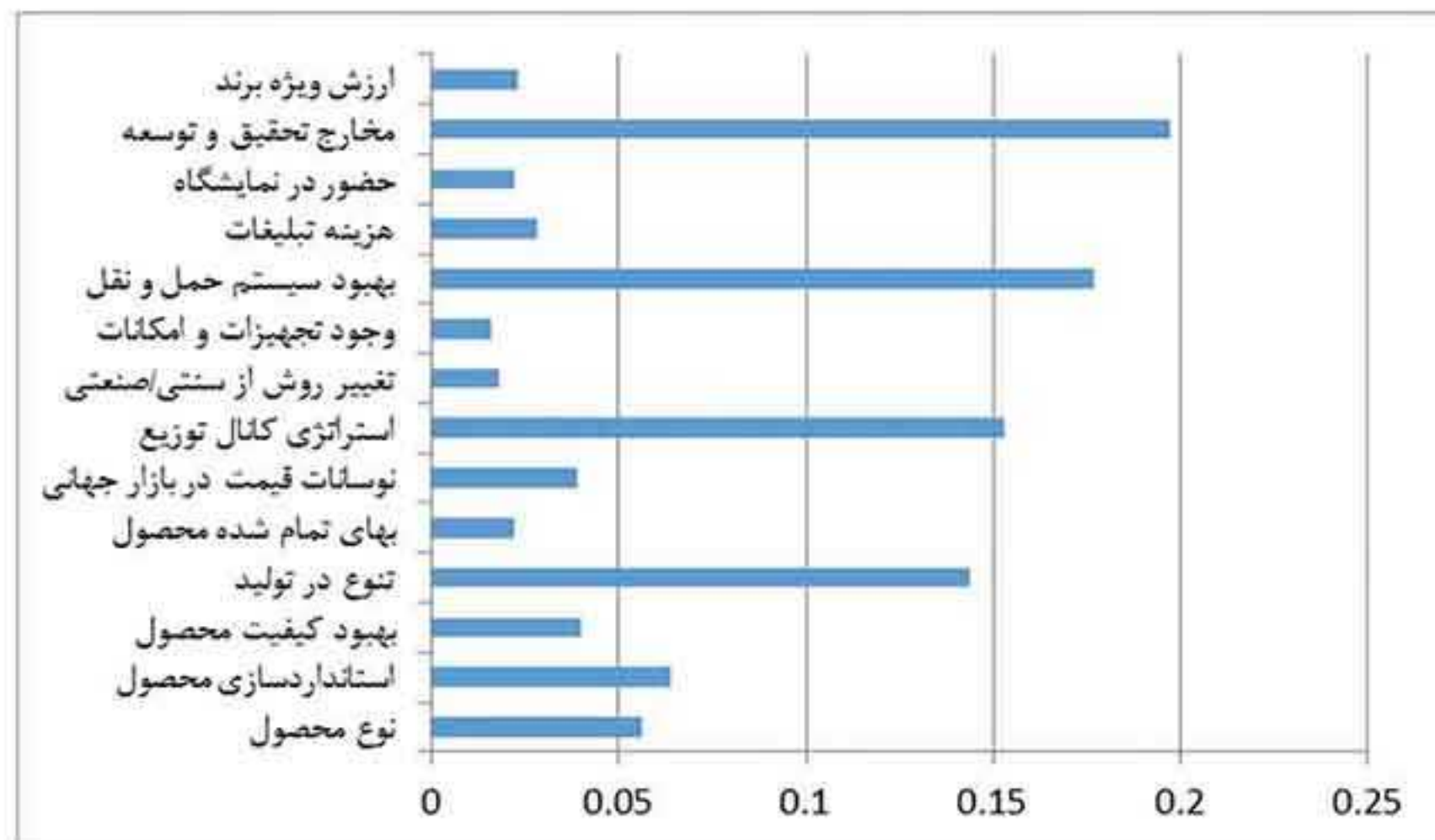
مشتاق خراسانی و همکاران، در تحقیق خود تحت عنوان "آمیخته ترفیع یکی از عوامل تاثیرگذار بر سهم بازار" به بررسی تاثیر آمیخته بازاریابی (4p) بر متغیر سهم بازار می پردازند. بازاریاب ها با استفاده از ابزارهای گوناگون می کوشند واکنش هایی که بازارهای مورد هدفشان نشان خواهند داد را شناسایی کنند. این ابزارها در مجموع یک آمیخته بازاریابی به وجود می آورند [۲].

دهقانی در تحقیق خود تحت عنوان، "بررسی عوامل موثر بر سهم بازار، مطالعه موردی صنایع بزرگ مواد غذایی و آشامیدنی ایران" به بررسی تاثیر سودآوری، هزینه های تحقیق و توسعه، درجه تمرکز بازار و تبلیغات بر سهم بازار در بنگاه های بزرگ تولیدی مواد غذایی و آشامیدنی ایران پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق گویای آن است که: کسب سهم بازار بنگاه های بزرگ تولیدی مواد غذایی و آشامیدنی به متغیر سودآوری بیشتر بوده و متغیرهای هزینه های تبلیغات، هزینه های تحقیق و توسعه و درجه تمرکز بازار نیز دارای تاثیر مثبت و معنی دار بر سهم بازار این صنایع می باشند [۱].

## ۳- مفاهیم نظری

سهم بازار: سهم بازار به عنوان یکی از اهداف و معیارهای مهم عملکرد تجاری یک شرکت قلمداد می گردد و عبارت است از حجم کل محصولات که با یک نام تجاری به فروش می رسند. سهم بازار در دو مفهوم مطلق و نسبی قابل تعریف است. سهم بازار مطلق مربوط به یک صنعت است و سهم بازار نسبی حاصل تقسیم سهم بازار رقیب کوچکتر بر بزرگترین رقیب است [۳].

نمودار ۵- رتبه‌بندی زیرمعیارهای استراتژی آمیخته بازاریابی



## ۶- مراجع

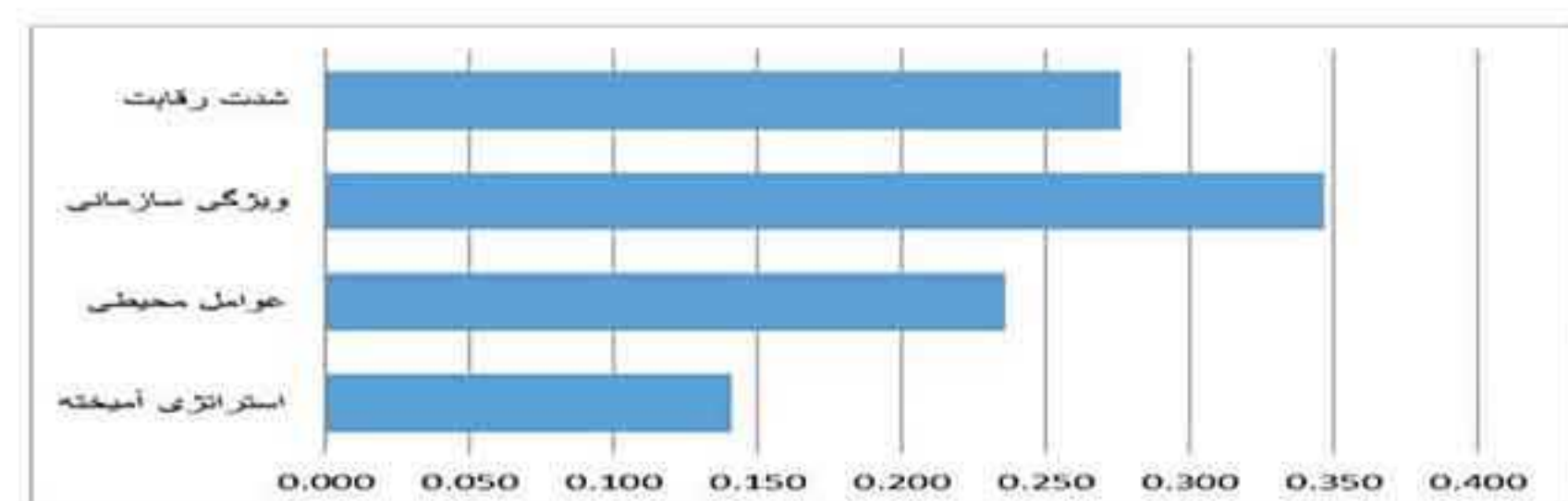
- دهقانی علی، ۱۳۹۳، "بررسی عوامل مؤثر بر سهم بازار، مطالعه موردی صنایع بزرگ مواد غذایی و آشامیدنی ایران" نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی - جلد ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، ص ۲۶۰.
- مشتاق خراسانی حسین، ۱۳۹۳، "آمیخته ترفیع یکی از عوامل تاثیرگذار بر سهم بازار"
- آبایی معصومه، ۱۳۹۲، "بررسی تاثیر ارزش ویژه برند بر سهم بازار شرکت بیمه ایران"
- حکمتی صمد، ۱۳۹۱، "بررسی عوامل مؤثر بر سهم بازار صنایع ایران" بررسی صنایع چهاررقمی ایران
- اصغریپور حسین، ۱۳۹۱، "رابطه تاثیر نوآوری بر سهم بازار در صنایع نساجی، چرم و پوشاک ایران" فصلنامه علمی، پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال اول، شماره ۱، بهار ۹۱، صفحات ۶۳-۹۷
- گل پرور فاطمه، ۱۳۸۹، "بررسی عوامل مؤثر بر توسعه سهم بازار محصولات شرکت تجهیزات ایمنی راه ها"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور واحد کرج.
- ادیب زاده هدا، ۱۳۸۹، "شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر توسعه سهم بازار صنعت تابلوهای برق"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور واحد کرج، گروه مدیریت.
- احمدپور احمد، ۱۳۹۰، "بررسی اثر شاخص های اصلی مالی و اقتصادی بر سودآوری"، نشریه بررسی های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۸، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۰، ص ۱-۱۴.

جدول ادغام شده حاصل از پرسشنامه‌های مقایسه زوجی محاسبه گردید. در نهایت برای رتبه‌بندی (اولویت‌بندی) عوامل مؤثر بر ارتقاء سهم بازار فولاد اکسین خوزستان، به بررسی درجه ارجحیت و نرمال سازی عوامل و محاسبه وزن عوامل مربوطه پرداخته شده است.

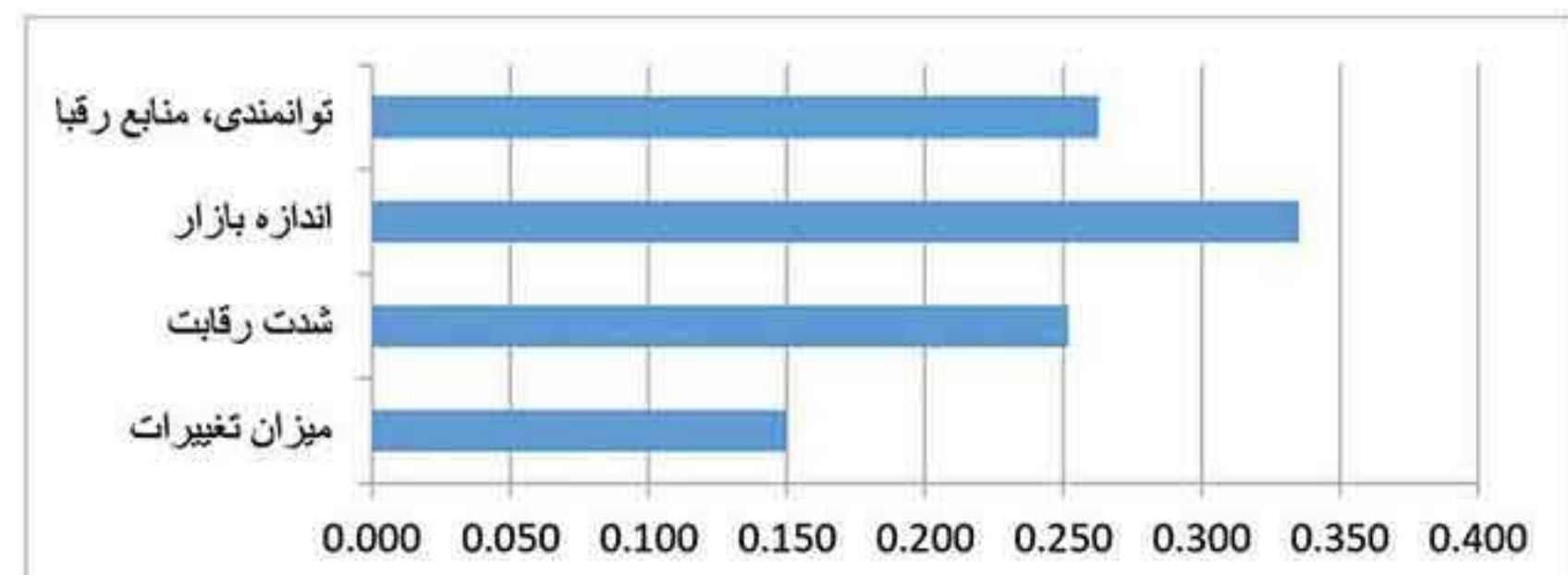
جدول ۲- رتبه بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء سهم بازار فولاد اکسین

رتبه بندی	وزن نرمال	وزن قطعی	عوامل
۴	0.141	0.14582077	استراتژی آمیخته بازاریابی
۳	0.236	0.243398201	عوامل محیطی
۱	0.347	0.357873292	ویژگی های سازمانی
۲	0.276	0.284788899	شدت رقابت در بازار
	∑1	∑ 1.031881162	جمع

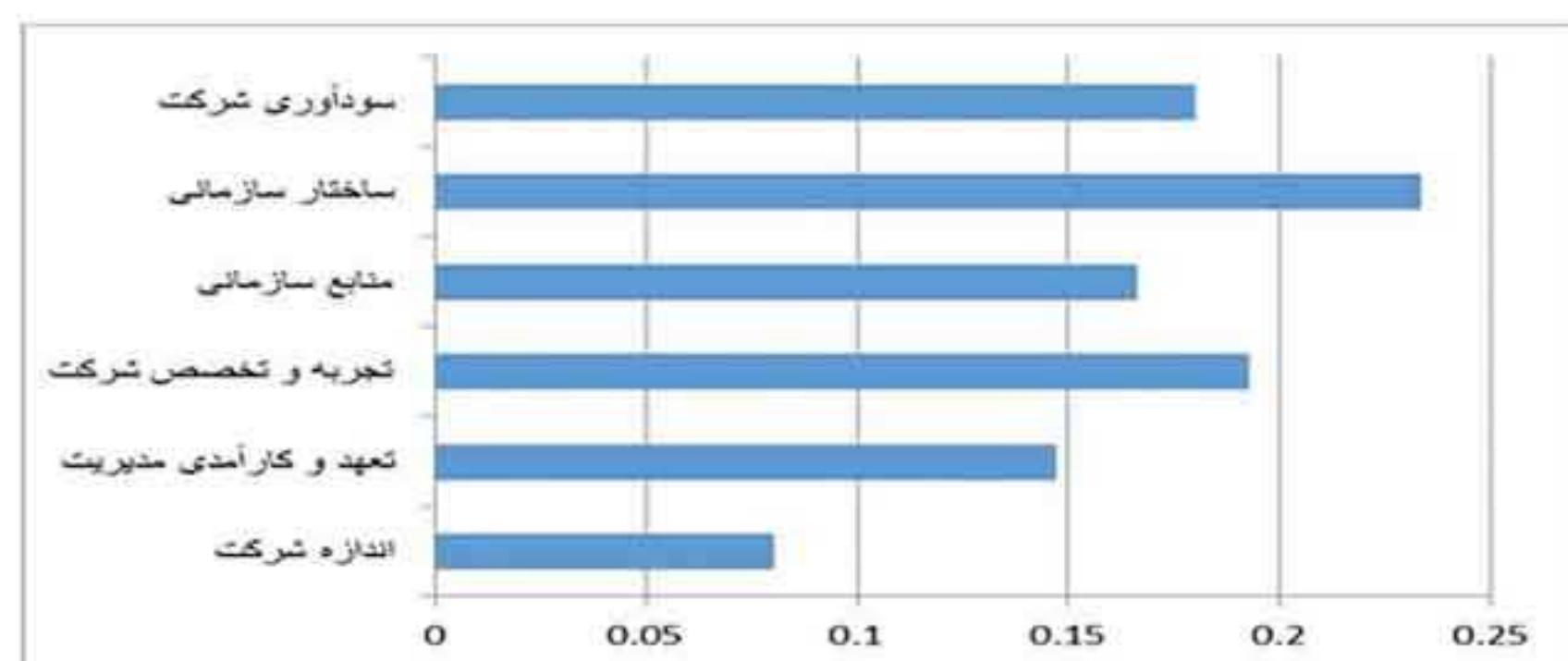
نمودار ۱- رتبه بندی عوامل مؤثر بر ارتقاء سهم بازار فولاد اکسین خوزستان



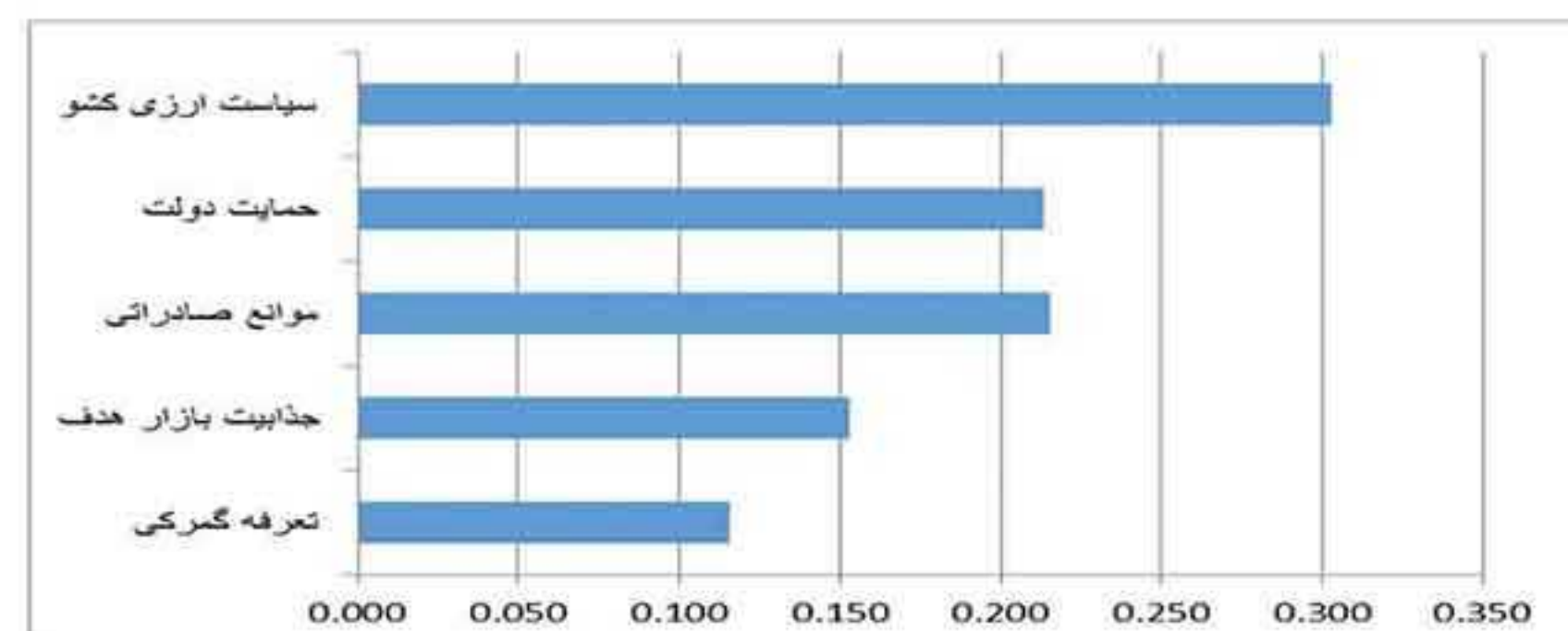
نمودار ۲- رتبه بندی زیرمعیارهای پویایی و شدت رقابت در بازار



نمودار ۳- رتبه بندی زیرمعیارهای ویژگی های سازمانی



نمودار ۴- رتبه بندی زیرمعیارهای عوامل محیطی



بومے سازی  
در صنعت نورد فولاد





## تولید رنگدانه از پوسته های اکسید آهن حاصل از پیشگرم اسلب های فولادی در فرایند نورد گرم

رضا خاکساری نژاد<sup>۱</sup>، مجتبی سلیمانی، محسن توکلی، سورن دلواری  
شرکت فولاد اکسین خوزستان

### چکیده

در کارخانه های دارای کوره های پیشگرم و یا فرایند نورد گرم فولاد، پوسته های اکسید آهن بسیار زیادی تولید می شود. این پوسته های اکسیدی در حال حاضر به صورت خام و با قیمتی بسیار ناچیز به فروش می رسند و در بسیاری از مواقع بصورت پسماند باقی می ماند. در این تحقیق تلاش شد تا با استفاده از روش شیمیایی از پوسته های اکسیدی با دانه بندی ۳ تا ۳۰ میکرومتر رنگدانه های<sup>۲</sup> مختلفی با رنگ های زرد، قرمز و قهوه ای تولید شود. این رنگدانه به خوبی در آب حل می شوند و می توان از آن ها بصورت پودر یا محلول با ارزش افزوده بالا در مصارف ساختمانی، ضد خوردگی و هنری استفاده کرد.

واژگان کلیدی: رنگدانه اکسید آهن، پوسته های اکسید آهن، کوره پیش گرم فولاد

1-r.khaksari@oxinsteel.ir

2- Pigment

## ۱- مقدمه

پیشگرم کردن اسلب های فولادی در کوره و فرایند نورد گرم آن ها باعث تولید پسماندهای پوسته های اکسید آهن می شوند [۱]. این پسماندها را در واقع می توان به عنوان یک محصول جانبی خام در نظر گرفت که دارای اکسیدهای آهن و آهن فلزی هستند. براساس طراحی نوع کوره های پیشگرم و نوع اسلب فولادی، بطور میانگین ۱/۵ درصد از وزن اسلب فولادی طی فرایندهای ذکر شده به اکسید آهن تبدیل می شود که کاملاً خواص مغناطیسی دارند و این قابلیت را دارند که بتوان آن ها را به رنگدانه های اکسید آهن تبدیل کرد. رنگدانه های تولید شده شامل طیفی از رنگ های قرمز، قهوه ای، زرد و سبز هستند و می توان از آنها در صنایع بسیار زیادی از جمله ساخت پرایمرهای ضد زنگ، ساخت ابزارهای دارای پوشش سیاه، بلوکهای رنگی ساختمانی، سرامیک و چوب های رنگی، آسفالت های رنگی برای معابر، مواد آرایشی و بهداشتی، رنگ های نقاشی و لعاب کاری سفال استفاده می شوند. رنگدانه های اکسید آهن غیرسمی بوده و دارای پایداری شیمیایی هستند [۲]. مطالعات زیادی در مورد روش های تولید رنگدانه های مگنتیت<sup>۲</sup> [۳-۷]، هماتیت<sup>۳</sup> [۸-۱۱] و گوئیتیت<sup>۴</sup> [۱۲-۱۴] انجام شده است. در این تحقیق تلاش شده تا بتوان با روش هم رسوبی و حرارت از پسماندهای پوسته های اکسید آهن موجود با دانه بندی ۳ تا ۳۰ میکرومتر، رنگدانه های مختلف تولید کرد که قابلیت انحلال در آب را دارا باشند.



شکل ۱- پوسته های اکسید آهن تولید شده از کوره های پیشگرم و فرایند نورد گرم اسلب های فولادی (با دانه بندی ۳ تا ۳۰ میکرومتر)

## ۲- روش تحقیق

۲-۱- تهیه مگنتیت ( $Fe_3O_4$ )

اسید سولفوریک غلیظ (۳۰۰ میلی لیتر) را به پوسته اکسیدی سیاه رنگ (۶۰ گرم) در یک ارلن اضافه کرده سپس مخلوط را تا دمای ۸۰ درجه حرارت می دهیم تا رسوبی به رنگ کاملاً نقره ای ایجاد شود. بعد از خنک شدن رسوب، ۱۰ گرم از آن را در آب مقطر (۱۲۰ میلی لیتر) حل کرده و با ۲۵ (NH<sub>4</sub>OH درصد) pH را در محدوده ۱۱ تا ۱۲ تثبیت می کنیم.

این مخلوط را به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری می کنیم. سپس رسوب را با آب مقطر شسته و خشک می کنیم. در ادامه کیفیت رسوب سیاه رنگ مگنتیت بدست آمده را با XRD بررسی می کنیم.

۲-۲- تهیه گوئیتیت ( $\alpha-FeOOH$ )

اسید سولفوریک غلیظ (۳۰۰ میلی لیتر) را به پوسته اکسیدی سیاه رنگ (۳۰ گرم) در یک ارلن اضافه کرده سپس مخلوط را تا دمای ۱۰۰ درجه حرارت می دهیم تا رسوبی به رنگ نقره ای مایل به سفید ایجاد شود. رسوب را به مدت ۵ روز به حال خود باقی می گذاریم. ۲۰ گرم از این رسوب را در آب مقطر (۵۰۰ میلی لیتر) حل کرده، سپس با استفاده از بی کربنات سدیم (۱ مولار، ۱۰۰ میلی لیتر) pH را در محدوده ۵ تا ۷ نگه می داریم. محلول را به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۰ تا ۱۰۰ درجه حرارت می دهیم سپس تا دمای اتاق خنک می کنیم. نتیجه آن تولید رسوبی زرد رنگ خواهد بود. در ادامه کیفیت رسوب سیاه رنگ مگنتیت بدست آمده را با XRD بررسی می کنیم.

۲-۳- تهیه هماتیت ( $\alpha-Fe_2O_3$ )

۵ تا ۱۰ گرم از رسوب زرد رنگ گوئیتیت را داخل کوره گذاشته و تا دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه حرارت می دهیم. نتیجه کار رسوبی با رنگ قرمز خواهد بود. چنانچه همین رسوب را در دماهای بیشتری (۷۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰ درجه سانتی گراد) حرارت بدهیم، طیفی از رنگ های قرمز روشن تا قرمز تیره بدست خواهد آمد.

## ۳- نتایج و بحث

آنالیز تفرق اشعه ایکس (XRD) با منبع (۴۰ کیلوولت، ۴۰ میلی آمپر) و  $Cu\ ka$  (۱/۵۴۱۸ آنگستروم) با دستگاه Siemens D-501 برای سه رنگدانه مگنتیت، گوئیتیت و هماتیت بدست آمده و باهم مقایسه شدند. خطوط نمودار نشان می دهند که رسوب مگنتیت بدست آمده دارای کریستالینیتی ضعیفی است. به نظر می رسد ساختار اسپینل معکوس در این کریستال ها کمی بهم ریخته است. آنالیز طیف XRD رنگدانه گوئیتیت در نمودار ۲ نیز نشان دهنده

- 1-Black coating
- 2- Magnetite
- 3-Hematite
- 4-Goetite



شکل ۲- رنگدانه های تولیدی از پوسته های اکسید آهن

جدول ۱- دمای، محل تشکیل، زمان و pH لازم برای تهیه رنگدانه های اکسید آهن

شماره	رنگ	دما (درجه سانتی گراد)	محل تشکیل رنگدانه	pH	زمان واکنش (ساعت)
۱- مگنتیت	سیاه	۸۰	محیط واکنش	۱۰-۱۲	۱
۲- گوئیت	زرد	۱۰۰	محیط واکنش	۵-۷	۱
۳- هماتیت	قهوه ای	۱۰۰	محیط واکنش	۱۱	۰/۵
۴- هماتیت	قهوه ای	۶۰۰	کوره	-	۱
۵- هماتیت	قرمز	۶۵۰	کوره	-	۱
۶- هماتیت	قهوه ای	۷۰۰	کوره	-	۱
۷- هماتیت	قهوه ای	۱۰۰	محیط واکنش	بالا تر از ۱۲	۰/۵
۸- هماتیت	قرمز	۸۰۰	کوره	-	۱
۹- هماتیت	قرمز	۹۰۰	کوره	-	۱

#### ۴- نتیجه گیری

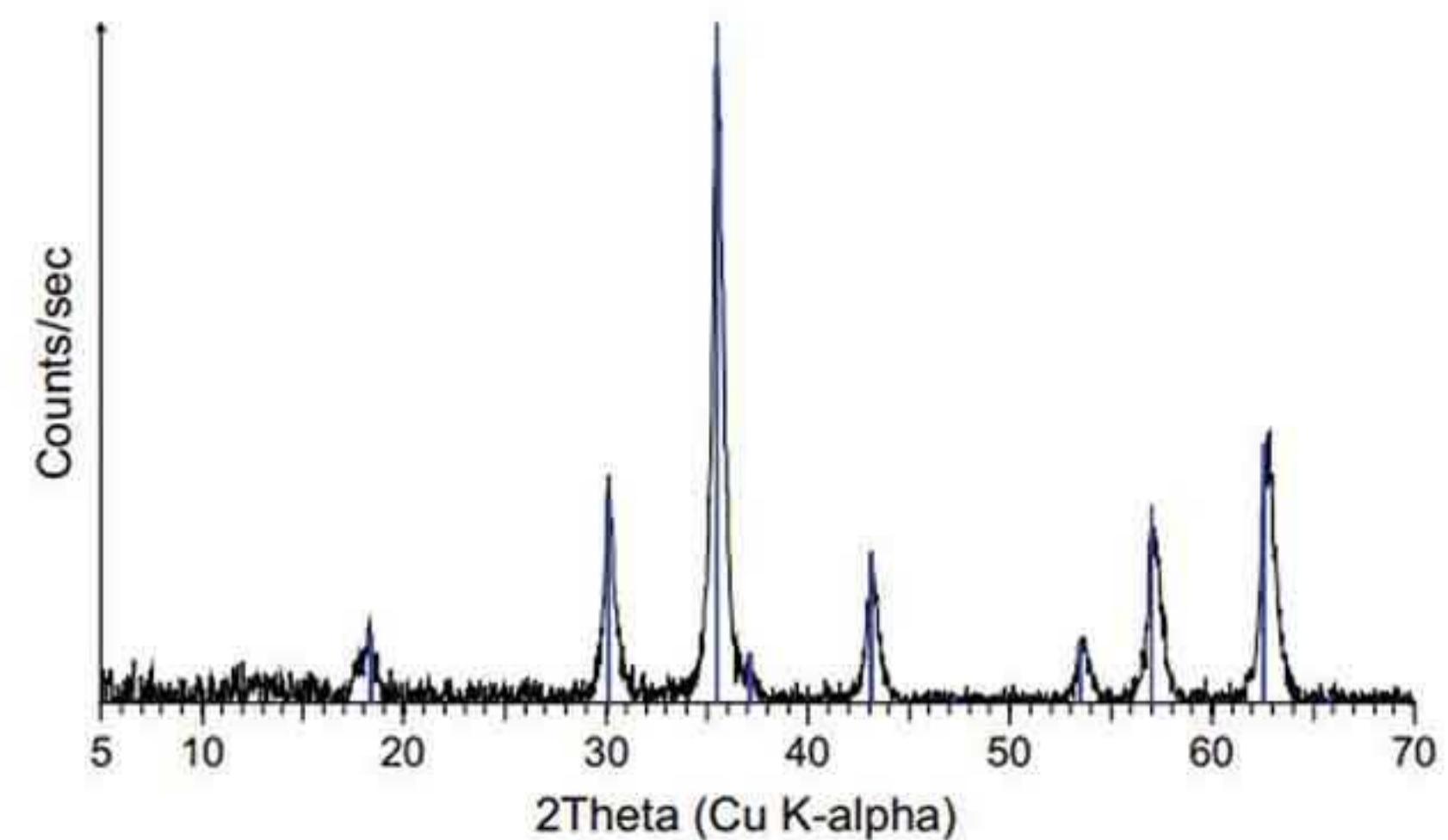
این مطالعه نشان می دهد که امکان تولید رنگدانه های مگنتیت (سیاه)، هماتیت (قرمز) و گوئیت (زرد) از پوسته های اکسید آهن وجود دارد. این نتایج در شرایط آزمایشگاهی وبا استفاده از مواد شیمیایی با درجه خلوص آزمایشگاهی تهیه شده اند ولی این امکان وجود دارد که بتوان از مواد شیمیایی صنعتی با خلوص پایین تر نیز استفاده کرد.

