

نورد فولاد

فصلنامه علمی، تخصصی و مهارتی - شماره ۵ - پاییز ۹۶

شیرکت فولاد اکسین خوزستان Khouzestan OXIN STEEL Co.

KhOuzestan
شرکت فولاد اکسین خوزستان
Oxin Steel Co.



پژوهش راز
موفقیت است،
آن را با هم
شریک می شویم.

اهداف راه اندازی کانال تلگرام تحقیق و توسعه :

- اطلاع رسانی فعالیت های پژوهشی واحد
- اطلاع رسانی کنفرانس های مرتبط با فعالیت های شرکت
- اطلاع رسانی فراخوان های پژوهشی
- آموزش روش تحقیق، مقاله نویسی و پایان نامه نویسی
- ارائه بروزترین نکات کارآفرینی، خلاقیت و مقالات پژوهشی
- مرتبط با فعالیت شرکت



کانال تلگرام واحد تحقیق و توسعه راه اندازی شد:

https://telegram.me/oxinsteel_rd



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

و انزلنا الحديد فيه باس شديد و منافع للناس

آیه ۲۵ سوره الحديد

فصلنامه تخصصی

نورد فولاد

فهرست

صاحب امتیاز: شرکت فولاد اکسین خوزستان-

واحد تحقیق و توسعه

مدیر مسئول: رضا آبدیده

سر دبیر: محمد هیزم بر

هیأت تحریریه: امین آسیابان، محمد سجاد غفوری،

یعقوب غلامی، میلاد خجسته پور، احمد بساق زاده ،

مهدی سلطانهلی نژاد

مشاور اجرایی و روابط عمومی: هومن خورشید

گروه تأمین محتوا و ویراستاری: علیرضا حاجی پور،

آرش آرپناهی، علیرضا افضلی، زهرا شیرالی پور، 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 عامل و مدیر مسئول
۴	تاثیر عملیات حرارتی بر روی خواص مکانیکی ورق های فولادی کم کربن با استحکام بالای حاوی مس
۸	بهبود خواص مکانیکی و ریزساختاری فولاد خط لوله انتقال نفت و گاز API 5L X 65 حین فرآیند نورد گرم
۱۴	پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان (مورد مطالعه در شرکت فولاد اکسین خوزستان)
۲۰	آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی در شرکت فولاد اکسین خوزستان بر اساس مدل سه شاخگی
۲۸	بررسی نقش هوش اخلاقی مدیر (دلسوزی، گشاده رویی، گذشت و بخشش) بر ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان - مورد مطالعه: شرکت فولاد اکسین خوزستان
۳۴	استراتژی نگهداری و تعمیرات بیرینگ
۳۸	سیستم کنترل ضخامت مبتنی بر منطق فازی و شبیه سازی آن در صنعت نورد ورق
۴۴	بهبودسازی عملکرد میزهای غلتکی انتقال دهنده مواد در ناحیه نورد شرکت فولاد اکسین خوزستان با الگوریتمی بر مبنای میزان طول ورق
۵۰	اجرای سیستم مانیتورینگ درایو (Drive Monitoring) در شرکت فولاد اکسین خوزستان برای اولین بار در کشور
۵۴	راه اندازی کارگاه تعمیر درایوهای ABB در شرکت فولاد اکسین خوزستان برای اولین بار در کشور
۵۸	بومی سازی غلتک کاری نوردی شرکت فولاد اکسین خوزستان به وزن ۵۶ تن و به روش ریخته گری گریز از مرکز
۶۲	تحلیل روند بازار داخلی و بین المللی ورق فولادی

پیام مدیر عامل

امروزه در جهان، صنعت فولاد به عنوان یکی از پایه‌های مهم اقتصاد هر کشور و تولید و مصرف سرانه فولاد از جمله پارامترهای اصلی میزان توسعه یافتگی صنعتی و اقتصادی آن کشور محسوب می‌شود. لذا توسعه این صنعت به عنوان زیربنای پیشرفت سایر صنایع کشور حائز اهمیت می‌باشد. بر این اساس شرکت فولاد اکسین خوزستان بعنوان نخستین تولیدکننده ورق‌های عریض فولادی و عملیات حرارتی شده در خاورمیانه مورد بهره‌برداری قرار گرفت. این شرکت با دارا بودن شاخص‌هایی همچون نیروی انسانی متخصص، تجهیزات پیشرفته تولیدی، امکانات آزمایشگاهی و بازرسی محصولات، سیستم‌های مدیریت کیفیت و موقعیت جغرافیایی مناسب و استراتژیک، نقش بسزایی در تأمین ورق‌های فولادی مورد نیاز صنایع مخزن‌سازی، کشتی‌سازی، لوله‌سازی، نفت و گاز و سازه‌های فلزی، ایفا نموده است.

بر همگان مبرهن است که توسعه یک جامعه به میزان تولید و ترویج علم و بکارگیری آن در صنعت و جامعه بستگی دارد. در این خصوص نیروی انسانی مستعد و متخصص و دارایی‌های فکری، به عنوان اصلی‌ترین رکن در تولید علم و فناوری محسوب می‌شود. لذا شرکت فولاد اکسین خوزستان با تکیه بر تکنولوژی نوین و سرمایه‌های فکری خود در صدد است با انجام پژوهش‌های کاربردی و انتشار آنها در قالب این نشریه، آیینی جهت بازتاب پتانسیل‌های علمی متخصصین صنعت نورد کشور باشد.

امید است مطالب این شماره که حاصل تلاش همکاران صنعت و دانشگاه است مورد توجه خوانندگان گرامی قرار گیرد.

عبدالرضا محمود پور

پیام مدیر مسئول

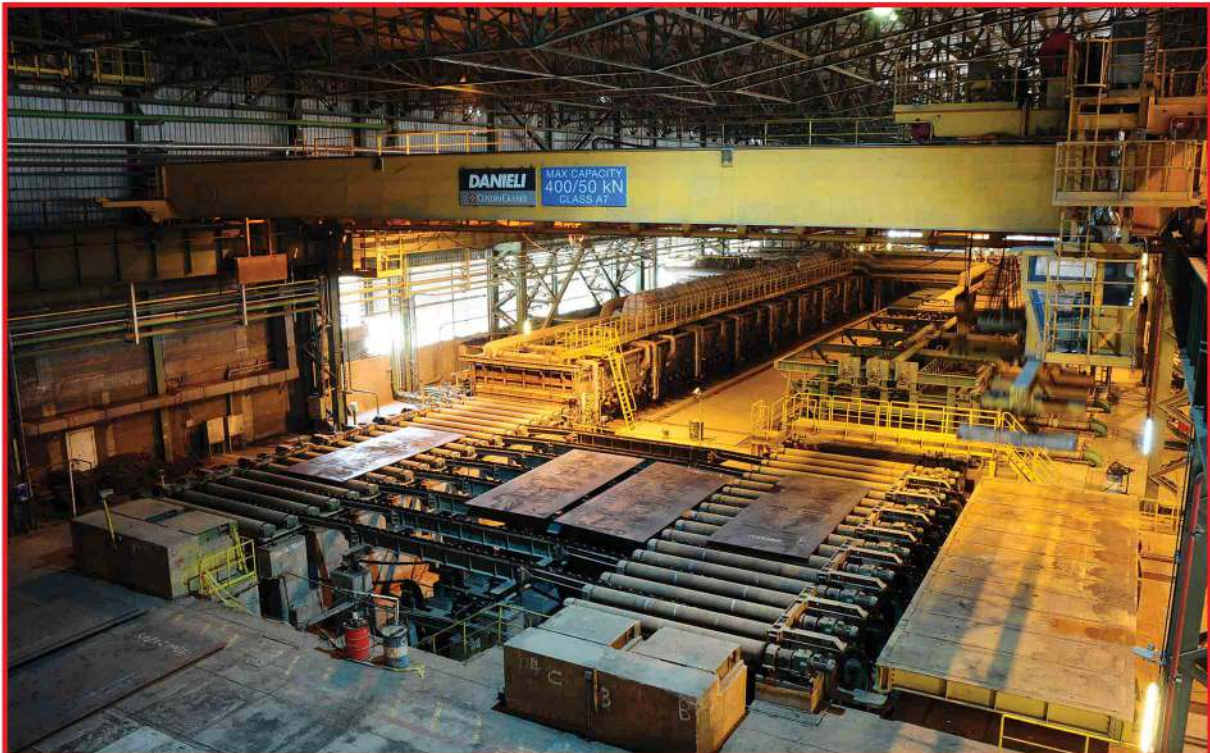
شماره ۵ فصلنامه تخصصی نورد فولاد به عنوان نشریه علمی، تخصصی و مهارتی شرکت فولاد اکسین خوزستان، اکنون در اختیار شماست. در ابتدا لازم است از نظرات و پیشنهادات دریافت شده از سوی خوانندگان گرامی کمال تشکر و قدردانی را نمایم. بی‌شک پیشنهادات سازنده پژوهشگران و متخصصان صنعت نورد فولاد همواره چراغ راه ما خواهد بود.

علم در جریان داد و ستد فکری و فعالیت‌های جمعی بر روی داده‌ها، رشد و توسعه می‌یابد. بر این اساس فصلنامه نورد فولاد سعی دارد با انتشار و تبادل یافته‌های نوین علمی - پژوهشی در زمینه‌ی صنعت نورد فولاد با دانشگاهیان و صنعتگران، گامی کوچک در رشد و توسعه علم در این حوزه بردارد. مطالب این مجله در سه بخش "مقالات علمی"، "بومی‌سازی در صنعت نورد فولاد" و "تحلیل بازار ورق‌های فولادی"، تدوین و منتشر شده است. در بخش مقالات علمی، یافته‌های جدید در صنعت نورد ارائه شده است. در دنیای رقابتی امروز، کشورها از روش‌های مختلفی برای اکتساب و جهش فناوری استفاده می‌کنند که هدف از آن بومی‌سازی دانش فنی فناوری می‌باشد. لذا در بخش بومی‌سازی در صنعت نورد به این مهم پرداخته‌ایم. همچنین با توجه به اهمیت بررسی وضع موجود و آتی بازار، آخرین تحولات این حوزه در بخش تحلیل بازار ورق‌های فولادی گردآوری شده است.

رضا آبدیده

مقالات علمے





تاثیر عملیات حرارتی بر روی خواص مکانیکی ورق های فولادی کم کربن با استحکام بالای حاوی مس

علیرضا حسینی فرا^۱، مهدی سلطانعلی نژاد^۲

چکیده

در این تحقیق اثر عملیات تمپر و عملیات کوئنچ- تمپر بر روی خواص مکانیکی فولاد HSLA-100 تولیدی مطابق با الزامات استاندارد MIL-S-24645، بررسی شد.

نمونه های تمپر و کوئنچ-تمپر به ترتیب مستقیماً پس از عملیات نورد ترمومکانیکال، و پس از عملیات نورد ترمومکانیکال و آستنیت-کوئنچ، تحت عملیات تمپر در دماهای ۵۴۰ تا ۶۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند.

نتایج نشان دهنده خواص مکانیکی بهینه در دمای تمپر ۶۵۰ درجه سانتی گراد در نمونه های کوئنچ-تمپر بوده که به طور قابل ملاحظه ای فراتر از ویژگی های استاندارد MIL-S-24645 می باشد.

کلمات کلیدی: فولاد HSLA-100، عملیات حرارتی کوئنچ-تمپر، خواص مکانیکی، عملیات نورد ترمومکانیکال.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد - دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
۲- دانشجوی مهندسی متالورژی و مواد - دانشگاه صنعتی امیر کبیر

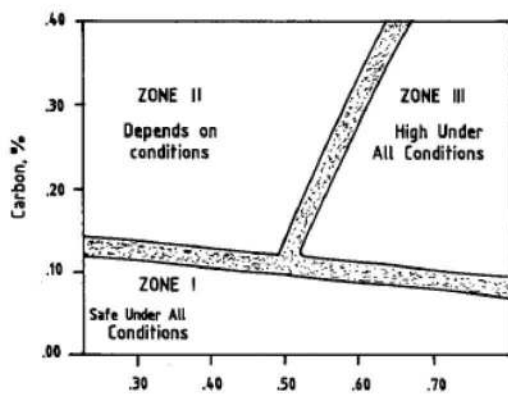
جدول ۱. ترکیب شیمیایی فولاد HSLA-100 ریختگی

%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Ni	%Cr	%Mo
0.036	0.88	0.001	0.001	0.23	3.64	0.55	0.57
%Cu	%Nb	%Al	%Ti	%As	%Sb	%V	
1.61	0.033	0.020	0.001	0.003	0.025	0.004	

کربن معادل این فولاد مطابق فرمول ذیل اندازه گیری شده که برابر با ۰/۸ می باشد.

$$CE = C + \frac{Mn + Si}{6} + \frac{Ni + Cu}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{5}$$

این میزان کربن معادل با توجه به درصد کربن این فولاد و مطابق نمودار گراویل، جوش پذیری این فولاد در ناحیه جوش پذیری مطمئن (ناحیه ۱) قرار می گیرد.



شکل ۱. نمودار گراویل

۲-۲- فرآیند نورد ترمومکانیکال کنترل شده

به منظور ارزیابی رفتار شکل دهی داغ ورق، آزمون فشار داغ مطابق استاندارد ASTM B209 در نرخ کرنش ۰/۰۱ بر ثانیه جهت تعیین دمای توقف تبلور مجدد (Tm) انجام شد که نتیجه آن دمای ۹۵۰ درجه سانتی گراد می باشد.

نورد ترمومکانیکال کنترل شده در دو مرحله شامل نورد خشن، بالای دمای تبلور مجدد و نورد نهایی پایین دمای تبلور مجدد انجام می شود. بلافاصله پس از عملیات نورد نهایی، عملیات سرمایش سریع (Accelerate cooling) بر روی ورق اعمال شد. همچنین، جهت اطمینان از عدم اعوجاج، ورق تحت عملیات موجگیری گرم قرار گرفت.

۳-۲- عملیات حرارتی

عملیات حرارتی ورق پس از برش آن به تکه های کوچکتر به ابعاد ۱۸×۲۰×۳ میلی متر در دو بخش جداگانه انجام شد: بخش اول: آستنیت سازی در دمای ۹۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۵ دقیقه، کوئنچ در آب و عملیات پیرسازی در دماهای ۵۴۰ تا ۶۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت (Q&T).

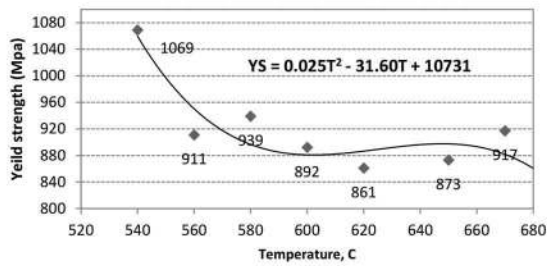
۱- مقدمه

فولادهای کم کربن با استحکام بالای حاوی مس در چندین دهه اخیر به منظور جایگزینی فولادهای استحکام بالای کوئنچ- تمپر با کربن متوسط توسعه یافته اند. این دسته از فولادها از خواص استحکامی و چقرمگی خوبی به طور همزمان برخوردار می باشند [۱ و ۲]. عنصر مس که به دلیل اثر رسوب سختی به عنوان عنصر آلیاژی در این فولادها به کار می رود، سبب افزایش استحکام بدون تخریب جوش پذیری می گردد. با افزایش میزان مس، میزان لایه های مارتنزیت افزایش پیدا کرده و استحکام زیاد می شود [۳]. به طور کلی، مس به دلیل مشکل شکنندگی حرارتی عنصر مضر بوده که با حضور عنصر نیکل از این مشکل جلوگیری می شود. فولاد HSLA-80 در اوایل دهه ۱۹۸۰ به منظور ساخت کشتی و زیردریایی توسط نیروی دریایی آمریکا به منظور جایگزینی فولاد HY-80 توسعه یافته است. به دلیل سختی پذیری محدود، فولاد HSLA-80 جهت ساخت ورق ها با ضخامت بالاتر مناسب نمی باشد. پس از توسعه موفق فولاد HSLA-80، نیروی دریایی آمریکا با همراهی چندین کمپانی فولاد سازی آمریکایی جهت توسعه فولاد HSLA-100 با استحکام بهبود یافته (استحکام تسلیم، حداقل ۶۹۰ مگاپاسگال) با حفظ چقرمگی ضربه ای خوب در دمای پایین (انرژی ضربه ۸۱ ژول در دمای ۸۵- درجه سانتی گراد) و جوش پذیری مناسب تلاش گسترده ای را جهت کاربری در بدنه ناوهای جنگی، زیردریایی ها، خودروهای زرهی، مخازن تحت فشار، تجهیزات لایروبی و معدن کاری آغاز کردند. این فولاد حاوی مقادیر بیشتری از نیکل، مس، منگنز و مولیبدن نسبت به گریدهای قبلی می باشد و این ترکیب شیمیایی، آن را قادر به پذیرش عملیات حرارتی و فرآیند ترمومکانیکال می کند [۳ و ۴]. از آنجایی که این فولاد دارای مقدار کربن کم (کمتر از ۰/۰۶ درصد وزنی) جهت بهبود جوش پذیری بوده، سایر عناصر آلیاژی جهت افزایش خواص ضربه و استحکام افزوده می گردد. در این تحقیق، اثر عملیات حرارتی بر روی خواص مکانیکی فولاد تولید شده بررسی می گردد [۴].

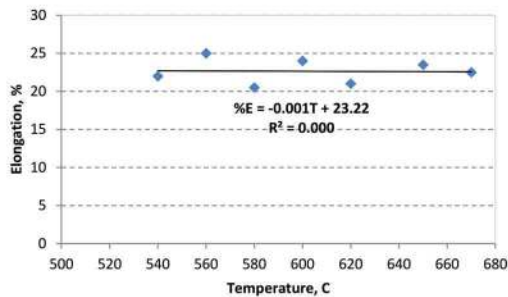
۲- روند آزمایش

۱-۲- فرآیند فولاد سازی

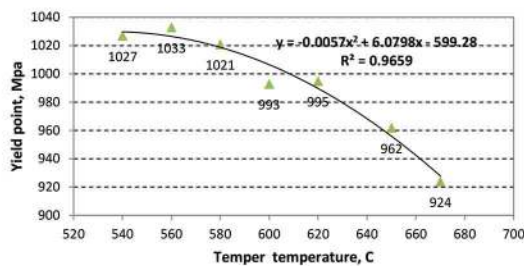
عملیات ذوب و آلیاژ سازی در کوره القایی تحت عملیات VD انجام شد. ترکیب شیمیایی فولاد در جدول ۱ مشخص شده است. جهت دستیابی به اسلب مناسب از نظر ضخامت و ساختار برای نورد، اسلب ها توسط فرآیند آهنگری به ضخامت ۱۳۵ میلی متر کاهش یافتند. پس از آن، اسلب ها به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند.