#### ۵- مراجع

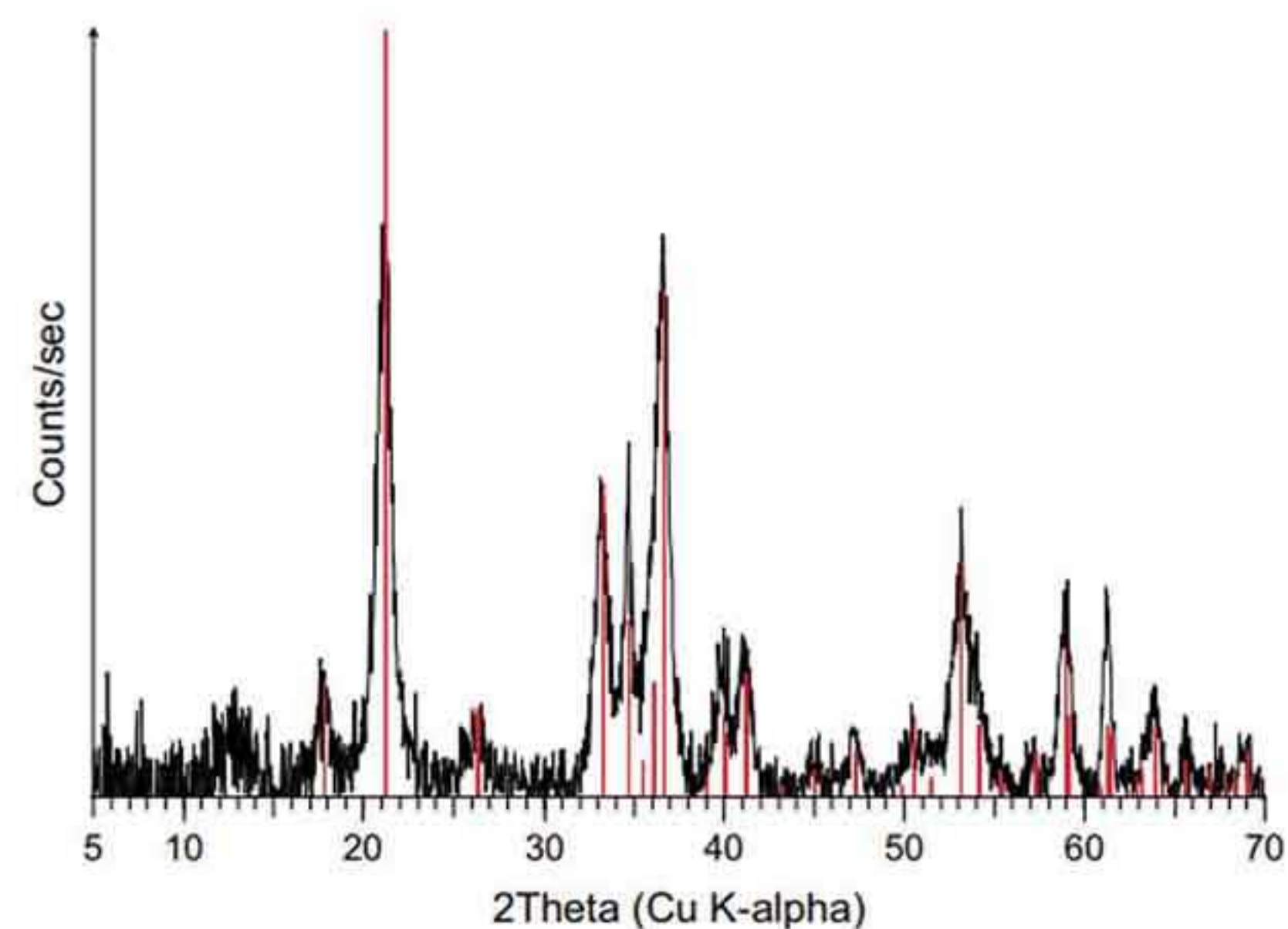
1- International Iron and Steel Institute. The management of steel industry by-products and waste. Brussels Committee on Environmental Affairs;1987,87.

2- Allen RLM. Color chemistry. London: Thomas

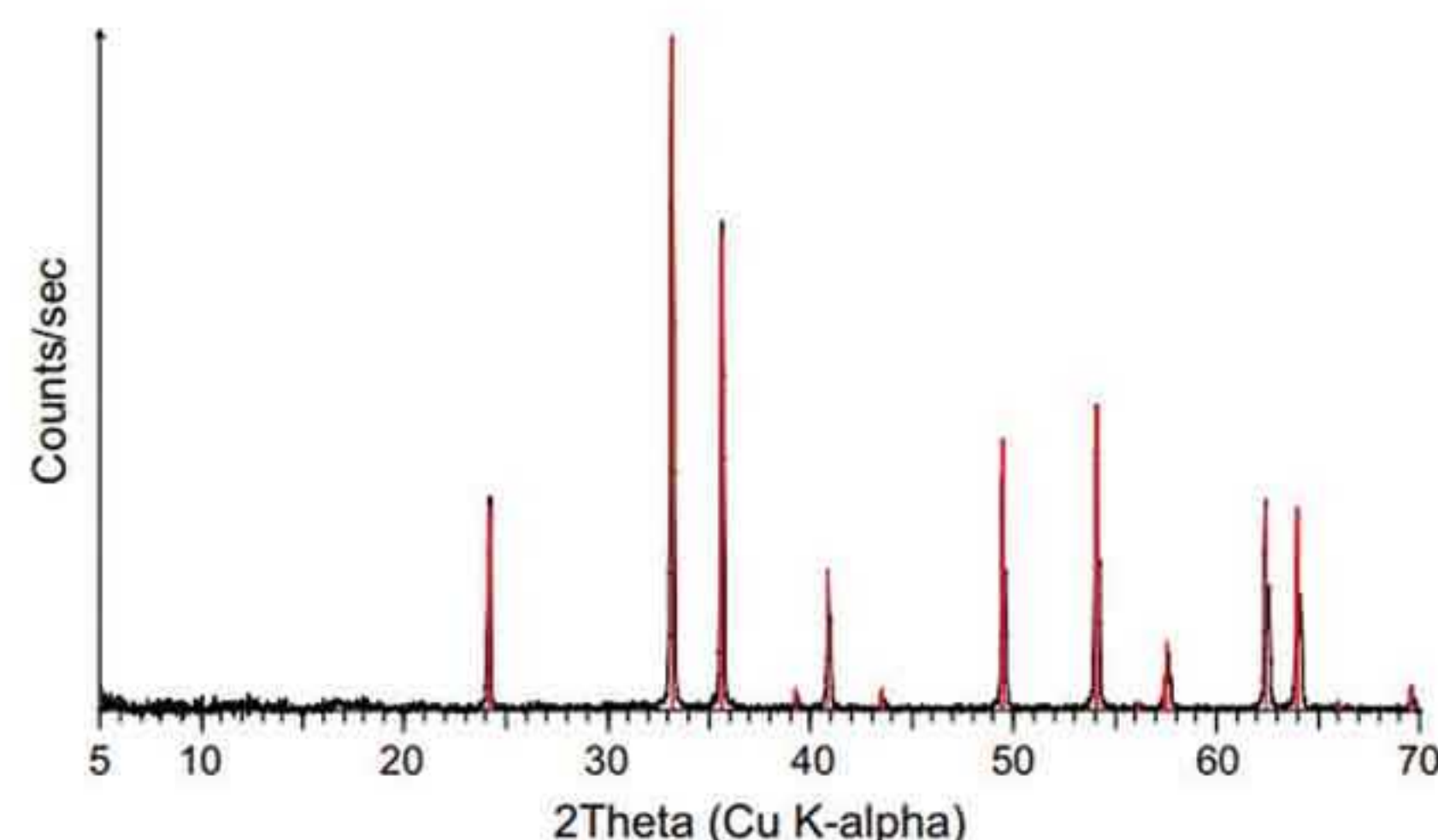
به هم ریختگی ساختار کریستالی این رسوب می باشد که احتمالاً ناشی از وجود ناخالصی های موجود در نمونه اولیه پوسته های اکسید آهن باشد. طیف نمودار شماره ۳ مربوط به هماتیت، آرایش بهتری از شبکه کریستالی را نشان می دهد.



نمودار ۱- طیف XRD مربوط به رنگدانه مگنتیت بدست آمده از پوسته های اکسید آهن



نمودار ۲- طیف XRD مربوط به رنگدانه گوئیت بدست آمده از پوسته های اکسید آهن



نمودار ۳- طیف XRD مربوط به رنگدانه هماتیت بدست آمده از پوسته های اکسید آهن (دمای ۷۵۰ درجه سانتی گراد)

- Nelson and Sons Ltd;(1971) ,87
- 3- Sugimoto T, Muramatsu A, Sakata K, Shindo D. J Colloid Interface Sci (1993),158,pp.420-8.
- 4- Ueda M, Shimada S, Inaga M. J Eur Ceram Soc (1996),16,pp.685-6.
- 5- Tamaura Y, Ito K, Katsura T. J Chem Soc Dalton Trans (1983),pp.189-94.
- 6- Bate G. In: Wohlfarth EP, editor. Ferromagnetic materials, vol. II. NorthHolland; (1984),183,pp.320-8.
- 7- Leskela T, Leskela M, Niinisto L. Thermochim Acta (1984),72,pp.229-37.
- 8- Ismail HM, Gadenhead DA, Zaki MI. J Colloid Interface Sci (1996),183,pp.320-8.
- 9- Ismail HM, Zaki MI, Hussein GA, Magar MN. Powder Technol (1990),63,pp.87-96.
- 10- Bailey JK, Brinker CJ, Mecartney ML. J Colloid Interface Sci (1993),157,pp.1-13.
- 11- Itoh H, Sugimoto T. J Colloid Interface Sci (2003),265,pp.283-95.
- 12- Nauer G, Strecha P, Brinda-Konopik N, Liptay G. J Therm Anal (1985),30,pp.813-25.
- 13- Kalinskaya TV, Krasotkin IS, Lobanova LB. J Appl Chem USSR (1979),520,pp.955-8.
- 14- Thiebeau RJ, Brown CW, Heidersback RH. Appl Spectrosc (1978),32,pp.532-5.





## طراحی و پیاده سازی سیستم اتوماسیون LEVEL2 برای جرثقیل های بسته بندی کننده<sup>۱</sup> ورق در ناحیه عملیات تکمیلی<sup>۲</sup>

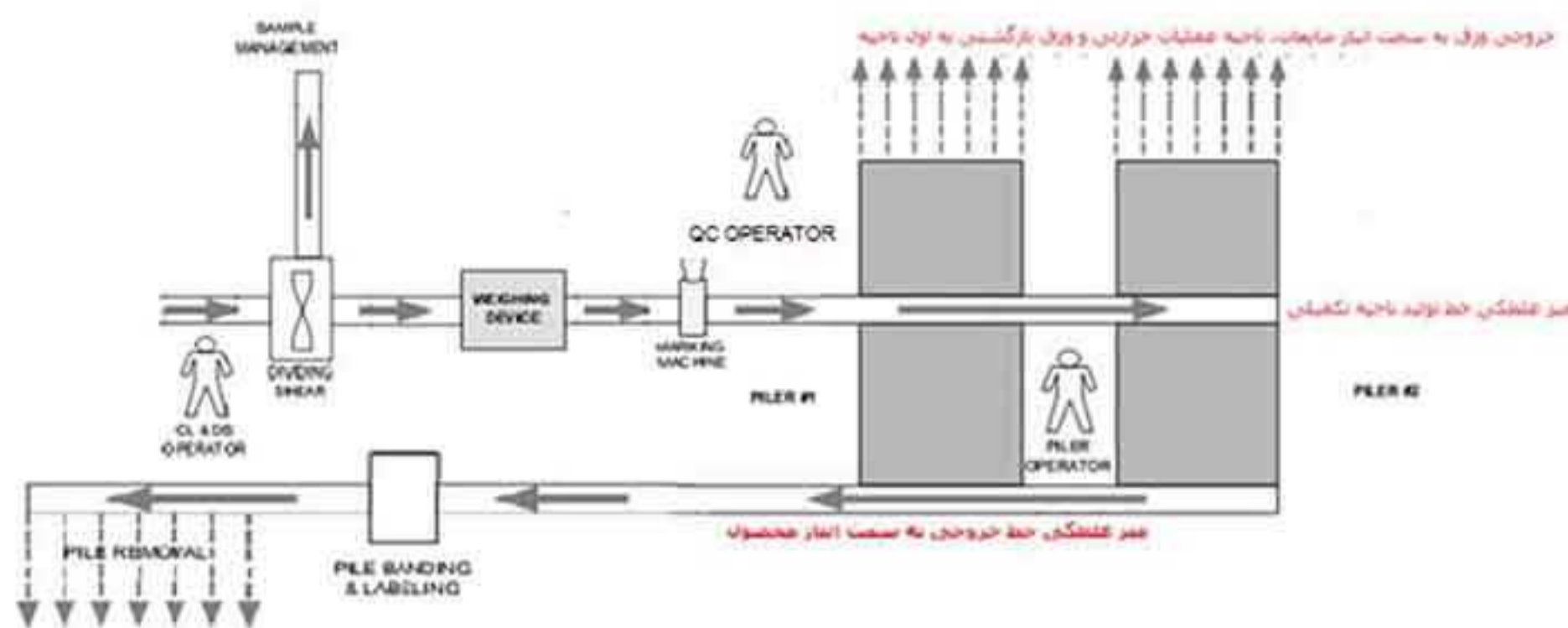
رضا ملک خیاط، روح الله خسروی، یعقوب غلامی، امید فرجی  
شرکت فولاد اکسین خوزستان

### چکیده

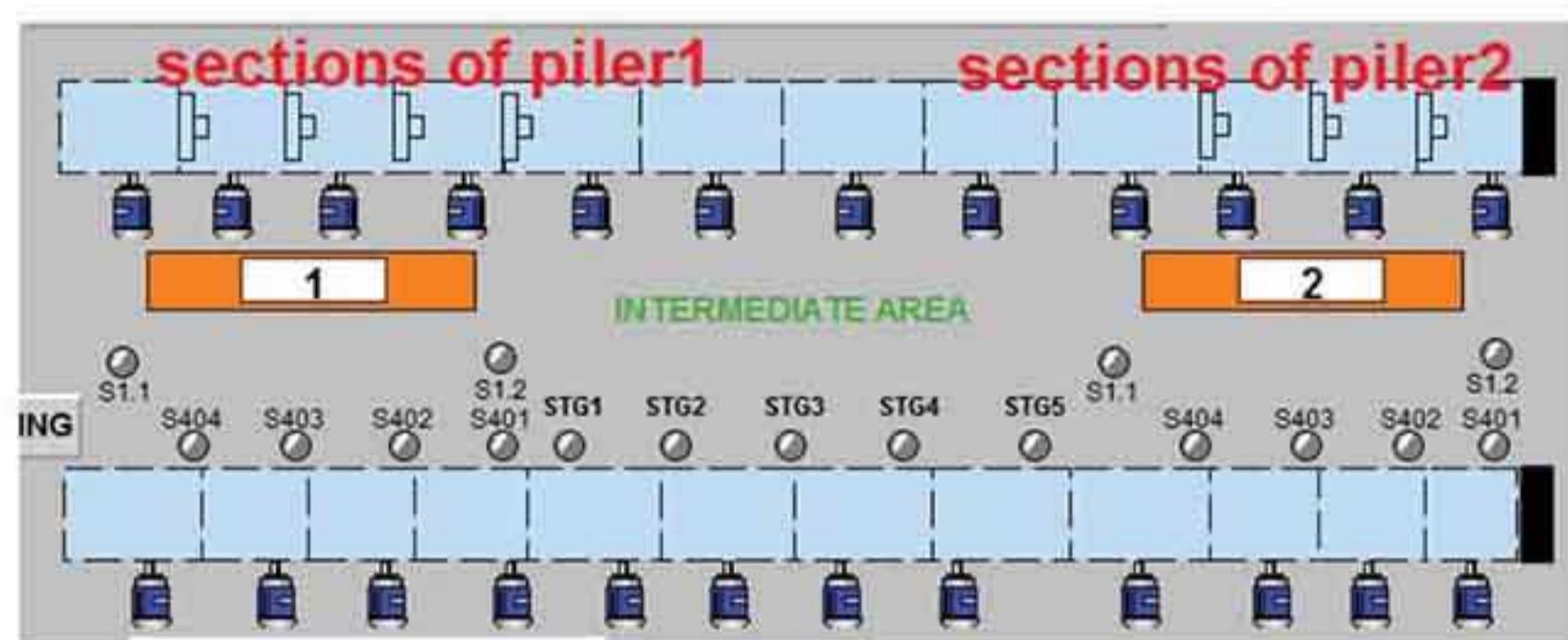
در فولاد اکسین خوزستان یک سیستم یکپارچه ردگیری محصول در خط تولید مستقر شده است که اقدام به ردیابی محصول، رویدادها، عملیات و فرایندهای انجام شده بر روی آن محصول تولیدی در حین فرآیند تولید می کند و در انتهای خط تولید، هنگام تحویل محصول نهایی به انبار محصول، کلیه سوابق و رویدادهای مربوط به هر ورق بطور دقیق و شفاف در اختیار سیستم های جامع تولید و انبارداری قرار داده می شود. با توجه به تنوع در محصولات تولیدی از نظر ابعاد، خواص محصول و هم چنین وجود محصول یکسان برای مشتریان متفاوت، در انتهای خط تولید ناحیه عملیات تکمیلی، یک سیستم کنترلی طراحی و اجرا شده است که ورق ها را از میز غلتکی خط تولید به میز غلتکی خط خروجی یا به سمت انبار ضایعات و یا ناحیه عملیات حرارتی منتقل می کند، همچنین به صورت دقیق و بدون اشتباه و در کمترین زمان، ورق ها را بر اساس سفارش، ابعاد و خواص یکسان در یک بسته قرار داده و بسته بندی نموده و جهت تحویل به انبار محصول آماده می نماید.

واژگان کلیدی: کنترل کیفیت، ردگیری محصول، C#، SQL Server، Simatic Step7، WinCC.

1- PILER  
2- finishing Area

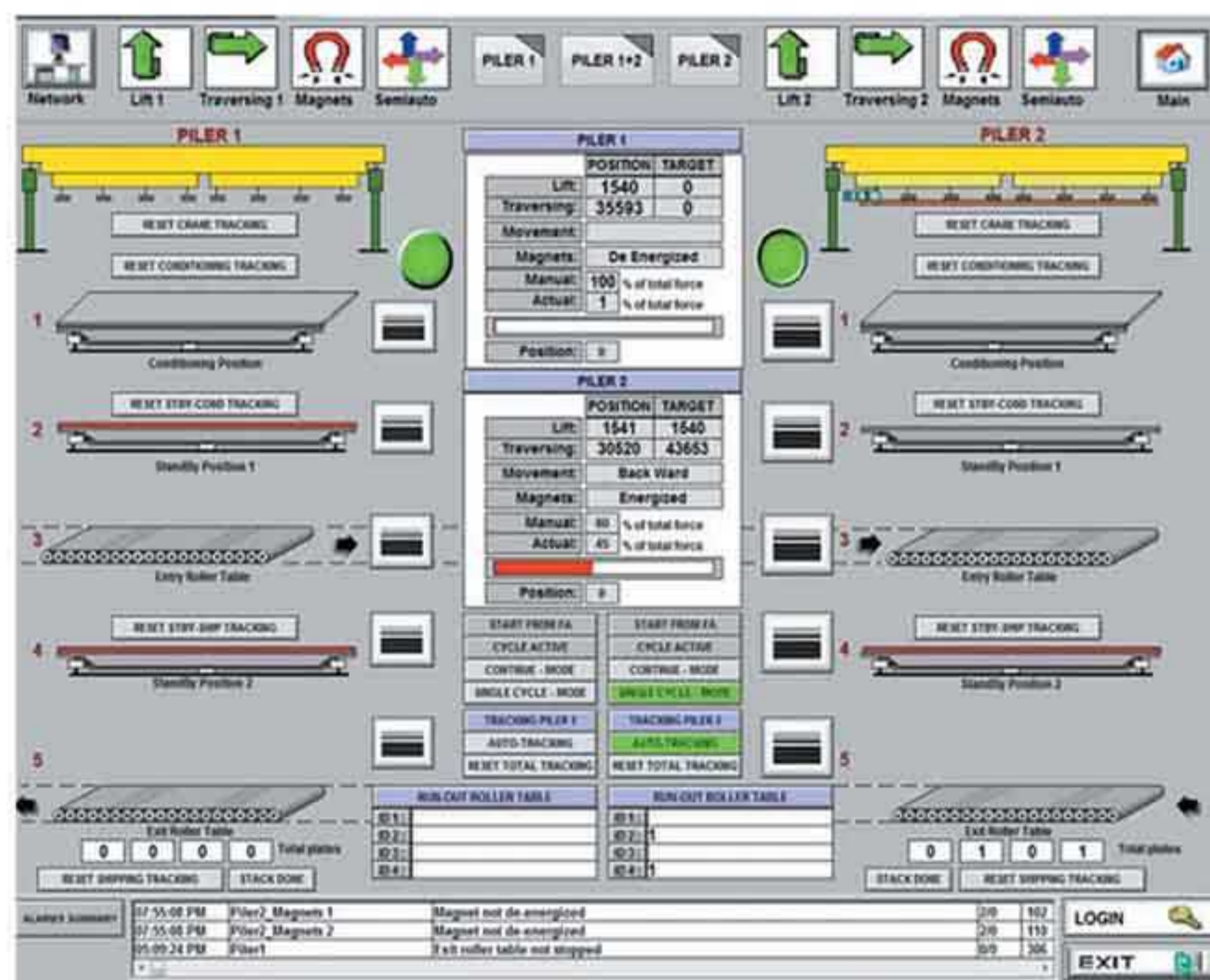


تصویر ۲- شماتیک ورودی و خروجی های ناحیه بسته بندی ورق - PILER



تصویر ۳- شماتیک قسمت های PILER

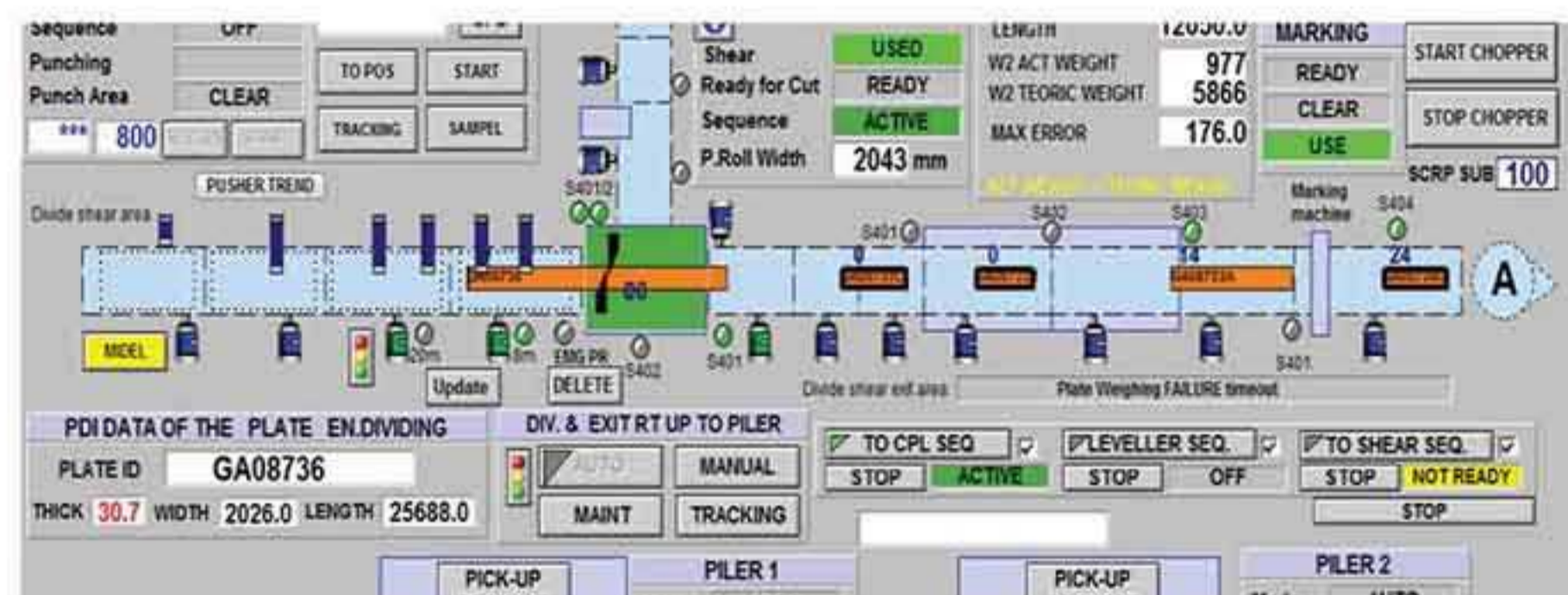
در هر پایلر با استفاده از دو دستگاه PLC S300 عملکرد قرص های مگنت<sup>۷</sup> کنترل می شود و با کمک یک PLC S300 حرکت روه به جلو و عقب پایلر تحت کنترل می باشد، همچنین از یک PLC S400 به عنوان رابط بین دو پایلر و هماهنگ کننده ارتباط با PLC خط تولید ناحیه تکمیلی استفاده می شود. تصویر ۴ و ۵ سیستم کنترلی و ارتباطات ماشین پایلر را نشان می دهد.



تصویر ۴- شماتیک سیستم کنترلی جرثقیل بسته بندی ورق - PILER

## ۱- مقدمه

با توجه استقرار سیستم<sup>۳</sup> IMS در شرکت فولاد اکسین خوزستان و همچنین تاکید استاندارد های<sup>۴</sup> ISO 9001 و<sup>۵</sup> TS 29001 ، نیاز یک سیستم برای ردگیری محصول نهایی از زمان ورود مواد اولیه به کارخانه تا زمان خروج محصول از کارخانه می باشد. در فولاد اکسین خوزستان یک سیستم یکپارچه ردگیری محصول در خط تولید مستقر شده است که علاوه بر ردیابی محصول، رویدادها، عملیات و فرایندهای انجام شده بر روی آن محصول تولیدی در حین فرآیند تولید را ثبت و نگهداری می کند و در انتهای خط تولید، هنگام تحویل محصول نهایی به انبار محصول، کلیه سوابق و رویدادهای مربوط به هر ورق بطور دقیق و شفاف در سیستم ثبت شده است و قابل رصد و پیگیری می باشد و این اطلاعات را جهت پیگیری در اختیار سیستم های جامع تولید و انبارداری قرار می دهد.



تصویر ۱- قسمتی از سیستم ردیابی محصول در خط تولید فولاد اکسین خوزستان

این سیستم برای ردگیری محصول در طول خط تولید، آن را به صورت نرم افزاری به قسمت های مختلف تقسیم کرده است و با استفاده از نرم افزار<sup>۶</sup> Wincc ، Simatic Step7 و PLC S7 بر اساس مقدار جابجایی هر ورق با توجه به حرکت موتور های الکتریکی، موقعیت هر ورق را به همراه ابعاد ورق و نوع عملیات و فرایندهای مشخص کرده در سیستم ثبت و نگهداری می کند، سپس این اطلاعات بین ایستگاه های کاری بطور خودکار منتقل می شود تا مانع از سردرگمی کاربران خط تولید و جا به جایی ورق ها گردد.

در انتهای خط تولید ناحیه تکمیلی، دو دستگاه جرثقیل (پایلر) وظیفه انتقال ورق از روی میز غلتکی خط تولید به میز خروجی ورق برای ارسال به انبار محصول و از طرف دیگر خط تولید؛ جهت انتقال به ناحیه عملیات حرارتی را بر عهده دارند. این تجهیزات قابلیت بلند کردن ورق با ابعاد ۵/۲ تا ۲۴ متر را دارا می باشند هر پایلر دارای چهار بخش شش متری می باشد که می تواند جهت جا به جایی یک ورق ۲۴ متری یا ۲ ورق ۱۲ متری و یا ۴ ورق شش متری به صورت همزمان استفاده شود.

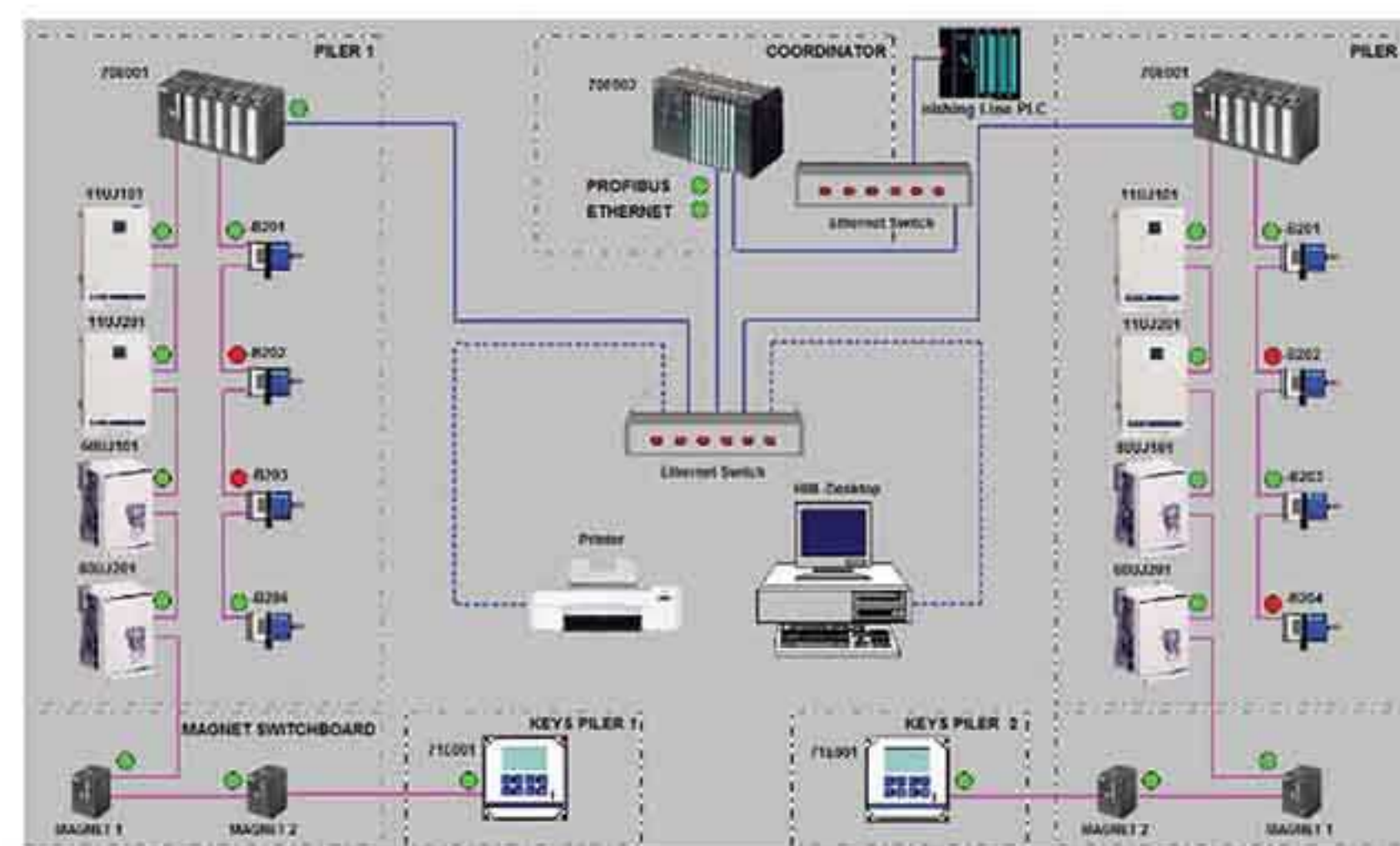
۳- Integrated Management System مدیریت یکپارچه سیستم  
۴- ۷-۳ شناسایی و ردیابی محصول در استاندارد ISO 9001:2008  
۵- ۸-۲ شناسایی و ردیابی محصول در استاندارد ISO 9001:2015  
۶- Tracing

برش داده شده مشخص می نمود که به کدام قسمت پایلر وارد شود که این مسئله بسیار زمانبر بود و منجر به کاهش سرعت خط تولید می گردید.

لازم به ذکر است سیستم اتوماسیون Level2 ارایه شده توسط شرکت دانیلی برای پایلرها، به دلایل ایرادات فنی بسیار، هیچ گاه به بهره برداری نرسید و تلاش های انجام شده توسط کارشناسان شرکت دانیلی و سپس کارشناسان اتوماسیون صنعتی شرکت فولاد اکسین برای اصلاح آن موفقیت آمیز نبود، این موضوع منجر به یک تصمیم اساسی گردید که جهت رفع ایرادات و نواقص موجود و همچنین تطابق سیستم اتوماسیون پایلر با نیازهای خط تولید و انبار محصول باید اقدام به طراحی و پیاده سازی یک سیستم اتوماسیون Level2 برای پایلرها شود. لذا تصمیم بر آن شد که با تکیه بر توان فنی کارشناسان واحد اتوماسیون صنعتی و با استفاده از امکانات موجود و با کمترین هزینه ممکن، سیستمی طراحی و پیاده سازی گردد که بتواند ورق های تولید شده در دستگاه دیواید را بطور اتوماتیک برای تحویل به انبار محصول، به سمت مکان های مناسب در پایلرها هدایت نماید و سیستم اتوماسیون نیز بر اساس مشخصات ابعادی، شماره سفارش، خواص و نتیجه بازرسی فنی، اقدام به تفکیک ورق ها در بسته های جداگانه کند و در هر بسته به تعداد مشخص شده، ورق انباشته نماید، سپس یک شناسه به بسته ورق تخصیص داده و بسته ورق را به همراه اطلاعات درون آن برای سیستم جامع تولید و انبار داری ارسال نماید تا اپراتور انبار پس از بررسی صحت اطلاعات بسته ورق و مقایسه آن با برچسب قرار داده شده بر روی آن، بسته را به انبار محصول ارسال نماید. این سیستم جدید در سطح ۱ و سطح ۲ اتوماسیون با استفاده از نرم افزار های WinCE، Simatic Step7، بانک اطلاعاتی Sqlserver و زبان برنامه نویسی C# طراحی و اجرا شده است. برای رسیدن به یک سیستم اتوماسیون یکپارچه شرح داده شده در بالا، یک پروتکل ارتباطی بین PLC خط تولید، پایلر و سیستم اتوماسیون Level2 طراحی شد که به اطلاعات مبادله شده بین این سیستم ها، اصطلاحاً "پیام" گفته می شود، این پیام ها از طریق درج اطلاعات مورد نیاز در قالب توافق شده بین سیستم ها در DataBlock های PLC انجام می گردد. هر سیستم با مراجعه به DataBlock های تعریف شده، متوجه دریافت پیام از دیگر سیستم هاست. قسمتی از این سیستم ارتباطی در تصاویر ۶ و ۷ و ۸ نشان داده شده است.

Address	Name	Type	Default value	Comments
*0	ChangeCounter1	INT	0	0. 0000 incremented by 11 when new data available
*2	BufferMaxLen	INT	11	Actual array dimension
*4	BufferMaxElem	INT	4	Max Number of Elements
*6	Operat1	WORD	0000	operator
*8	Operat2	WORD	0000	operator
*10	Operat3	WORD	0000	operator
*12	Date	DATE	2008.01.01	
*14		TIME	00:00:00	
*16	ChangeCounter2	INT	0	0. 0000 incremented by 11 when new data available
*18		END_STRUCT		

تصویر ۶- یک DataBlock که برای ارسال پیام استفاده می شود



تصویر ۵- شماتیک ارتباط سیستم کنترلی جرثقیل بسته بندی ورق- PILER با PLC خط تولید

## ۲- تعریف مسئله و روش پیشنهادی

با توجه به اینکه انتقال صحیح اطلاعات جهت انبارداری از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می باشد، باید سیستمی طراحی گردد که انتقال ورق ها از میز غلتکی خط تولید ناحیه عملیات تکمیلی به بسته های ورق بر روی میز غلتکی خط خروجی را مدیریت نماید.

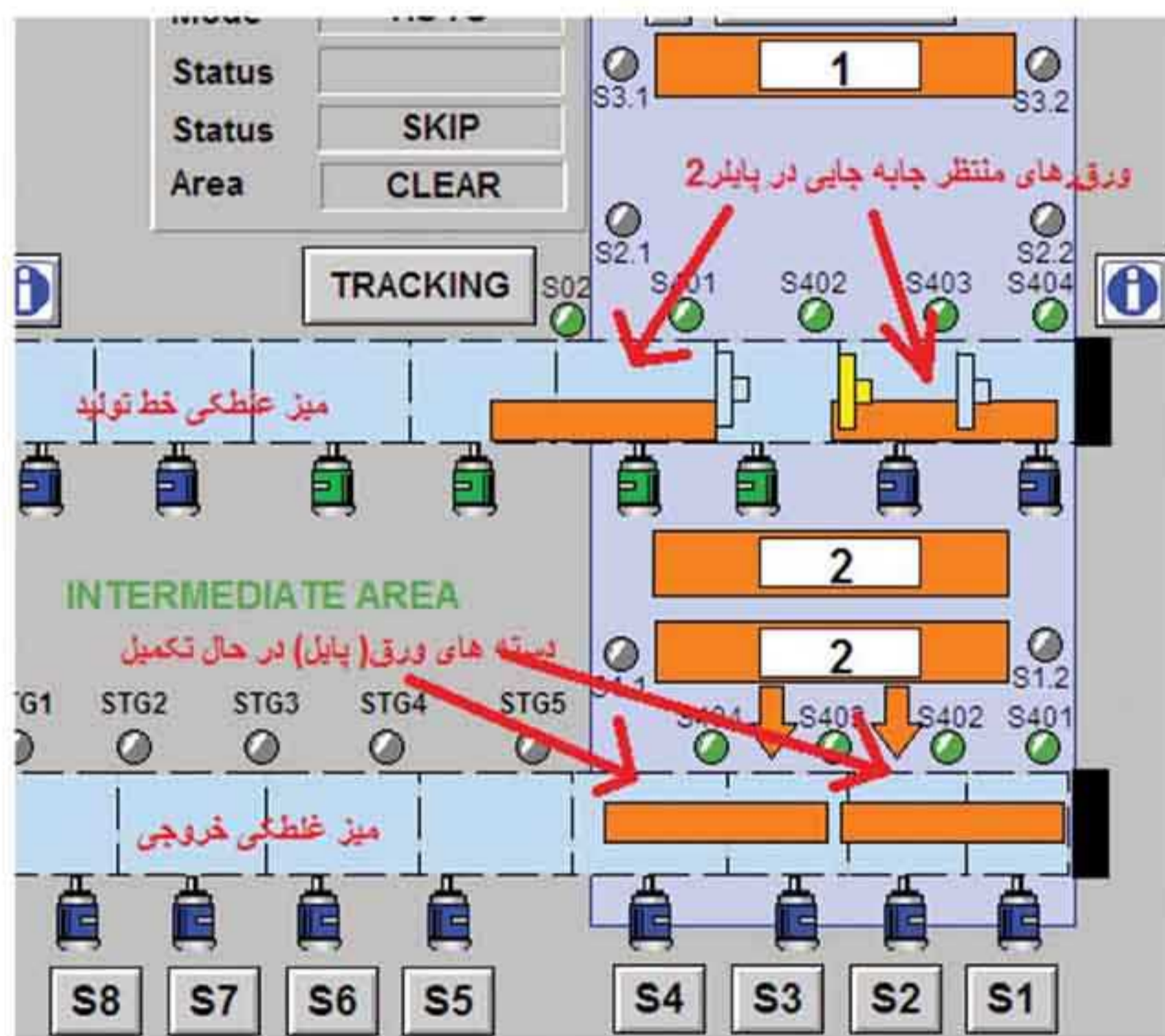
به دلیل تنوع در محصولات تولیدی از نظر ابعاد، خواص محصول هم چنین وجود محصول یکسان برای مشتریان متفاوت، در انتهای خط تولید ناحیه عملیات تکمیلی، نیاز به یک سیستم می باشد که به صورت دقیق و بدون اشتباه و در کمترین زمان، ورق ها را بر اساس سفارش، ابعاد و خواص یکسان در یک بسته قرار داده و بسته بندی نموده و جهت تحویل به انبار محصول آماده نماید.

با توجه به اینکه سیستم کنترل و اتوماسیون موجود در پایلرها، تنها امکان جابه جایی ورق های تولید شده، از میز غلتکی خط تولید به میز غلتکی خط خروجی را بر عهده داشت و کنترلی بر مشخصات ابعاد ورق، خواص، نتایج بازرسی و مشتری انجام نمی داد، امکان تفکیک ورق ها در بسته های با مشخصات یکسان و تحویل آنها به انبار به گونه ای که مسیریابی ورق در انبار بر اساس شناسه ورق مقدور باشد وجود نداشت، به همین دلیل اپراتور می بایست با بررسی فرم های کاغذی اقدام به تفکیک ورق ها و بسته بندی آنها می نمود و در انتها نیز ورق های تحویل شده به انبار را در قالب یک لیست کاغذی به واحد انبار محصول ارسال می کرد که این امر علاوه بر زمان بر بودن به دلیل اشتباهات انسانی، با نواقص و اشتباهات زیادی در بسته بندی ورق ها مواجه می شد که منجر به شکایات مشتری، تاخیر در بارگیری و توقفات طولانی در خط تولید می شد، از جمله این ایرادات می توان به قرار گرفتن ورق های داری کد عیب و همچنین ورق های مربوط به سفارش های غیر یکسان در یک بسته ورق اشاره نمود. همچنین به دلیل عدم پیوستگی کامل سیستم خط تولید و سیستم کنترل پایلر، اپراتور ماشین DEVID، می بایست برای هر ورق

این کار با بررسی و تطابق ابعاد ورق و شماره سفارش ورق با ابعاد و شماره سفارش بسته های جاری انجام می شود و در صورت تطابق ورق با یک بسته، آن را به قسمت متناظر پایلر با قسمتی که بسته قرار گرفته است ارسال می نماید. این فرایند تا تکمیل شدن یک بسته با تعداد مشخص ورق ادامه می یابد، در صورتی که مشخصات ورق با هیچ کدام از بسته ها تطابق نداشته باشد به این معنی می باشد که این ورق دارای مشخصات ابعادی یا شماره سفارش جدید می باشد که می بایست در یک بسته مجزا قرار گیرد، لذا بسته های موجود باید تکمیل و بسته شود و برای انبار محصول فرستاده شود و یک بسته جدید در سیستم تعریف گردد. در زمانی که بسته جدید ایجاد می شود، از شناسه ورق فعلی به عنوان شناسه موقت بسته جدید استفاده می شود، بطور مثال اگر شناسه ورق AB12345C باشد، شناسه بسته AB12345C\_T خواهد بود.



تصویر ۱۰- نحوه هدایت ورق ها به قسمت های مناسب پایلر توسط PLC خط تولید



تصویر ۱۱- انتقال ورق به بسته توسط جرثقیل

وقتی یک ورق توسط پایلر از روی خط تولید جهت انتقال به خط خروجی برداشته می شود، اطلاعات ورق از طریق plc خط تولید به پایلر منتقل می شود، سپس پایلر در مقصد ورق را بر روی بسته ای از ورق های مشابه قرار دهد و یک پیام با عنوان PILE\_CHANG برای سیستم اتوماسیون Level2 ارسال می نماید، این پیام شامل کد مقصد، شماره پایلر،

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Old_Pile_STR_ID	"UDT_STR_ID"		Item identifier
+20.0	New_Pile_STR_ID	"UDT_STR_ID"		
+40.0	No_of_Plate	INT	0	
=42.0		END_STRUCT		

تصویر ۷- یک UDT که برای ارسال پیام استفاده می شود

```

SCL - [T56 TRK2_FC_FA_L1L2_Msg -- 40e20plc\40E20PLC01\CPU 417-4\...UDT1963]
File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help
////
FUNCTION L1L2_PileChange_FC:VOID
TITLE= 'L1L2_PileChange_FC'
VAR TEMP
i:INT;
END_VAR
BEGIN
IF L2L1_AUX_DB.Add_L1L2_PileChange then

i:= L1L2_PileChange.BufferPointer+ 1;
IF i > L1L2_PileChange.BufferMaxElem then
i:= 1;
END IF;

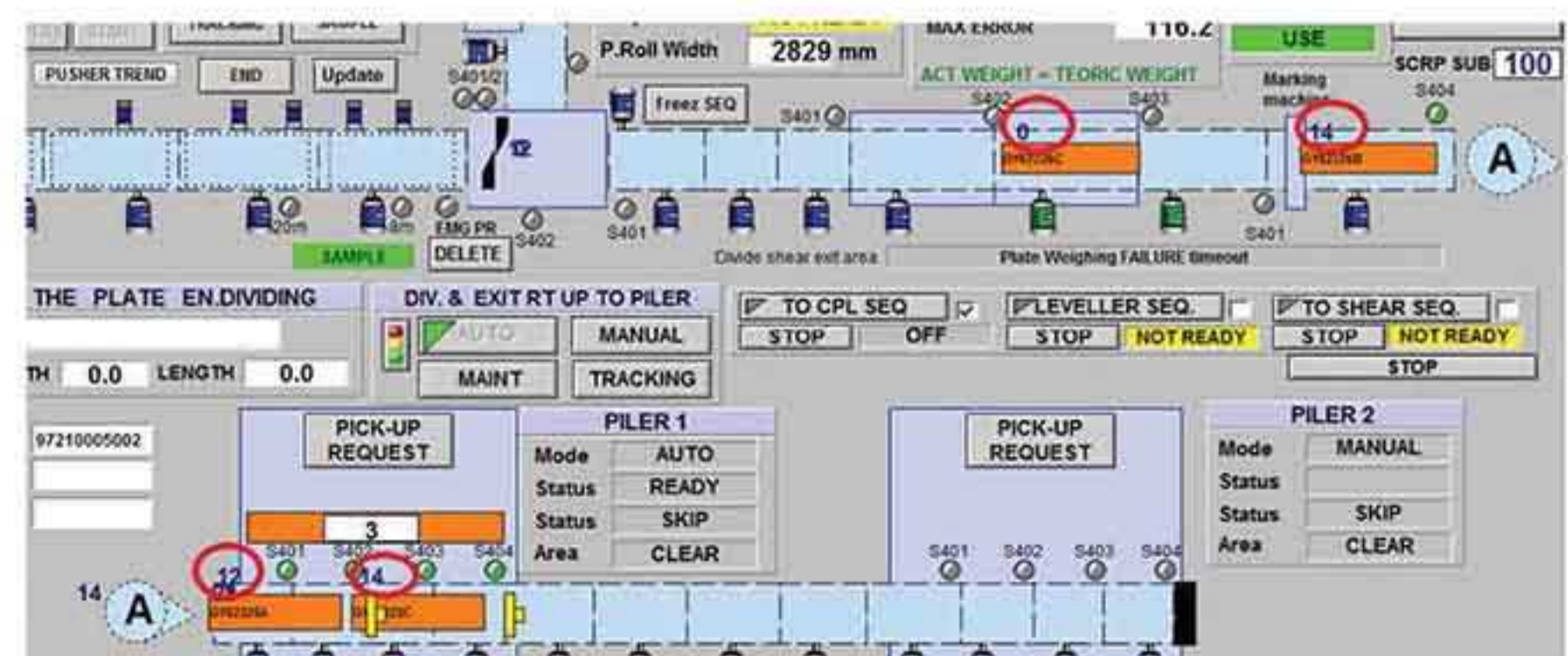
L1L2_PileChange.ChangeCounter1:= L1L2_PileChange.ChangeCounter1+1;
L1L2_PileChange.Data[i]:= L1L2_WORK_BUFFER_DB.PileChange.Data;
L1L2_PileChange.BufferPointer := i;
L1L2_PileChange.ChangeCounter2 := L1L2_PileChange.ChangeCounter1;
L2L1_AUX_DB.Add_L1L2_PileChange := false;
END IF;
END_FUNCTION

```

تصویر ۸- قسمتی از کد SCL در PLC که برای ارسال پیام استفاده می شود

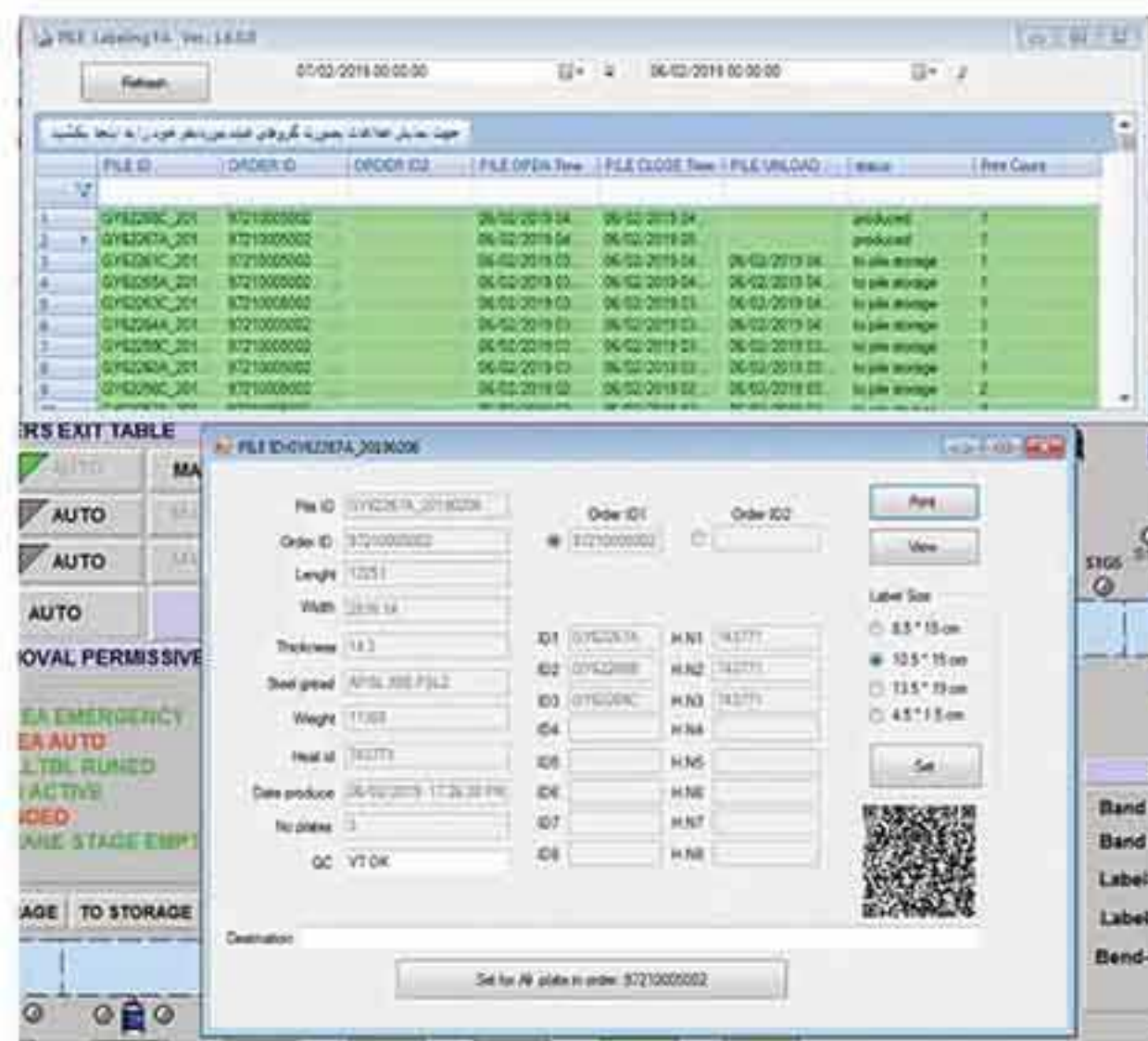
ورق پس از برش توسط ماشین دیواید برای ورود به ناحیه پایلر، از طریق PLC خط تولید یک پیام برای سیستم اتوماسیون Level2 ارسال می کند و تقاضا در یافت اطلاعات ورق شامل، ابعاد شماره سفارش، شماره ذوب، نتیجه بازرسی، مقصد ورق (عملیات حرارتی یا انبار)، تعداد حداکثر ورق در هر بسته را می نماید. این پیام PLATE\_INFO\_REQ نامیده می شود، سیستم Level2 نیز پس از دریافت این پیام، اطلاعات مورد نیاز را در قالب پیام PLATE\_INFO برای PLC خط تولید ارسال می نماید. PLC خط تولید با بررسی این اطلاعات و بررسی وضعیت قسمت های هر پایلر و چک کردن وضعیت بسته های جاری که در خط خروجی وجود دارد، تصمیم می گیرد که ورق را برای کدام پایلر و کدام قسمت آن ارسال نماید تا از طریق پایلر به بسته مربوطه در خط خروجی افزوده شود.

تصاویر ۹ و ۱۰



تصویر ۹- هدایت ورق ها به قسمت های مناسب پایلر توسط PLC خط تولید

یا آخرین ورق درون بسته AD12347B باشد، شناسه جدید سیستم AD12347B خواهد بود. پس از تکمیل شدن، بسته ها به سمت ماشین بسته بندی و برچسب زنی حرکت داده می شوند. در این قسمت ورق ها توسط دستگاه بندل توسط تسمه های فلزی بسته بندی می شوند. سپس اطلاعات مربوط به بسته ها در اختیار اپراتورهای تولید و انبارداری قرار می گیرد، با توجه به اهمیت امکان پیگیری ورق در انبار، یک برچسب بر روی بسته، چسبانده می شود که شامل مشخصات بسته، ورق های درون بسته، نتایج کنترل کیفی و بازدید چشمی می باشد، جهت تسهیل در امر انبارداری، این اطلاعات در قالب بارکد میله ای و بارکد دوبعدی نیز بر روی برچسب چاپ می شود. سپس بر روی هر بسته برچسب زده می شود، این برچسب حاوی کلیه مشخصات ورق ها و دیگر اطلاعات مورد درخواست مشتری می باشد. بعد از این مرحله، توسط جرثقیل های مغناطیسی این بسته ها به پایین و به انبار محصول منتقل شده تا به مقصد مشتری حمل گردد (تصاویر ۱۳ و ۱۴).

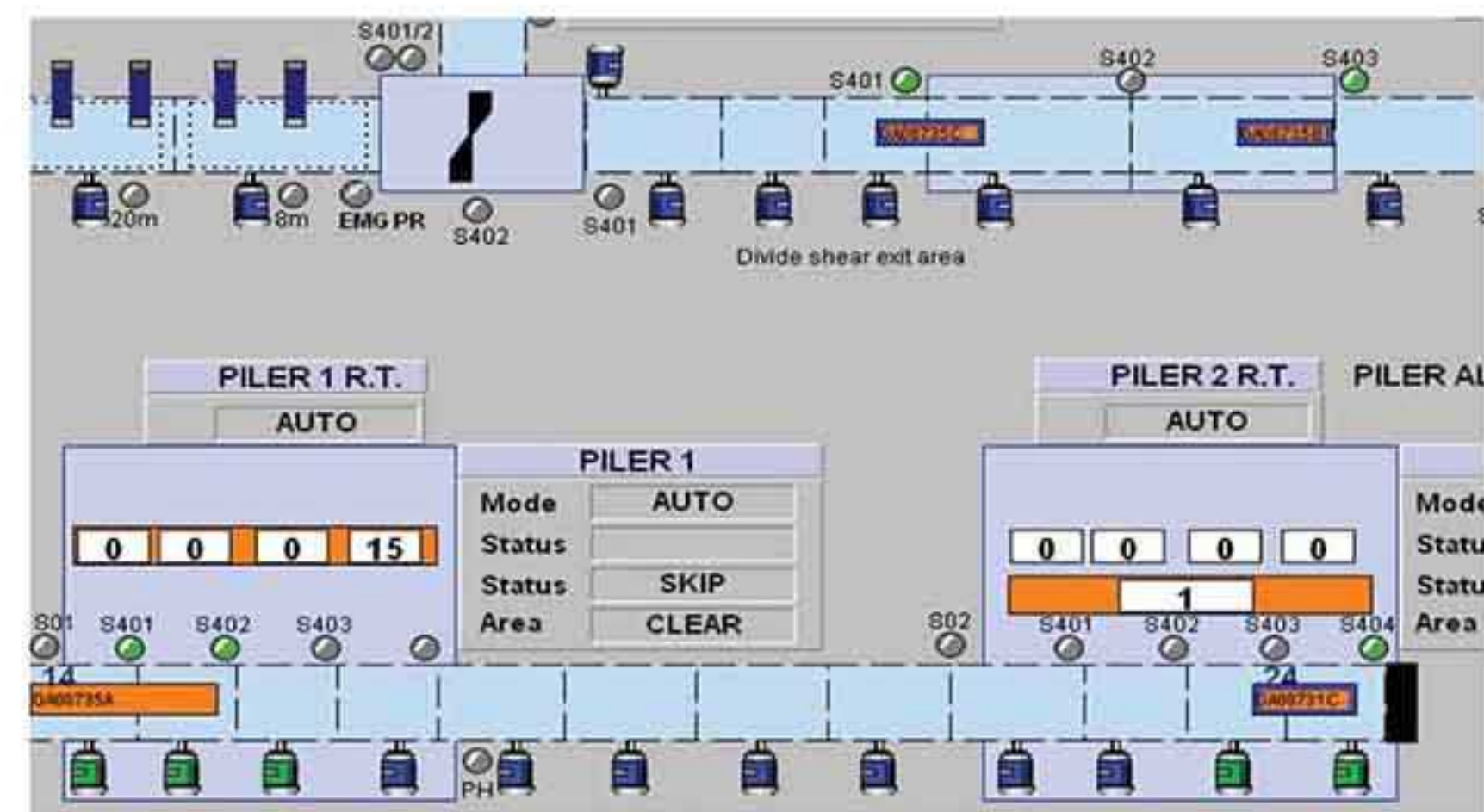


تصویر ۱۳- بررسی بسته ها و چاپ برچسب



تصویر ۱۴- برچسب برای بسته

سکشن پایلر، شناسه ورق و شناسه بسته در قسمت فعلی پایلر، می باشد. این فرایند تا تکمیل بسته ادامه می یابد. در این حالت، کد مقصد نشان دهنده خط خروجی به سمت انبار محصول به عنوان مقصد می باشد. اگر ورق داری کد عیب باشد و نباید وارد انبار گردد یا در مشخصات ورق، مقصد نهایی آن ناحیه عملیات حرارتی ذکر شده باشد، هنگامی که اطلاعات از طریق پیام PILE\_INFO در اختیار PLC خط تولید قرار گرفت، فرامین لازم جهت انتقال ورق به سمت دیگر خط تولید که جهت ارسال به انبار ضایعات و ناحیه عملیات حرارتی و یا ارسال مجدد به ابتدای ناحیه تکمیلی استفاده می شود، (تصویر ۲ و ۱۲) ارسال می شود، نتیجه انتقال ورق به سمت دیگر خط تولید نیز از طریق پیام PILE\_CHANGE برای ثبت در سیستم LEVEL2 ارسال می شود. در این حالت، کد مقصد، نشان دهنده سمت دیگر خط تولید می باشد که جهت ارسال به انبار ضایعات و ناحیه عملیات حرارتی و یا ارسال مجدد به ابتدای ناحیه تکمیلی استفاده می شود. در صورتی که کد عیب برای ورق لحاظ شده باشد، سیستم ردگیری محصول اقدام به نمایش هشدارهای مناسب برای اپراتور تولید می نماید و همچنین ورق های داری کد عیب بصورت اتوماتیک تفکیک شده و اجازه ورود به انبار را نخواهند یافت (تصویر ۱۲).