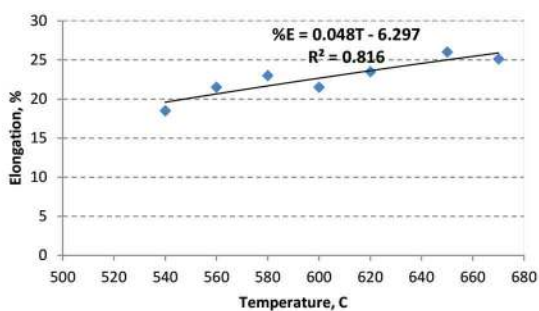
شکل ۲. تغییرات استحکام تسلیم با دمای تمپر در حالت T



شکل ۳. تغییرات ازدیاد طول با دمای تمپر در حالت T



شکل ۴. تغییرات استحکام تسلیم با دمای تمپر در حالت Q&T



شکل ۵. تغییرات ازدیاد طول با دمای تمپر در حالت Q&T

مقایسه نمودارهای ۲ و ۴، مبین برتری استحکام کششی در حالت کوئنچ-تمپر نسبت به حالت تمپر در دماهای تمپر مشابه ناشی از پتانسیل بالاتر ساختار کوئنچ شده جهت رسوب گذاری مس می باشد. تمامی مکانیزم های استحکام دهی، باعث کاهش تحرک نابجایی شده، در نتیجه تنش مورد نیاز جهت جابجایی

بخش دوم: عملیات پیرسازی در دماهای ۵۴۰ تا ۶۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت (T).

به منظور بررسی خواص مکانیکی و متالورژیکی در شرایط عملیات حرارتی مختلف، نمونه هایی در جهت عرضی برش داده شد. آزمون کشش توسط دستگاه کشش اینسترون مدل ۸۵۰۲ با سرعت فک ۱۰ میلی متر بر دقیقه انجام شد. همچنین، آزمون ضربه توسط دستگاه ضربه شاریپی در دمای ۸۵- درجه سانتی گراد صورت پذیرفت به نحوی که نتایج سه آزمون و میانگین نتایج مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳- بحث و نتیجه گیری

مطابق با ترکیب شیمیایی ارائه شده، این فولاد حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از عنصر مس می باشد که نقش ویژه ای را در ارتقای خواص مکانیکی ایفاء می کند.

ناخالصی های غیر فلزی فولاد توسط استاندارد DIN50602 با شاخص K1 (شاخص بررسی ناخالصی های ریز) مورد ارزیابی قرار گرفت. به طوری که نتایج نشان دهنده زمینه فولادی عاری از ناخالصی های سولفید منگنز رشته ای می باشد. البته در برخی مکان ها ناخالصی های اکسیدی ریزی مشاهده می گردد.

جدول ۲. اندیس ناخالصی های غیر فلزی موجود در ساختار

شماره نمونه	سطح مورد بررسی بر حسب میلی متر مربع	نوع ناخالصی	ضرب ناخالصی								ضرب ناخالصی به تفکیک			
			1	2	3	4	5	6	7	8	سولفیدی	اکسیدی		
1	338.53	OG OA OS	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
2	345.55	OG OA OS	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6
3	366.31	OG OA OS	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8
4	361.78	OG OA OS	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5	318.97	OG OA OS	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
6	358.90	OG OA OS	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
Total	2090.04													3.68

$$\text{Total } K_1 \text{ index} = \frac{\text{Subtotal} \times 1000}{\text{Total area of polished section, in mm}^2} = \frac{3.68 \times 1000}{2090.04} = 1.7$$

نتایج بررسی فولادهای مختلف نشانه دهنده این مطلب است که فولاد با شاخص K1 کمتر از ۱۰ جزء فولاد های تمیز محسوب می گردد.

۳-۱- استحکام تسلیم

به منظور ارزیابی خواص کششی این فولاد در دمای مختلف تمپر در شرایط T و Q&T، نمودار تغییرات خواص در شکل های ۲ تا ۵ ارائه شده است. با توجه به نمودارهای ارائه شده، مشاهده می گردد که روند کلی خواص با افزایش دمای تمپر، کاهش می باشد.

که از اشاعه ترک ممانعت بعمل می آورند. به دلیل وجود تیغه های مارتنزیت کم کربن در ساختار کوئنچ شده این فولاد، نتایج فوق بیانگر چقرمگی قابل قبولی برای این فولاد می باشد، چرا که ساختار مذکور چقرمگی ضربه ای خوبی را ارائه می دهد. از طرفی این فولاد دارای انرژی ضربه پائینی در استحکام حداکثر بوده که دلیل این پدیده ناشی از زمینه استحکام یافته توسط ذرات ریز رسوب مس و جدایش ناخالصی ها در مرزدانه هاست. بالاتر از دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد، ارتقای قابل ملاحظه ای در مقاومت در برابر شکست ایجاد می گردد که افزایش در میزان انرژی ضربه در این مرحله تا حدودی ناشی از آستنیت جدیدی است که به عنوان محلی برای رسوب ناخالصی های مرزدانه ای عمل کرده و در نتیجه باعث کاهش بروز شکست مرزدانه ای می شوند.

۴- نتیجه گیری

۱. حداکثر استحکام در دمای تمپر ۵۴۰ درجه سانتی گراد حاصل می گردد. مقاومت به شکست در دمای پائین در این حالت بسیار کم می باشد.

۲. به طور کلی، در محدوده دمایی تمپر ۶۰۰-۶۵۰ درجه، حالت کوئنچ-تمپر دارای خواص مکانیکی بهتری نسبت به حالت تمپر خالی می باشد.

۳. شرایط بهینه ای از استحکام و چقرمگی در حالت کوئنچ و تمپر ۶۵۰ درجه سانتی گراد حاصل می گردد.

۴. از اساسی ترین عواملی که به استحکام و چقرمگی این فولاد در فرآیند تمپر نسبت داده می شود، عبار تنداز: زمینه تبلور مجدد یافته، توزیع یکنواخت رسوبات مس، توزیع یکنواخت ذرات Nb (C,N) و حضور آستنیت جدید.

۵- مراجع

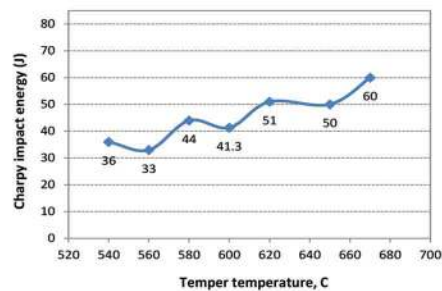
1. J.Czyrca, Advances in High Strength Steel Technology for Naval Hull Construction, Key Engineering Materials, Vol 84-85, Trans Tech Publications, 1993, p 491-520.
2. M. Mujahid, A.K. Lis, C.I. Garcia, and A.J. Deardo, HSLA-100 Steels: Influence of Aging Heat Treatment on Microstructure and Properties, Journal of Materials Engineering and Performance, 1997, p 247-257.
3. S.K. Sen, A. Ray, R. Avtar, S.K. Dhua, M.S. Prasad, P. Jha, P.P. Sengupta, and S. Jha, Microstructure and Properties of Quenched-and-Aged Plates Produced from a Copper-Bearing HSLA Steel, 1998, p 504-510.
4. P.K. Ray, R.I. Ganguly, A.K. Panda, Optimization of mechanical properties of an HSLA-100 steel through control of heat treatment variables, Materials science and Engineering.

ناجایی ها در ماده افزایش می یابد. فولاد حاضر، بخش عمده استحکام خود را در حالت کوئنچ از کربن محلول در مارتنزیت و چگالی بالای ناجایی در تیغه های مارتنزیت آلیاژی بدست آورده است. مس و سایر عناصر آلیاژی که به صورت اتم های جاننشینی در ساختار حضور دارند باعث افزایش ناچیزی در استحکام می گردند.

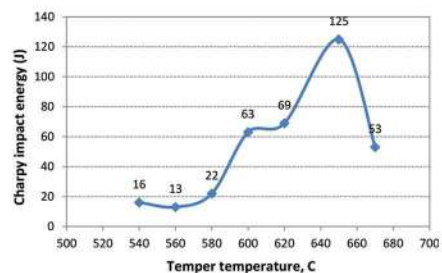
استحاله خوشه های غنی از مس با ساختار bcc به fcc در اندازه های کوچکتر از ۱۰۰ آنگستروم رخ می دهد که این پدیده مرتبط با توزیع یکنواخت ذرات ریز مس ϵ بوده که با تعداد زیادی ناجایی موجود در بین تیغه های مارتنزیت واکنش می دهند. با افزایش دمای تمپر کوهیرنسی رسوب های مس به دلیل درشت شدن این رسوبات، از بین رفته و همچنین ناشی از بازیابی و تبلور مجدد ساختار زمینه در این دماها، استحکام سیر تنزلی پیش می گیرد.

۳-۲- انرژی ضربه

خواص ضربه نمونه های عملیات حرارتی شده در شکل های ۶ و ۷ ارائه شده اند.



شکل ۶. تغییرات انرژی ضربه شارپی در ۸۵- درجه سانتی گراد با دمای تمپر در حالت T



شکل ۷. تغییرات انرژی ضربه شارپی در ۸۵- درجه سانتی گراد با دمای تمپر در حالت Q&T

با توجه به شکل ۶ مشخص می گردد که انرژی ضربه فولاد در حالت تمپر به طور تقریباً یکنواختی با افزایش دمای تمپر افزایش می یابد. همچنین، به طور مشابه در حالت کوئنچ-تمپر، انرژی ضربه شارپی در محدوده دمایی ۵۴۰ تا ۶۵۰ درجه سانتی گراد افزایش یافته ولی پس از آن به طور ناگهانی کاهش چشمگیری در آن مشاهده می گردد. افزایش پیوسته انرژی ضربه فراتر از دمای ۵۴۰ درجه مرتبط با بازیابی جزئی تیغه های مارتنزیت زمینه و درشت شدن رسوبات مس بوده



بهبود خواص مکانیکی و ریز ساختاری فولاد خط لوله انتقال نفت و گاز API 5L X 65 حین فرایند نورد گرم

پریا سیاهپور^۱، رضا میر اسمعیلی^۲، علیرضا صبوری روح اقدم^۲، رضا آبدیده^۳

چکیده

امروزه استفاده از خطوط لوله به منظور انتقال حجم بالای گاز در مسافت های طولانی به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. از این رو لازم است تا خطوط انتقال از استحکام و چقرمگی بالایی برخوردار باشند. یکی از راه های دستیابی به خواص مکانیکی بالا، کاهش اندازه دانه حین فرایند ترمومکانیکال است. در این تحقیق، تأثیر پارامترهای نورد گرم شامل دمای پایانی نورد و کرنش هر پاس روی استحکام و چقرمگی شکست فولاد خط لوله ای API 5L X 65 مورد بررسی قرار گرفته است. پس از نورد گرم، بررسی های ریز ساختاری و آزمون های مکانیکی شامل کشش و ضربه مطابق استاندارد ASTM 370 روی نمونه ها انجام شد. نتایج نشان می دهد که کاهش دمای پایانی نورد و افزایش میزان کرنش هر پاس، به دلیل پدیده ی تبلور مجدد دینامیکی هندسی و افزایش پارامتر زر-هولمن، سبب کاهش اندازه دانه ی فریت تا ۱۶ درصد و پراکنندگی مناسب دانه های فریت و پرلیت می شود که این موضوع علاوه بر بهبود استحکام، به دلیل کاهش درصد پرلیت موجود در ریز ساختار، سبب بهبود انعطاف پذیری تا ۱۱ درصد و به تبع آن باعث افزایش چقرمگی شکست فولاد می شود.

کلمات کلیدی: فولاد خط لوله API 5L X 65، فرایند نورد گرم، دمای پایانی نورد، کرنش، اندازه دانه، استحکام.

۱ - کارشناسی ارشد مهندسی مواد، دانشگاه تربیت مدرس

۲ - استادیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، بخش مهندسی مواد، مکانیک شکست و خستگی

۳ - دانشیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، بخش مهندسی مواد، مهندسی سطح و خوردگی

۴ - شرکت فولاد اکسین خوزستان.

۱- مقدمه

ورق ها و تسمه های فولادی مورد استفاده در خطوط لوله های انتقال نفت و گاز بکار می رود. همچنین به منظور تعیین دماهای بحرانی A_{11} ، T_{nr} ، A_{13} فولاد مذکور از آزمایش کالریمتری (DSC) استفاده شد. این آزمون در محدوده دمایی 1200°C - 300°C و با نرخ گرمایش $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ، در آتمسفر نیتروژن توسط دستگاهی با مارک NETZSCH STA 409 PC/PG انجام شد. با استفاده از نتایج حاصل از آزمون DSC دماهای بحرانی $A_{11} = 675^{\circ}\text{C}$ ، $A_{13} = 780^{\circ}\text{C}$ ، $T_{nr} = 935^{\circ}\text{C}$ مورد بررسی تعیین گردید. دمای پیش گرم این فولاد از طریق معادله های ارائه شده توسط ایروین^۲ و همکارانش (روابط ۱ تا ۴) که دمای انحلال تعادلی کاربیدها و نیتريد های نایبیم، وانادیم و تیتانیم را بیان می کند و با استفاده از نتایج کوانتومتری محاسبه شد.

$$\text{Log} \{[\text{Nb}], [\text{c}+12/14[\text{N}]]\} = 2.26 - 6770T^{-1} \quad (1)$$

$$\text{Log} \{[\text{v}], [\text{N}]\} = 3.46 - 8330T^{-1} \quad (2)$$

$$\text{Log} \{[\text{Nb}], [\text{C}]\} = 2.26 - 6770T^{-1} \quad (3)$$

$$\text{Log} \{[\text{Ti}], [\text{C}]\} = 2.75 - 7000T^{-1} \quad (4)$$

با توجه به نتایج، مشخص شد که این رسوبات در دمای بالاتر از 1146°C دچار انحلال می گردند. به منظور اطمینان از حل رسوبات و همچنین جلوگیری از رشد دانه های آستنیت، دمای 1200°C به عنوان دمای پیش گرم جهت انجام نورد گرم انتخاب گردید.

برای انجام فرایند نورد گرم، ورق هایی از فولاد API X65 به ابعاد $30 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$ توسط هوا برش تهیه شد. فرایند نورد گرم توسط دستگاه نورد دو غلتکه و با ظرفیت ۱۰۰۰ تن انجام شد. ابتدا نمونه ها در کوره تا دمای 1200°C و به مدت ۴۰ دقیقه پیش گرم شدند. سپس نمونه ها در زمان کنترل شده به زیر فک های دستگاه نورد انتقال یافتند و فرایند نورد گرم روی آنها انجام شد. به منظور بررسی تأثیر مقدار کرنش، دو نمونه با برنامه های نوردی ۵ پاسه و ۲ پاسه و در دمای پایانی نورد ثابت 800°C در نظر گرفته شد. برنامه ی نوردی نمونه ها و همچنین مقدار کرنش در جدول های ۲ و ۳ آورده شده است. برای بررسی تأثیر دمای پایانی نورد، دو نمونه با دماهای پایانی نورد 900°C و 800°C و با برنامه ی نوردی سه پاسه با میزان کرنش ۰/۴۶ در هر پاس در نظر گرفته شد. با توجه به دماهای بحرانی، نمونه های با دمای پایانی نورد 900°C و 800°C هر دو در ناحیه ی توقف تبلور مجدد (ناحیه ی تک فاز) نورد شده اند. شکل ۱ نمودار دما بر حسب زمان نمونه های نوردی با دمای پایانی متفاوت را نشان می دهد. طی نورد، ضمن ثابت بودن عرض ورق ها، ضخامت از ۲ میلی متر به ۶ میلی متر کاهش پیدا کرد.

به منظور انتقال نفت و گاز در مسافت های طولانی و تحت فشار بالا در سراسر کشور، از فولاد های میکرو آلیاژی با ریزساختار فریتی-پرلیتی استفاده می شود که لازم است تا این فولادها از استحکام بالا و چقرمگی برخوردار باشند. مشخصات دسته ای از این فولادها که در خطوط انتقال استفاده می شوند، توسط موسسه نفت امریکا (API)، استاندارد شده است که فولادهای API نامیده می شوند [۱]. استحکام تسلیم بالا، انعطاف پذیری نسبی بالا، چقرمگی بالا و قابلیت جوش پذیری بالا از ویژگی های اصلی این فولادها به شمار می آید [۲]. در فولادهای API دستیابی به ریزساختار و خواص مکانیکی مطلوب با ترکیب مناسب عناصر آلیاژی و عملیات ترمومکانیکی میسر است [۳-۵].

در فرایند نورد گرم که نوعی فرایند ترمومکانیکال محسوب می شود نورد کنترل شده و سرد کردن سریع سبب افزایش هم زمان استحکام و چقرمگی می شود. نورد کنترل شده در دو مرحله ی نورد خشن و نورد پرداخت انجام می شود. نورد خشن (اولیه)، در دمایی بالاتر از دمای توقف تبلور مجدد (Tnr) انجام می گیرد. هدف از این مرحله دستیابی به ریزساختار آستنیت تبلور مجدد یافته ی ریزدانه است. نورد پرداخت (نهایی) در دمایی پایین تر از دمای توقف تبلور مجدد و بالای دمای A_{13} (دمای شروع تبدیل فاز آستنیت به فریت) انجام می شود تا ریزساختار آستنیت پنکک شده^۲ به دست آید. در این ریزساختار با افزایش نسبت مرز به حجم دانه و تشکیل باندهای تغییر شکلی، مکان های مرجح جوانه زنی فریت افزایش یافته و امکان ریزدانه شدن فولاد افزایش می یابد [۶-۸]. در این فرایند اصلاح ریزساختار نیز به نوبه خود متأثر از چگونگی انتخاب پارامترهای نورد گرم از جمله دمای پایانی نورد، نرخ کرنش، سرعت سرد کردن، مقدار کرنش و اندازه دانه آستنیت اولیه می باشد.