تصویر ۱۲- نمایش هشدار در مورد طول ورق با نمایش کادر آبی رنگ

فرایند تکمیل شدن یک بسته در سیستم plc با یک پیام نام PILE\_CLOSE به سیستم اتوماسیون level2 اعلام می شود. هنگام اعلام تکمیل شدن یک بسته، شناسه بالاترین ورق در بسته به عنوان شناسه کل بسته باید اعلام گردد، زیرا ورق های درون یک بسته، بر روی هم قرار گرفته اند و تنها امکان خوانده شدن مشخصات چاپ شده بر روی بالاترین ورق وجود دارد که استفاده از مشخصات چاپ شده بر روی ورق برای انبارداری ضروری می باشد، لذا جهت تسهیل امر انبارداری، شناسه موقت بسته باید با شناسه نهایی که همان شناسه بالاترین ورق در بسته می باشد باید جایگزین گردد. به عنوان مثال اگر شناسه بسته AB12345C\_T می باشد و شناسه ورق اول درون بسته، AB12345C و شناسه بالاترین

به دلیل وجود بارکد دوبعدی بر روی برچسب بسته ها ، امکان استفاده از بارکدخوان در انبار محصول وجود دارد و می توان انبارداری و بارگیری محصول را به صورت مکانیزه با استفاده از PACKET PC با کمترین خطا انجام داد .

این سیستم در مدت ۳ ماه و با تکیه بر توان کارشناسان اتوماسیون صنعتی فولاد اکسین خوزستان ، در خط ناحیه تکمیلی و پایلرهای انتهایی خط تکمیلی به اجرا در آمد ، همچنین این اطلاعات بلافاصله پس از ثبت در سیستم ردگیری محصول برای سیستم جامع تولید و انبارداری ارسال می گردد و نیاز به ثبت مجدد اطلاعات در سیستم های جامع توسط کاربران نیز وجود ندارد که این موضوع منجر به کاهش خطای انسانی و سرعت در انجام کار ها شده است .

### ۳ - نتیجه گیری و پیشنهاد

اجرای این سیستم باعث کاهش اشتباه انسانی در ثبت اطلاعات بسته های تحویل شده به انبار محصول و در نتیجه کاهش در زمان انبارداری ، کاهش اشتباه در ورود ورق های معیوب به انبار ، کاهش در زمان تحویل ورق به مشتری و کاهش شکایت مشتری را به دنبال داشته است . همچنین فشار کاری بر کاربران خط تولید و انبار محصول به دلیل استفاده از یک سیستم واحد جهت انجام وظایف محوله کاهش یافته است .



## بررسی تنظیمات حفاظت الکتریکی موتور ۴۰۰ کیلوواتی شرکت فولاد اکسین خوزستان

سعید نمازی<sup>۱</sup>، احسان خوب<sup>۲</sup>، امین عبداللهی راد<sup>۳</sup>

۱- عضو هیئت علمی گروه برق دانشگاه شهید چمران اهواز، Email: sd\_namazi@scu.ac.ir

۲- شرکت فولاد اکسین خوزستان، Email: E.khoob@oxinsteel.ir

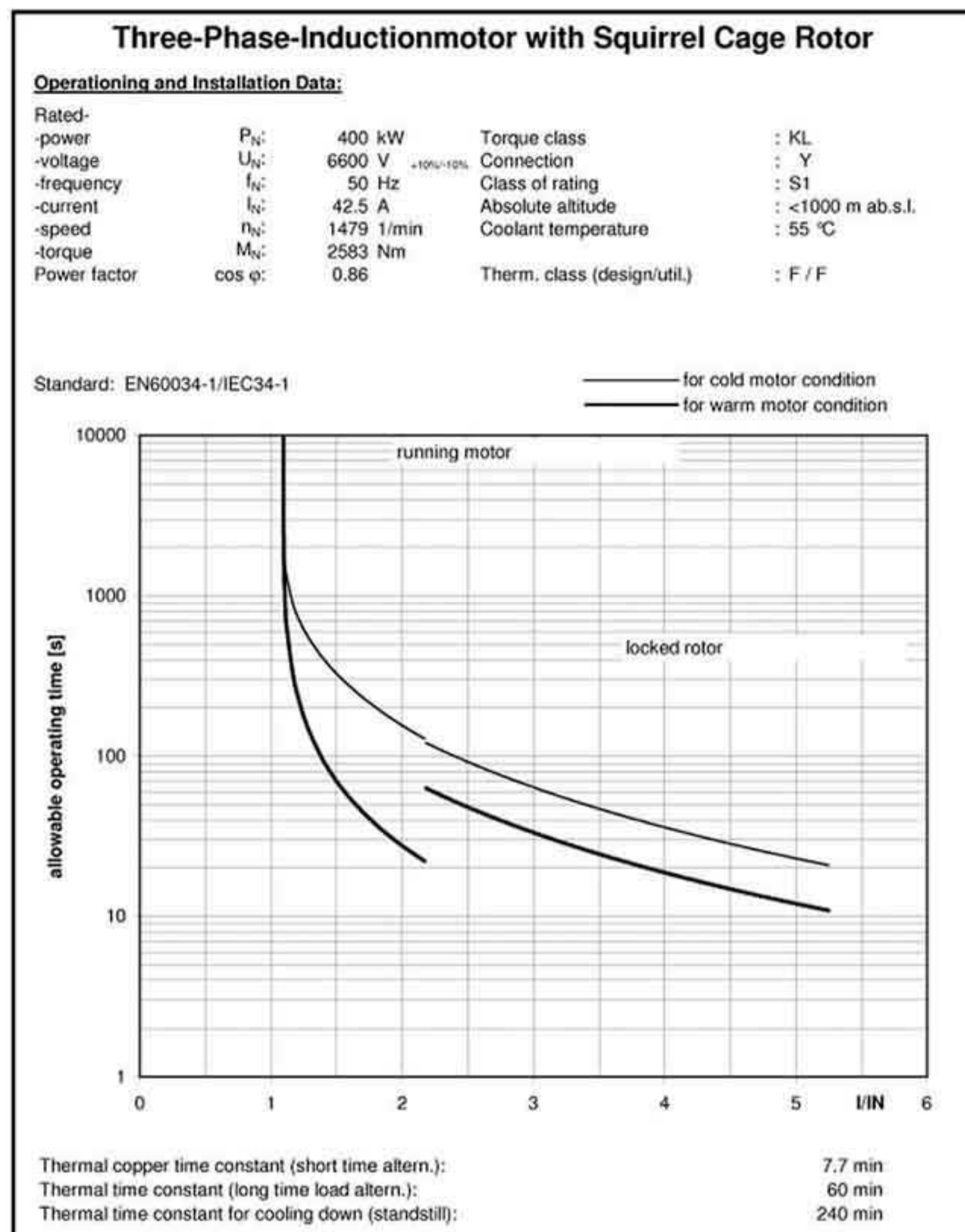
۳- شرکت فولاد اکسین خوزستان، Email: a.abdollahirad@oxinsteel.ir

### جدول ۱- حفاظت های مختلف موجود در رله مربوطه

حفاظت های مختلف رله Sepam-1000-M20	
Over Current Protection 50/51-1	حفاظت اضافه جریان زمان معکوس و زمان معین - واحد اول ( دو گروه ) : (A,B)
Over Current Protection 50/51-2	حفاظت اضافه جریان زمان معکوس و زمان معین - واحد دوم ( دو گروه ) : (A,B)
Earth Fault Protection 50N/51N-1	حفاظت اتصال زمین زمان معکوس و زمان معین - واحد اول ( دو گروه ) : (A,B)
Earth Fault Protection 50N/51N-1	حفاظت اتصال زمین زمان معکوس و زمان معین - واحد دوم ( دو گروه ) : (A,B)
Temperature Monitoring 38/49T	پایش دما - ( از طریق ترمیستورهای موجود در موتور )
Negative Sequence Protection 46	حفاظت جریان بار نامتبادل یا مولفه منفی
Under Current Protection 37	حفاظت کاهش جریان
Excessive Starting Time & Locked Rotor 48-51LR	حفاظت در برابر دوره راه اندازی طولانی و حفاظت روتور قفل شده
Thermal Overload Protection 49	حفاظت اضافه بار حرارتی ( دو گروه : A,B)
Starts per Hour 66	حفاظت در برابر راه اندازی مکرر

### ۱- مقدمه

در شرکت فولاد اکسین خوزستان موتور های القایی 6.6Kv با توان های 400,560KW ( سیستم های آب رسانی )، 550KW ( کوره های پیش گرم )، 2800KW ( پوسته زدایی ) و 1150KW ( کمپرسور ) استفاده شده اند. با توجه به نقش حیاتی این موتور ها در روند تولید، اهمیت حفاظت آن ها در برابر خطاهای احتمالی به روشنی مشخص می شود. حفاظت این موتور ها توسط رله های ساخت یک شرکت آلمانی انجام گرفته است. این رله از نوع میکرو پروسسوری است که حفاظت های مختلفی را برای موتورهای القائی در آن پیش بینی شده است. حفاظت های فراهم شده توسط این رله در جدول ۱ بیان شده است.



شکل ۲- منحنی ظرفیت حرارتی موتورهای ۴۰۰ کیلووات در پست برق مربوطه

### ۱-۲- حفاظت اضافه جریان

رله مذکور دارای ۴ واحد اضافه جریان فاز و ۴ واحد اتصال زمین است. واحد های اضافه جریان فاز در دو گروه A و B قابل انتخاب هستند که در حال حاضر گروه A فعال است. هر گروه نیز دو واحد ۱-۵۰/۵۱ و ۲-۵۰/۵۱ را شامل می شود. در تنظیم جریان و زمان عملکرد واحد اضافه جریان موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

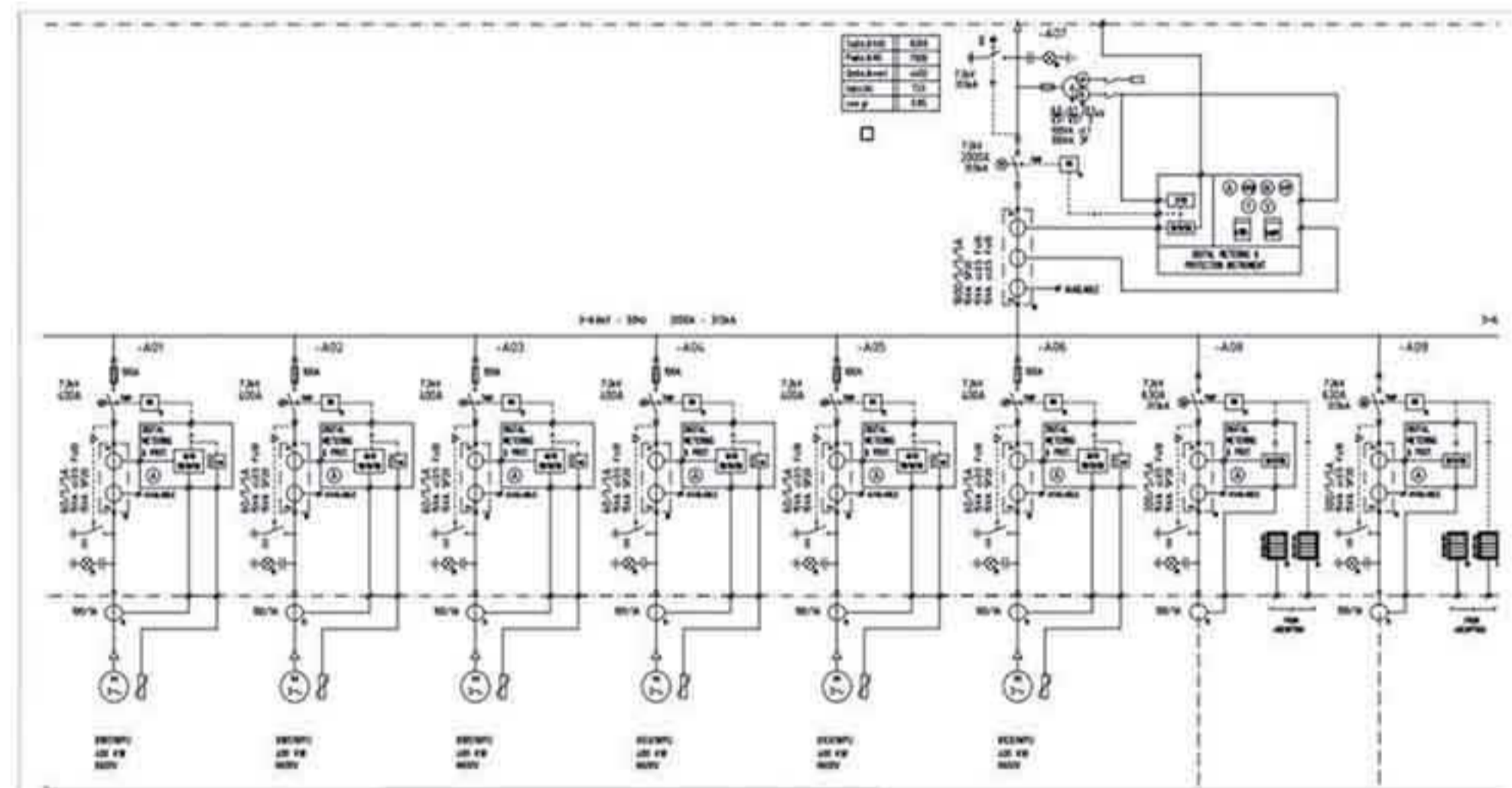
موتورهای یاد شده توسط کنتاکتور ۴۰۰ آمپر و فیوز ۱۲۵ آمپر برقرار می شوند. کنتاکتور جریان قطع حدود ۴۰۰۰ آمپر دارد، بنابراین واحد اضافه جریان رله به گونه ای تنظیم می گردد که تا جریان ۴۰۰۰ آمپر زودتر از فیوز و از جریان ۴۰۰۰ به بالا دیرتر از فیوز عمل کند. بنابراین رفع اتصال کوتاه بزرگتر از ۴ کیلوآمپر توسط فیوز انجام می شود. زمان عملکرد فیوز ۱۲۵ آمپر در این جریان کمتر از ۳۰ میلی ثانیه است.

همچنین واحد اضافه جریان نباید به هنگام راه اندازی موتور موجب قطع آن شود. بنابراین زمان عملکرد واحد اضافه جریان برای جریان های بزرگتر از جریان راه اندازی موتور بیش از ۳۰ میلی ثانیه و برای جریان های کمتر از جریان راه اندازی و بیشتر از جریان نامی، بیش از زمان لازم برای راه اندازی موتور باشد. بنابراین دو واحد اضافه جریان گروه A رله به شرح زیر قابل تنظیم است:

از ۱۰۰ تا ۱۵۰ درصد اضافه جریان توسط واحد حفاظت

## ۲- بررسی حفاظت های موتور ۴۰۰ کیلوواتی سیستم آب رسانی

در پست برق مورد نظر تعداد ۶ موتور ۴۰۰ کیلووات ۶/۶ کیلووات به عنوان WPU (پمپ آب) تغذیه می شود که دیگرام تک خط آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



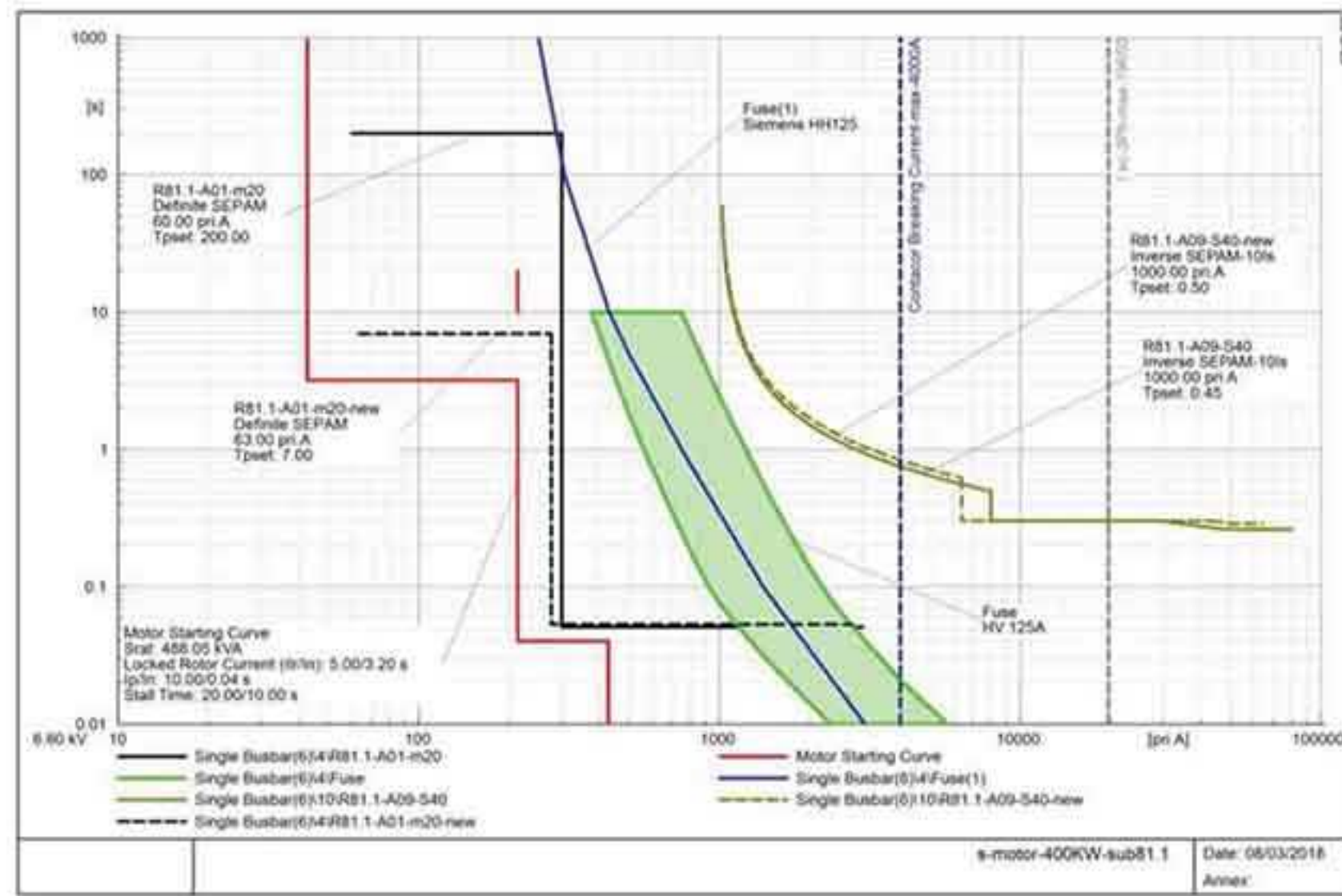
شکل ۱- دیگرام تک خطی پست برق مربوطه

مشخصات فنی این موتورها (بر مبنای کاتالوگ سازنده) در جدول ۲ و مشخصه های حرارتی آن ها نیز در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات فنی موتورهای ۴۰۰ کیلووات در پست برق مربوطه

ردیف	توضیح	الکتروموتور زمینش	نماد
۱	توان یا قدرت خروجی	۴۰۰ کیلووات	$P_m$
۲	ولتاژ نامی	۶/۶ کیلووات - اتصال ستاره	$U_n$
۳	فرکانس	۵۰ هرتز	$f$ (Hz)
۴	سرعت نامی	۱۴۷۹ RPM	RPM
۵	جریان نامی	۴۲/۵ آمپر	$I_{nm}$
۶	ضریب بهره در بارنامی	۹۵/۳٪	$\eta$
۷	ضریب توان در بارنامی	۰/۸۶	$\cos(\phi)$
۸	جریان راه اندازی در ولتاژ نامی و ۹۰٪ ولتاژ نامی	۵ برابر جریان نامی - ۴/۳۵ برابر نامی	$I_A$
۹	طول دوره راه اندازی در ولتاژ نامی و ۹۰٪ ولتاژ نامی	۳/۲ ثانیه - ۵/۵ ثانیه	$T_A$
۱۰	تعداد راه اندازی در هر ساعت (سرد)	۳	-
۱۱	تعداد راه اندازی در هر ساعت (گرم)	۲	-
۱۲	فاصله زمانی بین دو راه اندازی (s)	۲۰ دقیقه	-
۱۳	زمان مجاز برای حالت قفل شدگی روتور	۱۰ ثانیه (گرم) - ۲۰ ثانیه (سرد)	-
۱۴	ثابت زمانی گرم شدن ماشین	۶۰ دقیقه	-
۱۵	ثابت زمانی سرد شدن ماشین در شرایط توقف	۲۴۰ دقیقه	-
۱۶	روش زمین شدن نقطه صفر (اتصال ستاره)	نقطه صفر ایزوله	-
۱۷	گشتاور نامی	۲۵۸۳	$M_N$
۱۸	گشتاور راه اندازی و گشتاور ماکزیمم	۹۵٪ و ۱۹۰٪ گشتاور نامی	$M_K - M_A$
۱۹	کلاس عایقی	F	-
۲۰	کلاس افزایش دما	F	-
۲۱	دمای محیط	۵۵ °C	-
۲۲	دارای ترمیستور PT100 در سیم پیچی	در هر فاز ۲ عدد	-
۲۳	دارای ترمیستور PT100 در بیرینگ	۱ عدد	-
۲۴	کلاس کار	S1	-
۲۵	معامل اینرسی دورانی	۶/۹ $Kgm^2$	-





شکل ۳- نمودار هماهنگی رله-فیوز-راه اندازی موتورهای ۴۰۰ کیلووات در پست برق مربوطه (شبه سازی شده در نرم افزار DIGSILENT)

## ۲-۲ واحد حفاظت بار نامتعادل ۴۶

این حفاظت می تواند موارد زیر را (تا حد تنظیم) تشخیص دهد:

- وجود مولفه منفی در جریان سه فاز (ناشی از عواملی هم چون نامتعادلی جریان و قطع شدن یک فاز از فیوز حفاظتی موتور (اگر استفاده شده باشد و ...).
  - وجود اتصال کوتاه، قطع شدن یا اشتباه بودن پلاریته در مدارات ثانویه ترانس های جریان.
  - تشخیص خطای تک فاز و دوفاز با جریان کمتر از جریان بار نامی موتور.
- جریان توالی منفی (Ii) از معادله زیر محاسبه می گردد:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3)$$

$$\text{with } a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$$

این واحد دارای دو تنظیم یکی جریان مولفه منفی عملکرد که بر حسب جریان مبنا Ib (جریان نامی موتور) به صورت درصد (Is / Ib) بیان می شود و دیگری تنظیم زمان T که ممکن است به دو صورت زمان معین و زمان معکوس انتخاب شود. مشخصه زمان معین در شکل ۴ نشان داده شده است.



Definite time protection principle.

شکل ۴- مشخصه زمان معین برای حفاظت مولفه منفی

حرارتی دیده شود و پس از آن توسط حفاظت اضافه جریان. بنابراین تنظیم واحد اول اضافه جریان بر اساس ۱۳۰ درصد جریان نامی برابر است با:

$$I_s = 1.5 \times 42.5 \cong 63 \text{ A} \cong 1.05 \times I_n, (I_n = 60 \text{ A})$$

زمان عملکرد باید بیشتر از بیشترین زمان راه اندازی باشد که برای این موتور ۵/۵ ثانیه است. با ۱ تا ۱/۵ ثانیه فاصله اطمینان، ۶/۵ تا ۷ ثانیه حاصل می شود. این زمان از حد تحمل حرارتی موتور در شکل ۲ پایین تر است (که باید این چنین باشد).

$$\text{Definite Time, } T = 7 \text{ s}$$

واحد دوم اضافه جریان بر اساس بیشترین جریان راه اندازی موتور قابل تنظیم است. بادر نظر گرفتن فاصله اطمینان ۳۰ درصدی از جریان راه اندازی نامی:

$$I_s = 1.3 \times 5 \times 42.5 \text{ A} \cong 276 \text{ A} \cong 4.6 \times I_n$$

زمان عملکرد با توجه به وجود فیوز و هماهنگی با آن با فاصله زمانی مناسب باید از ۳۰ میلی ثانیه بیشتر باشد.

$$\text{Definite Time, } T = 50 \text{ ms}$$

تنظیم واحد های اتصال زمین با توجه به این که جریان اتصال زمین در شبکه برق کارخانه به دلیل وجود مقاومت ۳۸/۱ اهم در مسیر نقطه صفر اتصال ستاره ترانس های تغذیه کننده بخش ۶/۶ کیلوولت کمتر از ۱۱۰ آمپر است و این جریان در حد قدرت قطع کنتاکتور استارتر موتورها قرار دارد. از طرفی چون از ترانس جریان هسته متعادل (Core Balance) استفاده شده است تنظیم جریان عملکرد می تواند بسیار کوچک باشد.

تنظیم فعلی ۳/۰ جریان Ino است که برابر ۶ آمپر است و مناسب است. اما زمان عملکرد ۱۰۰۰ میلی ثانیه در نظر گرفته شده است که زیاد به نظر می رسد. به همین منظور تنظیمات زیر در نظر گرفته شده است:

$$50\text{N}/51\text{N}-1: \text{VIT}, I_s=0.3 \times I_{no}=6 \text{ A}, T=0.2 \text{ s} = 200 \text{ ms}$$

$$50\text{N}/51\text{N}-2: \text{Definite Time}, I_s=1.5 \times I_{no}=30 \text{ A}, T=200 \text{ ms}$$

نمودار هماهنگی رله با شرایط راه اندازی موتور و نیز فیوز مورد استفاده در شکل ۳ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۱ که مشخصات فنی موتور های یاد شده در آن درج شده است طول دوره راه اندازی حدود ۳/۲ ثانیه با ولتاژ نامی و ۵/۵ ثانیه تحت ۹۰ درصد ولتاژ نامی است. بنابراین تنظیم پارامتر  $ST=6.5s$  (با فاصله زمانی ۱ تا ۱/۵ ثانیه پس از بیشترین زمان راه اندازی) مناسب است. این زمان از زمان حد تحمل حرارتی ماشین با فاصله زمانی مناسبی کمتر است. (تنظیم فعلی برای جریان  $Is=3.57Ib=150A$  و زمان  $ST=6.5s$  است) بخش دوم حفاظت مربوط به شرایط روتور قفل شده است و دو حالت کاری دارد:

الف - در شرایط عادی کار موتور پس از راه اندازی موفق، این حفاظت وقتی جریان در هر یک از فازها از مقدار تنظیم شده  $Is$  بیشتر شود و برای مدت بیشتر از زمان تنظیم شده  $LT$  باقی بماند، رله فعال شده و موتور قطع می شود. برای اینکه این حفاظت فعال باشد باید جریان موتور از ۱۰ درصد جریان نامی بیشتر باشد و زمان  $ST$  هم سپری شده باشد. به این ترتیب این حفاظت پس از راه اندازی موفق فعال است.

ب- روتور قفل شده در راه اندازی، اگر جریان موتور از مقدار تنظیم شده  $Is$  بیشتر شود ولی سرعت آن صفر باشد پس از مدت زمان  $LTS$  رله فرمان قطع صادر می کند. برای این حالت کار باید با استفاده از یک سنسور سرعت به ورودی  $I23$  رله سیگنال داده شود. برای این حفاظت فرض بر این است که ماشین سرعت نگرفته، مگر اینکه این سیگنال دریافت شود. با دریافت سیگنال متناظر با سرعت گیری موتور این بخش از حفاظت غیرفعال می گردد. زمان  $LTS$  از طول دوره راه اندازی می تواند کمتر انتخاب شود. (برای نمونه  $LTS=3s$ ). توجه شود که طبق منحنی های ظرفیت حرارتی موتور، جریان راه اندازی که ۵ برابر جریان نامی است تا بیش از ۱۰ ثانیه قابل تحمل است. در مواردی که موتور ممکن است به دلایلی کاهش سرعت و سپس افزایش سرعت داشته باشد (برای نمونه به هنگام کاهش ولتاژ تغذیه کننده برای کوتاه مدت). در این حالت موتور جریانی در حد جریان راه اندازی را برای مدتی دریافت می کند. اگر جریان پیش از شتاب گیری مجدد از مقدار ۱۰ درصد مقدار نامی بیشتر باشد، این یک راه اندازی محسوب نمی شود. رله این شرایط را مشابه شرایط روتور قفل شده پس از راه اندازی در نظر بگیرد. بنابراین زمان  $LT$  باید کمتر یا (در بالاترین حد برابر زمان  $ST$ ) تنظیم شود. این پارامتر در حال حاضر برابر ۱ ثانیه تنظیم شده که مناسب است.

۲-۴- واحد حفاظتی جلوگیری از راه اندازی مکرر (Starts per Hour 66)

این واحد حفاظتی تعداد راه اندازی در یک دوره زمانی معین

منحنی های زمان معکوس نیز از معادلات زیر مشخص می گردند. نمونه منحنی زمان معکوس در شکل ۵ نشان داده شده است.

■ for  $Is/Ib \leq Ii/Ib \leq 0.5$

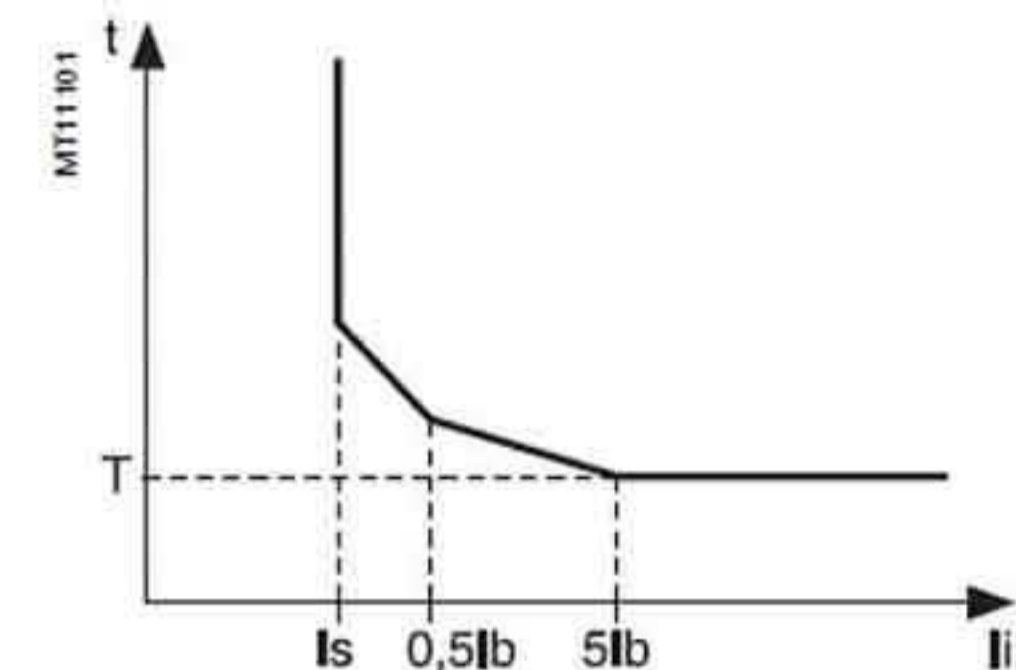
$$t = \frac{3.19}{(Ii/Ib)^{1.5}} \cdot T$$

■ for  $0.5 \leq Ii/Ib \leq 5$

$$t = \frac{4.64}{(Ii/Ib)^{0.96}} \cdot T$$

■ for  $Ii/Ib > 5$

$$t = T$$



شکل ۵- مشخصه زمان معکوس برای حفاظت مولفه منفی

مقادیر پیشنهادی برای تنظیم رله با مشخصه زمان معین توسط زمینس ۱۰ تا ۲۰ درصد برای آلارم و ۴۰ تا ۵۰ درصد برای فرمان قطع با تاخیر ۱ تا ۳ ثانیه است. رله تنها دارای یک واحد مولفه منفی (بار نامتعادل) است که برای فرمان قطع برنامه ریزی شده است و در حال حاضر تنظیم ۵۰ درصد (معادل ۲۱ آمپر) با زمان ۰/۵ ثانیه به صورت زمان معین است. این تنظیم به ۴۰٪ کاهش و تاخیر زمانی ۱ ثانیه در نظر گرفته می شود تا حالت های گذرا نامتعادلی موجب قطع ناخواسته موتور نگردد.

۲-۳- حفاظت در شرایط راه اندازی موتور و حفاظت روتور قفل شده (LR-۵۱-۴۸)

طولانی تر شدن راه اندازی ممکن است به دلایلی از جمله کاهش ولتاژ، ممان گردشی زیاد بار، یا شرایط روتور قفل شده رخ دهد. این واحد هم به صورت زمان معین عمل می کند. این تابع حفاظتی به صورت سه فاز بوده و از دو بخش زیر تشکیل می شود:

بخش اول راه اندازی طولانی تر از زمان مورد انتظار راه اندازی موتور را پایش می کند. اگر جریان از ۱۰ درصد جریان نامی کمتر باشد و جریان یک فاز از سه فاز از مقدار تنظیم شده  $Is$  بیشتر شود این یک راه اندازی به شمار می آید. اگر این راه اندازی برای مدتی بیش از زمان  $ST$  که زمان راه اندازی مورد انتظار است، بیشتر باشد، رله فعال شده فرمان قطع صادر می شود.

تنظیم جریان برای آشکار سازی شرایط راه اندازی ( $Is$ ) باید از بیشترین جریان مجاز بار بیشتر و از کمترین جریان راه اندازی کمتر باشد. یک معیار تنظیم می تواند حد وسط کمترین جریان راه اندازی و بیشترین جریان بار باشد.

$$I_{max} - load = 42 A$$

$$I_{start} - min_{(400kW)} = 183 A$$

$$Is = \frac{42+183}{2} \cong 112 A \cong 2.7Ib, (Ib = 42A)$$

$$E_{s2} = \left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2$$

اگر اضافه بار ۵ درصد مجاز باشد این آستانه برابر  $E_{s2} = 1.05^2 \cong 1.1 = 110\%$  تنظیم می شود. اگر هیچگونه اضافه بار مجاز نباشد برابر ۱۰۰٪ تنظیم می گردد. بدیهی است مقدار آستانه برای آلارم همواره کمتر از مقدار آستانه برای قطع است.

زمان عملکرد رله بر اساس دو معادله زیر تعیین می شود که یکی مشخصه سرد و دیگری مشخصه گرم نامیده می شود: مشخصه سرد که در آن  $E_{s0}$  مقداری بین صفر تا ۱ است:

$$t = T \times \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s0}}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_s}$$

$$t = T \times \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_s} \quad \text{مشخصه گرم:}$$

سرد یا گرم بودن ماشین بر اساس میزان  $E_s$  محاسبه شده از فرمول مندرج در بلاک دیگرام است که اگر از ۵۰٪ بیشتر باشد مشخصه گرم و اگر از ۵۰٪ کمتر باشد مشخصه سرد در نظر گرفته می شود. زمان عملکرد رله از مشخصه سرد بیشتر از زمان عملکرد رله، از مشخصه گرم محاسبه خواهد بود. چنانچه مقدار  $E_{s0}$  برابر ۱ انتخاب شود مشخصه گرم و سرد مشابه هم خواهند بود. اگر برای مدت طولانی (چندین ساعت) خاموش باشد، میزان  $E_s$  به مقدار انتخاب شده برای  $E_{s0}$  کاهش می یابد. مقدار معمول برای  $E_{s0}$  مطابق کاتالوگ رله M20 صفر است مگر برای تنظیم زمان عملکرد رله روی مشخصه سرد مورد نیاز باشد که آن را افزایش داد. هر چه این پارامتر بزرگتر باشد زمان عملکرد رله روی مشخصه سرد کوتاهتر خواهد بود. اگر مقدار آن بیش از ۵۰ درصد یا ۰/۵ انتخاب شود رله همواره با مشخصه گرم عمل خواهد کرد.

در تعیین افزایش حرارت یا ظرفیت حرارتی ماشین، دمای مبنا برای محیط ۴۰ درجه سانتیگراد فرض می شود ولی اگر دمای دیگری مد نظر باشد از طریق ضریب دمایی محیط در نظر گرفته می شود که برابر است با:

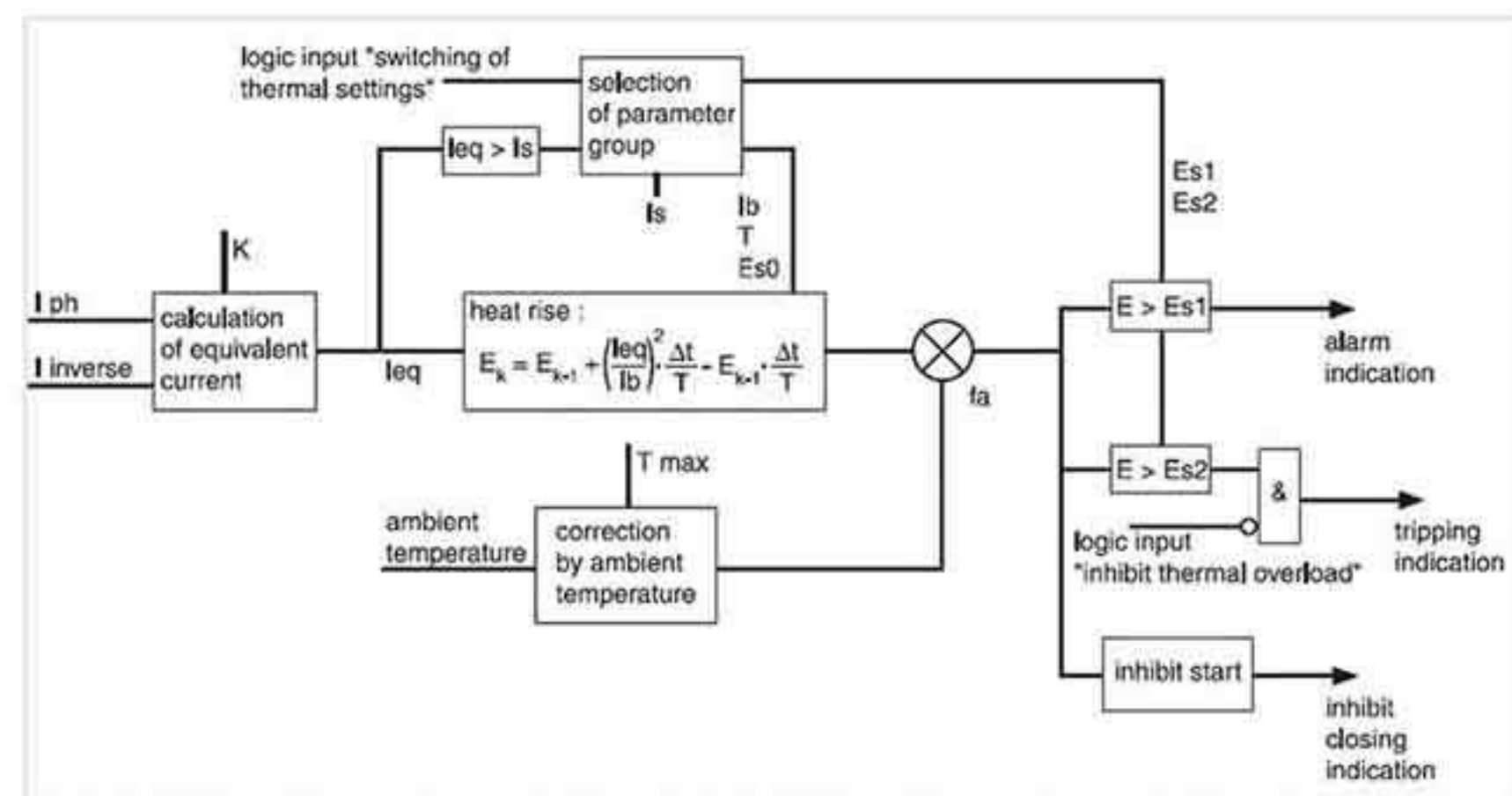
$$F_a = \frac{T_{max} - 40}{T_{max} - T_{ambient}}$$

که در این معادله  $T_{max}$  درجه حرارت مجاز ماکزیمم برای عایق بندی موتور است که به کلاس عایقی موتور بستگی دارد.  $T_{ambient}$  نیز دمای محیط است که از طریق سنسور حرارتی (در صورت وجود) توسط رله اندازه گیری می شود. اگر در جریان های سه فاز موتور مولفه منفی نیز وجود داشته

(یک ساعت) را نظارت می کند. تعداد دفعات راه اندازی به صورت سرد و گرم در یک ساعت توسط سازنده موتور مشخص می شود که در جدول ۱ نیز بیان شده است. پس از آن راه اندازی دیگر مجاز نخواهد بود تا اینکه مدت زمان معینی سپری شود. همچنین فاصله زمانی بین دوراه اندازی متوالی نیز مشخص می گردد تا راه اندازی های پی در پی امکان پذیر نباشد. تعداد راه اندازی در هر ساعت ۳ بار در شرایط سرد و ۲ بار در شرایط گرم مجاز دانسته شده است. فاصله زمانی بین راه اندازی ها نیز ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده است.

## ۲-۵- واحد حفاظت اضافه بار حرارتی (۴۹)

واحد حفاظت اضافه بار حرارتی برای جلوگیری از آسیب موتور در برابر حرارت ناشی از اضافه بار در نظر گرفته شده و می تواند شرایط دمایی محیط را در صورتی که ورودی باینری برای آن تعریف شده باشد، نیز لحاظ کند. این واحد هم به منظور مونیتورینگ (پایش) و هم ارسال فرمان قطع موتور می تواند عمل کند. شکل ۶ بلاک دیگرام این حفاظت را نشان می دهد.



شکل ۶- بلاک دیگرام حفاظت اضافه بار رله M20

وضعیت افزایش حرارت یا ظرفیت حرارتی (Thermal Capacity) که با حرف  $(E_k)$  نشان داده شده می شود، به صورت تابعی از زمان موتور مطابق یک معادله ریاضی بر اساس جریان عبوری و ظرفیت حرارتی پیشین  $(E_{k-1})$  محاسبه می شود (به شکل ۶-۶ توجه شود).

نظر به اینکه در ایجاد حرارت توان ۲ جریان موتور اهمیت دارد، لذا ظرفیت حرارتی محاسبه شده نیز تابعی از توان ۲ جریان موتور است. از طرف دیگر این جریان همواره بر اساس جریان بار کامل (جریان نامی) موتور اندازه گیری می شود. وقتی ظرفیت حرارتی  $(E)$  محاسبه شده به مقدار آستانه اول تنظیم شده در پارامتر  $E_{s1}$  برسد، یک آلارم صادر می شود. وقتی به مقدار آستانه دوم  $E_{s2}$  برسد، فرمان قطع صادر می شود. آستانه دوم برای فرمان قطع بر اساس میزان اضافه بار مجاز تعیین می گردد. در واقع از معادله زیر  $E_{s2}$  محاسبه می گردد:

موتور بیشتر است. بنابراین پارامترهای جدید باید محاسبه شود.

با توجه به اینکه موتورهای یاد شده فاقد Service Factor هستند به معنی آن است که مقدار این پارامتر برابر ۱ است و به این مفهوم است که موتور تا بار نامی قابل استفاده است و نیز با توجه به مشخصه حد حرارتی موتور حداکثر اضافه بار ۱۰ درصد است. لذا با در نظر گرفتن ۵ درصد اضافه بار، میزان ظرفیت حرارتی جهت فرمان قطع باید  $E_{s2} = (1.05)^2 = 1.10 = 110\%$  انتخاب شود. برای آلامر  $E_{s1} = 90\%$  مناسب است.

با این ملاحظات ثابت زمانی مورد نیاز با توجه به مشخصه های حرارتی موتور (شکل ۲) که زمان قابل تحمل برای دو برابر جریان نامی بیشتر از ۲۴ ثانیه است و اینجا برابر ۱۲ ثانیه در نظر گرفته می شود:

$$T = t \times \left( \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s2}} \right)^{-1} \rightarrow 12 \times \left( \ln \frac{4-1}{4-1.1} \right)^{-1} \cong 354 s \cong 6 \text{ minute}$$

زمان عملکرد رله با مشخصه سرد برابر است با:

$$t = 6 \times 60 \times \ln \frac{4-0}{4-1.1} \cong 116 s$$

که مقدار آن بسیار نزدیک به زمان مربوط به مشخصه سرد در دو برابر جریان است. برای کاهش آن پارامتر  $E_{s0}$  را می توان چنان تنظیم کرد که زمان کمتر به دست آید. با توجه به مشخصه در حالت سرد زمان ۱۰۰ ثانیه برای ۲ برابر مناسب است. بنابراین با توجه به رابطه ریاضی داده شده در کاتالوگ رله برای محاسبه  $E_{s0}$  می توان نوشت:

$$E_{s0} = \left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - e^{\frac{t_{necessary}}{T}} \times \left(\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s2}\right)$$

$$E_{s0} = (2)^2 - e^{\frac{100}{6 \times 60}} \times ((2)^2 - 1.1) \cong 0.18 = 18\%$$

بنابراین  $E_{s0}$  باید دست کم برابر ۱۸ درصد انتخاب شود تا زمان مورد نظر روی مشخصه سرد حاصل شود. هر چه  $E_{s0}$  بزرگتر انتخاب شود زمان باز هم کمتر خواهد بود. اگر  $E_{s0}$  ۱۰۰ درصد انتخاب شود مشخصه سرد و گرم رله یکسان می شود (در حال حاضر تنظیم آن ۱۰۰٪ است). اگر در نظر باشد تنظیمات محافظه کارانه انجام شود مقدار  $E_{s0}$  از آن چه که از فرمول به دست می آید بالاتر انتخاب می شود. از طرفی اگر  $E_{s0}$  هر عددی انتخاب گردد ظرفیت حرارتی ثبت شده در رله حتی اگر موتور خاموش باشد هیچ گاه از مقدار  $E_{s0}$  کمتر نخواهد بود (به توضیحات بالا در این خصوص توجه شود).

بنابراین  $E_{s0}$  برابر ۳۵٪ انتخاب می شود.

از طرف دیگر در تعیین ثابت زمانی باید توجه داشت که حفاظت اضافه بار حرارتی در دوره راه اندازی نباید موجب عملکرد رله بشود بنابراین زمان قطع رله باید از زمان راه اندازی

باشد، اثر آن در ایجاد حرارت از معادله زیر در نظر گرفته می شود.

$$I_{eq} = \sqrt{I_{ph}^2 + K \cdot I_i^2}$$

در این معادله  $I_{eq}$  جریان معادل با در نظر گرفتن مولفه منفی جریان  $I_{ph}$ ، جریان موتور و  $I_i$  نیز مولفه منفی موجود در جریان موتور است.  $K$  ضریب مولفه منفی است که از معادله زیر (استخراج شده از کاتالوگ رله M20) محاسبه می شود:

$$K = 2 \cdot \frac{C_d}{C_n} \cdot \frac{1}{s \cdot \left(\frac{I_d}{I_b}\right)^2} - 1$$

در معادله اخیر  $C_n$  و  $C_d$  به ترتیب گشتاور راه اندازی و گشتاور نامی موتور و  $I_b$  و  $I_d$  نیز جریان راه اندازی و جریان نامی موتور و  $S$  نیز لغزش نامی آن است. با توجه به اطلاعات جدول ۱-۶ ضریب  $K$  برابر است با:

$$K = 2 \times 0.95 \times \frac{1}{0.014 \times (5)^2} - 1 = \frac{31}{7} \cong 4.43$$

مقادیر مختلف برای انتخاب این ضریب در نرم افزار رله عبارت است از ۰-۲.۲۵-۴.۵-۹ که ۴.۵ مناسب است.

ثابت زمانی مورد نظر با توجه به مشخصه حرارتی موتور قابل محاسبه است. زمان عملکرد واحد اضافه بار حرارتی از معادلات زیر به دست می آید:

$$t = T \times \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s0}}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_s}$$

در این معادله  $E_{s0}$  ظرفیت حرارتی اولیه و  $E_s$  ظرفیت حرارتی موتور برای آلامر یا فرمان قطع است،  $T$  ثابت زمانی گرم شدن ماشین،  $I_{eq}$  جریان معادل حرارتی موتور که پیش از این محاسبه آن بیان شد و نیز  $I_b$  که جریان نامی موتور است.  $t$  زمان عملکرد حفاظت اضافه بار حرارتی است. مشخص است که برای عملکرد حفاظت باید  $E_s > E_{s0}$  باشد. اگر به جای  $E_s$  در معادله اخیر  $E_{s2}$  قرار داده شود به ازای هر جریان  $I_{eq}$  زمان عملکرد رله محاسبه می شود.

برای نمونه اگر  $E_{s2} = 120\% = 1.2$  باشد و  $E_{s0} = 100\% = 1$  و نسبت  $\frac{I_{eq}}{I_b} = 2$  باشد با ثابت زمانی ۱۰ دقیقه زمان عملکرد رله برابر خواهد بود با:

$$t = 10 \times 60 \times \ln \frac{2^2 - 1}{2^2 - 1.2} = 41.4 s$$

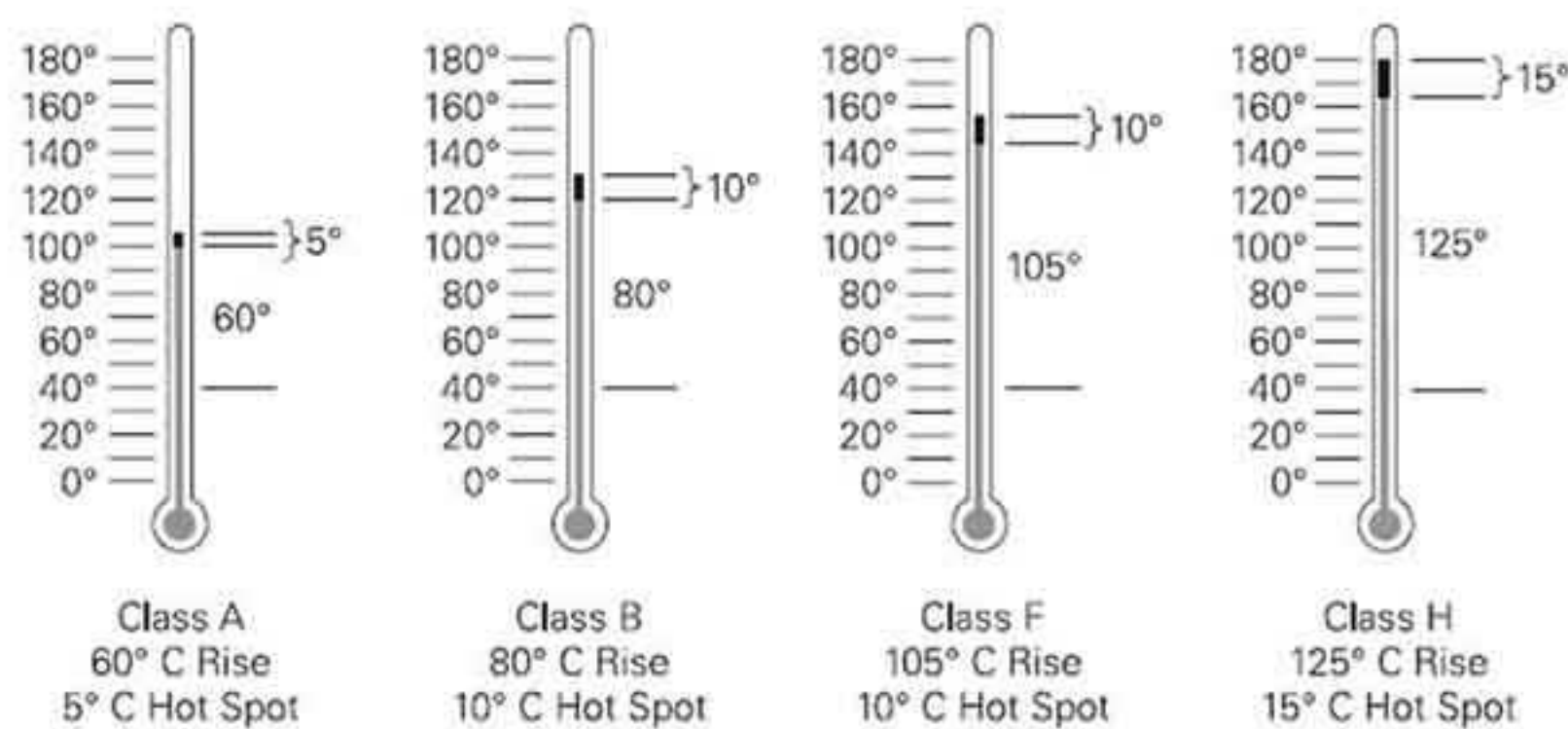
مقادیر بیان شده تنظیمات فعلی واحد اضافه بار رله هستند. بنابراین واحد اضافه بار رله برای جریان ۲ برابر جریان نامی در زمان ۴/۴ ثانیه عمل خواهد کرد. با توجه به منحنی حرارتی رله (شکل ۲) این زمان مناسب نیست و از زمان قابل تحمل

## ۲-۶- واحد پایش درجه حرارت (38/49T)

با توجه به کلاس عایقی و کلاس افزایش دمای موتور که به ترتیب F و F است، دمای موتور در جریان نامی و نیز در دمای استاندارد ۴۰ درجه سانتیگراد، تا حد ۱۴۵ درجه می تواند برسد. بنابراین باید پیش از رسیدن به این دما موتور قطع شود. با توجه به مشخصات فنی داده شده توسط سازنده که در شکل ۷ نشان داده شده است، نتیجه می شود که:

برای ترمیستورهای نصب شده در سیم پیچ استاتور سطح آلارم ۱۲۵ درجه و سطح فرمان قطع ۱۳۵ درجه مناسب است. با توجه به داده های شکل ۸، ۱۵ درجه حاشیه اطمینان در دمای قطع وجود دارد.

برای ترمیستورهای مربوط به بیرینگ مقادیر سطح آلارم ۹۵ و سطح فرمان قطع ۱۰۵ درجه مناسب هستند. با توجه به داده های شکل ۸، ۱۵ درجه حاشیه اطمینان در دمای قطع وجود دارد.



شکل ۷- نمودار افزایش دما بر اساس کلاس عایقی سیم پیچی ماشین (دمای محیط ۴۰ درجه سانتیگراد)

Connections for:

- **Bearing thermometer** (resistance thermometer Pt100; 100Ω at 0 °C)  
Quantity per bearing 1

Guide values for adjustment of tripping temperature for bearing thermometers		
Initial adjustment before starting	for disconnection	Tmax = 120 °C
Adjustment acc. to measured values	for warning	T1 = T + 5 K
	for disconnection	T2 = T + 10 K
Advice: T = operating temperature (°C)		
Temperature for disconnection T2 may not exceed maximum temperature Tmax!		

- **Embedded winding thermometer** (resistance thermometer Pt100; 100Ω at 0 °C)  
Quantity 6

Guide values for adjustment of tripping temperature for Embedded winding thermometers		
Initial adjustment before starting	for disconnection	T0 = 140 °C
Adjustment acc. to measured values	for warning	T1 = T + 10 K ≤ 150 °C
	for disconnection	T2 = T + 15 K ≤ 155 °C
Advice: T = operating temperature (°C)		

شکل ۸- دمای آلارم و قطع برای ترمیستورهای نصب شده در موتورهای ۴۰۰ کیلووات زیمنس

## ۳- مرجع

۱- گزارش نهایی پروژه پژوهشی "شبه سازی، بررسی و ارزیابی سیستم حفاظت الکتریکی شبکه برق شرکت فولاد اکسین خوزستان" زمستان ۱۳۹۷

موتور بیشتر باشد. برای محاسبه زمان قطع به هنگام راه اندازی جریان ماشین ۵ برابر جریان نامی است و زمان عملکرد رله محاسبه می گردد که نتیجه آن برابر است با:

$$t = 6 \times 60 \times \ln \frac{25-1}{25-1.1} \cong 1.6 s$$

این زمان از دوره راه اندازی که ۳/۲ ثانیه است، کمتر است و مناسب نیست. برای افزایش زمان عملکرد حین راه اندازی یا باید میزان  $E_{S2}$  را افزایش داد یا باید ثابت زمانی بزرگتر انتخاب شود. یاد آوری می شود رله دارای دو گروه تنظیمات A و B برای اضافه بار حرارتی است که برای انتخاب هر یک از سطح جریان استفاده می شود. برای این منظور می توان از گروه B حفاظت اضافه بار حرارتی استفاده کرد. اگر  $E_{S2} = 1.2$  در نظر گرفته شود، زمان در دوره راه اندازی با ثابت زمانی ۸ دقیقه حدود ۳ ثانیه به دست می آید که از زمان راه اندازی کمتر است. اگر در نظر باشد زمان کمی طولانی تر باشد می توان ثابت زمانی را نیز برای گروه B حفاظت تعیین کرد. اگر ثابت زمانی بزرگتر در نظر باشد، از دید راه اندازی باید ثابت زمانی چنان باشد که دست کم زمان عملکرد از ۳/۲ بیشتر و از ۱۰ ثانیه کمتر باشد. اگر زمان ۶/۵ ثانیه فرض شود ثابت زمانی مورد نیاز برابر است با:

$$T = t \times \left( \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{S2}} \right)^{-1} \rightarrow 6.5 \times \left( \ln \frac{25-1}{25-1.2} \right)^{-1} \cong 776 s \cong 13 \text{ minute}$$

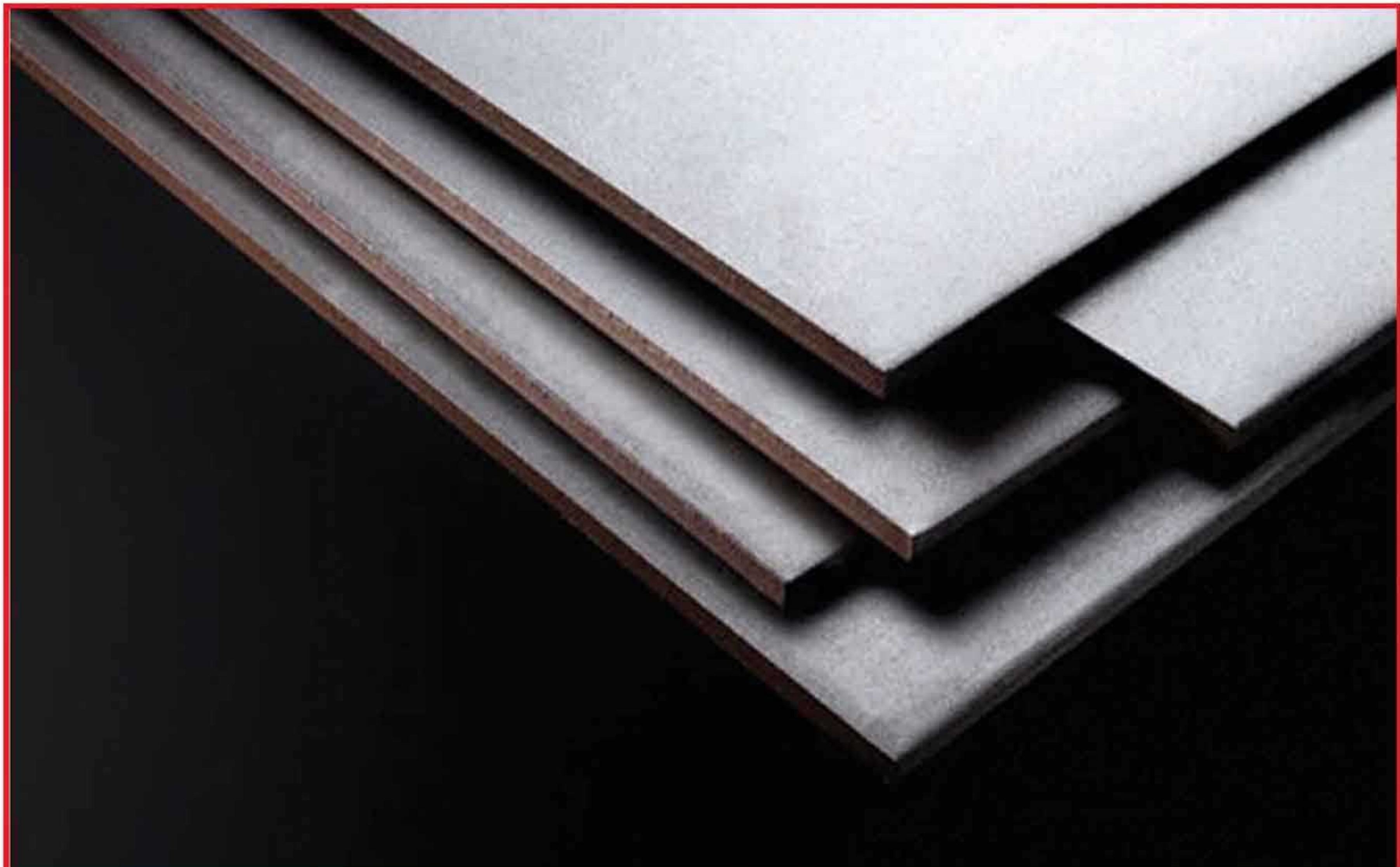
برای جریان های تا ۳ برابر از ثابت زمانی ۸ دقیقه و از آن پس از ثابت زمانی ۱۳ دقیقه استفاده می شود. جریان ۳ برابر به عنوان جریان سوییچ کردن ثابت زمانی با توجه به مشخصه حرارتی موتور در شکل ۶-۲ انتخاب شده است. ضمن اینکه زمان عملکرد رله برای جریان ۳ برابر با ثابت زمانی بزرگتر حدود ۱۹/۵ ثانیه است که برای موتور مناسب است.

$$t = 13 \times 60 \times \ln \frac{9-1}{9-1.2} \cong 19.5 s$$

هنگامی که جریان موتور از جریان نامی کمتر می شود دمای موتور کاهش می یابد. ثابت زمانی به هنگام کاهش دما در ماشین بستگی به حالت کار موتور یا توقف آن نیز دارد. به ویژه برای موتورهایی که سیستم خنک کننده داخلی دارند که با گردش موتور عمل می کند ثابت زمانی حالت توقف و حالت کار با جریان بار کم تفاوت دارد. این تفاوت توسط ثابت زمانی سرد شدن ( $T_2$ ) در نظر گرفته شده است. واحد اضافه بار حرارتی را می توان از طریق ورودی باینری (I26) می توان مسدود کرد. همچنین از طریق نرم افزار می توان ظرفیت حرارتی محاسبه شده توسط این واحد را RESET کرد. ثابت زمان سرد شدن هر چه بزرگتر در نظر گرفته شود سرعت کاهش ظرفیت حرارتی از دید رله کمتر است.