در پژوهش حاضر، تلاش بر بهینه سازی پارامترهای نوردی شامل دمای پایانی نورد و مقدار کرنش در مقیاس آزمایشگاهی برای نورد فولاد خط لوله ی API 5LX65 است. در ادامه، تأثیر دمای پایانی نورد و مقدار کرنش بر ریزساختار از طریق بررسی های متالوگرافی و خواص مکانیکی اعم از کشش و ضربه فولاد خط لوله API 5L X65 مطابق استاندارد ASTM A370 مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- مواد و روش تحقیق

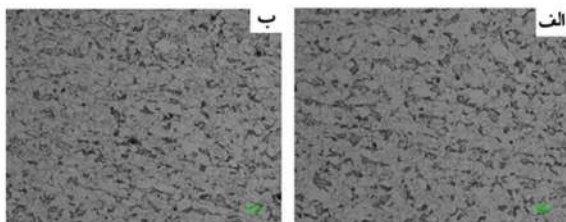
ترکیب شیمیایی فولاد مورد بررسی از طریق آزمایش کوانتومتری تعیین شد. برای انجام این آزمون، نمونه ای به ابعاد $25 \times 1 \text{ cm}^3$ تهیه شد. نتایج کوانتومتری در جدول ۱ آورده شده است. فولاد API X65 جزء دسته فولادهای میکرو آلیاژی حاوی عناصر نایبیم، وانادیم و تیتانیم می باشد که در تولید

1. American Petroleum Institute
2. Pancaked Austenite
3. Irvine

با مدل Metro Com Engineering S.P.A Italy و با ظرفیت ۳۰ تن و با استفاده از اکستنسیومتر انجام شد. برای انجام آزمون ضربه، با توجه به کم بودن ضخامت، نمونه‌ها به صورت Subsize و به ابعاد $5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ تهیه شدند. این آزمون به صورت چارپی و با شیار ی با زاویه 45° ایجاد شده توسط وایرکات، در دمای صفر درجه ی سانتی‌گراد انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

الف) بررسی تأثیر دمای پایانی نورد و مقدار کرنش بر ریزساختار: یک راه درست برای دستیابی به خواص مکانیکی بالا در فولادهای خط لوله، بهبود ریزساختار از طریق شرایط مختلف نورد است [۹-۱۱]. شکل ۳ تصاویر میکروسکوپ نوری مربوط به نمونه‌های نورد شده تحت ۵ پاس (میزان کرنش ۰/۲۴) و ۲ پاس (با میزان کرنش ۰/۶) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در تصاویر مشاهده می‌شود، قسمت عمده ی ریزساختار از فریت هم محور و مقدار کمی پرلیت تشکیل شده است. وقتی فلزی تحت مقدار کرنش مشخصی در دمای نسبتاً بالا قرار می‌گیرد، ریزساختاری با مرزهای زاویه بزرگ غالب تشکیل می‌شود. در حین تغییر شکل گرم، زیردانه‌ها^۴ در درون دانه‌ها شروع به رشد می‌کنند. با افزایش مقدار کرنش، مرزهای بزرگ زاویه به هم فشرده شده و چون اندازه ی زیردانه حین تغییر شکل ثابت می‌ماند، این مرزها به چند زیردانه ی کوچکتر تجزیه می‌شوند. پس ریزساختاری با دانه‌های کوچک هم محور تشکیل می‌شود که به این پدیده تبلور مجدد دینامیکی هندسی^۵ گفته می‌شود [۱۲ و ۱۳]. با کاهش تعداد پاس‌ها از ۵ به ۲، یا به عبارتی افزایش میزان کرنش در هر پاس، اندازه دانه از $5 \mu\text{m}$ به $4/2 \mu\text{m}$ و هم‌چنین درصد فاز پرلیت موجود در ریزساختار از ۹/۲٪ به ۶٪ کاهش پیدا کرده است.



شکل ۳. تصاویر میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۲۰۰ برابر. نمونه‌های با مقدار کرنش متفاوت. الف) ۵ پاس، ب) دو پاس.

شکل ۴ تصاویر میکروسکوپ نوری مربوط به نمونه‌های نورد شده در دماهای 900°C و 800°C را نشان می‌دهد. این ریزساختارها عمدتاً از فریت ریزدانه ی هم محور و پرلیت‌های پراکنده تشکیل شده است. نمونه‌ی نورد شده در دمای پایانی نورد 800°C ، دارای ساختار کاملاً همگن و منظم است که پرلیت‌ها پراکنده‌ی مناسبی در فریت زمینه دارند.

4. Subgrains

5. Geometric Dynamic Recrystallization

میزان کل تغییر شکل از طریق رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\varepsilon = \ln \frac{t_0}{t_f} = \ln \frac{20}{6} = 1.2 \quad (5)$$

جدول ۱. ترکیب شیمیایی فولاد مورد بررسی در این پژوهش (API 5LX65).

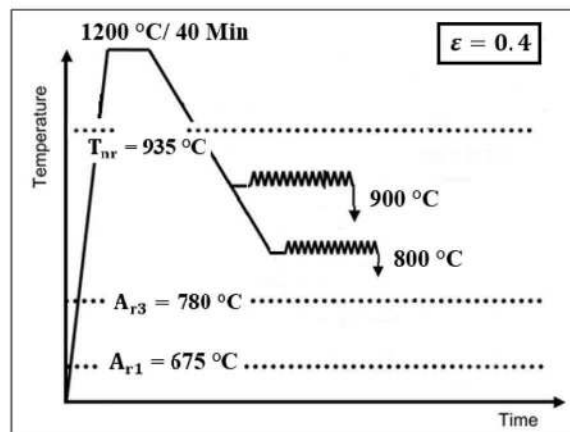
ترکیب شیمیایی		Ni	Mo	Cr	S	P	Mn	Si	C
wt%		۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲	۱/۴۵	۰/۲	۰/۰۹
ترکیب شیمیایی		V	Sn	Al	B	N	Co	Ti	Nb
wt%		۰/۰۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲۱	۰/۰۳۴

جدول ۲. برنامه‌ی نوردی ۵ پاسه با میزان کرنش ۰/۲۴ در هر پاس.

میزان کرنش [%]	ضخامت کم شده [mm]	کاهش سطح مقطع [mm]	ضخامت نهایی [mm]	ضخامت اولیه [mm]	تعداد پاس [-]
۰/۲۴	۴/۷	۰/۲۱۳	۱۵/۷	۲۰	۱
۰/۲۴	۳/۳	۰/۲۱۳	۱۲/۴	۱۵/۷	۲
۰/۲۴	۲/۷	۰/۲۱۳	۹/۷	۱۲/۴	۳
۰/۲۴	۲	۰/۲۱۳	۷/۷	۹/۷	۴
۰/۲۴	۱/۶۸	۰/۲۱۳	۶/۰۲	۷/۷	۵

جدول ۳. برنامه‌ی نوردی ۲ پاسه با میزان کرنش ۰/۶ در هر پاس.

میزان کرنش [%]	ضخامت کم شده [mm]	کاهش سطح مقطع [mm]	ضخامت نهایی [mm]	ضخامت اولیه [mm]	تعداد پاس [-]
۰/۶	۹	۰/۴۵	۱۱	۲۰	۱
۰/۶	۵	۰/۴۵	۶	۱۱	۲

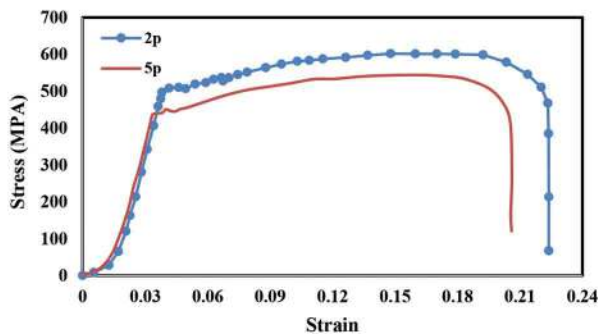


شکل ۱. نمودار زمان بر حسب دمای نمونه‌های نوردی با دمای پایانی نورد متفاوت.

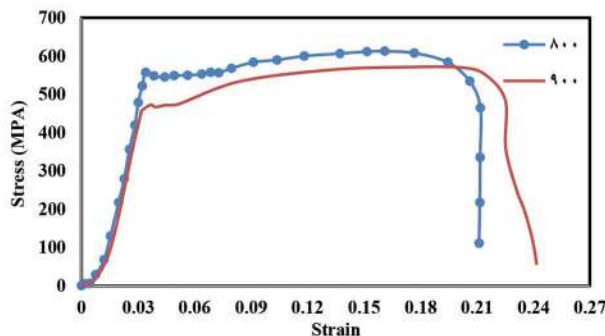
نمونه‌هایی جهت آزمون‌های متالوگرافی، کشش و ضربه در جهت نورد از ورق‌ها تهیه شد. به منظور بررسی ریزساختار نهایی نمونه‌ها تحت سنباده و پولیش قرار گرفته و توسط محلول نایتال ۲ درصد اچ شدند. جهت بررسی خواص مکانیکی، آزمون‌های کشش و ضربه مطابق استاندارد ASTM A370 صورت‌گرفت. نمونه‌های کشش در جهت موازی با نورد به صورت ورق و با طول گيج ۸ اینچ در دمای اتاق و با دستگاهی

که همین موضوع با توجه به رابطه ی هال پیچ (رابطه ی ۷) باعث افزایش استحکام تسلیم فولاد می شود. هر چه دمای پایانی نورد کمتر باشد، مکان های جوانه زنی فریت بیشتر شده و با تشکیل فریت ریز تر، استحکام تسلیم و کششی افزایش پیدا می کند.

$$\sigma_y = \sigma_0 + kd^{-1/2} \quad (۷)$$



شکل ۵. نمودار کشش نمونه های نورد شده با مقدار کرنش متفاوت مطابق استاندارد ASTM370.



شکل ۶. نمودار کشش نمونه های نورد شده در دمای پایانی متفاوت مطابق استاندارد ASTM370.

خواص کششی و انرژی ضربه جذب شده ی نمونه ها در جدول ۴ آورده شده است. همان طور که در جدول مشاهده می شود، با کاهش تعداد پاس های نورد از ۵ به ۲ و به طبع افزایش مقدار کرنش، کاهش اندازه دانه از ۵ μm به ۴/۲ μm و کاهش درصد فاز پرلیت موجود در ریزساختار از ۹/۲٪ به ۶٪، موجب بهبود انعطاف پذیری شده و انرژی ضربه ی جذب شده را از ۹۴/۵ ژول به ۱۰۰/۱ ژول افزایش می دهد. همچنین، با کاهش دمای پایانی نورد، کاهش اندازه دانه از ۵/۱ μm به ۳/۴ μm و کاهش درصد فاز پرلیت موجود در ریزساختار از ۹٪ به ۵٪، بهبود مقدار انرژی ضربه از ۸۳ ژول به ۱۰۹/۵ ژول را سبب شده است. با استفاده از رابطه ی بارسام-رولف^۶ (رابطه ی ۸) که ارتباط میان انرژی ضربه ی جذب شده و پارامتر چقرمگی شکست (k) را بیان می کند، میزان k برای

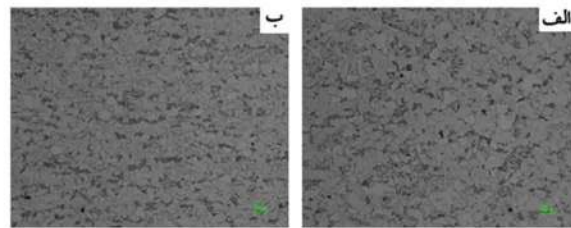
6. Zener-Hollomon parameter

7. Barsom-Rolfe Equation

رخداد پدیده ی تبلور مجدد دینامیکی هندسی تابعی از اندازه دانه ی اولیه و مقدار کرنش تغییر شکل، دمای تغییر شکل و نرخ کرنش است که دو پارامتر آخر به طور مستقیم با پارامتر زئر-هولمن^۶ مرتبط است.

$$Z = \epsilon^{\circ} \cdot \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) \quad (۶)$$

رابطه ی بین اندازه ی زیردانه ها و Z معکوس است. یعنی وقتی تغییر شکل در دمای کم و نرخ کرنش زیاد اتفاق می افتد، پارامتر Z بزرگ و اندازه ی زیردانه ها کوچک می شود [۱۴]. به عبارتی، وقتی نورد در دماهای کمتری انجام می شود، دانه ها خصوصاً دانه های بزرگتر، از طریق جوانه زنی غیر همگن خرد و تجزیه می شوند. علاوه بر این، چین نورد در دماهای کمتر، حضور ذرات فاز دوم بزرگتر، موقعیت های مرجعی را برای جوانه زنی غیر همگن ایجاد می کند که این موجب شکست دانه ها و تشکیل دانه های ریز تر می شود [۱۵ و ۱۶]. با کاهش دما از ۹۰۰°C به ۸۰۰°C، اندازه دانه از ۵/۱ μm به ۴/۳ μm کاهش یافت. همچنین درصد فاز پرلیت در نمونه ی ۹۰۰°C، ۹٪ اندازه گیری شد که در نمونه ی ۸۰۰°C، این مقدار به ۵٪ کاهش پیدا کرده است.



شکل ۴. تصاویر میکروسکوپ نوری با بزرگ نمایی ۲۰۰ برابر، نمونه های با دمای پایانی متفاوت، الف) ۹۰۰°C، ب) ۸۰۰°C.

ب) بررسی تأثیر دمای پایانی نورد و مقدار کرنش بر خواص مکانیکی:

شکل ۵ و ۶ نمودار کشش نمونه های نورد شده با مقدار کرنش متفاوت و دمای پایانی نورد متفاوت را نشان می دهد. همان طور که پیش تر نیز گفته شد، یکی از مهم ترین فاکتورهایی که در عملیات ترمومکانیکی بر روی ریزساختار نهایی و به تبع آن روی خواص مکانیکی تأثیر می گذارد، مقدار کرنش تغییر شکل می باشد. با افزایش کرنش تغییر شکل، دانسیته مکانهای مناسب برای جوانه زنی افزایش می یابد و در نتیجه فریت ریزتری حاصل خواهد شد. افزایش مقدار کرنش در هر پاس باعث افزایش استحکام تسلیم و کششی ماده می شود.

همچنین با کاهش دمای پایانی نورد، اندازه دانه های فریت کوچکتر شده و نیز درصد فاز پرلیت نیز کاهش پیدا کرد. تغییر شکل در محدوده حرارتی توقف تبلور مجدد، بطور قابل ملاحظه ای استحاله نفوذی را تسریع می بخشد و با ایجاد مرز باندهای تغییر شکلی و مرز باندهای دوقلویی و در نتیجه افزایش مکانهای مناسب جوانه زنی، فریت ظریف تر می شود [۱۷].

۶- مراجع

- 1-API Specifications 5L, Specifications for Line Pipe, 44th Edition, USA, American Petroleum Institute, 2007.
- 2- C.P. Reip, S. Shanmugam, R.D.K. Misra, "High Strength Microalloyed CMn (V-Nb-Ti) and CMn (V-Nb) Pipeline Steels Processed through CSP Thin-Slab Technology: Microstructure, Precipitation and Mechanical Properties", Materials Science and Engineering A, 424, 2006, 307-317.
- 3- K. Hulka, M. Gray, "High Temperature Processing of Line-Pipe Steels", 2013.
- 4- H.G. Hillenbrand, M. Gras, C. Kalwa, "Development and Production of High Strength Pipeline Steels", 2013.
- 5- J. Calvo, I.-H. Jung, A.M. Elwazri, D. Bai, S. Yue, "Influence of the Chemical Composition on Transformation Behaviour of Low Carbon Microalloyed Steels", Materials Science and Engineering A, 520, 2009, 90-99.
- 6- B. Verlinden, J. Driver, I. Samajdar, R.D. Doherty, "Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials", First Edition, London, Elsevier Ltd., 2007, 87-96.
- 7- P. Korczak, "Modeling of Steel Microstructure Evolution during Thermomechanical Rolling Of Plate for Conveying Pipes", Journal of Materials Processing Technology, 153, 2004, 432-435.
- 8- S.H. Mousavi Anijdan, S. Yue, "The Necessity of Dynamic Precipitation for the Occurrence of No- Recrystallization Temperature in Nb-Microalloyed Steel", Materials Science and Engineering A, 528, 2011, 803-807.
- 9- F.R. Xiao, B. Liao, Y.Y. Shan, et al, "Challenge of Mechanical Properties of an Acicular Ferrite Pipeline Steel", Materials Science and Engineering, 2006, 431-441.
- 10- W. Wang, W. Yan, K. Yang, "Relation Among Rolling Parameters, Microstructures and Mechanical Properties in an Acicular Ferrite Pipeline Steel", Mater and Design, 30, 2009, 34-36.
- 11- A.F. Gourgues, H.M. Flower, T.C. Lindler, "Electron Backscattering Diffraction Study of Acicular Ferrite, Bainite, and Martensite Steel Microstructure". Mater Sci Tech, 2000, 16-26.
- 12- H.J. McQueen, O. Knustad, N. Ryum, J.K. Solberg, "Microstructural evolution in Al deformed to strains of 60 at 4008C", Scr Met, 19, 1985, 73-78.

هر ۴ نمونه محاسبه شد. با کاهش تعداد پاس از ۵ به ۲ و از دیاد طول تا ۱۰ درصد، میزان k ، $4/8\%$ افزایش پیدا می کند که این نشان می دهد با افزایش مقدار کرنش و بهبود انعطاف پذیری، رفتار چقرمگی شکست فولاد بهبود پیدا می کند. همچنین با کاهش دمای پایانی از 900°C به 800°C ، و با توجه به افزایش استحکام کششی تا 6% ، میزان k تا 23% بهبود پیدا می کند. با مقایسه ی نتایج حاصل از رابطه ی ۸ و همچنین نتایج تست ضربه، مشخص شد که با افزایش انرژی ضربه جذب شده، میزان چقرمگی شکست نمونه ها نیز به میزان قابل توجهی بهبود پیدا می کند.

$$\frac{K_{IC}^2}{E} = 0.22 (CVN)^{\frac{3}{2}} \quad (A)$$

جدول ۴. خواص کششی و انرژی جذب شده نمونه های نورد شده در شرایط مختلف.

Steel	Yields strength/MPa	Tensile Strength/MPa	Elongation/%	Yield ratio/%	Absorbed Energy/J (0 °C)	K_{IC} /MPa \sqrt{m}
۵ پاس	۴۴۱/۴	۵۴۷/۴	۲۱/۵۳	۰/۸۰	۹۶/۵	۲۰۵
۲ پاس	۵۰۳/۶	۶۰۳/۹	۲۳/۸۸	۰/۸۳	۱۰۰/۱	۲۱۵
900°C	۴۶۶/۳	۵۷۴	۲۵/۸۳	۰/۸۱	۸۳	۱۸۶/۹
800°C	۵۴۷/۱	۶۰۹/۳	۲۰/۵۳	۰/۸۹	۱۰۹/۵	۲۳۰

۴- نتیجه گیری

- ۱- افزایش مقدار کرنش هر پاس در نورد گرم، موجب کاهش اندازه دانه فریت و بهبود انعطاف پذیری فولاد می شود که این امر به افزایش استحکام تسلیم و استحکام کششی و چقرمگی شکست فولاد کمک می کند.
- ۲- کاهش دمای پایانی نورد در ناحیه ی توقف تبلور مجدد بالای (A_{13})، موجب افزایش مکانهای جوانه زنی فریت شده که این منجر به کاهش اندازه دانه فریت و ریزدانه شدن ریزساختار و کاهش درصد فاز پرلیت موجود در ریزساختار می شود.
- ۳- کاهش دمای پایانی نورد به دلیل افزایش پارامتر زنهولمن (Z)، سبب افزایش استحکام تسلیم و استحکام کششی فولاد و همچنین بهبود انرژی ضربه ی جذب شده و چقرمگی شکست فولاد می شود.
- ۴- با اندازه گیری پارامتر چقرمگی شکست به صورت تقریبی، مشخص شد که با کاهش دمای پایانی نورد و افزایش کرنش هر پاس، میزان چقرمگی شکست فولاد افزایش پیدا می کند.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان این تحقیق، از شرکت فولاد اکسین خوزستان به دلیل حمایت مالی، در اختیار قرار دادن فولاد API 5L X 65 و همچنین همکاری جهت انجام تست های مکانیکی قدردانی می نمایند.