تحلیل بازار ورق های فولادی



## تحلیل روند بازار داخلی و بین المللی ورق فولادی

اسلام پور بندری، علی اکبر عبدی زاده، اسماعیل شفیانی  
شرکت فولاد اکسین خوزستان

### پیش بینی آینده بازار فولاد ایران و جهان

#### پیش بینی آینده بازار فولاد ایران

ایران از حیث وجود منابع معدنی از معدود کشورهای است که واجد منابع بسیاری از عناصر مورد نیاز بشر در صنایع، کشاورزی و داروسازی است. وجود منابع غنی بیش از ۵۰ عنصر در کشور ما به اثبات رسیده است؛ در حالی که هنوز اکتشافات در حد سطح و اندکی زیر سطح قرار دارد. اگر چه استخراج منابع معدنی قدمتی طولانی در ایران دارد، اما متأسفانه با پیشرفت علم، آهنگ پیشرفت بخش معدن با آهنگ پیشرفت جهانی جلو نرفته است. از این رو، یکی از مهم ترین چالش های تولید در بخش معدن، تولید پایین و هزینه بالای استخراج و فرآوری به واسطه استفاده از تکنولوژی های قدیمی و با بهره وری پایین است. چالش دیگری که وجود دارد، در ارتباط با حمل و نقل است.

متأسفانه در کشورمان از فناوری موج دوم استفاده می شود لذا ظرفیت حمل و نقل پایین است، همین امر قیمت تمام شده

هر تن ماده معدنی برای حمل را افزایش می دهد. بخش معدن کشور به شدت نیازمند اکتشافات پنهان و عمقی است؛ چرا که ذخایر سطحی کشور در حال اتمام است یا تمام شده است. اگر چه اقداماتی آغاز شده که در سال ۹۶ به کشف ذخایر عظیم آهن در اعماق بالای ۱۵۰۰ متری شد، اما طبیعتاً کافی نیست؛ ضمن آنکه نتایج اکتشافات نشان داده است منابع عمقی بسیاری وجود دارد که همگی منتظر ورود تکنولوژی های نوین برای استخراج و فرآوری هستند. از طرفی ورود و بومی سازی تکنولوژی های نوین و روز دنیا، نیازمند سرمایه گذاری های خارجی است. بی شک حجم عظیم منابع معدنی خدادادی کشور ما، به راحتی می تواند سرمایه گذاری خارجی را به ایران گسیل کند. روند بازار داخلی حاکی از این است که در افاق ۱۴۰۴ پیش بینی تولید فولاد میزان ۵۵ میلیون تن باشد. این چشم انداز بدون داشتن فناوری محقق نخواهد شد. بنابراین یکی از اولویت های دولت ورود و بهره گیری از فناوری های نوین در این صنعت است. قطعاً صادرات محصولات فولادی وابستگی

- ۱- کاهش شدید میزان آب مورد نیاز در این صنعت بود که سبب نگرانی های شدید فعالان این حوزه گردید.
- ۲- عرضه های قطره چکانی بازار بورس آهن و سیاست های غیر کارشناسی محول شده در این حوزه
- ۳- افزایش ناگهانی نرخ دلار و روند صعودی بازار سکه و طلا نیز سبب اوج گرفتن ناگهانی بازار فولاد شد.
- ۴- تحریم های سیاسی و بانکی ایران در سطح بین الملل که باعث کاهش میزان صادرات و واردات شد.
- ۵- ابلاغ دستورالعمل تنظیم بازار فولاد با قیمت گذاری دستوری و ایجاد مشکلات از قبیل:
  - سر درگمی و بلا تکلیفی برای تولیدکنندگان و تجار- ترس و واهمه فروشندهگان از شبخ تعزیرات و خالی شدن نسبی انبارها- کمبود بعضی اقلام و محصولات فولادی- بلا تکلیفی مصرف کننده و عدم تزریق محصولات ارزان قیمت به بازار و امید مصرف کنندگان به خرید محصولات فولادی ارزان و ... بوده است.
- ۶- نا اطمینانی و تغییرات مداوم رویه های تجاری و تحریم ها که بیشترین دست انداز را در مسیر صادرات فولاد ایجاد کرده است.

## آمار تولید، مصرف و صادرات و واردات فولاد ایران در سال ۱۳۹۷ تاکنون

طبق آمار انجمن تولیدکنندگان فولاد شاهد افت ۵ درصدی مصرف ظاهری محصولات فولادی در کشور هستیم اما مصرف ظاهری فولاد میانی رشد ۳۱ درصدی داشته است.

آمار انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران نشان می دهد، میزان مصرف ظاهری فولاد میانی در کشور در ۹ ماهه اول سال ۳۱ درصد رشد به ۱۵ میلیون و ۶۱ هزار تن رسیده است.

از این رقم، میزان مصرف بیلت و بلوم ۸ میلیون و ۱۹۸ هزار تن و اسلب ۶ میلیون و ۸۶۳ هزار تن بوده که به ترتیب رشد ۳۷ درصد و ۲۴ درصدی داشته اند.

در ۹ ماهه اول سال گذشته مصرف ظاهری بیلت و بلوم ۵ میلیون و ۹۷۰ هزار تن و اسلب ۵ میلیون و ۵۲۷ هزار تن بود.

همچنین طبق گزارش ها میزان مصرف ظاهری کل محصولات فولادی با ۵ درصد افت از ۱۵ میلیون و ۲۱۵ هزار تن در ۹ ماهه پارسال به ۱۴ میلیون و ۵۱۰ هزار تن کاهش یافته است.

مصرف ورق گرم، ورق سرد و ورق پوششدار نیز به ترتیب با ۵ درصد، ۷ درصد و ۱۹ درصد به ۵ میلیون و ۷۱۹ هزار تن رسیده است.

در مجموع میزان صادرات فولاد ایران به ۵.۸ میلیون تن رسیده و از طرفی شاهد کاهش یک میلیون تنی واردات فولاد بودیم.

بر اساس گزارش انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران فولادسازان

فراوانی به توفیقات دولت در استفاده از فناوری دارد. همچنین جذب سرمایه های خارجی و داخلی نیز با توجه به پیش بینی قیمت ارز در سال ۹۸ بسیار سخت خواهد بود؛ زیرا راه های ورود سرمایه گذاران خارجی با توجه به شرایط تحریم تا اندازه ای مسدود است و از طرفی برای سرمایه گذاران داخلی نیز توجیه اقتصادی نخواهد داشت.

با توجه به افق تولید محصولات فولادی در ۱۴۰۴ و روند تولید و استحصال کنونی، پیش بینی می شود ایران در آینده به یکی از ۵ تولیدکننده برتر دنیا در زمینه محصولات فولادی تبدیل شود که بی شک مقدار زیادی از این تولید مازاد نیاز داخل خواهد بود و لذا نیاز به صادرات محصولات ضروری است ولی در صورت ادامه سیاست های ارزی ناپایدار و تحریم های سیاسی و بانکی بین المللی بطور قطع موضوع صادرات، آینده خوبی نخواهد داشت.

در بخش داخلی نیز با توجه به سیاست های اقتصادی دولتی، تمام تلاش دولت بر این است که به واسطه تولید و مصرف بیشتر محصولات فولادی به عنوان یک شاخص مهم در پیشرفت صنعتی، جایگاه اقتصادی کشور را بهبود بخشد.

## پیش بینی آینده بازار فولاد جهان

در پیش بینی افق بازار فولاد در سال ۲۰۱۹ باید گفت که بزرگ ترین مصرف کننده فولاد در جهان در حال حاضر چین است، لذا با توجه به برنامه این کشور برای تبدیل شدن به اقتصاد اول دنیا در سال های نخست دهه ۲۰۲۰، پیش بینی می شود مصرف فولاد بالاتر برود و این موضوع، بازار فولاد را رونق بیشتری می دهد. چین غول فولادی دنیا قصد داشت که در سال ۲۰۱۸ اصلاح اقتصادی انجام داده و در نتیجه تقاضا و قیمت فولاد پایین آید؛ اما در عمل با توجه به جنگ تجاری با آمریکا، ملاحظات زیست محیطی راکمتر کرده و در نتیجه عملاً رشد اقتصادی فولاد به وقوع خواهد پیوست. سال ۲۰۱۸ سالی تاثیرگذار بر روند قیمت و عرضه و تقاضا در سال ۲۰۱۹ نیز خواهد بود، همچنین اگر جنگ تجاری ادامه یابد، امکان افزایش تقاضای جهانی بالا خواهد بود.

در کل با توجه به پیش بینی رشد اقتصادی جهان، به تبعیت بخش فولاد نیز می تواند با رشد مواجه شود و روند تقاضای جهانی آن افزایش یابد. البته سیاست های فولادی غول های فولادی دنیا مانند چین و ایالات متحده در روند بازار و قیمت ها تاثیرگذار خواهد بود.

## روند بازار داخلی و صادراتی در چند ماه گذشته

از عمده مشکلاتی که بازار فولاد را از همان ابتدا تهدید کرده و در سال ۹۷ نیز جدی تر آغاز گردید موارد زیر را می توان مطرح کرد:



داشته که به معنی از دست رفتن ۲.۱ میلیارد دلار فروش و صادرات است. عامل اصلی افت صادرات، به تثبیت ارز ۴۲۰۰ تومانی و ورود دولت به منظور کنترل قیمت ها از طریق دستورالعمل تنظیم بازار و محدودیت صادرات برمی گردد. در ادامه صادرات به بزرگترین بازارهای صادرات ایران (عراق-افغانستان) به ریال ممنوع شد و با تحریم های مرحله دوم آمریکا، صادرات مهرماه به ۵۱۷ هزار تن سقوط کرد. وضعیت صادرات با وجود چالش بازار، طی ۴ ماه اخیر با ثبات است، لکن درآمد ارزی با توجه به تخفیف زیاد به مشتریان صادراتی، نزولی است.

طبق آمار اعلام شده شرکت فولاد خوزستان در ۱۰ ماه گذشته از سال به ۳ میلیون و ۲۷۵ هزار تن محصول نهایی فولاد دست یافته است. میزان فروش و صادرات فولاد خوزستان تاکنون به این صورت بوده است که ۲ میلیون و ۹۷۸ هزار تن محصول خود را به فروش رسانده اند که از این مقدار یک میلیون و ۸۱۵ هزار تن به کشورهای مختلف صادر شده است.

### بررسی وضعیت آماری صنعت فولاد ایران تا سال ۱۴۰۴

با توجه به آمار و ارقام منتشر شده، در حال حاضر ظرفیت تولید فولاد کشور به ۳۵ میلیون تن در سال رسیده است و قرار است طبق برنامه تا سال ۱۴۰۴ این میزان تا سقف ۵۵ میلیون تن افزایش پیدا کند؛ که البته با توجه به طرح های در حال اجرا به احتمال زیاد این هدف در سال ۱۴۰۰ محقق خواهد شد. از طرفی سرانه مصرف فولاد داخلی طبق اظهار نظر کارشناسان ایمیدرو از ۲۰۰ کیلوگرم به ۱۲۵ کیلوگرم کاهش یافته است. (از دلایل کاهش مصرف فولاد کشور می توان به مقایسه سال های پر رونق ساخت و ساز مسکن مهر در دولت نهم و دهم در مقایسه با رکود مسکن و شیب منفی ساخت و ساز دولت یازدهم و دوازدهم اشاره کرد) اگر جمعیت ایران را حدود ۸۰ میلیون نفر در نظر بگیریم، به مصرف سالانه ۱۰ میلیون تن در سال خواهیم رسید. مطابق اظهار نظرهای برخی از مسئولان، صادرات فولاد کشور به جهت محدودیت هایی که از سمت تحریم ها اعمال شده است، به زحمت به ۱۲ میلیون تن تا پایان سال خواهد رسید.

با جمع بندی اطلاعات و آمار ارائه شده به این اعداد می رسیم: ۱۰ میلیون تن سرانه + ۱۲ میلیون تن صادرات سالانه فولاد (که اگر فکری برای برون رفتن آن نشود در پایان سال متاثر از تحریم ها شاهد کاهش حجم آن نیز خواهیم بود) جمع این ۲۲ میلیون تن اگر از ۳۵ میلیون تن ظرفیت تولید فعلی کسر شود؛ ۱۳ میلیون تن ظرفیت بلا تکلیف می ماند! در صورتی که هنوز به ۵۵ میلیون تن هدف نرسیده ایم که با این روند و اجرای ۱۲ پروژه دیگر با ظرفیت تولید سالانه ۲۵ میلیون تن

در ۹ ماهه اول سال در مجموع ۵ میلیون و ۸۲۳ هزار تن فولاد صادر کردند که ۲ میلیون و ۱۴۸ هزار تن آن محصول فولادی (رشد صد درصدی) و ۳ میلیون و ۶۷۵ هزار تن فولاد میانی بوده است.

این آمار حاکی از آن است که صادرات فولاد میانی که حجمی بالغ بر ۳ میلیون و ۶۷۵ هزار تن داشت با افت ۲۰ درصدی همراه بوده است، چراکه در مدت مشابه سال قبل ۴ میلیون و ۶۱۴ هزار تن فولاد میانی از کشور صادر شده بود.

صادرات بلوم و بیلت ۲ میلیون و ۲۹۸ هزار تن بوده که ۱۱ درصد کمتر از ۹ ماهه اول سال قبل است.

همچنین صادرات اسلب با افت ۳۲ درصدی به یک میلیون و ۳۷۷ هزار تن رسیده است در حالی که در همین مدت در سال گذشته ۲ میلیون و ۳۲ هزار تن بوده است.

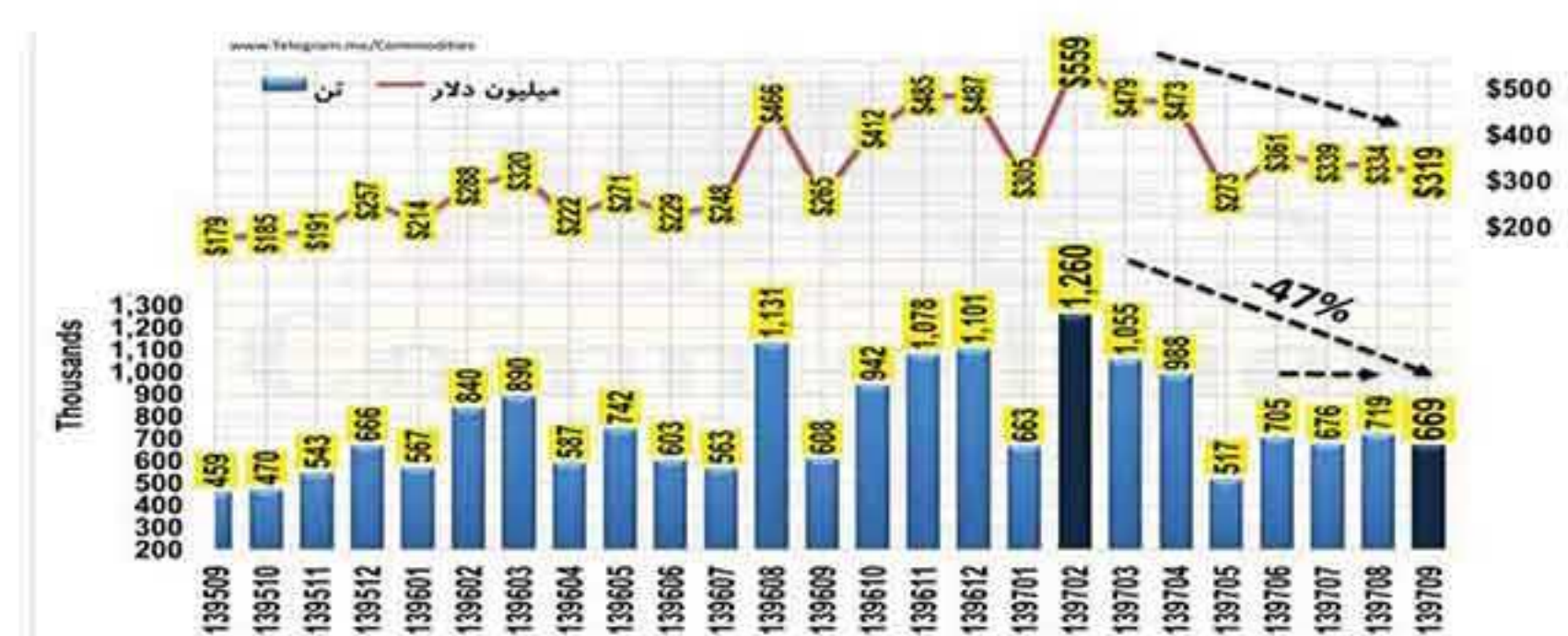
صادرات ورق گرم زیر ۳ میلیمتر ۳۴۳ هزار تن گزارش شده که نسبت به مدت مشابه سال قبل که صادرات ۴۴ هزار تن بود رشد ۶۸۰ درصدی داشت.

صادرات ورق گرم بالای ۳ میلیمتر اما با افت ۵۳ درصدی همراه شده و به ۱۸۵ هزار تن رسیده است. در این بین شاهد افت ۵۳ درصدی صادرات ورق گرم بالای ۳ میلیمتر بودیم و در مجموع واردات ورق گرم ۵۰۰ هزار تن کاهش یافت.

در خصوص واردات نیز آمارهای انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران گویای این موضوع است که واردات آهن اسفنجی همچنان صفر است اما واردات فولاد میانی و محصولات فولادی به ترتیب افت ۲۹ درصد و ۵۶ درصدی داشته اند.

در این مدت ۲۷ هزار تن فولاد میانی شامل هزار تن اسلب و ۲۶ هزار تن بیلت و بلوم به کشور وارد شده که واردات اسلب افت ۹۴ درصدی داشت اما بیلت و بلوم شاهد رشد ۲۴ درصدی بود. در بخش محصولات فولادی، واردات محصولات فولادی ۷۳۰ هزار تن گزارش شده که ۵۶ درصد کمتر از مدت مشابه سال قبل یعنی یک میلیون و ۶۵۹ هزار تن است.

### روند صادرات فولاد ایران در سال ۱۳۹۷



روند صادرات ماهانه شمش فولاد و محصولات نهایی فولادی نشان از کاهش ۴۷٪ صادرات نسبت به اردیبهشت امسال و تثبیت تناژ صادرات در محدوده ۶۷۰ الی ۷۰۰ هزار تن در ماه است.

در واقع فولادسازان ایران ماهانه ۴۰۰ هزار تن عدم صادرات

مقایسه مقدار فروش داخلی اکسین (ورق های تجاری و با ارزش افزوده)



## پیش بینی بازار فولاد در سال ۲۰۱۹ از نگاه سازمان جهانی فولاد

پیش بینی ها نشان می دهد که در سال ۲۰۱۹ تقاضا برای فولاد رشد خود را ادامه دهد اگر چه شتاب آن چندان بالا نخواهد بود.

از عوامل کاهش شتاب در رشد تقاضای فولاد برای سال ۲۰۱۹ می توان به فضای نااطمینانی به دلیل تداوم تنش های تجاری (از جمله جنگ تجاری میان چین و آمریکا و همچنین اقدام واشنگتن در افزایش تعرفه واردات فولاد و آلومینیوم به ایالات متحده)، و بی ثباتی واحدهای پولی اشاره داشت.

### ۱. کره جنوبی

کره جنوبی و ترکیه که در سال ۲۰۱۸ با رکود در این بخش مواجه بودند، پیش بینی می شود سال ۲۰۱۹ با بهبود رونق در بازار فولاد مواجه باشند. صنعت فولاد که در کره جنوبی در سال ۲۰۱۸ با رکود مواجه شد انتظار می رود در سال ۲۰۱۹ نیز تنها با بهبود بسیار ناچیزی رو به رو شود.

### ۲. چین

در نیمه نخست سال ۲۰۱۸، تقاضای چین برای فولاد با وجود عوامل محرکی همچون بخش مسکن و اقتصاد جهانی تقویت شد. اگر چه اجرایی شدن اقداماتی در جهت متوازن سازی اقتصاد و مقررات سرسختانه محیط زیستی می تواند در سال ۲۰۱۹ موجب کاهش سرعت رشد تقاضا برای این سال شود. در سال جاری چین می تواند همزمان با ریسک های کاهش و افزایش مواجه شود.

ریسک های کاهش می تواند ناشی از اختلافات تجاری کنونی میان آمریکا و چین و رونق در حال کاهش اقتصاد جهانی باشد. اگر دولت چین تصمیم به استفاده از عوامل انگیزشی و محرک بازار برای محدود ساختن رکود احتمالی در اقتصاد این کشور بگیرد در حالی که فضای اقتصادی در شرایط نابسامان قرار دارد، تقاضای فولاد در سال ۲۰۱۹ تقویت خواهد شد.

چین در سال ۲۰۱۸ تعداد ۹ پروژه نورد گرم ورق جدید با ظرفیت تولید ۲۵/۳۵ میلیون تن در سال را در برنامه قرار داده

با حدود ۱۳ میلیون تن یا ۳۷ درصد ظرفیت مازاد مواجه هستیم. از طرفی همین ۳۷ درصد بالای جان ۵۳ درصد ظرفیت های فعال خواهد شد. منطقی است که قبل از رسیدن به ظرفیت تولید ۵۵ میلیون تن به دنبال راهکاری برای خروجی این ۳۷ درصد مازاد تولید باشیم.

## بررسی قیمت و میزان عرضه ورق گرم واسلب تولید داخل از ابتدای ۹۷ تاکنون (۱۱ ماه)

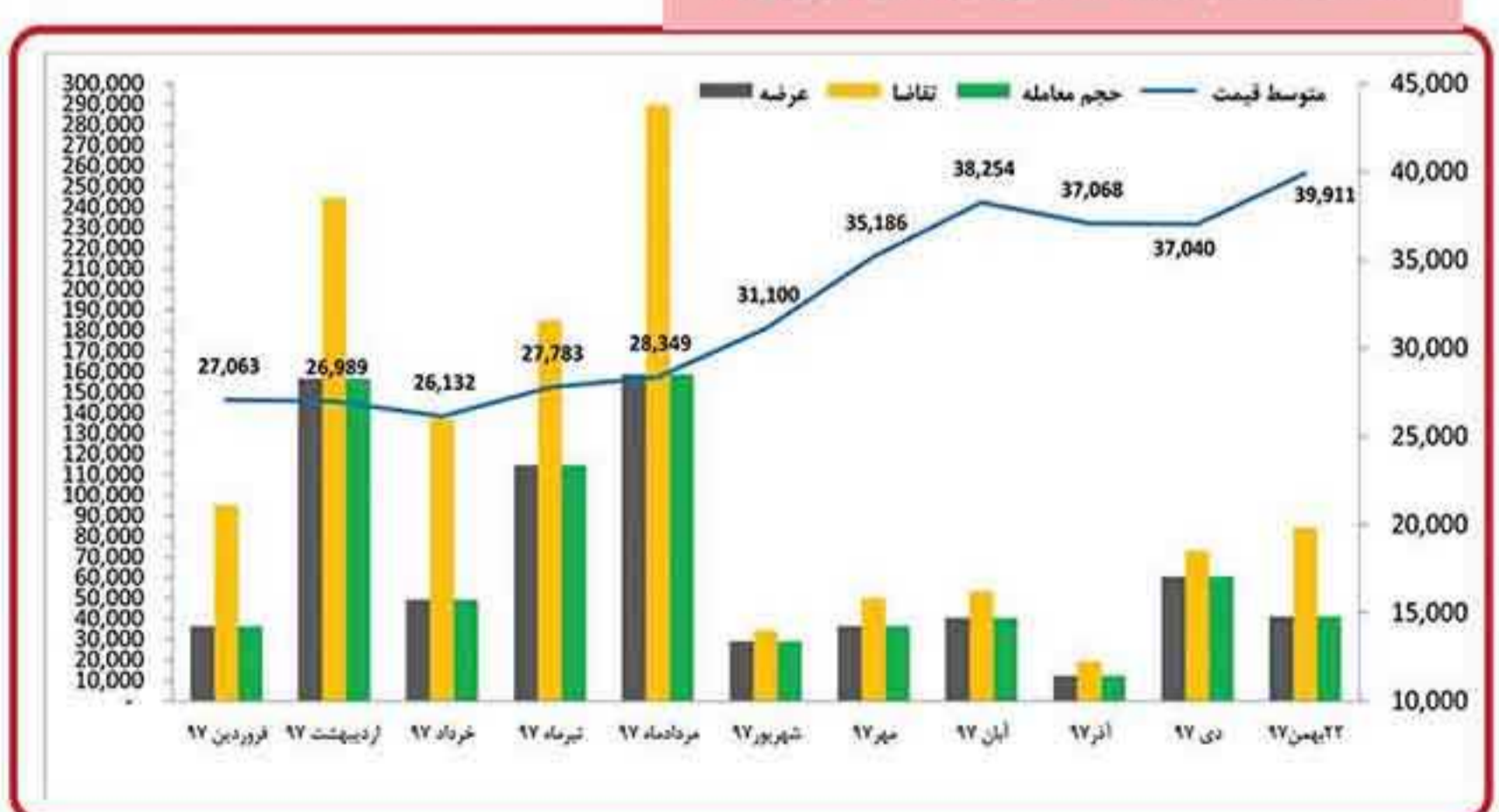
در نمودارهای ذیل مقایسه متوسط قیمت فروش (در بازار) ورق های شرکت فولاد اکسین خوزستان با رقبای داخلی در ضخامت های مشابه آمده است.



میزان عرضه ورق گرم C مبارکه به بازار و متوسط قیمت فروش کارخانه در سال ۹۷



مقایسه عرضه تقاضا و حجم مبادله شده ورق گرم C مبارکه در بورس کالا



که عوامل اصلی آن نیز در آمد بالای شرکت ها، تداوم سیاست های انبساطی پولی، تقاضا به دلیل المپیک آتی توکیو و نیاز روزافزون به سرمایه گذاری در بخش ماشین آلات هستند.

#### ۶. هند

در هند انتظار می رود که تقاضا برای فولاد به آمار بالاتری دست یابد. تقاضای فولاد نیز به دلیل بهبود سرمایه گذاری و برنامه های احداث زیرساخت ها حمایت خواهند شد. با این حال بدهی های شرکت ها از عمده معضلات چشم انداز سال ۲۰۱۹ خواهد بود.

هند در صدد است تا خود را به دومین تولیدکننده بزرگ فولاد در جهان تبدیل کند و برای رسیدن به این هدف در حال توسعه همکاری های بین المللی خود است. تولید فولاد در هند در چهار سال گذشته ۲۶ درصد رشد داشته و میزان مصرف آن در این کشور در مدت ذکر شده ۲۲ درصد رشد داشته است. ۸۶ درصد از فولاد تولید شده در هند نیز تحت کیفیت های اعلام شده از سوی دولت تولید می شود.

#### ۷. منطقه «آسه آن»

کند شدن فعالیت های ساختمانی و تغییرات ارزش سهام موجب رشد آهسته تقاضا در منطقه «آسه آن» در سال های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ شده است، اما انتظار می رود که تقاضای فولاد برای سال ۲۰۱۹ شتاب رشد خود را باز یابد که برنامه های زیر ساختی در سال ۲۰۱۹ و پس از آن، از مهم ترین محرک های آن است. ریسک هایی که در پیش روی این منطقه قرار دارد را می توان تنش های تجاری میان آمریکا و چین، بی ثباتی واحدهای پولی و بی ثباتی سیاسی دانست.

#### ۸. آسیای در حال توسعه به استثنای چین

تقاضا برای فولاد آسیای در حال توسعه به استثنای چین پیش بینی می شود که با رشد ۶.۸ درصدی در سال ۲۰۱۹ مواجه شود. در وصف اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه نیز باید گفت که بهبود تقاضا کندتر از آن بوده است که بتواند شتاب بگیرد چرا که فضای نااطمینانی در بازار داخلی و خارجی فولاد ایجاد شده است. از دلایل اصلی کندی در رشد تقاضای فولاد می توان به اصلاحات ساختاری، آسیب پذیری بالای بازارهای مالی و فشارهای احتمالی بر واحدهای ارزی در نتیجه تنش ها در اقتصاد جهانی اشاره کرد.

#### ۹. کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس

در کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس اصلاحات و تقویت بازار نفت موجب افزایش رشد تقاضا برای فولاد با شتاب کند خواهد شد. اگر چه چشم انداز بازار فولاد برای ایران به دلیل اعمال مجدد تحریم های آمریکا وضعیت مناسبی در سال ۲۰۱۹ نخواهد داشت. حتی با افزایش بهای جهانی نفت، پیش بینی می شود که رشد تقاضای فولاد در

در سال ۲۰۱۹ نیز ادامه خواهد یافت. بدین ترتیب ظرف مدت ۲ سال ظرفیت کلی تولید نورد گرم ورق این کشور به بیش از ۵۰ میلیون تن در سال خواهد رسید.

البته برنامه ای برای گسترش تولید کارخانه های نورد جدید وجود ندارد. این پروژه های جدید تولید نورد گرم ورق نیز تحت برنامه های جایگزینی ظرفیت چدن و فولاد خام انجام می شوند.

در حالی که چین قوانین سخت گیرانه ای را به منظور جلوگیری از تبدیل ظرفیت های تولید آهن و فولاد به تولید فولاد خام وضع نموده اما ظاهراً روند احداث کارخانه های جدید نورد گرم ورق حکایت از این دارد که تولید فولاد چین از محصولات طویل در حال چرخش بسوی محصولات تخت است.

در جدیدترین اطلاعات انتشار یافته توسط اداره آمار چین تولید ورق گرم متوسط و عریض این کشور در سال ۲۰۱۸ به رقم ۱۵۵ میلیون تن رسیده که در مقایسه با سال قبل بیش از ۶ درصد رشد نشان می دهد.

#### ۳. آمریکا

تقاضای فولاد در آمریکا در سال ۲۰۱۸ رشد قابل توجهی داشت که افزایش استفاده توسط خریداران و سرمایه گذاری های تجاری که با مشوق های مالی تقویت شدند از عوامل این افزایش تقاضا بوده اند. با این حال انتظار می رود با توجه به رشد ملایم تولیدات صنعت خودرو و فعالیت های ساختمانی، رشد تقاضای فولاد در سال ۲۰۱۹ نیز با شیب ملایمی افزایش یابد.

#### ۴. اروپا

همچنین انتظار می رود که بهبود گسترده تقاضا برای فولاد در اروپا به دلیل رشد تقاضای داخلی نیز تداوم یابد اگر چه شتاب آن کاهش خواهد یافت که بخش عمده ای از این حالت در نتیجه ایجاد عدم اطمینان به دلیل اختلافات تجاری است.

اتحادیه اروپا محدودیت واردات فولاد به کشورهای عضو را تا جولای ۲۰۲۱ تمدید نموده است. این بسته حمایتی جدید از صنعت فولاد اروپا، بدین صورت است که برای سه سال آینده سهمیه واردات، میانگین واردات سه سال گذشته به اضافه ۵ درصد خواهد بود. پس از تکمیل این سهمیه تعرفه ۲۵ درصدی اعمال خواهد شد.

محدودیت های ویژه ای نیز برای کشورهای اصلی صادرکننده فولاد به اروپا وجود دارد. سهمیه های واردات سه ماهه خواهند بود تا از انبار نمودن بیش از اندازه فولاد وارداتی جلوگیری شود و امکان افزایش ۵ درصدی آن برای هر سال وجود دارد. از مارس ۲۰۱۸ با اعمال تعرفه های وارداتی از جانب آمریکا، واردات فولاد به اروپا افزایش چشمگیر داشته است.

#### ۵. ژاپن

در ژاپن اما تقاضا در صنعت فولاد همچنان با ثبات خواهد بود

حاشیه سود باعث شده است تولید کنندگان فولاد چین همچنان به افزایش تولید خود ادامه دهند. در سال ۲۰۱۷، قیمت فولاد چین حدود ۳۰ درصد و تا سه ماهه سوم سال گذشته افزایش یافت. با این حال، چون تولید فولاد بیش از تقاضا بود، قیمت فولاد تضعیف شد. نشانه های بسیاری وجود دارد که نشان می دهد که اقتصاد چین در حال افول است. در حالی که کارخانه های تولیدی معمولاً پیش از سال نو چینی بازسازی می شوند، تقاضای تکمیل شده در سال جاری به دلیل چشم انداز تقاضای کم، ضعیف تر شده است.

#### هند

هند که در سال ۲۰۱۸ توانست جایگاه دوم را از ژاپن بگیرد و به عنوان دومین فولادساز شناخته شود در سال گذشته ۱۰۶ میلیون و ۴۶۳ هزار تن فولاد خام تولید کرده است که ۴.۹ درصد رشد نسبت به سال ۲۰۱۷ نشان می دهد.

#### ژاپن

ژاپن سومین فولادساز برتر دنیا با افت ۰.۳ درصدی، تولید فولاد را به ۱۰۴ میلیون و ۳۲۸ هزار تن رساند.

#### آمریکا

نیز به عنوان چهارمین فولادساز برتر تولید را با ۶.۲ درصد رشد به ۸۶ میلیون و ۶۹۸ هزار تن رسانده است.

#### کره جنوبی

بعد از آمریکا در رده پنجم قرار داشته و با رشد ۲ درصدی تولید را از ۷۱ میلیون و ۳۰ هزار تن در سال ۲۰۱۷ به ۷۲ میلیون و ۴۶۳ هزار تن رسانده است.

#### روسیه

با تولید ۷۱ میلیون و ۶۸۰ هزار تن ششمین فولادساز برتر دنیا شده است. روسیه افزایش ۰.۳ درصدی را در تولید به ثبت رسانده است.

#### آلمان

بعد از روسیه نیز آلمان با تولید ۴۲ میلیون و ۴۴۰ هزار تن در رتبه هفتم قرار دارد که البته افت ۲ درصدی را نسبت به ۲۰۱۷ داشت احتمال می رود چنانچه این افت تولید در آلمان تداوم یابد و روند نزولی تولید در ترکیه نیز متوقف شود، ترکیه جایگزین آلمان شده و رتبه هفتم را از آن خود نماید.

#### ترکیه

همانگونه که گفته شد، ترکیه تولید فولاد را در سال ۲۰۱۸ به ۳۷ میلیون و ۳۱۲ هزار تن رساند که ۰.۶ درصد افت نشان می دهد.

#### برزیل

بعد از ترکیه، برزیل با تولید ۳۴ میلیون و ۷۳۵ هزار تن در رتبه نهم جهان قرار دارد که رشد ۱.۱ درصدی را در تولید فولاد خام داشته است.

#### ایران

ایران نیز که جایگاه دهم خود را تثبیت کرده توانسته است

روسیه با شتاب ناچیزی همراه باشد. تقاضای فولاد در ترکیه نیز در سال ۲۰۱۸ و با توجه به بحران ارزی این کشور کاهش یافت که اقدامات دولت در راستای ایجاد ثبات مالی و بازگشت این کشور به رقابت بخش تولید انتظار می رود تا به بهبود بازار فولاد ترکیه کمک کند.

آمارهای چند سال اخیر نشان از آن دارد که قیمت سنگ آهن (به عنوان یکی از فلزات اساسی مورد نیاز بازارهای جهانی فولاد) باروند کاهشی مواجه بود است. بر اساس رقم اعلام شده، میانگین بهای این فلز حیاتی از ۷۲ دلار در هر تن طی سال ۲۰۱۷ به ۷۰ دلار در سال ۲۰۱۸ رسیده است. در ادامه همین روند پیش بینی می شود که ارزش سنگ آهن در سال ۲۰۱۹ به ۶۵ دلار در هر تن کاهش یابد. این در حالی است که در سال ۲۰۱۳ این رقم برای هر تن سنگ آهن معادل ۱۳۰ دلار بود.

افزایش تولید و کاهش تقاضا برای ساخت املاک در چین قیمت این ماده معدنی را طی فصل های آتی کاهش خواهد داد. همچنین به دلیل کاهش اطمینان در نتیجه اختلافات تجاری میان واشنگتن و پکن و همچنین در عرصه گسترده تر اقتصاد جهانی، چشم انداز بازار سنگ آهن در سال ۲۰۱۹ تیره خواهد بود. پیش بینی می شود که قیمت این فلز تا فصل چهارم سال ۲۰۱۹ به ۵۸ دلار برسد و با ادامه همین روند در سال ۲۰۲۰ نیز قیمت سنگ آهن به ۵۷ دلار کاهش یابد.

## آمار جهانی تولید فولاد در سال ۲۰۱۸ :

**تولید جهانی فولاد ۱.۸ میلیارد تن شد، ایران با تولید ۲۵ میلیون تن دهمین فولاد ساز جهان شد.**

بر اساس آمار انجمن جهانی فولاد، ۶۴ کشور عضو انجمن جهانی فولاد در سال گذشته به تولید یک میلیارد و ۷۸۹ میلیون و ۵۹۰ هزار تن فولاد رسیدند که نسبت به سال ۲۰۱۷ رشد ۴.۵ درصدی داشته است.

#### چین

چین که همچنان و با فاصله قابل توجهی از سایر کشورها در رتبه نخست برترین تولیدکنندگان فولاد جهان قرار دارد به تولید ۹۲۸ میلیون و ۲۶۴ هزار تن رسیده است که تولید فولاد خام آن رشد ۶.۶ درصدی نسبت به ۲۰۱۷ داشت. صادرات فولاد چین در سال گذشته به میزان ۸.۱٪ کاهش یافت و به ۶۹.۳۳ میلیون تن رسید.

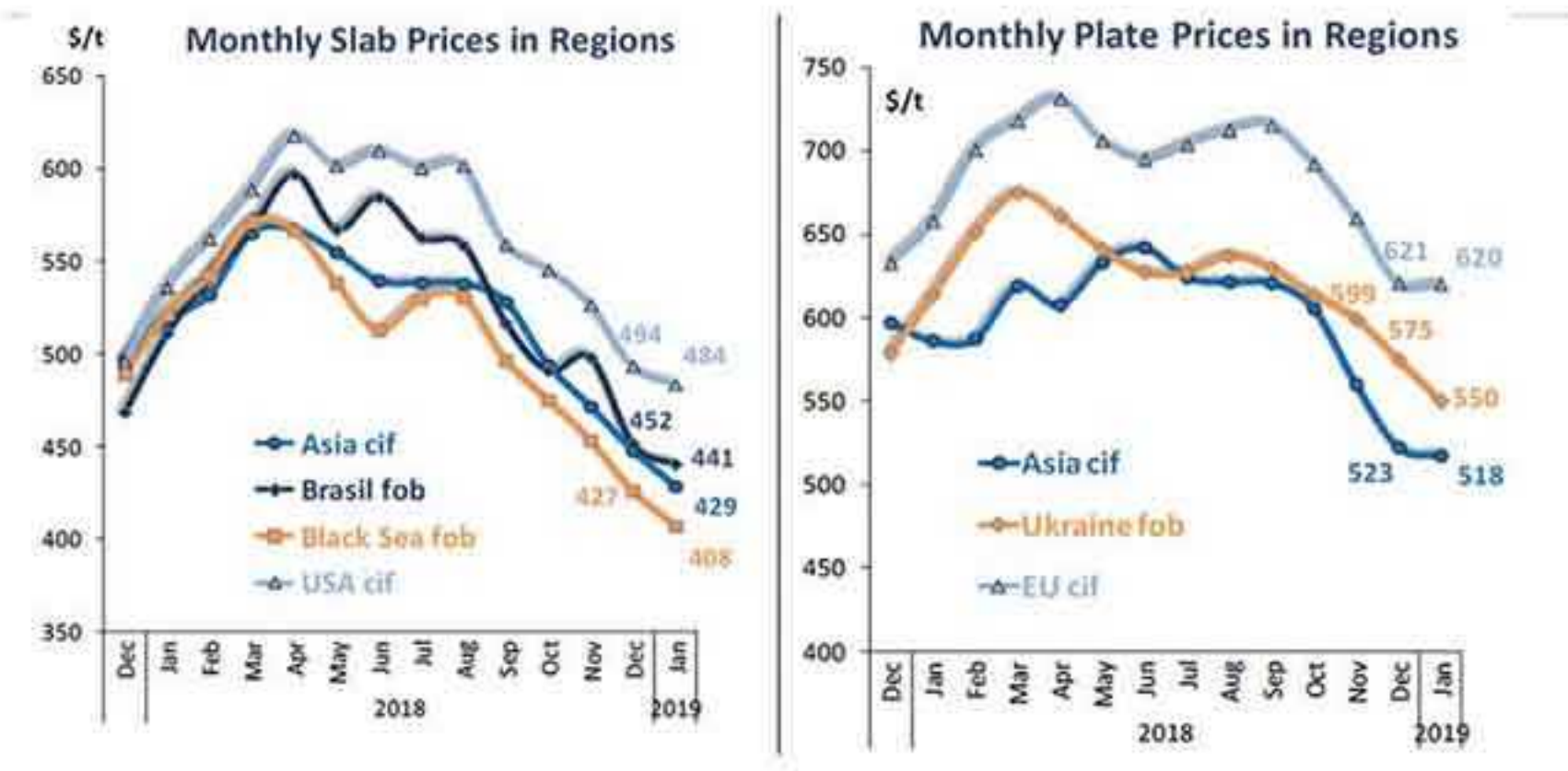
میزان تغییر سالانه %	۲۰۱۷ میلیون تن	۲۰۱۸ میلیون تن	چین
۱۲	۸۳۱.۷	۹۳۰.۹۶	تولید فولاد خام
-۴۰	۱۳۲۱.۶	۷۸۷.۶۳	تولید سنگ آهن
-۳	۶۹.۴	۶۷	واردات زغال سنگ
-۱	۱۰۷۵	۱۰۶۰.۷	واردات سنگ آهن
-۴۴	۲.۳۲	۱.۳۱	واردات قراضه
-۸	۷۵.۴۱	۶۹.۷۲	صادرات فولاد
-۸۵	۲.۲۳	۰.۳۴	صادرات قراضه آهن

مقایسه عملکرد سالانه صنعت فولاد چین

با توجه به کاهش معاملات ورق در چند ماه گذشته انتظار می رود که شاهد افزایش تقاضا در خاورمیانه و اروپا باشیم همین امر باعث خواهد شد تا قیمت ها رشد داشته باشند. البته این رشد مستلزم رشد تقاضای فصلی و افزایش قیمت اسلب می باشد. در نتیجه در ماه آینده شاهد افزایش ۲۰ تا ۳۰ دلاری قیمت ورق در حوزه CIS خواهیم بود.

تحلیل عوامل تاثیر گذار بر نوسان قیمت بازار محصولات تخت تا سه ماه آینده سال ۲۰۱۹

فهرست	شرح
رشد قیمت ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>در ماه فوریه انتظار می رود افزایش تقاضا از طرف تجار و مصرف کنندگان نهایی جهت بر کردن انبارها را داشته باشیم.</li> <li>احتمال افزایش سهم وارداتی محصولات فولادی ترکیه به اتحادیه اروپا که باعث رشد قیمت های داخلی در ترکیه خواهد شد.</li> <li>قیمتهای مناسب و پایین در ژانویه هم از دلایل افزایش تقاضا و خرید هستند.</li> <li>افزایش قیمت قراضه در ترکیه و حوزه CIS (قیمت زغال سنگ و سنگ آهن - بعثت فروش نقدی و شکستن سد در یکی از معادن شرکت برزیلی واله و کاهش تولید ۴۰ میلیون تنی سنگ آهن - در ژانویه افزایشی بوده است)</li> <li>به دلیل الزامات زیست محیطی و جشن سال نو چینی، در نیمه اول ماه چینی ها در بازار حضور کمتری دارند که باعث افزایش ۲۰-۳۰ دلاری قیمت ها در بنادر دریای سیاه خواهد شد.</li> </ul>
عارس	<ul style="list-style-type: none"> <li>رشد مشابه ماه فوریه برای ماه مارس نیز تکرار خواهد شد.</li> <li>باتوجه به رشد تقاضا در ماه گذشته احتمالاً شاهد افت تقاضا خواهیم بود. با این وجود بازم قیمت ها در بنادر دریای سیاه روند رو به رشدی خواهند داشت.</li> </ul>
آوریل	<p>تثبیت قیمت با احتمال کاهش قیمت ها در پایان ماه</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>در آوریل تقاضا از طرف مصرف کنندگان اتحادیه اروپا بر خلاف حوزه CIS هنوز بالا می باشد لذا تولیدکنندگان و تجار حوزه CIS به دنبال فروش فولاد با تحویل ماه مه و ژوئن به اتحادیه اروپا خواهند بود.</li> <li>با نزدیکی به فصل گرما تقاضا کاهش پیدا خواهد کرد. این افت با شروع ماه مبارک رمضان قابل ملاحظه خواهد بود.</li> <li>انتظار می رود در آوریل قیمت های لحظه ای برای سنگ آهن در چین و قراضه در ترکیه کاهشی باشند.</li> </ul>



پیش بینی و تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر وضعیت قیمت فولاد در سطح جهان

عوامل کلان	شرح	تاثیر
اقتصاد و تقاضای فولاد	<p>ابلاغ تعرفه ضد دامپینگ برای واردات از اوکراین و روسیه در کشورهای عضو اتحادیه اروپا، همچنین تعرفه ۲۵٪ در واردات محصولات فولادی به ایالات متحده آمریکا و افزایش تعرفه محصولات حوزه CIS در ترکیه.</p> <p>انتظار می رود در سه ماهه اول سال ۲۰۱۹ مصرف محصولات تخت در جهان کاهش یابد و در ماه فوریه قیمت محصولات مربوطه را تحت فشار قرار خواهد داد.</p> <p>خوش بینی بازار به اواخر ماه فوریه به دلیل افزایش تقاضا بعد از تعطیلات سال نو چینی.</p> <p>باتوجه به افت قیمت محصولات فولادی تخت چینی در ماه دسامبر و ژانویه سال گذشته میلادی و فشار بر قیمت های جهانی، انتظاری می رود در ماه های فوریه و مارس شاهد روند صعودی قیمت ها باشیم.</p>	رو به پایین
فصلی	انتظار می رود در ماه فوریه-مارس و در طول دوره فصل بهار مصرف محصولات تخت فولادی بهبود یابد و باعث افزایش تقاضا برای محصولات نوردی یا تحویل در ماه های مارس-آوریل خواهد شد.	رو به بالا
تأثیر تولید فولاد	<p>محدودیت تولید در فصل گرم، در هر کشور مطابق با دستورالعمل های داخلی و تحت شرایط محیط زیست خواهد بود.</p> <p>کاهش فعالیت تولید کنندگان چینی در نیمه دوم ماه فوریه به دلیل سال نو در چین</p> <p>افزایش قابل ملاحظه عرضه، در ماه مارس (پس از پایان جشن سال نو چینی و شروع فروش محصولات)</p>	رو به بالا
بازار	انتظار می رود در نیمه اول ماه مارس، فروش محصولات نوردی از کشورهای حوزه CIS با تحویل در ماه مارس و آوریل افزایش یابد. همین امر باعث خواهد شد تجار فعالیت خود را بیشتر کنند. <p>در نیمه دوم ماه مارس تقاضا کاهشی خواهد بود با توجه به سفارشات نیمه اول ماه برای شروع فصل بهار</p> <p>با توجه به درخواست های ماه فوریه-مارس انتظار می رود که حداقل تا اواسط آوریل شاهد افزایش تولید از طرف تولید کنندگان محصولات تخت باشیم.</p>	رو به بالا
هزینه تولید	<p>در سه ماهه اول سال ۲۰۱۹ افزایش قیمت سنگ آهن و ذغال سنگ خواهیم داشت. (باتوجه به تخریب سد در یکی از معادن شرکت واله) همچنین انتظار می رود قیمت قراضه فولاد در ماه فوریه-مارس در ترکیه افزایش یابد</p> <p>در ماه آوریل، انتظار می رود قیمت قراضه فولاد در ترکیه و سنگ آهن در چین کاهش یابد.</p>	رو به پایین

در سال قبل به تولید ۲۵ میلیون تن فولاد دست یابد که رشد قابل توجه ۱۷.۷ درصدی نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۱۷ داشت. (ایران در سال پیش ۲۱.۲ میلیون تن فولاد تولید کرده بود و سیزدهمین تولیدکننده فولاد در جهان با سهم ۱.۳۸ درصدی شناخته شده بود.) ایران در دسامبر ۲ میلیون و ۲۶۰ هزار تن فولاد خام تولید کرده است که نسبت به دسامبر سال قبل ۱۴.۱ درصد رشد داشت و نسبت به نوامبر ۲۰۱۸ نیز ۷۳ هزار تن بیشتر است.

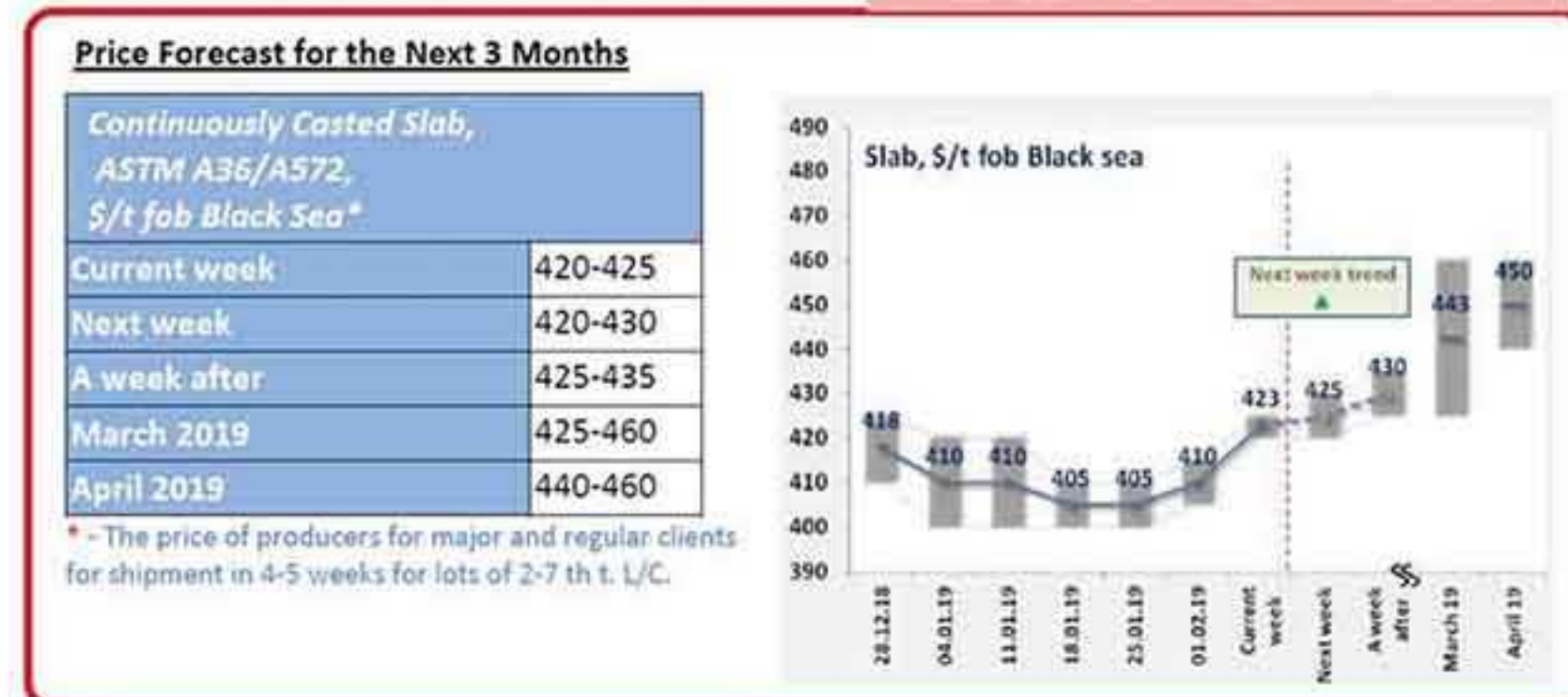
صنعت فولاد ایران با وجود تحریم های آمریکا در سال ۲۰۱۸ توانست با کنار زدن ایتالیا، تایوان و اوکراین به این عنوان دست یافت.

### خاورمیانه

تولید فولاد خام در خاورمیانه ۳۸ میلیون و ۵۰۰ هزار تن اعلام شد که حاکی از رشد ۱۱.۷ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۷ میلادی است. بیشترین میزان رشد تولید فولاد خام در خاورمیانه گزارش شده است.

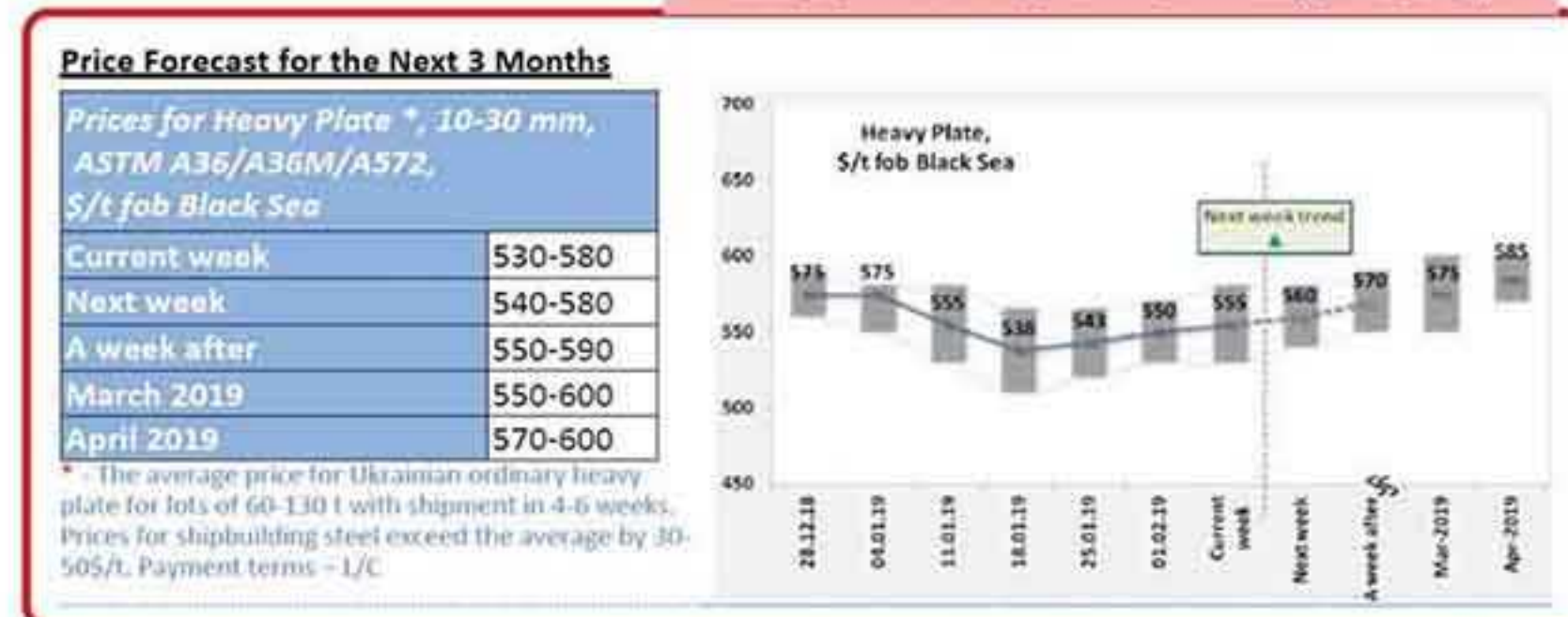
طی سال ۲۰۱۸ میلادی تولید فولاد خام در آسیا (۵.۶ درصد)، آفریقا (۷.۲ درصد)، آمریکای جنوبی (۱.۳ درصد)، استرالیا (۵.۹ درصد) رشد داشته است. در حالی که در همین مدت، تولید این محصول در اتحادیه اروپا و ژاپن با کاهش ۰.۳ درصدی همراه بود. بیشترین میزان رشد تولید در سال ۲۰۱۸ متعلق به ویتنام بود که توانست تولید فولاد خام خود را از ۱۱ میلیون و ۵۰۰ هزار تن به ۱۴ میلیون و ۱۰۰ هزار تن افزایش دهد و رشد ۲۳.۲ درصدی را تجربه کند.

پیش بینی قیمت اسلب حوزه CIS (FOB دریای سیاه)



با توجه به رشد قیمت سنگ آهن در چین، بعثت مشکلات به وجود آمده در تامین این ماده معدنی (تخریب سد در یکی از معادن سنگ آهن شرکت واله برزیل) و همچنین منفی بودن درآمد کل تولیدکنندگان اسلب در حوزه CIS انتظار می رود تا دو ماه آینده شاهد افزایش قیمت اسلب در این حوزه باشیم.