- 13- F.J. Humphreys, P.B. Prangnell, R. Priestner, "Fine-grained alloys by thermomechanical processing", *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 5, 2001, 15–21.
- 14- F.J. Humphreys, "recrystallization and grain growth, based on the stability and growth of cellular micro-structures –The basic model". *Acta Mater*, 45, 1997, 4235-4240.
- 15- F.J. Humphreys, M. Hatherly, "Recrystallization and related annealing phenomena", Oxford Pergamon Press, 1995.
- 16- F.J. Humphreys, P.B. Prangnell, J.R. Bowen, A. Gholinia, C. Harris, "Developing stable fine-grain microstructures by large strain de-formation". *Philos Trans Royal Soc*, 357, 1999, 1663–1680.
- 17- L.Y. Lan, C.L. Qiu, D.W. Zhao, X.H. Gao, "Microstructural Evolution and Mechanical Properties of Nb-Ti Microalloyed Pipeline Steel", *Journal of Iron and Steel Research, International*, 18, 2011, 57-63.



پایش و اندازه‌گیری بهره‌وری کارکنان (مورد مطالعه در شرکت فولاد اکسین خوزستان)

مهدی مرادی کوپایی^۱، میلاد خجسته پور^۲، مرتضی رحیمی فرد پور^۳

چکیده

بهبود بهره‌وری در سطح سازمانی، عامل حیاتی موفقیت و اساس سودآوری تلقی می‌شود. بهره‌وری رابطه نزدیکی با بهره‌گیری از دانش و مهارت کارکنان دارد. تنها سازمانهایی می‌توانند به حیات خود ادامه دهند که بتوانند مزیت رقابتی خود را حفظ کنند. انسان محور بهره‌وری است و کلیه سازمانها با هر نوع ماموریتی که دارند باید بیشترین سرمایه، دقت و برنامه را به پرورش انسانها از ابعاد مختلف اختصاص دهند به گونه‌ای که انسان سازمانی در ابعاد مختلف آمادگی ایجاد، پرورش و کاربردی کردن بهره‌وری فردی، گروهی و سازمانی را دارا باشد. از طرفی تنها انسان است که می‌تواند کمیت و کیفیت کار خود را ارتقاء دهد. انسان نه تنها عامل بلکه هدف بهره‌وری نیز است. اولین گام در بهره‌وری کارکنان ابتدا محاسبه و اندازه‌گیری آن می‌باشد. در این مقاله به یک روش پایش و اندازه‌گیری بهره‌وری کارکنان و اقدامات انجام شده جهت آن در شرکت فولاد اکسین خوزستان اشاره می‌شود. روش تحقیق از حیث هدف کاربردی و جامعه آماری شامل کلیه کارکنان شرکت فولاد اکسین خوزستان به تعداد ۱۰۱۴ نفر انتخاب شده‌اند. برای جمع‌آوری اطلاعات از فرمهای محقق ساخته استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش AHP و نرم افزار SPSS استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد از پایش و اندازه‌گیری بهره‌وری کارکنان می‌توان به عنوان ابزاری مناسب جهت برنامه ریزی های بلندمدت نیروی انسانی در سطح سازمانی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، بهره‌وری کارکنان، شاخص‌های اندازه‌گیری، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی.

۱- سرپرست برنامه ریزی و پایش اطلاعات شرکت ذوب آهن اصفهان.
 ۲- دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت دولتی، گروه مدیریت دولتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی.
 ۳- شرکت فولاد اکسین خوزستان.

۱- مقدمه

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری پدیده‌هایی است که دارای ماهیت و خاصیت مشخصی هستند. معیار آماری است که تغییر، حرکت و جهت یک فرایند در طی یک دوره را مشخص می‌کند. شاخص دارای متدلوژی محاسباتی خاصی است که معمولاً بر حسب تغییر از یک ارزش مبنا بیان می‌شود. شاخص بهره‌وری (Productivity Indicator): هر نوع رابطه بین ستانده و داده که بصورت نسبت باشد شاخص بهره‌وری است.

شاخص بهره‌وری نیروی انسانی: برای اندازه‌گیری بهره‌وری نیروی انسانی در سطح یک بخش از اقتصاد می‌توان از نسبت ارزش افزوده به تعداد شاغل استفاده کرد. در صورتیکه علاوه بر اطلاع از تعداد شاغلان، اطلاعات در مورد ساعات کار انجام شده یا ساعات کار پرداخت شده نیز موجود باشد، می‌توان مخرج کسر شاخص به جای تعداد شاغلان از هر یک از این اطلاعات مذکور به عنوان مثال نفر-ساعت کار مصرف شده استفاده کرد. هدف از اندازه‌گیری این شاخص درگیری نیروی انسانی مورد نیاز به ازاء واحد تولید می‌باشد و در نیاز سنجی نیروی انسانی کاربرد دارد.

۱-۲- مفهوم و شاخص‌های اثر بخشی و کارایی

در اثر بخشی، افراد به دنبال درست انجام دادن فرایندهای کاری هستند تا از طریق آن سازمان نیز به اهداف خود دسترسی یابد. تحقق اهداف سازمان به نحو مطلوب موضوع مورد توجه اثر بخشی است. اثر بخشی به میزان زیادی با کیفیت نیز در ارتباط است. محور اساسی در اثر بخشی نتایج یا بازده کار است به تعبیر دیگر اثر بخشی انجام کارهای صحیح است. در کارایی افراد در سازمان به دنبال انجام کار درست هستند یعنی با کارایی، منابع سازمان به دنبال انجام دادن کار درست هستند یعنی با کارایی منابع، سازمان بهتر و مفیدتر بکار گرفته می‌شود. کارایی ارتباط نزدیکی با کنترل فرایند و کاربرد منابع طی اجرا فرایند دارد.

اثر بخشی و کارایی فرایند سازمانی امری است که در صورت تحقق یافتن آنها بهره‌وری سازمان‌ها را تضمین می‌کند. آنچه در سازمان نقش محوری را در اثر بخشی و کارآمد نمودن فرایندها ایفا می‌نماید، توسعه منابع انسانی در ابعاد فکری، شغلی، نگرش، خلاقیتی و رفتاری است که در این صورت کارکنان می‌توانند به انجام کارهای صحیح «اثر بخش» و درست انجام دادن کارها «کارایی» فکر آنها را در سازمان عملیاتی نمایند [۵].

بهره‌وری (Productivity) = اثر بخشی (Effectiveness) +

کارایی (Efficiency)

۲-۲- نظام‌های ارتقاء بهره‌وری

• بهره‌وری سرمایه: نظام‌هایی که بر حذف یا کاهش تلفات ناشی از مواد و ماشین تمرکز دارند.

بهره‌وری (Productivity) مقدار کالا یا خدمات تولید شده در مقایسه با هر واحد انرژی یا کار هزینه شده بدون کاهش کیفیت یا اثر بخشی به همراه کارایی، به بیان ساده‌تر، بهره‌وری به معنای به دست آوردن حداکثر سود ممکن با بهره‌گیری و استفاده از نیروی کار، توان، استعداد و مهارت نیروی انسانی، زمین، ماشین، پول، تجهیزات، زمان، مکان و... است که با هدف ارتقای رفاه جامعه است و باز هم به عبارت ساده‌تر، بهره‌وری به نسبت کار انجام شده به کاری که باید انجام می‌شده اطلاق می‌شود و در واقع به معنای افزایش راندمان کاری است. بهره‌وری مفهومی است که برای نشان دادن نسبت برون‌داد به درون‌داد یک فرد، واحد و سازمان بکار گرفته می‌شود [۱]. بهره‌وری برای یک فرد یا یک جامعه با نگاهی سطحی به سادگی چنین تعریف می‌شود: نگرشی برای کسب سود بیشتر، نگرش و رفتار مناسب برای استفاده بهینه و مطلوب از مجموعه قابلیت‌ها و توانایی‌ها، فرصت‌ها، سرمایه‌ها، منابع و نیروها که همراه با فعالیت‌های فردی و اجتماعی است و به سود افراد و اجتماع خواهد بود [۲].

بهره‌وری خود به شاخه‌های مختلفی تقسیم می‌شود. از آنجا که افراد و نیروی انسانی هستند که یک سازمان را تشکیل می‌دهند، بهره‌وری در سطح فردی نیز از اهمیت خاص و بسزایی برخوردار است. تقویت بهره‌وری در فرد نیروی انسانی می‌تواند تاثرات مثبت و غیر قابل انکاری بر مجموعه و سازمانی که نیروی انسانی در آن فعال است بگذارد و بهره‌وری سازمانی را ارتقا دهد و از سوی دیگر، ارتقاء بهره‌وری سازمانی می‌تواند اثر انگیزشی مثبتی بر نیروی انسانی داشته باشد تا از حرکت این چرخه متقابل بین نیروی انسانی و سازمانی و اثرات متقابل این دو سوبه بر یکدیگر، شاهد ارتقای بهره‌وری در برآیند کار سازمانی باشیم [۱]. بهره‌وری نیروی انسانی تابعی از عوامل بسیار مختلف که این عوامل تحت تاثیر رسالت، فعالیت، عملیات و عواملی از این قبیل از سازمانی به سازمان دیگر متفاوت است [۳].

۲- بیان مساله

اولین گام در بهره‌وری نیروی انسانی محاسبه و اندازه‌گیری آن می‌باشد. مهمترین موضوع در محاسبه بهره‌وری انتخاب روش و مدل مناسب است. در سنجش بهره‌وری انتخاب داده‌ها و تعیین نهاده‌ها و ستانده‌ها از توجه ویژه‌ای برخوردار است. اهمیت داده‌های مناسب در تخمین دقیق بهره‌وری کمتر از اهمیت انتخاب روش و شاخص مناسب نیست. دیگر عامل تعیین کننده در قابل کاربرد بودن روشها، تکنیکها و نوع داده‌های در دسترس است [۴].

در این قسمت لازم است تعاریفی از شاخص، شاخص بهره‌وری، شاخص بهره‌وری نیروی انسانی بیان گردد.

شاخص (Index): نمودار، نشان دهنده یا نماینده می‌باشد،

جدول شماره ۱: ویژگی شاخص های مطلوب اندازه گیری بهره وری

ویژگی شاخص	شرح
قابلیت محاسبه	شاخص هایی که برای اندازه گیری بهره وری انتخاب می شوند باید امکان محاسبه آنها به سهولت وجود داشته باشد چرا که در غیر این صورت مشکل بودن محاسبه به خصوص در آغاز سیستم اندازه گیری به مانعی برای استقرار آنها تبدیل خواهد شد.
قابلیت محاسبه یکتاواخت در طول زمان	نظر به اینکه بخش عمده ای از تحلیل های بهره وری بر محور مطالعه روند بهره وری استقرار می یابد، لازم است شاخص های بهره وری در دوره های زمانی مختلف به صورت یکتاواخت و بر پایه تعریفی مشابه قابل محاسبه باشند.
دقت	شاخص هایی که برای اندازه گیری بهره وری انتخاب می شوند باید داده های آنها با دقت در دسترس باشد عدم دقت در انتخاب داده ها می تواند به تحلیل اشتباه بخصوص در مقایسه ای گردد.
عینی، ملموس و قابل فهم بودن	شاخص های بهره وری باید برای تصمیم گیران معنی دار و قابل فهم باشد و سازو کارهای عملی منجر به تغییرات آنها نیز برایشان مشخص باشد.
جامعیت	شاخص های منتخب باید تمامی سیستم را پوشش دهند تا امکان ایجاد تصویری فراگیر از بهره وری سیستم فراهم گردد.
همگن و همسان بودن	شاخص های منتخب بهره وری باید مبنای محاسباتی مشترک و همخوان با هم داشته باشند.
قابل تجدید بودن	شاخص های منتخب بهره وری نباید مختص به زمان خاصی باشند بلکه باید در دوره های مختلف زمانی محاسبه آنها با اعتبار و دقتی مشابه ممکن باشد.
قابلیت کنترل	شاخص های منتخب باید توسط سیستم قابل کنترل باشند، به عبارت دیگر به درون سیستم معلوف باشد و توانایی درونی سیستم را نمایش دهند.
قابلیت تعیین کیفیت	کیفیت شاخص های بهره وری باید قابل تعیین باشد تا بتوان کیفیت سیستم اندازه گیری و تحلیل را تحت کنترل نگهداشت.
قابلیت تحلیل	شاخص ها باید با ساختارهای منطقی و فکری و توانایی های فکری استفاده کنندگان تناسب داشته باشد و در فرایندهای تصمیم گیری سیستم قابل تحلیل و استفاده باشند.

۳- هدف تحقیق

هدف از انجام پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان بالا بردن عملکرد و بهره وری کارکنان و سازمان بر اساس شاخصها و معیارهای کمی می باشد.

۴- فرضیه های تحقیق

فرضیه اصلی تحقیق پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان بر اساس سنجش فرایندهای واقعی سازمان می باشد.

۵- ضرورت و نتایج مورد انتظار تحقیق

- ۱- سنجش عملکرد کارکنان بصورت کمی و سیستمی
- ۲- مشخص شدن میزان کار انجام شده
- ۳- تقسیم بندی مناسب کار بین کارکنان
- ۴- شفاف شدن ارتقاء کارکنان
- ۵- مشخص شدن تعداد نیروی مورد نیاز
- ۶- مشخص شدن کارکنانی که به آموزش مناسب احتیاج دارند
- ۷- افزایش انگیزش کارکنان
- ۸- تعیین میزان هزینه برآوردی هر فرایند
- ۹- مانیتورینگ فرایند و کمک به اصلاح ساختار سازمانی بر اساس نظر کارشناسی
- ۱۰- برنامه ریزی دقیق برای رسیدن به اهداف استراتژیک سازمان
- ۱۱- افزایش خود کنترلی
- ۱۲- ایجاد نگاه راهبردی در کارکنان و درگیر نمودن با استراتژی های تعریف شده
- ۱۳- کنترل بهره وری در لایه های مختلف سازمان
- ۱۴- کاهش هزینه های مازاد سازمان

۶- ابزارهای تجزیه و تحلیل و گردآوری اطلاعات

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار AHP، اکسل و SPSS استفاده شده است.

• بهره وری نیروی انسانی: نظام هایی که بر حذف یا کاهش تلفات ناشی از عملکرد انسان تمرکز دارند.

• بهره وری کل: نظام هایی که بر حذف یا کاهش تعامل نامناسب بین انسان، ماشین، مواد و... تمرکز دارند.

بهره وری سازمانی زمانی ایجاد می گردد و پرورش یافته و کاربردی می شود که تک تک کارکنان سازمان، به بهره وری فردی برسند. زمانی که تک تک کارکنان به بهره وری فردی دست یابند، افراد شاغل در یک واحد به راحتی می توانند با مجموعه توانمندیهای خود با یکدیگر هماهنگ شوند و به بهره وری گروهی برسند و وقتی افراد یک واحد با هم بصورت هماهنگ از حداکثر توانمندیهای همه جانبه خود در جهت افزایش تولید استفاده کنند، در سطح کلی تر، واحدهای سازمان با همدیگر هماهنگ و انسجام یافته کار می نمایند که نتیجه آن استقرار و دوام بهره وری سازمانی است. تغییرات بهره وری نیروی کار به دلایل مختلفی نظیر سطح کیفی نیروی کار به واسطه آموزش، کسب تجربه، تخصص در کار، تغییر شرایط کار، مهارت در مدیریت و... است. شناسایی علت یا علل تغییر بهره وری نیروی کار از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا از این طریق می توان روند تغییر بهره وری نیروی کار را در جهت دلخواه تغییر داد.

آنچه منجر به اثربخشی فرایندها شده و آن را اصلاح می نماید، منابع انسانی توسعه یافته است. یعنی از طریق پرورش منابع انسانی در ابعاد شغلی، رفتاری، استانداردها نمودن، خودآموزی و... می توان به کارایی و اثربخشی فرایندها دسترسی پیدا نمود. اندازه گیری بهره وری: برای شناخت وضعیت موجود بایستی ابتدا انواع شاخص های مناسب اندازه گیری در هر زمینه و در سطوح سازمانی تعریف شوند و برای کمیت هر یک از شاخص ها و جنبه های کیفی آنها در حد لازم هدفهای مربوط تعریف و مورد توافق قرار گیرند [۵].

قابلیت محاسبه: شاخص هایی که برای اندازه گیری بهره وری انتخاب می شوند باید امکان محاسبه آنها به سهولت وجود داشته باشد چرا که در غیر این صورت مشکل بودن محاسبه به خصوص در آغاز راه اندازه گیری سیستم اندازه گیری به مانعی برای استقرار آنها مبدل خواهد شد.

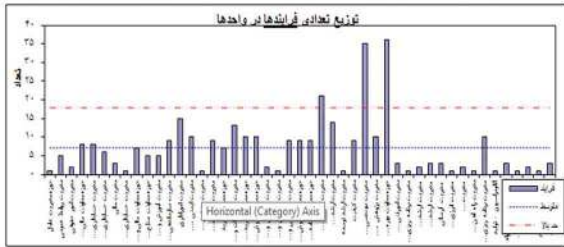
مشخصات مطلوب سیستم اندازه گیری بهره وری عبارتند از:

- توجه دقیق به ورودیها و خروجی ها
 - توجه به عوامل قابل کنترل مدیریت
 - استفاده از روشهای مناسب
 - تعیین دوره ارزیابی
 - توجه به دسترس بودن اطلاعات
- شاخص هایی در اندازه گیری بهره وری کارکنان مناسب شناخته می شوند که سطح مطلوبی از ویژگی های ذیل را داشته باشند.

۸-۲-۴- ارائه گزارش دوره ای فرایندها

هدف از ارائه گزارش فرایندها انجام شده عبارت است از:

۱. تطابق فرایندهای انجام شده با استراتژی های سازمان
۲. اصلاح ساختار سازمانی



۹- نتایج و پیشنهادات

نتیجه گیری: برای آگاهی از میزان افزایش بهره وری باید آن را در قالب شاخص های مختلف و در دوره های معینی اندازه گیری کرد. از نتایج اندازه گیری شاخص های بهره وری می توان به عنوان ابزاری مناسب جهت برنامه ریزی های بلند مدت نیروی انسانی در سطح سازمانی استفاده کرد. با توجه به تنوع روشها و مدل های سنجش بهره وری یکی از موضوعات مهم بهره وری کارکنان انتخاب روش و مدل مناسب جهت اندازه گیری بهره وری کارکنان است. این انتخاب بستگی به ویژگی ها، شرایط و محدودیتهای موجود سازمان مورد بررسی دارد. در این مقاله سعی شد یک روش اجرایی جهت پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان مرور شود و در آن روش انجام کار و همچنین استفاده های لازم از این روش نیز بیان گردید.