پیش بینی قیمت ورق (Heavy Plate) حوزه CIS (FOB دریای سیاه)



## منابع

- ۱- پورتال سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران
- ۲- چیلان - سایت انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران
- ۳- پایگاه خبری فولاد ایران (ایفنا)
- ۴- بورس کالای ایران

5-Metal Bulletin

6-Metal Expert

7-WorldSteel

8-Delphica



### گزارش صادرات و واردات فولاد کشور در ۱۰ ماهه اول ۱۳۹۷

متغیر	واردات		صادرات		درصد تغییرات	محصول
	۵۵ ماهه ۹۶	۵۵ ماهه ۹۷	۵۵ ماهه ۹۶	۵۵ ماهه ۹۷		
تیراهن	۲۹	۲۳	۱۴۱	۲۰۹	۴۸	
میلگرد شاخه	۴۳	۲۱	۲۱۲	۶۵۳	۲۰۸	
میلگرد کلاف	۲۵	۱۵	۲۱۶	۶۳۹	۱۹۶	
ورق گرم زیر ۳ میلیمتر	۵۸۳	۱۵۲	۵۶	۱۸۹	۲۳۸	
ورق گرم بالای ۳ میلیمتر	۱۹۱	۱۳۳	۴۳۴	۳۶۰	-۱۷	
ورق سرد	۵۸۲	۲۵۶	۱۰	۳۲	۲۲۰	
ورق پوششدار	۳۴۱	۲۲۳	۵۱	۱۵۰	۱۹۴	
سایر محصولات فولادی	۶۸	۵۸	۶۵	۱۶۴	۱۵۲	
<b>کل محصولات فولادی</b>	<b>۱۸۶۲</b>	<b>۸۸۱</b>	<b>۱۱۸۵</b>	<b>۲۳۹۶</b>	<b>۱۰۲</b>	
بیلت و بلوم	۲۲	۲۶	۲۹۵۳	۲۵۱۱	-۱۵	
اسلب	۲۲	۱	۲۴۱۴	۱۴۶۱	-۳۹	
فولاد میانی	۴۴	۲۷	۵۳۶۷	۳۹۷۲	-۲۶	
اهن اسفنجی	۰	۰	۵۶۷	۵۰۳	-۱۱	

واحد: هزار تن

### گزارش تولید فولاد کشور در ۱۰ ماهه اول ۱۳۹۷

متغیر	کل تولید		درصد تغییرات	محصول
	۵۵ ماهه ۹۶	۵۵ ماهه ۹۷		
تیراهن	۹۰۵	۸۳۹	-۷	
میلگرد	۵۱۶۷	۶۳۱۲	۲۲	
ورق گرم	۶۴۱۵	۶۵۷۰	۲	
ورق سرد	۱۹۵۰	۲۰۸۸	۷	
ورق پوششدار	۱۲۵۸	۱۱۵۴	-۸	
سایر محصولات فولادی	۷۰۳	۶۰۹	-۱۳	
<b>کل محصولات فولادی</b>	<b>۱۶۳۹۸</b>	<b>۱۷۵۷۲</b>	<b>۷</b>	
بیلت و بلوم	۹۹۰۰	۱۱۷۱۰	۱۸	
اسلب	۸۴۶۲	۸۹۶۹	۶	
فولاد میانی	۱۸۳۶۲	۲۰۶۷۹	۱۳	
اهن اسفنجی	۱۸۵۴۰	۲۱۹۶۴	۱۸	

واحد: هزار تن

منبع: چیلان

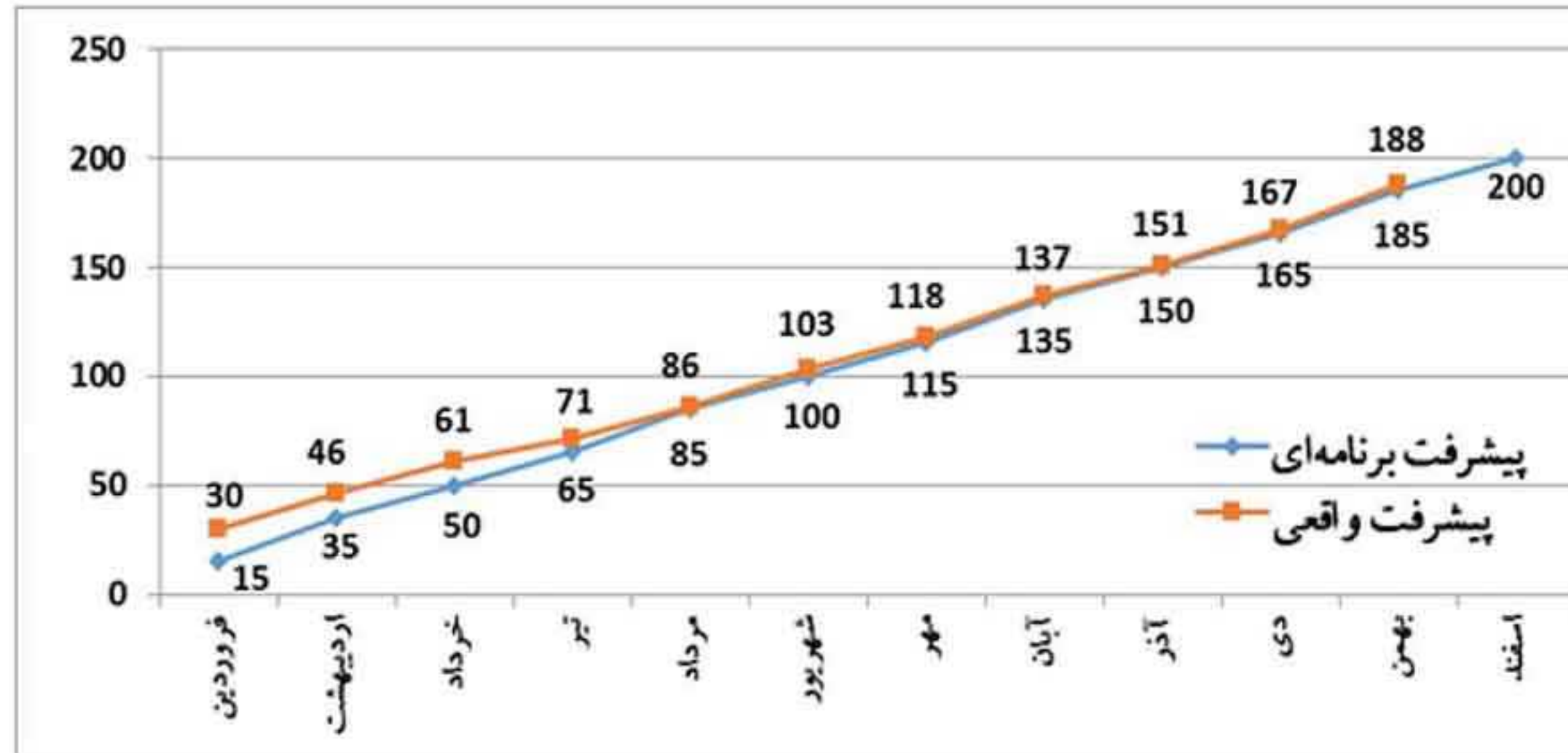
## لیست مقالات ارائه شده توسط پرسنل شرکت در کنفرانس های ملی و بین المللی در سال ۱۳۹۷

ردیف	عنوان مقاله	نویسنده اصلی	همکاران	عنوان کنفرانس
۱	Analytical Approach of Asymmetrical Thermo-Mechanical Rolling by Slab Method	N.A. Razani	B. Mollaei Dariani & M. Soltanpour	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
۲	بررسی ریز ساختار تبلور مجدد دینامیکی فاز استنیت در حین کار گرم فولاد میکرو آلیاژی API5L X60	ابراهیم یاقوت	رضا آبدیده، محسن ریحانیان، خلیل اله قیصری	IMAT 2018
۳	ارزیابی و طرح ریزی مولفه های فنی و حقوقی در پیاده سازی بهینه فرایند ارزیابی چرخه حیات محصول (LCA) صنایع	شباب جهانبین	حسین امیری	همایش صنایع دریایی
۴	شناسایی و ارزیابی مکانیسم های کمینه ساز مولفه های راهبردی ضعف در مدیریت حریق صنایع وابسته به دریا	رضا کریم زاده	شباب جهانبین	همایش صنایع دریایی
۵	بررسی تاثیر اندیس بازی پودر جوش بر خواص مکانیکی فولاد ASTM A516 Gr70 در فرآیند جوشکاری زیر پودری غلتک های انتقال دهنده مواد در خط تولید	وحید فضیلت پور	علی حیدری مقدم	دومین کنفرانس ملی مهندسی مواد، متالورژی و معدن
۶	اثر ریز ساختار بر میزان نفوذ هیدروژن و مقاومت به ترک خوردگی القایی هیدروژنی در فولاد ASTM A516 Gr60	بهرنگ اهدایی	امین رضا بیضاوی، مسلم محمدی زاده، سعید پشم فروش	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۷	تولید رنگدانه از پوسته های اکسید آهن حاصل از کوره های پیشگرم و فرایند نورد گرم اسلب های فولادی	رضا خاکساری نژاد	مجتبی سلیمانی، محسن توکلی، سورن دلواری	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۸	اجرای سیستم ET200 Diagnostic Monitoring برای اولین بار در کشور در شرکت فولاد اکسین خوزستان	محمی الدین رحمانی	علی ذوقی	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۹	بهینه سازی عملکرد میزهای غلتکی با الگوریتمی بر مبنای طول ورق در هر پاس نوردی در ناحیه گرم شرکت فولاد اکسین خوزستان	محمی الدین رحمانی	-	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۱۰	شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر ارتقاء سهم بازار شرکت فولاد اکسین خوزستان با روش AHP فازی و ارائه راهکارهای عملیاتی	آرش آرپناهی	علیرضا حاجی پور، کیوان دشت بزرگی	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۱۱	اثر نرخ کرنش بر اندازه دانه حاصل از تبلور مجدد دینامیکی فولاد API5L X60 حاصل از تغییر شکل کار گرم	ابراهیم یاقوت	محسن ریحانیان، خلیل اله قیصری، محمد هیزم بر، سعید پشم فروش، رضا آبدیده	سمپوزیوم فولاد ۹۷
۱۲	بررسی علت ایجاد ترک های سطحی در حین نورد گرم ورق های ضخیم فولادهای ساختمانی	امیرمحمد مختاری	مهدی کیانی خوزانی، عباس بهرامی، شاهین زارع، رضا آبدیده، محمد هیزم بر	سمپوزیوم فولاد ۹۷

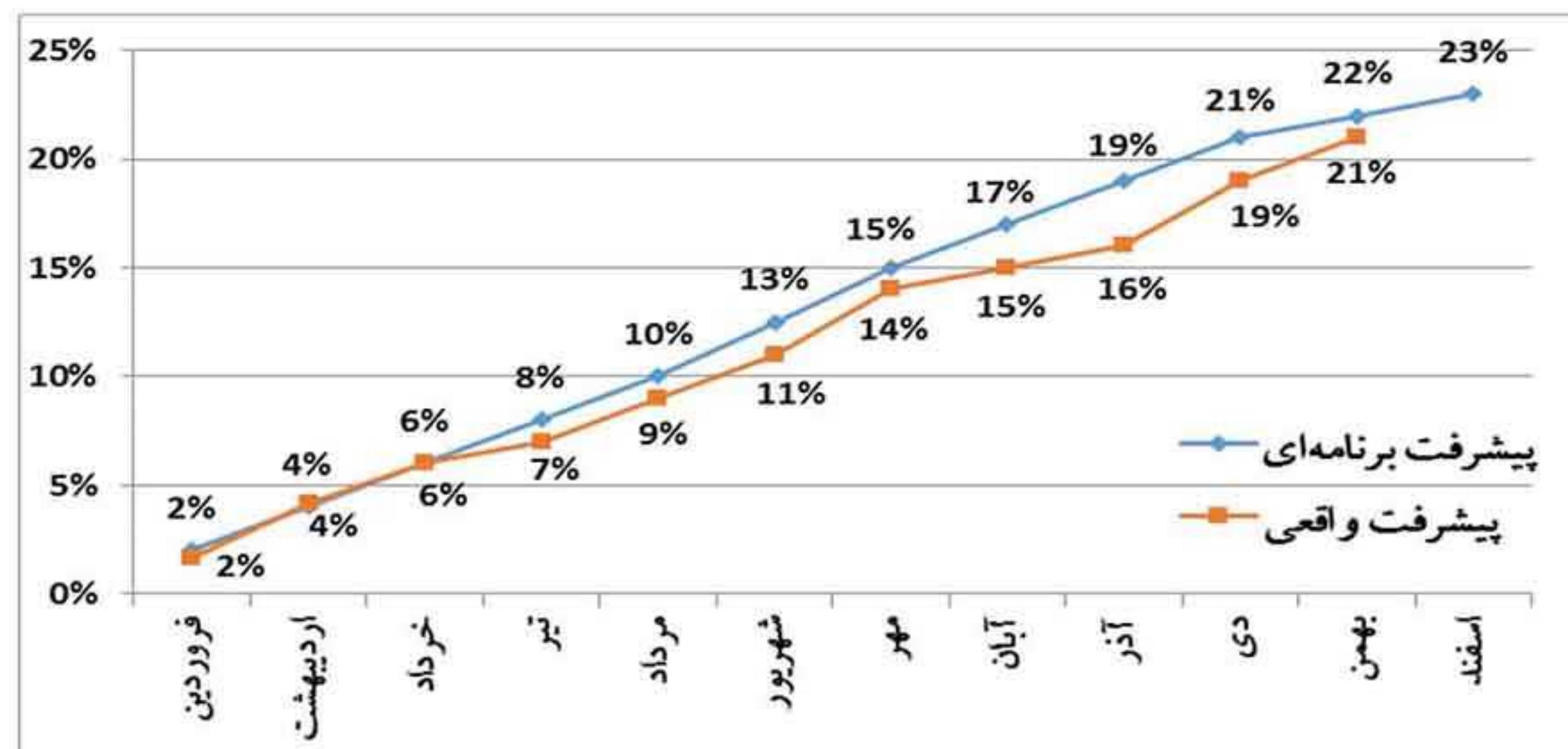


## گزارش شاخص های حوزه ی نظام پیشنهادهای سال ۱۳۹۷

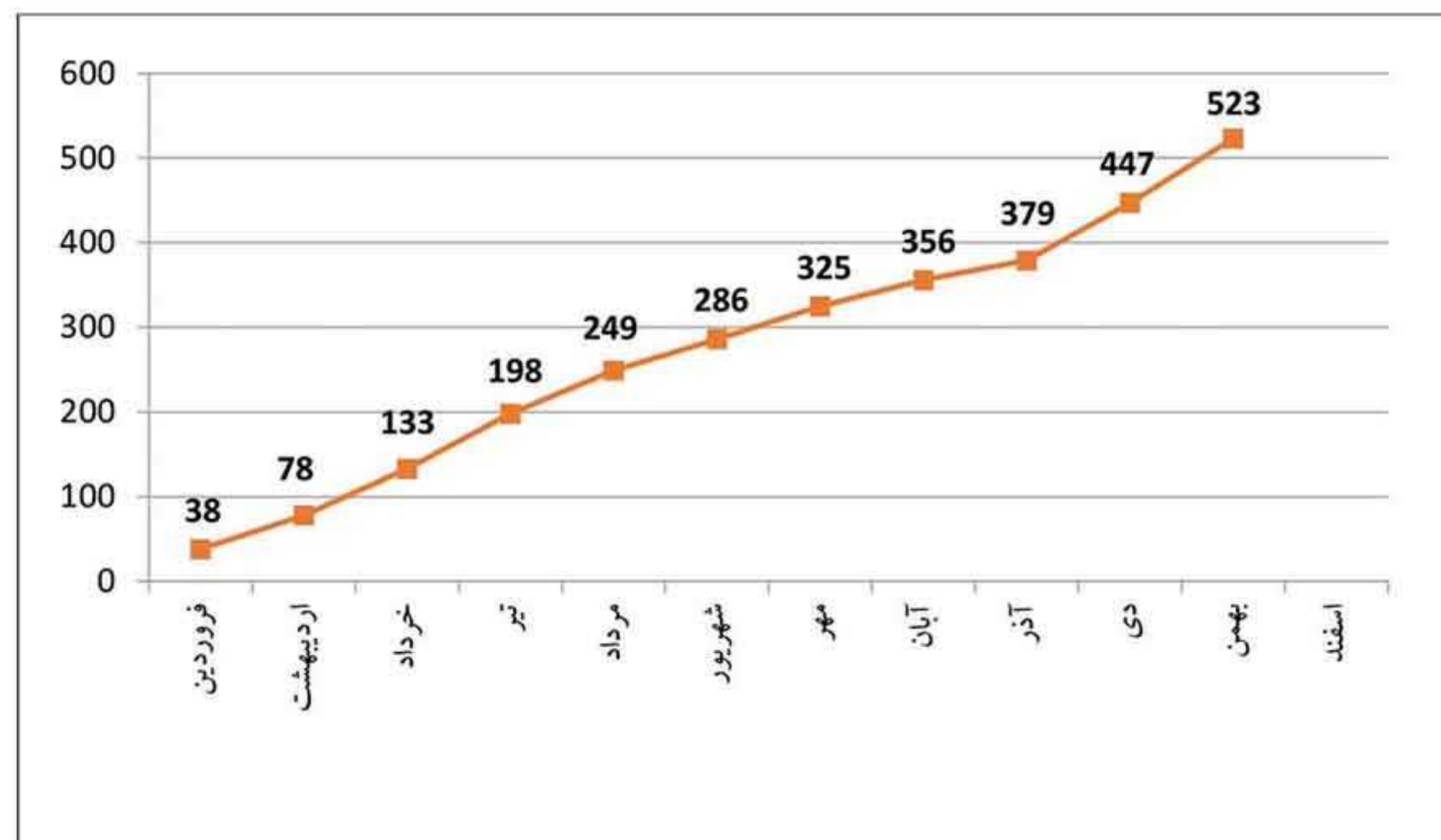
### شاخص های پیشنهادهای اجرا شده



### شاخص درصد مشارکت کارکنان در نظام پیشنهادهای



### تعداد پیشنهادهای دریافت شده





## فراخوان نظام مشارکتی پیشنهادها

بدین وسیله به اطلاع همکاران گرامی می‌رساند معاونت برنامه ریزی و توسعه با اعتقاد و باور به توان سرمایه‌های انسانی شرکت فولاد اکسین خوزستان در راستای دستیابی به اهداف استراتژیک شرکت، خلق ارزش افزوده و بهبود مستمر، از صاحبان ایده دعوت می‌نماید تا ایده‌ها و پیشنهادهای خود را در قالب نظام پیشنهادها در زمینه‌های ذیل تا تاریخ ۹۸/۲/۱۵ ارسال نمایند.

- ۱- کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
- ۲- افزایش راندمان خط تولید
- ۳- بومی سازی قطعات و تجهیزات
- ۴- کاهش ضایعات

لازم به ذکر است به برترین پیشنهادهای عملیاتی، پاداش ویژه تعلق می‌گیرد.

واحد تحقیق و توسعه

## محصول شرکت فولاد اکسین خوزستان برای دومین سال متوالی به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه کشوری انتخاب گردید

وزارت صنعت، معدن و تجارت (صمت) به پاسداشت هفته پژوهش و فناوری، هر ساله اقدام به برگزاری جشنواره پژوهش و فناوری می نماید. براساس فراخوان انجام شده از سوی معاونت آموزش، پژوهش و فناوری وزارت صمت در شهریور ماه هر سال، واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی کشور نوآوری های پژوهشی و طرح های فناورانه خود را جهت ارزیابی به دبیرخانه جشنواره ارسال می کنند. پس از داوری و ارزیابی طرح ها و محصولات تحقیق و توسعه در سازمان صنعت، معدن و تجارت استان ها و سپس وزارت صمت، طرح ها و محصولات برتر تحقیق و توسعه برگزیده و مورد تقدیر قرار می گیرند.

با دریافت فراخوان جشنواره پژوهش و فناوری وزارت صمت در شهریور ماه ۱۳۹۷، در شرکت فولاد اکسین خوزستان کارگروهی متشکل از واحدهای تحقیق و توسعه، متالورژی و روش های تولید و فروش و بازاریابی جهت بررسی محصولات نوآورانه شرکت در سال اخیر تشکیل شد و ورق عریض فولادی گرید 42CrMo4 که دارای پارامترهای تولیدی ذیل بود به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه جهت ارائه به هفتمین جشنواره پژوهش و فناوری وزارت صمت انتخاب گردید:

۱- برای اولین بار در ایران توسط شرکت فولاد اکسین خوزستان تولید شده و از واردات و خروج ارز جلوگیری کرده باشد (این گرید از ورق های فولادی، تا پیش از این وارداتی محسوب می شد).

۲- دانش فنی و طراحی فرآیند تولید آن توسط متخصصین شرکت بومی سازی شده باشد.

۳- خواص مکانیکی محصول تولید شده کاملاً منطبق با استانداردهای بین المللی باشد.

۴- تناژ قابل توجهی از محصول تولید شده و به مصرف کننده ارسال شده باشد (فرآیند تولید آن تجاری شده باشد).

۵- مصرف کننده به صورت رسمی کیفیت محصول را تایید کرده باشد.

پس از انتخاب محصول، کلیه مدارک و مستندات تولید محصول (شامل مستندات تامین مواد اولیه، پروسه تولید، کنترل کیفی و فروش) توسط کارگروه تدوین گردید و به دبیرخانه جشنواره ارسال شد. پس از طی مراحل ارزیابی، محصول "ورق عریض فولادی گرید 42CrMo4" شرکت فولاد اکسین خوزستان به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی کشوری در سال ۱۳۹۷ برگزیده شد و مورد تقدیر قرار گرفت.

به طور کلی فولاد گرید 42CrMo4 جزء دسته فولادهای کم آلیاژ قرار می گیرد. از نظر کاربرد از این فولاد در قطعات متوسط با استحکام زیاد و سختی بالا استفاده می شود. فولاد ابزاری 42CrMo4 دارای کربن متوسط با عناصر کرم، نیکل، مولیبدن و وانادیوم، یک فولاد بسیار پرکاربرد می باشد. فرآیند تولید این محصول شامل عملیات نورد گرم کنترل شده و سپس عملیات حرارتی کوئنچ - تمپر می باشد.

عمده مصرف این محصول در شهرک های صنعتی است که منجر به تولید انواع قطعات می شود به دلیل عدم توانایی تولید این ورق در داخل کشور این محصول از نوع وارداتی محسوب می شد ولی با در دستور کار قراردادن تولید این محصول توسط شرکت فولاد اکسین خوزستان، نیاز کشور به واردات این محصول برطرف شده است. لازم به ذکر است مواد اولیه (تختال) جهت تولید این محصول از داخل کشور تامین می شود. میزان مصرف ورق های فولادی عریض گرید 42CrMo4 در کشور حدود پنج هزار تن در سال می باشد. بدین ترتیب با تولید این میزان از محصول در شرکت فولاد اکسین خوزستان، کشور از واردات آن بی نیاز گردید.

کاربرد ویژه آن جهت ساخت قالب های شکل دهی، پیچ های دنده گرد، میله های رابط، میل لنگ ها، فلنج ها، چرخ دنده ها، پینیون ها، شاتون ها، شفت ها، چرخ زنجیرها، اتصال میل گاردان، قطعات یدکی مورد استفاده در موتور خودرو و سر تنه های دستگاه حفاری چاه نفت می باشد.

شرکت فولاد اکسین خوزستان در سال ۱۳۹۶ نیز در ششمین جشنواره پژوهش و فناوری وزارت صنعت، معدن و تجارت حضور داشت و محصول معرفی شده از سوی شرکت با عنوان "ورق فولادی عریض گرید API 5L X60 MS" به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی کشور انتخاب شده بود.

حضور در فرآیند ارزیابی جشنواره پژوهش و فناوری وزارت صمت و انتخاب محصول شرکت فولاد اکسین خوزستان به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی کشور، نشان دهنده دانشی بودن فرآیند تولید کارخانه و اهتمام سازمان به بومی سازی کالاهای وارداتی و اقتصاد مقاومتی می باشد.

۶۰۱۲۴۷۶۷۵

۱۱/۹/۲۵



(۱)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنعت، معدن و تجارت  
معاونت آموزش، پژوهش و فناوری

مدیرعامل محترم شرکت فولاد اکسین

پیشرفت و توسعه صنعتی کشور و دستیابی به اهداف و برنامه‌های علمی و پژوهشی بخش تولید و تجارت، حاصل تلاش و مساعدت تخصصی و اندیشمندانی است که با بهره‌گیری از تمام ظرفیتها و توان در راه تحقیق، پژوهش و توسعه فناوری بجزای از پیچ‌کوششی دین نگردند.

بدینوسیله کسب عنوان: محصول تحقیق و توسعه برتر در خصوص ورق آلیاژی عریض 42CrMo4 راد  
همتین جشنواره پژوهش و فناوری صنعت، معدن و تجارت در سال ۱۳۹۷ که به شمار پژوهش‌های فناورانه  
ارزش آفرین در خدمت تولید ملی مزین گردیده است تبریک عرض نموده و از نگاه خداوند متعال توفیقات روز  
افزون شمارا مسکت می‌نمایم.

دکتر برات قادیان

رئیس‌ساز، همتین جشنواره پژوهش و فناوری صنعت، معدن و تجارت

و معاون آموزش، پژوهش و فناوری

## دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه تخصصی نورد فولاد

است. لطفاً مقالات خود را بصورت کامل و طبق دستورالعمل زیر تهیه و فایل Word آن را به ایمیل نشریه ارسال فرمایید.

- ۱- عنوان مقاله: مختصر و بیانگر محتوای مقاله باشد.
- ۲- ذکر نام نویسندگان (مترجمین) به ترتیبی که مایلند در نشریه چاپ گردد به انضمام وابستگی نویسندگان (محل کار/محل تحصیل) و آدرس پست الکترونیک.
- ۳- چکیده و کلمات کلیدی
- ۴- مقدمه، مواد و روش آزمایشها، نتایج و بحث، نتیجه گیری و مراجع

- ۵- جداول و نمودارها با سطر بندی و ستون بندی مناسب ترسیم شده و در مورد جداول شماره و شرح آن در بالا و در مورد اشکال در زیر آن درج گردد. واحدهای سیستم بین المللی (SI) برای آحاد در نظر گرفته شود.
- ۶- تصاویر و عکسها: تصاویر و عکسها باید از وضوح خوبی برخوردار باشند.

- ۷- واژه ها و پی نوشتها: بالای واژه های متن مقاله شماره گذاری شده و اصل لاتین واژه با همان شماره در پایین صفحه و بصورت پاورقی درج شود.

- ۸- منابع و مراجع: در متن مقاله شماره مراجع در داخل کروشه [ ] آورده شود و با همان ترتیب شماره گذاری شده مرتب گردیده و در انتهای مقاله آورده شوند. مراجع فارسی از سمت راست و مراجع لاتین از سمت چپ نوشته شوند. در فهرست مراجع درج نام مولفان یا مترجمان، عنوان مقاله، نام نشریه، شماره جلد، صفحه و سال انتشار ضروری است.

### سایر نکات مهم

- ۱- مسئولیت درستی و صحت مطالب، ارقام، نمودارها و عکسها بر عهده نویسندگان/مترجمان مقاله است.
- ۲- مقالات پس از داوری توسط هیات تحریریه منتشر خواهند شد.
- ۳- مقالات ارسالی به دفتر فصلنامه پس از طی مراحل داوری مسترد نمی شود.
- ۴- تعداد صفحات مقالات نباید از ۱۰ صفحه تجاوز نماید.
- ۵- فونت قلم متن فارسی مقالات باید W\_Nazanin bold و اندازه آن ۱۰/۵ باشد. فونت قلم متن انگلیسی باید Times New Roman و اندازه آن ۹/۵ باشد.

فصلنامه تخصصی نورد فولاد با هدف انتشار یافته های نوین علمی - پژوهشی در جهت ارتقاء سطح دانش در حوزه صنعت نورد فولاد و صنایع وابسته، منتشر می گردد.

لذا از کلیه محققان و پژوهشگران فعال در عرصه مطالعات و پژوهش های مرتبط با فرآیند نورد فولاد دعوت می شود، مقالات خود را حول محورهای ذیل در قالب نسخه الکترونیکی و از طریق پست الکترونیکی [rollingjournal@oxinsteel.ir](mailto:rollingjournal@oxinsteel.ir) ارسال نمایند. رعایت موازین ادبی و سلاست متن پیش نیاز بررسی علمی مقاله است.

### محورهای پذیرش مقالات

- ۱- متالورژی نورد گرم و سرد فولادها (اعم از نورد محصولات تخت و نورد مقاطع)
- ۲- عملیات ترمومکانیکی فولادها
- ۳- شبیه سازی و مدل سازی فرآیند نورد
- ۴- کوره های پیش گرم نورد (اکسیداسیون محصولات و پوسته زدایی)
- ۵- تکنولوژی ساخت، فرآیندهای ترمیم و عیوب غلتک های نورد
- ۶- عملیات حرارتی محصولات نورد
- ۷- تکنولوژی های نوین در صنعت نورد
- ۸- تعمیر، نگهداری و بومی سازی تجهیزات نورد
- ۹- کنترل، اندازه گیری و اتوماسیون فرآیند نورد
- ۱۰- تولید مواد اولیه نورد (بلوم، بیلت و تختال)
- ۱۱- مدیریت دانش در صنعت نورد
- ۱۲- HSE در صنعت نورد
- ۱۳- بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت نورد
- ۱۴- برنامه ریزی، سیاستگذاری و مدیریت در حوزه صنعت نورد
- ۱۵- اهمیت و نقش آب و تاسیسات جانبی در صنعت نورد
- ۱۶- فرآیند لوله سازی لوله های نفت و گاز

### راهنمای تهیه مقاله

مقالات می توانند در یکی از بخش های زیر تهیه شوند:

- ۱- تحقیقی - پژوهشی
  - ۲- مروری
  - ۳- ترجمه
  - ۴- فنی (مطالعات موردی)
- در مورد مقالات ترجمه شده ارسال اصل مقاله ضروری

**Khuzestan**

شرکت فولاد اکسین خوزستان

**Oxin Steel Co.**



بومی سازی ورق های فولادی استحکام بالای گرید S690Q قابل استفاده  
در تجهیزات سدسازی، سکوهای حفاری، معدن کاری، پل سازی  
در شرکت فولاد اکسین خوزستان

اهواز - کیلومتر ۱ جاده بندر امام خمینی (ره) شرکت فولاد اکسین خوزستان

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