پیشنهادات: به منظور بهبود پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان پیشنهاد می گردد در تحقیقات بعدی فرایندهای سیستمی (مکانیزه) و غیر سیستمی مشخص شده و با نظر خبرگان و در نظر گرفتن امکان سنجی و هزینه منفعت، فرایندهایی که امکان سیستمی کردن آنها وجود دارد مشخص تا در دستور کار واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات جهت مکانیزه کردن قرار گیرد. این امر صحت و دقت پایش و اندازه گیری بهره وری کارکنان را بیشتر می کند و به منظور بهبود بهره وری کارکنان پیشنهاد می گردد کمیته ای تشکیل گردیده تا نسبت به تجزیه و تحلیل علل کاهش بهره وری و اقدام اصلاحی لازم جهت بالابردن بهره وری کارکنان اقدام نمایند. همچنین پاداشهای پرداختی و سهمیم کردن کارکنان در بهره وری کارشان باید عادلانه باشد، در غیر این صورت ممکن است نتیجه عکس بدهد.

ثمرات و مزایای حاصل از بهره وری باید به طور عادلانه بین کارکنان تقسیم شود.

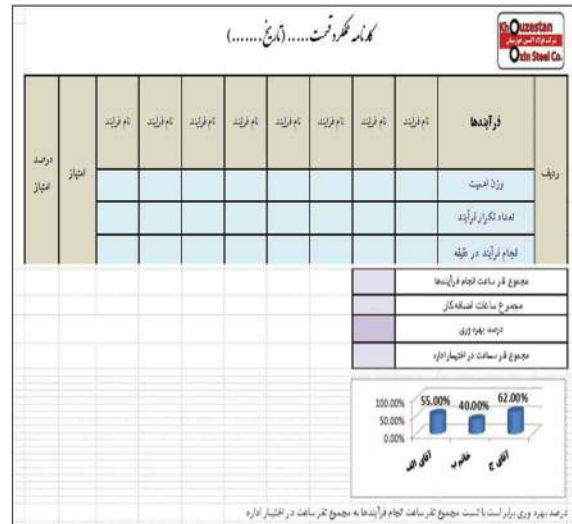
۱۰- منابع

- ۱- مددی، احمد، خرداد ۱۳۹۶، اثر متقابل و مستقیم بهره وری در سازمانها و منابع انسانی، ماهنامه علمی آموزشی تدبیر، شماره ۲۹۴، ص ۳.

۵. بررسی توزیع کار در هر واحد

۶. سنجش عملکرد کارکنان زیر مجموعه بر اساس فرایندهای انجام شده

۷. سنجش بهره وری نیروی انسانی



۸-۲-۳- صدور کارنامه مدیریت

هدف از صدور این کارنامه عبارت است از:

۱. بررسی صحت اطلاعات توسط مدیریت
۲. بررسی فرایندهای در حال انجام در هر مدیریت
۳. خود ارزیابی فردی مدیر
۴. افزایش شفافیت در خصوص جانشین پروری برای سرپرست واحد

۵. بررسی توزیع کار در هر واحد

۶. سنجش عملکرد واحدهای زیر مجموعه بر اساس فرایندهای انجام شده

۷. سنجش بهره وری نیروی انسانی



4-Coelli, T.J, D.S. Prasad Rao and G.E. Batesw, 2005, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Academic Publishers, Boston.S

۵-سلطانی، ایرج، ۱۳۸۶. بهره‌وری منابع انسانی، اصفهان، نشر ارکان.

۲-آذربایجانی، کریم، ۱۳۷۱. شاخص‌های بهره‌وری و سیاست‌های خودکفایی در بخش صنعت، مجموعه مقالات اولین سمینار بازسازی اقتصاد جمهوری ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

۳-جزئی، نسرین، ۱۳۷۸. مدیریت منابع انسانی، تهران، نشر نی.





آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی در شرکت فولاد اکسین خوزستان بر اساس مدل سه شاخگی

مرتضی رحیمی فرد پور^۱، فرج اله رحیمی^۲

چکیده

پژوهش حاضر به آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی بر اساس مدل سه شاخگی در شرکت فولاد اکسین خوزستان و ارائه راهکار پرداخته است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و همچنین نحوه گردآوری داده ها توصیفی-اکتشافی است. جامعه آماری در این تحقیق شامل کلیه کارکنان شرکت فولاد اکسین خوزستان می باشد که با استفاده از روش نمونه گیری طبقه ای ۲۱۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شده است. ابزار گردآوری داده ها در این پژوهش، پرسشنامه و مصاحبه بوده است. در این پژوهش پس از شناسایی و استخراج شاخص ها و مؤلفه های آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی، به تجزیه و تحلیل آزمون فریدمن برای رتبه بندی این عوامل پرداخته شده است. نرم افزار مورد استفاده برای بررسی آزمون های پژوهش، Spss بوده است. نتایج آزمون فریدمن نشان می دهد که از بین (عوامل فردی، عوامل ساختاری و عوامل محیطی) شاخص "عوامل ساختاری" از اهمیت بیشتری برخوردار است. همچنین نتایج آزمون فریدمن نشان می دهد که از بین عوامل فردی (رفتاری) مؤلفه "تبعیض در سازمان"، از بین عوامل ساختاری مؤلفه "حاکم بودن معیار شایسته سالاری جهت ارتقا شغلی" و از بین عوامل محیطی مؤلفه "مقررات و حمایت های قانونی از فرآیند شایسته سالاری" بیشترین اهمیت را دارا می باشند. در پایان پیشنهاد های پژوهشی و پیشنهاد هایی برای پژوهش های آتی آورده شده است.

واژه های کلیدی: آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی، آزمون فریدمن، مدل سه شاخگی، شرکت فولاد اکسین خوزستان.

۱-کارشناسی ارشد مدیریت دولتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر.

۲-دکتری مدیریت بازرگانی، هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز. Rahimi2053@yahoo.com

۱- مقدمه

آسیب‌شناسی سازمانی، فرآیند استفاده از مفاهیم و روش‌های علوم رفتاری، به منظور تعریف و توصیف وضع موجود سازمان‌ها و یافتن راه‌هایی برای افزایش اثربخشی آن‌ها می‌باشد [۱].

آسیب‌شناسی سازمانی اغلب به عنوان حساس‌ترین جزء استقرار یک طرح بهبود سازمان تلقی می‌گردد. بهبود سازمان با مرحله آسیب‌شناسی آغاز می‌شود. آسیب‌هایی که اگر درست و به موقع شناخته نشوند و نسخه‌های درمانی مرتب‌تری برای آن‌ها پیچیده نشود، سازمان را به سمت فناوی زودرس خواهد کشید و سیر قهقرایی را بر سازمان تحمیل خواهد نمود [۲]. از این رو، یکی از مهم‌ترین اقداماتی که سازمان‌های موفق برای ارتقای اثربخشی خود انجام می‌دهند، آسیب‌شناسی صحیح و به موقع است. آسیب‌شناسی صحیح و به موقع، این امکان را به مدیران می‌دهد که همواره از مسائل و مشکلات جاری سازمان خود مطلع باشند و از حاد شدن آن جلوگیری نمایند. تحقیقات جدید در رابطه با آسیب‌شناسی سازمانی، سازمان را با بدن انسان مقایسه می‌کند؛ همان‌گونه که بدن انسان مراحل بیماری و سلامتی را طی می‌کند، سازمان‌ها نیز همین‌گونه هستند [۳]. کلید توسعه سازمان‌ها، توسعه کارکنان آن است و برای توسعه کارکنان بایستی برنامه داشت و این برنامه را از طریق ایجاد سیستم‌ها و زیرسیستم‌های توسعه منابع انسانی اجرا نمود. لذا قبل از تدوین هر سیستمی ابتدا باید آسیب‌شناسی لازم صورت گرفته و سپس به دنبال تهیه و اجرای سیستم‌ها رفت. درست مانند شخص بیماری که بایستی ابتدا درد او را شناخت و بعد از آن برای درمان نسخه‌ای نوشت و سپس برای درمان قطعی، نسخه پیچیده شده را دقیقاً رعایت نمود [۴]. منابع انسانی به عنوان ارزشمندترین سرمایه هر کشور و به عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های فناوری در قرن جدید مطرح می‌باشد و بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به طوری که امروزه بسیاری از کشورها در برنامه‌ریزی‌های خویش برای آینده آن را در صدر همه امور قرار می‌دهند. لذا سازمان‌هایی که توقعات منطقی کارکنان خود را شناسایی کرده و نسبت به اجابت آن اقدام می‌نمایند، در اصل در جهت انگیزه‌مند کردن کارکنان حرکت نموده‌اند. برعکس عدم توجه به انتظارات باعث شکل‌گیری آسیب‌هایی می‌شود که هرکدام ممکن است سازمان را با چالش جدی مواجه سازد [۲]. صاحب‌نظران بر این اعتقادند که توسعه سازمان در گرو توسعه نیروی انسانی و رقابت از تنها چیزی که نمی‌تواند کپی بردارد، منابع انسانی است. لذا داشتن نیروی انسانی توانمند می‌تواند مزیت رقابتی قابل توجه برای هر سازمان باشد.

بنابراین برای افزایش تعداد کارکنان علاقه‌مند، بهره‌ور و وفادار بایستی آسیب‌های موجود در منابع انسانی شناسایی و در جهت رفع آنان کوشید و با اجرای آسیب‌شناسی

که وظیفه شناسایی آسیب‌ها، معضلات و موانع توسعه نیروی انسانی را به عهده دارد می‌توان در راه ایجاد انگیزه و رضایت‌مندی کارکنان حرکت نمود؛ بنابراین نظر به این‌که آسیب‌ها بسیار متعدد و متنوع هستند و همه سطوح عملکردها، اهداف و رفتارها و ساختارهای سازمانی را درگیر اختلال می‌نمایند. از این رو مناسب‌ترین تئوری و متدولوژی برای تجزیه و تحلیل و شناخت آسیب‌های سازمانی مدل سه‌شاخگی است. این مدل از عوامل رفتاری، سازمانی و محیطی تشکیل شده است. نظام ارتقا شغلی ناکارآمد موجبات نارضایتی شغلی، کاهش بهره‌وری و... را برای کارکنان شرکت‌ها به وجود می‌آورد که شرکت فولاد اکسین خوزستان نیز از این امر مستثنی نیست. بر همین اساس یکی از امور ضروری در هر سازمانی شناخت مسائل و مشکلات مربوط به ارتقا شغلی و پیشرفت کارکنان است. با توجه به مطالب بیان شده در این پژوهش به دنبال این سؤال اصلی هستیم که شاخص‌های آسیب‌شناسی نظام ارتقا شغلی کدامند و اولویت‌بندی شاخص‌ها و مولفه‌های آسیب‌شناسی نظام ارتقا شغلی در شرکت فولاد اکسین خوزستان به چه صورت است.

۲- ادبیات پژوهش

۲-۱- آسیب‌شناسی سازمانی

آسیب‌شناسی سازمانی، فرآیند استفاده از مفاهیم و روش‌های علوم رفتاری به منظور تعریف و تشریح وضعیت جاری سازمان‌ها و یافتن راه‌هایی برای افزایش اثربخشی آنها تعریف شده است [۵، ۱]. سه وجه اصلی آسیب‌شناسی و کاربردهایی که برای تغییر و بهبود سازمان‌ها وجود دارد عبارتند از: (الف) فرآیندها: کار با افراد یک سازمان برای برنامه‌ریزی یک مطالعه آسیب‌شناسی، اجرای آن و اخذ بازخورد از نتایج حاصله (ب) الگوسازی: استفاده از الگوها برای تعیین چارچوب مسئله، هدایت مسیرگردآوری داده‌ها، شناسایی شرایط بنیادی مسئله و سازمان‌دهی بازخوردها (ج) روش‌ها: فونونی جهت گردآوری، تجزیه و تحلیل و خلاصه نمودن داده‌های آسیب‌شناسی [۱]. در آسیب‌شناسی سازمانی، مشاوران، پژوهشگران و مدیران از الگوی‌های مفهومی و روش‌های تحقیق کاربردی برای ارزیابی وضعیت جاری سازمان و کشف راه‌هایی برای حل مسائل، رویارویی با چالشی‌ها یا ارتقای عملکرد بهره‌می‌گیرند [۶].

تجارب آسیب‌شناسی، کاربست ایده‌ها و فونونی است که از یک دامنه متنوعی از رشته‌های علمی از علوم رفتاری و حوزه‌های وابسته به آن شامل روانشناسی، جامعه‌شناسی، مدیریت و مطالعات سازمانی را در برمی‌گیرند. آسیب‌شناسی به تصمیم‌گیران و مشاوران کمک می‌کند تا پیشنهادها قابل‌اجرای را برای تغییر و بهبود سازمان ارائه نمایند. بدون آسیب‌شناسی دقیق، ممکن است تلاش

تصمیم گیران به جهت تشخیص نادرست علل ریشه‌ای مسئله به هدر برود [۷].

۲-۲- مسیر پیشرفت شغلی

زندگی شغلی، سلسله پست‌هایی است که یک شخص در طول زندگی خود، تصدی آنها را به عهده می‌گیرد. مسیر پیشرفت شغلی، فرآیندی است که مدیران از طریق آن، کارکنان را در مسیر شغلی خودیاری کرده، فرصت‌هایی را فراهم می‌آورند که کارکنان بتوانند به اهداف فردی در زندگی شغلی خود نائل گردند. تأکید بر مسیر پیشرفت شغلی، نشان‌دهنده آن است که مدیریت در مورد منابع انسانی و توسعه آن مال‌اندیشی و نظربلند مدت دارد. اطلاعات حاصل از فرآیند ارزیابی عملکرد، ضعف‌ها و توانایی‌های کارکنان را نشان می‌دهد و مدیران با در میان گذاشتن این اطلاعات با کارکنان، آنها را در مسیر پیشرفت شغلی خود کمک و یاری می‌کنند [۸].

۲-۳- الگوی سه‌شاخگی آسیب‌شناسی^۱

بر اساس الگوی سه‌شاخگی، کل مفاهیم، رویدادها و پدیده‌های سازمانی در سه مقوله ساختار، رفتار (محتوا) و زمینه (محیط) قابل بررسی و تحلیل هستند. به بیان دیگر، پدیده‌های سازمانی و مدیریتی را می‌توان بر حسب سه دسته عوامل فردی (رفتاری)، ساختاری و زمینه‌ای (محیطی) بررسی و تجزیه و تحلیل کرد. لازم به ذکر است این الگو از نوع الگوهای منطقی است (خنیفر، ۱۳۸۴). در ادامه به تشریح الگوی مذکور پرداخته می‌شود [۹].

الف) عوامل رفتاری^۲ (فردی):

شامل عامل‌های انسانی و روابط انسانی در سازمان است که هنجارهای رفتاری، ارتباطات غیررسمی و الگوهای خاصی به هم پیوسته را تشکیل می‌دهند. این عامل‌ها در واقع عامل پویایی سازمان تلقی شده و هرگونه متغیرهایی که به‌طور مستقیم به نیروی انسانی مربوط می‌شوند را در برمی‌گیرد. از جمله این موارد می‌توان به انگیزش، روحیه کار، رضایت شغلی، فرهنگ سازمانی و ویژگی‌های شخصیتی کارکنان و مدیران اشاره کرد [۱۰].

ب) عوامل ساختاری^۳:

دربرگیرنده تمام عناصر، عوامل، شرایط فیزیکی و غیرانسانی سازمان است که بانظم و قاعده و ترتیب خاصی و به هم پیوسته، چارچوب، قالب، پوسته، بدنه و یا کالبد فیزیکی و مادی سازمان را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین تمام منابع مادی، مالی، اطلاعاتی و فنی که با ترکیب خاصی در بدنه کلی سازمان جریان دارد (عناصر غیرزنده) از قبیل ساختار سازمانی، راهبردهای سازمان، نظام‌های حقوق و دستمزد، ارزیابی عملکرد و قوانین و مقررات ذیل شاخه ساختاری قرار می‌گیرند [۱۰].

ج) عوامل زمینه‌ای (محیطی)^۴:

شرایط و عامل‌های محیطی برون سازمانی هستند که محیط سازمان را احاطه نموده، با سازمان رابطه متقابلی دارند و از کنترل سازمان خارج هستند. به بیان دیگر محیط و شرایط بیرونی را که سبب‌ساز عوامل رفتاری و ساختاری هستند، دربرمی‌گیرند. ارتباط بین عوامل ساختاری، رفتاری و زمینه‌ای به نحوی است که هیچ پدیده‌ای نمی‌تواند خارج از تعامل این سه‌شاخه انجام گیرد. در واقع، رابطه میان این سه‌شاخه یک رابطه تنگاتنگ ناگسستنی است که در عمل از هم جدایی‌ناپذیرند. به عبارتی بین سه‌شاخه به‌هیچ‌وجه سه‌گانگی حاکم نیست؛ بلکه سه‌گونگی حاکم است. تمایز و تشخیص این سه جنبه صرفاً نظری و به‌منظور تجزیه و تحلیل و شناخت مفاهیم پدیده‌هاست [۱۱].

۳- پیشینه پژوهش

ذاکری پور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی آسیب‌شناسی منابع انسانی فاتب با هدف بهبود و توسعه پرداختند. در این تحقیق سعی شده است ضمن شناسایی معیارها و شاخص‌های آسیب‌شناسی منابع انسانی فاتب، نسبت به شناسایی و طبقه‌بندی آسیب‌های مذکور در سه زمینه ساختاری، رفتاری و زمینه‌ای اقدام و تأثیر هرکدام از آنها بر عملکرد سازمان مورد بررسی قرار گیرد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری بیشتر مشتمل بر عوامل ساختاری (گزینش و استخدام، انتصاب، ارتقای شغلی، ارزیابی عملکرد) و عوامل ساختاری (انگیزش، رضایت شغلی، فرهنگ سازمانی و امنیت شغلی) می‌باشد و کمترین آسیب مرتبط به عوامل زمینه‌ای می‌باشد [۱۲]. محمودی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی آسیب‌شناسی نظام آموزش کارکنان با استفاده از الگوی سه‌شاخگی پرداختند.

هدف پژوهش حاضر، آسیب‌شناسی نظام آموزش کارکنان یکی از شرکت‌های مادر تخصصی تابعه وزارت نیرو با استفاده از الگوی سه‌شاخگی است. در الگوی مذکور، سازمان‌ها از سه منظر ساختاری، رفتاری و زمینه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرند. تحلیل یافته‌ها نشان داد بیشترین چالش‌ها، نقاط قوت و فرصت‌های قابل بهبود در مقوله ساختار قرار دارد. همچنین بیشترین انتظارات دست‌اندرکاران بخش آموزشی از مراجع بالادستی در شاخه ساختار جای می‌گیرد. این بدان معناست که در نظام آموزشی فعلی کانون توجه به سمت مسائل درون سازمانی است. بر این اساس می‌توان گفت در حال حاضر مقوله‌های رفتاری و محیطی کمتر مورد توجه واقع شده‌اند [۷]. ذاکری نیا و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به

1-Theer-banch model pathology

2-Behavioral Dimension

3-Structural Dimension

4.Context (Environmental) Dimension

عوامل محیطی شامل ۳ مؤلفه است. نرم افزار مورد استفاده برای بررسی آزمون های پژوهش، Spss بوده است.

۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای بررسی این که نمونه متعلق به جامعه نرمال می باشد، می توان از آزمون های آماری خاصی که در نرم افزار SPSS موجود است، استفاده نمود. یکی از این آزمون ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۵ می باشد که به بررسی نرمال بودن متغیرها می پردازد. تنها در صورت نرمال بودن متغیرها می توانیم از آزمون های پارامتریک استفاده نماییم در غیر این صورت فقط مجاز به استفاده از آزمون های ناپارامتریک می باشیم. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در (جدول ۱) موجود می باشد. فرضیه های آماری به صورت زیر تعریف می شود.

$$\begin{cases} H_0: \text{توزیع داده ها نرمال است} \\ H_1: \text{توزیع داده ها نرمال نیست} \end{cases} \quad (1)$$

جدول ۱: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

متغیرهای	کولموگروف-اسمیرنوف	معناداری	وضعیت	نوع آزمون
عوامل فردی	0.12	0.00	غیر نرمال	نا پارامتریک
عوامل ساختاری	0.07	0.00	غیر نرمال	نا پارامتریک
عوامل محیطی	0.16	0.00	غیر نرمال	نا پارامتریک

همان طور که نتایج نشان می دهد تمامی شاخص ها غیر نرمال هستند. لذا برای ادامه آزمون های آماری بایستی از آزمون های ناپارامتریک استفاده کرد.

۱-۵ - آزمون دوجمله ای

این آزمون برای بررسی وضعیت متغیرهای پژوهش در یک گروه با فرض غیر نرمال بودن داده ها مورد استفاده قرار می گیرد. فرضیه آماری این آزمون به صورت زیر است. فرض H_0 : متغیرهای پژوهش بامیانگین تفاوت معناداری ندارد. فرض H_1 : متغیرهای پژوهش با میانگین تفاوت معناداری دارند (رحیمی، ۱۳۹۵).

۲-۵ - آزمون دوجمله ای شاخص های آسیب شناسی نظام ارتقاء شغلی

با توجه به غیر نرمال بودن شاخص های آسیب شناسی نظام ارتقاء شغلی به منظور بررسی وضعیت شاخصها از آزمون دوجمله ای استفاده می شود. (جدول ۲) نتایج آزمون دوجمله ای را نشان می دهد.

5. Kolmogorov-Smirnov test

بررسی آسیب شناسی مدیریت منابع انسانی با اهداف بهبود و توسعه بر اساس مدل سه شاخگی (مورد مطالعه: مرکز تحقیقات و نوآوری صنایع خودرو سایپا) پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که در بین آسیب های شاخه ساختاری، مؤلفه ارزیابی عملکرد؛ در بین آسیب های شاخه رفتاری، مؤلفه امنیت شغلی و در بین آسیب های شاخه زمینه ای، مؤلفه پیمانکاران و مشاوران، در اولویت اول آسیب های سازمانی این مرکز قرار دارند. همچنین با اولویت بندی آسیب های سه گانه، به ترتیب عوامل ساختاری، عوامل رفتاری و عوامل زمینه ای، در رتبه های اول تا سوم قرار گرفتند. [۱۳].

عیسی زاده و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی آسیب شناسی سیستم های منابع انسانی مبتنی بر مدل سه شاخگی در مراکز آموزشی پرداختند. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه معلمان بخش آموزشی در شهرهای فارسی زبان در سال های، ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ بوده است. روش نمونه گیری تصادفی ساده، مورد استفاده قرار گرفته است و از طریق فرمول کوکران تعداد نمونه ۳۲۱ شخص انتخاب شده است. نتایج نشان می دهد که سه فاکتور ساختاری، رفتاری و زمینه ای در خسارت های منابع انسانی نقش کاهنده دارند و متوسط رتبه فاکتورهای تأثیرگذار بر خسارت های منابع انسانی از شدید به ضعیف به ترتیب شامل آسیب های ساختاری، زمینه ای و رفتاری شده است [۱۰].

۴- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی بر اساس مدل سه شاخگی در شرکت فولاد اکسین خوزستان و ارائه راهکار پرداخته است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ نحوه گردآوری داده ها، توصیفی-اکتشافی است. جامعه آماری در این تحقیق شامل کلیه کارکنان شرکت فولاد اکسین خوزستان می باشد که با استفاده از روش نمونه گیری طبقه ای ۲۱۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شده است. ابزار گردآوری داده ها، در این پژوهش، پرسشنامه و مصاحبه بوده است. در این پژوهش پس از شناسایی و استخراج شاخص ها و مؤلفه های آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی به تجزیه و تحلیل آزمون فریدمن برای رتبه بندی این عوامل پرداخته شده است. ابزار گردآوری داده ها، پرسشنامه محقق ساخته با اقتباس از مدل سه شاخگی خنیفر (۱۳۸۴) بوده است. پرسشنامه شامل ۱۷ سؤال است که در حقیقت هر کدام نشان دهنده یک مؤلفه از شاخص های آسیب شناسی نظام ارتقا شغلی بر اساس مدل سه شاخگی در شرکت فولاد اکسین خوزستان است. آسیب شناسی نظام ارتقاء شغلی شامل سه دسته شاخص اصلی است و هر شاخص با تعدادی مؤلفه مورد سنجش قرار می گیرد. شاخص های عوامل فردی شامل ۴ مؤلفه، شاخص های عوامل ساختاری شامل ۱۰ مؤلفه و شاخص های

جدول ۴: میانگین رتبه شاخص‌های پژوهش (منبع: یافته‌های پژوهش)

رتبه	متغیر	میانگین رتبه
1	عوامل ساختاری	2.85
2	عوامل فردی	1.74
3	عوامل محیطی	1.41

همان‌طور که نتایج (جدول ۴) نشان می‌دهد "عوامل ساختاری" با میانگین رتبه ۲/۸۵ دارای بیشترین اهمیت است و پس از آن "عوامل فردی" و "عوامل محیطی" با میانگین رتبه ۱/۷۴ و ۱/۴۱ به ترتیبی در رتبه‌های دوم و سوم اهمیت قرار دارند.

۴-۵- رتبه‌بندی عوامل فردی

در (جدول ۵) به ترتیب تعداد نمونه، مقدار کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود در سطح معناداری $\alpha=0.05$ مقدار آماره آزمون کمتر از ۰/۰۵ است. پس فرض برابری میانه‌ها رد می‌شود.

جدول ۵: نتایج آزمون فریدمن درجه اهمیت مؤلفه‌های عوامل فردی (منبع: یافته‌های پژوهش)

تعداد	درجه آزادی	مقدار آماره X^2	سطح معناداری
210	3	69.44	0.000

جدول ۶: میانگین رتبه مؤلفه‌های عوامل فردی

رتبه	متغیر	میانگین رتبه
1	قومیت‌گرایی و تبعیض در سازمان	2.79
2	وجود فرهنگ شایسته‌سالاری	2.69
3	تعهد مدیریت نسبت به لزوم استقرار نظام ارتقا شغلی کارکنان	2.60
4	مشارکت‌پذیری کارکنان جهت شفاف شدن عملکردها	1.99

همان‌طور که نتایج آزمون فریدمن (جدول ۶) برای عوامل فردی نشان می‌دهد، مؤلفه "تبعیض در سازمان" بیشترین اهمیت را با میانگین ۲/۷۹ دارد و پس از آن مؤلفه‌های "وجود فرهنگ شایسته‌سالاری"، "تعهد مدیریت نسبت به لزوم استقرار نظام ارتقا شغلی کارکنان" و "مشارکت‌پذیری کارکنان جهت شفاف شدن عملکردها" به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

۵-۵- رتبه‌بندی عوامل ساختاری

در (جدول ۷) به ترتیب تعداد نمونه، مقدار کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می‌دهد. همان‌طور که در مشاهده می‌شود در سطح معناداری $\alpha=0.05$ مقدار آماره آزمون کمتر از ۰/۰۵ است. پس فرض برابری میانه‌ها رد می‌شود.

جدول ۷: نتایج آزمون فریدمن درجه اهمیت مؤلفه‌های عوامل ساختاری (منبع: یافته‌های پژوهش)

تعداد	درجه آزادی	مقدار آماره X^2	سطح معناداری
210	9	73.43	0.000

جدول ۲: آزمون دو جمله‌ای شاخص‌های آسیب‌شناسی نظام ارتقاء شغلی

شاخص	تعداد مشاهدات کوچکتر مساوی میانگین 3	تعداد مشاهدات بیشتر از میانگین 3	معناداری نتیجه
عوامل فردی	166	44	0.00
عوامل ساختاری	176	34	0.00
عوامل محیطی	144	66	0.00

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد در هر سه شاخص با توجه به عدد معناداری فرض H_0 رد می‌شود. لذا تمامی مشاهدات تفاوت معناداری با عدد میانگین دارند. لذا در وضعیت موجود در سطح اطمینان ۹۵ درصد میانگین مشاهدات کمتر از عدد ۳ است.

۳-۵- رتبه‌بندی شاخص‌های پژوهش

برای مقایسه و رتبه‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های آن‌ها از آزمون فریدمن بهره‌م می‌بریم. این آزمون برای مسائل مربوط به طرح‌های با اندازه‌های تکراری قابل استفاده است. در طرح‌های با اندازه‌های تکراری، هر آزمودنی یک رکورد از پرونده داده‌ها است که دارای k متغیر می‌باشد. نمرات حاصله از k موقعیت یا فرصت در این متغیرها وارد می‌شود. محقق علاقه‌مند به تعیین تغییرات معنی‌دار آزمودنی‌ها در تمام موقعیت‌ها یا فرصت‌های مورد اشاره است. به این منظور، آزمون فریدمن به مقایسه میانه‌های متغیرها می‌پردازد و معنی‌دار بودن این تفاوت‌ها را بررسی می‌کند. در این آزمون، یافته‌های متغیرها در هر یک از رکوردها، رتبه‌گذاری می‌شود و با استفاده از میانگین رتبه‌های متغیرها در نمونه، فرض برابری میانه‌های متغیرها مورد آزمون قرار می‌گیرد.

$$\chi^2_{1-\alpha}(n-1) \quad (2)$$

در باره n متغیر مورد بررسی، اگر مقدار آماره X^2 به دست آمده بزرگ‌تر از α (اندازه خطای آزمون) و $n-1$ (درجه آزادی) باشد، آنگاه فرض H_0 مبنی بر برابری میانه‌ها رد می‌شود، یعنی حداقل یک متغیر وجود دارد که میانه آن تفاوت معنی‌داری با یکی دیگر از متغیرهای مورد آزمون دارد و گرنه دلیلی بر رد فرض H_0 وجود ندارد و میانه‌های تمامی متغیرهای مورد آزمون برابر می‌باشد. چنانچه مؤلفه p -مقدار از سطح خطا کمتر باشد، در آن صورت، فرض H_0 رد می‌شود و گرنه دلیلی بر رد این فرض وجود ندارد.

جدول ۳: نتایج آزمون فریدمن درجه اهمیت شاخص‌های پژوهش (منبع: یافته‌های پژوهش)

تعداد	درجه آزادی	مقدار آماره X^2	سطح معناداری
210	2	243.11	0.000

جدول ۸: میانگین رتبه مؤلفه‌های عوامل ساختاری

رتبه	متغیر	میانگین رتبه
1	حاکم بودن معیار شایسته‌سالاری جهت ارتقا شغلی	6.40
2	وجود قوانین مدون و بروز در مورد ارتقا کارکنان	5.79
3	میزان توجه سازمان به نیازهای رشد کارکنان	5.63
4	پیوند بین نظام ارزیابی عملکرد کارکنان و ارتقا شغلی کارکنان	5.62
5	وجود نظام ارزیابی عملکرد جامع کارکنان	5.54
6	وجود فرصت‌های برابر برای ارتقا شغلی کارکنان	5.38
7	ثبات لازم در چارت سازمانی	5.34
8	تناسب بین شغل و شاغل	5.32
9	پیوند بین آموزش کارکنان و ارتقا شغلی کارکنان	5.30
10	تناسب بین تعداد شاغلین و شغل‌های موجود در سازمان	4.69

همان‌طور که نتایج آزمون فریدمن (جدول ۸) برای عوامل ساختاری نشان می‌دهد مؤلفه "حاکم بودن معیار شایسته‌سالاری جهت ارتقا شغلی" با میانگین رتبه ۶/۴۰ در رتبه اول، "وجود قوانین مدون و بروز در مورد ارتقا کارکنان" با میانگین رتبه ۵/۷۹ در رتبه دوم و "میزان توجه سازمان به نیازهای رشد کارکنان" با میانگین رتبه ۵/۶۳ در رتبه سوم قرار دارد. همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد "تناسب بین شغل و شاغل"، "پیوند بین آموزش کارکنان و ارتقا شغلی کارکنان" و "تناسب بین تعداد شاغلین و شغل‌های موجود در سازمان" به ترتیب با میانگین رتبه ۵/۳۲، ۵/۳۰ و ۴/۶۹ در رتبه‌های آخر از لحاظ اهمیت قرار دارند.

۵-۶- رتبه‌بندی عوامل محیطی

در (جدول ۹) به ترتیب تعداد نمونه، مقدار کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سطح معناداری $\alpha=0/05$ مقدار آماره آزمون کمتر از $0/05$ است. پس فرض برابری میانها هاردمی شود.

جدول ۹: نتایج آزمون فریدمن درجه اهمیت مؤلفه‌های عوامل محیطی (منبع: یافته‌های پژوهش)

تعداد	درجه آزادی	مقدار آماره X^2	سطح معناداری
210	2	37.59	0.000

جدول ۱۰: میانگین رتبه مؤلفه‌های عوامل محیطی

رتبه	متغیر	میانگین رتبه
1	مقررات و حمایت‌های قانونی از فرآیند شایسته‌سالاری	2.26
2	میزان تأثیر گروه‌های ذینفع خارج از سازمان در فرآیند شایسته‌سالاری	1.96
3	وجود الگوی مناسب مشابه در سازمان‌های مشابه و همجوار	1.77

همان‌طور که نتایج آزمون فریدمن (جدول ۱۰) برای عوامل محیطی نشان می‌دهد، مؤلفه "مقررات و حمایت‌های قانونی از فرآیند شایسته‌سالاری" با میانگین رتبه ۲/۲۶ در رتبه اول و پس از آن "میزان تأثیر گروه‌های ذینفع خارج از سازمان در فرآیند شایسته‌سالاری" و "وجود الگوی مناسب مشابه در سازمان‌های مشابه و همجوار" به ترتیب با میانگین رتبه ۱/۹۶ و ۱/۷۷ در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

۶- نتیجه‌گیری

نتایج آزمون فریدمن در اولویت‌بندی مؤلفه‌های شاخص عوامل فردی نشان داد که "تبعیض در سازمان"، بیشترین اهمیت را با میانگین ۲/۷۹ دارد و پس از آن مؤلفه‌های "وجود فرهنگ شایسته‌سالاری"، "تعهد مدیریت نسبت به لزوم استقرار نظام ارتقا شغلی کارکنان" و "مشارکت‌پذیری کارکنان جهت شفاف‌شدن عملکردها" به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج آزمون فریدمن در اولویت‌بندی مؤلفه‌های شاخص عوامل ساختاری نشان داد که مؤلفه "حاکم بودن معیار شایسته‌سالاری جهت ارتقا شغلی" با میانگین رتبه ۶/۴۰ در رتبه اول، "وجود قوانین مدون و بروز در مورد ارتقا کارکنان" با میانگین رتبه ۵/۷۹ در رتبه دوم و "میزان توجه سازمان به نیازهای رشد کارکنان" با میانگین رتبه ۵/۶۳ در رتبه سوم قرار دارد. نتایج آزمون فریدمن در اولویت‌بندی مؤلفه‌های شاخص عوامل محیطی نشان داد که مؤلفه "مقررات و حمایت‌های قانونی از فرآیند شایسته‌سالاری" با میانگین رتبه ۲/۲۶ در رتبه اول و پس از آن "میزان تأثیر گروه‌های ذینفع خارج از سازمان در فرآیند شایسته‌سالاری" و "وجود الگوی مناسب مشابه در سازمان‌های مشابه و همجوار" به ترتیب با میانگین رتبه ۱/۹۶ و ۱/۷۷ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود که در خصوص عوامل فردی به "قومیت‌گرایی و تبعیض در سازمان" توجه زیادی شود. در خصوص عوامل ساختاری به "حاکم بودن معیار شایسته‌سالاری جهت ارتقا شغلی" توجه شود و در خصوص عوامل محیطی به "مقررات و حمایت‌های قانونی از فرآیند شایسته‌سالاری" اهمیت داده شود. اساساً تحقیق در زمینه‌های علوم اجتماعی به دلیل آنکه انسان‌ها و رفتارهای آن‌ها مورد بحث و بررسی می‌باشد با محدودیت‌های بی‌شماری مواجه است. تحقیق حاضر یکی از همین مطالعات در خصوص آسیب‌شناسی نظام ارتقا شغلی بر اساس مدل سه‌شاخگی در شرکت فولاد اکسین خوزستان است. در این پژوهش نیز به همین صورت محدودیت‌ها و محدودیت‌های دیگر تأثیرگذار بوده‌اند که می‌توان آنها را به شرح زیر برشمرد:

۱. تعمیم یافته‌های این پژوهش به سایر شرکت‌ها و صنایع دیگر امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۲. راهکارهای مختلفی برای بررسی آسیب‌شناسی نظام ارتقا شغلی وجود دارد که در این پژوهش تنها آزمون فریدمن مورد بررسی قرار گرفته است.

پیشنهاد می‌شود این پژوهش در شرکت‌ها و صنایع دیگری نیز مورد بررسی قرار گیرد و نتایج آن با پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که به منظور اولویت‌بندی و شاخص‌ها و مؤلفه‌های مربوط

[۱۲] ذاکری، غ. ر. رضاقلی، ف. احمدآبادی، م. "آسیب‌شناسی منابع انسانی باهدف بهبود توسعه مدیریت منابع انسانی، شماره ۲۲: صص ۲۱-۸، ۱۳۹۰.

[۱۳] ذاکری نیا، س. دهقان، م. نجارزاده، س. "آسیب‌شناسی مدیریت منابع انسانی باهدف بهبود و توسعه بر اساس مدل سه شاخگی". دومین همایش علمی پژوهشی یافته‌های نوین علوم مدیریت، کارآفرینی و آموزش ایران: صص ۱۲-۱، ۱۳۹۰.

به آسیب‌شناسی نظام ارتقاء شغلی تجزیه و تحلیل اهمیت عملکرد نیز مورد بررسی قرار بگیرد و نتایج آن با پژوهش حاضر مقایسه شود.

۷- قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دارند که از تمامی کارکنان شرکت فولاد اکسین خوزستان که به عنوان نمونه مورد بررسی در این پژوهش به منظور پرکردن پرسشنامه ها وقت صرف نموده‌اند، تقدیر و تشکر کنند.

۸- مراجع

[1] Harrison, M. I. Diagnosing organizations: Methods, models, and processes (Vol. 8). Sage.2005.

[۲] اسفندیاری، ع. نکویی مقدم، م. محمدی، ز. نوروزی، س. امیر اسماعیلی، م. ر. "آسیب‌شناسی منابع انسانی در ستاد دانشگاه علوم پزشکی کرمان با استفاده از مدل سه شاخگی"، فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد، شماره سوم و چهارم، صص ۱۱-۱، ۱۳۹۰.

[3] Enache, R. Forms of Organizational Pathology among the Teaching Staff in Prahova County. The New Educational Review, 20(1), 29-40.2010.

[4] Goudarzi A, Farahani M. Human resources diagnostic in Pars Wagon industry, 2nd International management conference, Tehran, 2003.

[5] Harrison, M. I. (2014). Diagnosing Organizations, Methods, Models, and Process. SoftWare.

[6] Bin Saeed, B, Wang, W, & Peng, R. Diagnosing organisational health: a case study of Pakistani banks. International Journal of Information Systems and Change Management, 7(1), 43-69, 2014.

[۷] محمودی، ع. ا. فاهانی، م. رسته مقدم، آ. "آسیب‌شناسی نظام آموزش کارکنان با استفاده از الگوی سه شاخگی". فصلنامه آموزش و توسعه منابع انسانی. سال دوم، شماره ۵: صص ۲۸-۴۱، ۱۳۹۴.

[۸] رابینز، استیفن. تیوری سازمان، مترجمان: سید مهدی الوانی، حسن دانایی فرد، انتشارات صفار، تهران. ۱۳۸۷.

[۹] خنیفر، حسین. آرایه الگوی مدیریت بومی مبتنی بر دیدگاه امام علی با استفاده از مدل مفهومی سه شاخگی، فرهنگ مدیریت، سال ۳، شماره ۸: صص ۱۰۰-۱۴۶، ۱۳۸۴.

[10] Eisazadeh, A., Amiri, E., & Ranjbar, M. Pathology of Human Resources System Based On the Three -Branch Model in Education of Parsian City. Jurnal UMP Social Sciences and Technology Management ,Vol. 3(2), 2015.

[۱۱] دهقان، ر. طالبی و. عربیون، ا. "پژوهشی پیرامون عوامل مؤثر بر نوآوری و کارآفرینی سازمانی در دانشگاه‌های علوم پزشکی"، نشریه پی‌اورد سلامت، سال ۶: صص ۳۳-۲۲، ۱۳۹۱.







بررسی نقش هوش اخلاقی مدیر (دلسوزی، گشاده رویی، گذشت و بخشش) بر ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان - مورد مطالعه: شرکت فولاد اکسین خوزستان

کیوان دشت بزرگی^۱، علی کردونی^۲، آرش آرپناهی^۳، رضادشت بزرگی^۴

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر نقش هوش اخلاقی مدیر بر ارتقاء انگیزه شغلی کارکنان در شرکت فولاد اکسین خوزستان بوده است. کارکنان این شرکت با جمعیت ۱۰۰۰ نفر به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. بر اساس جدول کرجسی و مورگان ۳۰۰ نفر به عنوان نمونه مورد بررسی تعیین گردیدند. نمونه‌گیری در این تحقیق به روش طبقه‌ای (گروهی) صورت گرفته و پس از تایید روایی ابزار تحقیق به وسیله متخصصان به منظور تعیین پایایی از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که ضریب حاصله برای پرسشنامه هوش اخلاقی برابر ۰/۸۸۱ و برای پرسشنامه انگیزش شغلی کارکنان ۰/۸۱۹ محاسبه گردید. روش تحقیق حاضر با توجه به اینکه در شرکت فولاد اکسین خوزستان اجرا می‌گردد، از نظر هدف کاربردی و از حیث گردآوری داده‌ها از نوع تحقیقات توصیفی (غیر آزمایشی) و از شاخه مطالعات میدانی به شمار می‌آید. از حیث ارتباط بین متغیرهای تحقیق از نوع همبستگی است. این تحقیق سعی دارد تا تاثیر نقش هوش اخلاقی مدیر که شامل، دلسوزی، گشاده رویی، گذشت و بخشش است را بر ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان مورد سنجش قرار دهد. این روابط با استفاده از نرم افزار (spss) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصله از این تحقیق وجود رابطه مثبت و معنا دار هوش اخلاقی مدیر را بر ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان تایید می‌کند. ($n=300$, $r=0/865$) همچنین یافته‌های تحقیق بیانگر آنند که مؤلفه‌های هوش اخلاقی مدیر با ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان نیز رابطه مثبت و معنا داری دارند.

۱. مدرس مدعو، دانشگاه پیام نور، واحد اهواز، دانشکده علوم انسانی، kd_1361@yahoo.com

۲. شرکت فولاد اکسین خوزستان، a.kardouni@oxinsteel.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانشکده علوم انسانی، a.arpanahi@oxinsteel.ir

۴. کارشناس مدیریت دولتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، دانشکده علوم انسانی، r.dashtbozorgi@oxinsteel.ir

۱- مقدمه

دنیای ما دنیای سازمان هاست و گرداننده اصلی این گردونه انسانها هستند، آنانند که به کالبد سازمان ها جان می بخشد و تحقق هدفها را میسر می سازند. بدون انسان سازمان بی معنی است و مدیریت امری موهوم. شاید این شبهه پیش آید که در دنیای آینده که آدمواره ها و ماشین ها جای انسانها را در سازمانها پر می کنند، نقش انسان در سازمان کم رنگ خواهد شد اما به هیچ رو اینگونه نخواهد شد و با خود کاری و ماشین شدن کارها، نوع فعالیت های انسانی در سازمان تغییر شکل می دهد و به گفته دانشمند بنام پیتز دراکر^۱، کاردستی^۲ جای خود را به کار دانشی^۳ می دهد. اما نقش به یقین تعیین کننده انسان، به عنوان حاکم سازمانی همچنان برقرار و مستدام خواهد بود (مورهد، جی و گریفین، آر، ۲۰۰۵). منابع انسانی کارآمد و پراکنده، در افزایش اثر بخشی هر سازمانی نقش مهمی ایفا می کنند. شناخت میزان انگیزه کارکنان به مدیران در پیشرفت و بهبود بهره وری منابع انسانی یاری می رساند. منابع انسانی راضی و پراکنده در پیش برد سیاست ها و برنامه های تنظیمی نقش بسیار مهمی ایفا می کنند. شناخت میزان انگیزش کارکنان می تواند مدیران را در پیشرفت و بهبود بهره وری منابع انسانی یاری رساند. کارمندان راضی تر، اثر بخشی بیشتری دارند و بهتر می توانند سازمان را در رسیدن به اهداف سازمانی یاری رسانند هر چه کارکنان راضی تر باشند، با انگیزه بیشتری کار می کنند (سینترز، ریچارد، ۱۳۷۲).

با پیچیده تر شدن روزافزون سازمانها و افزایش میزان کارهای غیر اخلاقی، غیر قانونی و غیر مسؤو لانه در محیط های کاری توجه مدیران و صاحب نظران را به بحث اخلاق کار و مدیریت اخلاق معطوف ساخته است.

مدیریت اخلاق عبارت است از شناسایی و اولویت بندی ارزش ها برای هدایت رفتارها در سازمان. سازمانها با ایجاد یک برنامه مدیریت اخلاق می توانند اخلاقیات را در محیط کار مدیریت کنند. برنامه های اخلاق به سازمانها کمک می کنند تا بتوانند در شرایط آشفته، عملکرد اخلاقی خود را حفظ کنند.

امروزه مدیریت اخلاق یکی از زمینه های عملی مدیریت به شمار می رود (خانی، مسلم ۱۳۸۷). امروزه سازمانها به صورت فزاینده ای خود را درگیر مسئله ای می بینند که آن را معمای اخلاقی می نامند؛ یعنی اوضاع و شرایطی شده که باید یک بار دیگر کارهای خلاف و کارهای درست را تعریف کرد؛ زیرا مرز بین کارهای درست و خلاف بیش از پیش از بین رفته است. بدین ترتیب اعضای سازمان شاهد افرادی هستند که در سازمان و اطراف آن وجود دارند دست به کارهای خلاف می زنند.

در چنین شرایطی مدیر باید از نظر اخلاقی جوی سالم برای

کارکنان در سازمان به وجود آورند تا آنها بتوانند با تمام توان و بهره وری هر چه بیشتر کار کنند.

۲- پیشینه تجربی تحقیق

ولی خانی، انصاری و سپیانی (۱۳۹۱)، در مقاله ای با عنوان "بررسی رابطه میزان هوش اخلاقی مدیران و تاثیر آن بر سرمایه اجتماعی سازمان" بیان می کنند که هوش اخلاقی و مولفه های آن از سرمایه اجتماعی سازمان محسوب می شوند و از بین مولفه های هوش اخلاقی، مسؤو لیت پذیری با ۲۵/۵ درصد دارای بیشترین قدرت تبیین واریانس سرمایه اجتماعی شناخته شد و سپس دلسوزی در مرتبه دوم با ۷/۸ درصد و در نهایت صداقت ۳/۳ درصد واریانس سرمایه اجتماعی را تبیین می کنند و در مجموع ۳۶/۷ درصد واریانس سرمایه اجتماعی را تبیین می کند. بخشش به عنوان مولفه دیگر هوش اخلاقی در این پژوهش، پیش بینی کننده معنی دار سرمایه اجتماعی شناخته نشد و از مدل پیش بینی حذف شده است. بنابراین هر چه مدیران از هوش اخلاقی بالاتری برخوردار باشند، سرمایه اجتماعی ارزشمندتری برای سازمان می باشند. کریمی، رجایی پور، هویدا (۱۳۸۹) در مقاله ای با عنوان "بررسی جو سازمانی و رفتار اخلاقی در بین کارکنان دانشگاه های اصفهان و علوم پزشکی" بیان می کند که مدیران و کارکنان سازمان هادر تصمیمات و اقدامات خود غیر از چهار چوب های قانونی باید تحت تاثیر اصول اخلاقی نیز باشند، زیرا چارچوب های قانونی به طور مناسب پوشش دهنده تصمیمات درست و مطلوب نیستند. رفتاری در سازمان مناسب و درست تلقی می شود که با شناخت از اصول و معیارهای اسلامی و جهانی باشد. لذا مدیریت به علت موقعیت و مقام سازمانی نقش بسیار مهمی در شکل گیری و بهبود جو و اخلاق در سازمان دارد. در این تحقیق همچنین بیان شده که ارزش ها، اعتقادات و رفتارهای مدیر بر رفتار دیگران تاثیر می گذارد. اسماعیلی طرزی، بهشتی فر (۱۳۹۱)، مقاله ای را تحت عنوان "رابطه هوش اخلاقی با میزان اعتماد آفرینی مدیران" انجام دادند. در این مقاله بیان می شود که بسیاری از رفتارها و تصمیم های کارکنان و مدیران در سازمانهای امروزی چه به صورت فردی و چه به صورت گروهی در تعامل با دیگران، همچنان مهمترین عامل مزیت رقابتی به شمار می آید، قضاوت افراد در مورد درستی و یا نادرستی کارها بر کمیت و کیفیت عملکرد آنان و به تبع آن، عملکرد سازمان و در نتیجه موفقیت آن به شدت تاثیر دارد. از این رو توجه به اصول اخلاقی برای سازمانها ضرورتی اجتناب ناپذیر است. اخلاق کاری می تواند از راه تنظیم بهتر روابط، کاهش

1-Piterdraker

2-hands work

3-knowledge work

خود، راهنمایی و کمک فراوان را به همکاران خود می دهند و سبب می شود با افراد به عنوان انسان رفتار کنند و نه بخاطر خودشان به آنها احترام بگذارند و نه برای رسیدن به هدف خاصی؛ و همچنین با افراد حتی در برخوردهای منفی به شیوه‌ای مودبانه رفتار می کنند و این باعث می شود که محرمر از دوستان خود باشند، چون در محیط کاری شرایط را طوری فراهم می کنند که موانع را از سر راه همکاران بر می دارند و منابع را برای انجام دادن درست کارها فراهم می آورند.

۳- تعریف مفاهیم

هوش اخلاقی: به معنای ظرفیت و توانایی درک درست از خلاف، داشتن اعتقادات اخلاقی قوی و عمل به آنها و رفتار در جهت صحیح و درست است (Borba, M, 2005).
گذشت و بخشش: آگاهی از عیوب خود و تحمل اشتباهات دیگران (Lennick & Kiel, 2005).

انگیزش: واژه انگیزش در اصطلاح به معنای پویایی و حرکت است. از نظر سازمانی انگیزه عبارت است از عامل درونی که باعث تغییر در رفتار و حرکت در مسیر پیشبرد اهداف سازمانی می گردد. منابع هر سازمان به دو دسته منابع انسانی و منابع مادی تقسیم می شوند؛ از آنجاکه منابع مادی نیز توسط منابع انسانی مورد استفاده قرار می گیرد، استفاده بهینه از این منابع مادی بدون داشتن نیروی با انگیزه میسر نیست. در دنیای پیشرفته امروز، نیروی انسانی عمده ترین سرمایه و یکی از عوامل تاثیر گذار در تحقق اهداف هر سازمان محسوب می شود. (Orbany R, 2002).

۴- فرضیه‌های تحقیق

۴-۱- فرضیه اصلی تحقیق

• بین هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

۴-۲- فرضیه‌های فرعی تحقیق

- بین مؤلفه دلسوزی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.
- بین مؤلفه گشاده رویی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.
- بین مؤلفه گذشت و بخشش هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

۵- روش تحقیق

در اولین گام انجام این پژوهش، پس از شناسایی مسأله موجود، برای بررسی آن اقدام به انجام مطالعات کتابخانه‌ای شده است. در این قسمت با بررسی و مرور تحقیقات

اختلاف و تعارض و افزایش جو تفاهم و همکاری و نیز کاهش هزینه‌های ناشی از کنترل، عملکرد را تحت تاثیر قرار می دهد. به علاوه هوش اخلاقی موجب افزایش تعهد و ایجاد اعتماد و مسئولیت پذیری بیشتر در کارکنان شده، به بهبود کارایی فردی و گروهی می انجامد. رعایت اخلاقیات در برخورد با ذینفعان داخلی و بیرونی، باعث افزایش مشروعیت اقدامات سازمان و استفاده از مزایای ناشی از افزایش چندگانگی شده، سرانجام موجب بهبود سودآوری و مزیت رقابتی می شود.

اسکندری، بیگ زاده، کرد بچه (۱۳۹۱)، مقاله‌ای با عنوان "تاثیر هوش اخلاقی مدیران بر مهارتهای ارتباطی آنان در سازمان تأمین اجتماعی" انجام داده‌اند. این مقاله بیان می کند که رابطه معنی داری بین متغیر هوش اخلاقی مدیران و ابعاد آن (درستکاری، مسئولیت پذیری، دلسوزی و بخشش) با مهارتهای ارتباطی وجود دارد. محقق در این پژوهش جهت آزمون تاثیر متغیر مستقل و ابعاد آن بر متغیر وابسته فرضیه های پژوهش، از روش رگرسیون استفاده نموده که مشخص گردید به ازای یک واحد تغییر مثبت در هوش اخلاقی، درستکاری، مسئولیت پذیری، دلسوزی و بخشش به ترتیب باعث ۰/۱۹۸، ۰/۳۶۳، ۰/۲۸۹، ۰/۲۸۸ و ۰/۲۵۸ واحد رشد در مهارتهای ارتباطی مدیران سازمان تأمین اجتماعی می شود، همچنین این پژوهش بیان می کند هوش اخلاقی و ابعاد آن در ارتقاء سطح مهارت های ارتباطی مدیران موثر است. مدیران با داشتن هوش اخلاقی بالا و ارزش ها و باورهای درست اخلاقی به این باور خواهند رسید که رشد فکری و شغلی آنان مستلزم داشتن اخلاقی حرفه‌ای است. بنابراین هر چقدر تعلق مدیران به درستکاری و مسئولیت پذیری و نمادهای اجتماعی جامعه و هویت فردی و باورها و ارزش ها و هنجارهای کاری افزایش یابد، احساس مسئولیت کار در قبال کل سازمان و جامعه افزایش خواهد یافت. محمودی، سیادت، شادان فر (۱۳۹۱)، در تحقیقی با عنوان "رابطه مؤلفه های هوش اخلاقی و رهبری تیمی مدیران گروه های آموزشی دانشگاه های شهر زاهدان" بیان می کند که رشد اخلاقی مدیران با رفتارهایی که آنان از خودشان نشان می دهد و آنچه که به آن معتقد هستند رابطه مستقیم دارد. در این میان توجه به اخلاق و درستکاری روحیه تیمی را قدرت بخشیده و به اجتناب از اعمال مجرمانه (رشوه، سرقت و ...) در سازمان کمک می کند و رهبرانی که درستکار بوده، واقعیت ها را به صورت درست حتی در مورد کارهای خودشان بیان می کنند، زمینه اعتماد را فراهم نموده و همه همکاران آنها را فردی قابل اعتماد و اتکامی دانند و همین امر باعث ایمان افراد به رهبران می شود. در این تحقیق نیز بیان می شود که دلسوزی باعث می شود که رهبران برای کمک به دیگران فراتر از توانشان کار کنند و به افراد در محیط کار واقعا اظهار علاقه می کنند و در رهبری

با اطمینان ۰/۹۵ و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ بین مولفه دلسوزی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه برابر با ۰/۸۲۹ است، به صورت مستقیم (مثبت) و در حد بالا می‌باشد. بدین معنی که با افزایش حس دلسوزی مدیر، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت زیادی افزایش می‌یابد.

جدول شماره ۲: ضریب همبستگی بین مولفه دلسوزی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان

متغیر شماره ۱	متغیر شماره ۲	n	مقدار r	سطح معنی داری
دلسوزی مدیر	ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان	۳۰۰	۰/۸۲۹	p=۰/۰۰۱

۴-۶- آزمون فرضیه فرعی دوم

بین مؤلفه گشاده رویی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود ندارد: H_0 بین مؤلفه گشاده رویی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود دارد: H_1 با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۳، می‌توان گفت که با اطمینان ۰/۹۵ و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ بین مؤلفه گشاده رویی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه برابر با ۰/۸۵۲ است، به صورت مستقیم (مثبت) و در حد بسیار بالا می‌باشد. بدین معنی که با افزایش گشاده رویی مدیر، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت زیادی افزایش می‌یابد.

جدول شماره ۳: ضریب همبستگی بین گشاده رویی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان

متغیر شماره ۱	متغیر شماره ۲	n	مقدار r	سطح معنی داری
گشاده رویی مدیر	ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان	۳۰۰	۰/۸۵۲	p=۰/۰۰۱

۵-۶- آزمون فرضیه فرعی سوم

بین مؤلفه گذشت و بخشش هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود ندارد: H_0 بین مؤلفه گذشت و بخشش هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود دارد: H_1 با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۴، می‌توان گفت که با اطمینان ۰/۹۵ و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ بین مؤلفه گذشت و بخشش مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه برابر با ۰/۸۸۹ است، به صورت مستقیم (مثبت) و در حد بسیار زیاد می‌باشد. بدین معنی که با افزایش حس گذشت و بخشش مدیر، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت زیادی افزایش می‌یابد.

جدول شماره ۴: ضریب همبستگی بین گذشت و بخشش مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان

متغیر شماره ۱	متغیر شماره ۲	n	مقدار r	سطح معنی داری
گذشت و بخشش	ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان	۳۰۰	۰/۸۸۹	p=۰/۰۰۱

انجام شده در زمینه معیارها و فاکتورهای تأثیر گذار بر انگیزش شغلی کارکنان البته با تمرکز بر هوش اخلاقی مدیر و با کمک از مقاله پایه، مدلی به دست آمد که رابطه هوش اخلاقی مدیر را بر انگیزش شغلی کارکنان می‌سنجد. همچنین در این تحقیق برای تعیین رابطه میان متغیرها از روش تحقیق همبستگی استفاده شده است. به این صورت که با در نظر گرفتن تمامی تأثیرات ممکن میان متغیرهای تحقیق، با استفاده از نرم افزار spss به بررسی وجود یا عدم وجود رابطه میان متغیرهای مختلف پرداخته می‌شود. بنا بر این روش انجام تحقیق حاضر بر مبنای هدف تحقیق از نوع کاربردی می‌باشد، زیرا با به کارگیری نظریه‌ها و برخی علوم مدیریت و علوم آمار و به نتایجی در مورد جامعه آماری دست می‌یابد؛ که این نتایج برای شرکت فولاداکسین خوزستان که به عنوان جامعه آماری تحقیق می‌باشد، قابل استفاده خواهد بود. اما از لحاظ روش در دسته تحقیقات (توصیفی) قرار می‌گیرد، زیرا به بررسی میزان رابطه هوش اخلاقی مدیر و ابعاد آن بر رضایت شغلی کارکنان می‌پردازد.

۶- یافته‌ها

۱-۶- آزمون فرضیه‌ها

بین هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود ندارد: H_0 بین هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود دارد: H_1

۲-۶- آزمون فرضیه اصلی تحقیق

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۱، می‌توان گفت که با اطمینان ۰/۹۵ و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ بین هوش اخلاقی مدیر و انگیزش شغلی کارکنان رابطه وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه برابر با ۰/۸۶۵ است، به صورت مستقیم (مثبت) و در حد بالا می‌باشد. بدین معنی که با بالا رفتن هوش اخلاقی مدیر، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت زیادی افزایش می‌یابد.

جدول شماره ۱: ضریب همبستگی بین هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان

متغیر شماره ۱	متغیر شماره ۲	n	مقدار r	سطح معنی داری
هوش اخلاقی مدیر	ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان	۳۰۰	۰/۸۶۵	p=۰/۰۰۱

۳-۶- آزمون فرضیه فرعی اول

بین مؤلفه دلسوزی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود ندارد: H_0 بین مؤلفه دلسوزی هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان ارتباط مثبت و معنادار وجود دارد: H_1 با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۲، می‌توان گفت که

ارتقاء انگیزه شغلی کارکنان رابطه مثبت و معنا داری وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه برابر با $0/829$ می باشد، بدین معنی که با بالا رفتن میزان حس دلسوزی مدیر در سازمان، ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان به نسبت بسیاری زیادی افزایش می یابد.

با توجه به نتایج می توان گفت که با اطمینان $0/95$ و سطح معناداری کوچکتر از $0/05$ بین گشاده رویی مدیر و ارتقاء انگیزه شغلی کارکنان رابطه مثبت و معنا داری وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه که برابر با $0/852$ می باشد، بدین معنی که با بالا رفتن حس گشاده رویی مدیر در سازمان، انگیزه شغلی کارکنان به نسبت بالایی افزایش می یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که با اطمینان $0/95$ و سطح معناداری کوچکتر از $0/05$ بین میزان گذشت و بخشش مدیر در سازمان و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معنا داری وجود دارد. از طرفی مقدار این رابطه که برابر با $0/889$ می باشد، بدین معنی که با بالا رفتن گذشت و بخشش مدیر در سازمان، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت بالایی افزایش می یابد.

نتایج ضریب تعیین تعدیل یافته برابر با $R^2 \text{adj} = 0/557$ بود که نشان داد، متغیرهای مستقل می توانند $55/7$ درصد واریانس ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان را را تبیین می نماید. با توجه به ضرایب رگرسیونی نیز مشاهده شد که اگر یک واحد نمره گذشت و بخشش مدیر در سازمان افزایش یابد، میزان انگیزش شغلی کارکنان نیز به اندازه $0/886$ افزایش خواهد یافت. همچنین، اگر یک واحد نمره گشاده رویی مدیر در سازمان افزایش یابد، میزان انگیزش شغلی کارکنان نیز به اندازه $0/720$ افزایش خواهد یافت و همچنین به ازای یک واحد افزایش در حس دلسوزی مدیر در سازمان انگیزش شغلی کارکنان به مقدار $0/612$ افزایش خواهد داشت.

۸- پیشنهادات

با تقویت مهربانی و گشاده رویی، مدیران خود خواهی کمتری خواهند داشت و بیشتر دلسوز مجموعه سازمانی خود می شوند و درک می کنند که مهربانی کردن به سرمایه های انسانی ساده ترین کاری است که می توان به آنها انگیزه داد، در نتیجه به نیاز های مجموعه انسانی سازمان بیشتر فکر و در رفع این نیازها تلاش مضاعفی می کنند.

احساس وظیفه نسبت به مراقبت از نیروی انسانی، نه تنها ملاحظه و احترام مدیران را در برابر آنها ایجاد می کند، بلکه موجب ایجاد جوی می شود که وقتی مدیران عمیقاً احساس نیاز کنند سایرین با نهایت شفقت و مهربانی با آنها ارتباط برقرار می سازند. اگر نسبت به دیگران مهربان و دلسوز باشیم آنان نیز در زمان نیاز، با ما همدرد و مهربان خواهند بود، چنین جوی بین مدیر و مرئوس علاوه بر اینکه انگیزه

۶-۶- تحلیل رگرسیون چند متغیره به روش همزمان نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می دهد که ضریب همبستگی چندگانه برابر با $0/832$ است. ضریب تعیین تعدیل یافته برابر با $R^2 \text{adj} = 0/557$ است که نشان می دهد، متغیرهای مستقل می توانند $55/7$ درصد واریانس ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان را تبیین نماید. به علاوه ارتباط متغیرهای مستقل با وابسته به صورت خطی است ($F=32.228$, $\text{Sig}=0.001$)

با توجه به ضرایب β مندرج در جدول معلوم می شود که از بین متغیرهای پیش بین متغیرهای گذشت و بخشش با $0/536$ و سپس گشاده رویی با $0/512$ و دلسوزی با $0/489$ به ترتیب بیشترین نقش را در ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان دارند. همان گونه که در جدول ۵ مشخص شده است سطح معنی داری برای مؤلفه گذشت و بخشش $0/001$ و برای مؤلفه گشاده رویی $0/003$ بوده و همچنین برای مؤلفه دلسوزی برابر $0/005$ است که این مقادیر از سطح معنی داری تحقیق یعنی $0/05$ کمتر می باشد و این به معنی وجود رابطه مثبت و معنی دار بین این سه متغیر با ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان می باشد. به عبارت دیگر، با توجه به ضرایب رگرسیونی مشاهده می شود که اگر یک واحد نمره گذشت و بخشش مدیر افزایش یابد، میزان ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان نیز به اندازه $0/886$ افزایش خواهد یافت. همچنین، اگر یک واحد نمره گشاده رویی مدیر افزایش یابد، میزان انگیزش شغلی کارکنان نیز به اندازه $0/720$ افزایش خواهد یافت و همچنین به ازای یک واحد افزایش در مؤلفه دلسوزی مدیر میزان ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان $0/612$ افزایش پیدا خواهد کرد.

جدول ۵: رگرسیون چند متغیره بین مجموع متغیرهای مستقل و میزان ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان

Sig	T	β	B	Sig	F	$R^2 \text{adj}$	R	متغیرهای پیش بین
0/045	1/805		15/523					مقدار ثابت
0/001	5/076	-0/526	-0/886	0/001	22/228	0/557	0/832	گذشت و بخشش
0/003	2/066	0/512	0/720					گشاده رویی
0/005	2/024	0/489	0/612					دلسوزی

۷- نتیجه گیری

در اینجا خلاصه ای از یافته ها ارائه می گردد:

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت با اطمینان $0/95$ و سطح معناداری کوچکتر از $0/05$ بین هوش اخلاقی مدیر و ارتقاء انگیزش شغلی کارکنان رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. مقدار این رابطه برابر با $0/865$ می باشد، بدین معنی که با بالا رفتن هوش اخلاقی مدیر (گشاده رویی، دلسوزی، گذشت و بخشش)، انگیزش شغلی کارکنان به نسبت بسیار زیادی افزایش می یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که با اطمینان $0/95$ و سطح معناداری کوچکتر از $0/05$ بین مؤلفه دلسوزی مدیر و

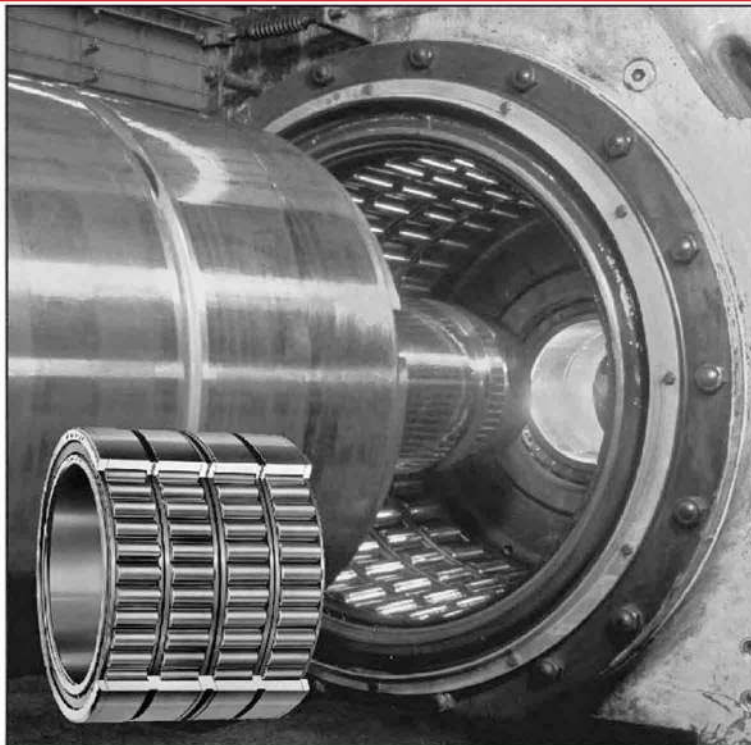
11. Qrbany R. Assessment needs and motivational factors internal and external employees case study of Islamic Azad University Abhar. Journal of Behavioral Sciences. 2010; 91-18.

افراد را در سازمان افزایش می دهد. موجب بهره وری سازمانی نیز می گردد.

مدیران همچنین باید تحمل اشتباهات نیروی انسانی را داشته باشد، چراکه بدون توجه به گذشت و بخشش، مدیران تبدیل به افرادی سخت گیری می شوند که دیگر قادر نخواهند بود به شیوه ای با دیگران معاشرت کنند که موجب پیشرفت و ایجاد انگیزه در تعاملات دو جانبه خود با نیروی انسانی سازمان گردند.

۹- منابع

۱. اسماعیلی طرزی، زهرا، بهشتی فر، ملیکه، اسماعیلی طرزی، حمیده، (۱۳۹۱). رابطه بین هوش اخلاقی با میزان اعتماد آفرینی مدیران، فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، شماره ۱.
۲. اسکندری، غلامرضا، اسکندری، کریم، بیگ زاده، جعفر (۱۳۹۱). تاثیر هوش اخلاقی مدیران بر مهارتهای ارتباطی آنان در سازمان تامین اجتماعی، مجله فراسوی مدیریت، سال ششم، شماره ۲۱، صفحات ۱۰۵ تا ۱۲۸.
۳. خانی، مسلم (۱۳۸۷). کار و وجدان کار، ماهنامه کار و جامعه، شماره ۱۲، صفحات: ۱۵-۱۶.
۴. سینترز، ریچارد و پورتر لیمان، انگیزش و رفتار در کار، ترجمه، علوی، محمد، تهران، انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی، ۱۳۷۰.
۵. کریمی، مهدی، رجایی، سعید، هویدا، رضا (۱۳۸۹). بررسی رابطه بین ابعاد جو سازمانی و رفتار اخلاقی در بین کارکنان دانشگاه های اصفهان و علوم پزشکی، فصلنامه رهبری و مدیریت آموزشی، سال چهارم، شماره ۱، صفحات ۸۳ تا ۱۰۲.
۶. محمودی، محمد تقی، سیادت، سید علی، شادان فایزه، (۱۳۹۱). رابطه مولفه های هوش اخلاقی و رهبری تیمی مدیران گروه های آموزشی دانشگاه های شهر زاهدان، فصلنامه علوم تربیتی، سال پنجم شماره ۱۹، صفحات ۱۰۷ تا ۱۲۶.
۷. مورهد، جی و گریفین، آر (۲۰۰۵). رفتار سازمانی. ترجمه سید مهدی الوانی و غلامرضا معمارزاده (۱۳۸۴). تهران: انتشارات مروارید، چاپ نهم.
۸. ولی خانی، ماشاله، انصاری، محمد اسماعیل، سپیانی، مریم (۱۳۹۱). بررسی میزان هوش اخلاقی مدیران و تاثیر آن بر سرمایه اجتماعی سازمان، فصلنامه تخصصی علوم اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، سال ششم، شماره ۱۵، صفحات ۱۷۱ تا ۱۹۸.
9. Borba, M., (2005), The step-by-step plan to building moral intelligence, Nurtuing Kids Heart & Souls, National Educator Award, National council of self-esteem- Jossey-Bass.
10. Lennick D., & Kiel, F., (2005), The key to enhancing business performance and leadership success, Wharton School Publishing. An imprint of Pearson Education.



استراتژی نگهداری و تعمیرات بیرینگ

محمد برهمن^۱، سید میلاد حسین نژاد^۲

۱- مقدمه

هر بیرینگ يك طول عمر از پیش محاسبه شده ای دارد. اما تحقیقات نشان می دهد که به دلایل مختلف، همه بیرینگ ها به آن طول عمر نمی رسند. مرحله های مهمی که بر طول عمر بیرینگ تاثیر بیشتری دارند، می توانند بواسطه سیکل عمر بیرینگ (Bearing's Lifecycle) تشخیص داده شود. این مرحله ها به ترتیب عبارتند از: نصب، روانکاری، همراستا سازی، مراقبت وضعیت اساسی و خارج کردن بیرینگ. مرحله های سیکل عمر بیرینگ به منظور دستیابی به بیشترین طول عمر بیرینگ به شدت مهم می باشند. با بکارگیری تمرینات تعمیراتی صحیح و استفاده از ابزار درست، شما می توانید بطور قابل توجهی طول عمر بیرینگ تان را افزایش دهید و باعث افزایش سودمندی و بهره وری کارخانه خود شوید.



شکل ۱: سیکل عمر بیرینگ

۱- دکتری مهندسی مکانیک، مدیر عامل شرکت مهندسی پروشات.
۲- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، مدیر فنی شرکت مهندسی پروشات.

۱-۵- خارج کردن بیرینگ (Bearing Dismounting)

سرانجام بیرینگ به انتهای عمر کاری خود رسیده و باید تعویض شود. اگرچه به احتمال زیاد بیرینگ دوباره مورد استفاده قرار نمی‌گیرد اما بسیار مهم است که بیرینگ به طور صحیح از محل خود خارج شود تا عمر کاری بیرینگ جایگزین در معرض خطر قرار نگیرد. در وهله اول استفاده از ابزار مناسب، به جلوگیری از صدمه دیدن سایر قطعات ماشین مثل شفت و یاتاقان که اغلب دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرند، کمک می‌کند. در وهله دوم تکنیک‌های نادرست خارج کردن بیرینگ می‌تواند برای پرسنل بخش نگهداری و تعمیرات خطرناک باشد.



شکل ۲: تجهیزات نصب، روانکاری و همراستاسازی

۲- جلوگیری از بیش از ۶۰ درصد خرابی‌های زودرس بیرینگ با در نظر گرفتن چهار نکته امکان‌پذیر می‌باشد:

الف) نصب غلط (Poor Fitting)

در حدود ۱۶٪ از خرابی‌های زودرس بیرینگ به دلیل نصب غلط و ناآگاهی پرسنل نگهداری و تعمیرات از وجود ابزار آلات انطباق‌دهی مناسب می‌باشد. نصب یا خارج کردن صحیح و موثر ممکن است نیازمند روش‌های مکانیکی، هیدرولیکی و یا گرمایی باشد. رنج کاملی از ابزارها و لوازم برای آسانتر کردن، تسریع و مقرون به صرفه تر شدن این عملیات وجود دارد. نصب پیشرفته با استفاده از ابزارها و تکنیک‌های مخصوص یکی دیگر از قدم‌های مثبت در راه رسیدن به ماکزیمم زمان کاری ماشین آلات می‌باشد.

۱-۱- نصب بیرینگ (Bearing Mounting)

نصب یکی از مرحله‌های اساسی و مهم در سیکل عمر بیرینگ می‌باشد. اگر بیرینگ بطور صحیح و با استفاده از ابزار و روش‌های مناسب نصب نشود، عمر کاری آن نیز کاهش خواهد یافت. بسته به کاربردهای متفاوت ممکن است روش‌های نصب مکانیکی، حرارتی و یا هیدرولیکی برای نصب صحیح و موثر بیرینگ بکار برده شود. انتخاب تکنیک نصب صحیح برای کاربرد مورد نظر، به شما کمک خواهد کرد تا طول عمر بیرینگ تان را افزایش دهید و هزینه‌های ناشی از خرابی زودرس بیرینگ و همچنین صدمات احتمالی به مجموعه مورد استفاده تان را کاهش دهید.

۲- روانکاری (Lubrication)

روانکاری صحیح بیرینگ یکی از مراحل اساسی در رسیدن به حداکثر عمر بیرینگ می‌باشد. انتخاب گریس مناسب با توجه به فرآیندی که بیرینگ در آن به کار گرفته شده است و همچنین مقدار گریسی که قبل از استفاده از بیرینگ به آن اعمال می‌شود، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در حین عملیات، بیرینگ نیاز به روانکاری مجدد دارد. برای رسیدن به بهترین حالت عملکرد بیرینگ و حداکثر طول عمر، استفاده از مقدار درست از گریس مناسب در بازه‌های زمانی مناسب بسیار ضروری می‌باشد. استفاده از روش‌های روانکاری مجدد دستی بسیار متداول می‌باشد؛ اگرچه استفاده از روانکاری پیوسته مزایای زیادی دارد. روانکاری پیوسته را می‌توان با استفاده از ابزارهای روانکاری اتوماتیک انجام داد که امکان روانکاری مداوم و صحیح با گریس کاملاً پاکیزه را فراهم می‌آورد.

۳- همراستاسازی (Alignment)

پس از آنکه بیرینگ در یک مجموعه، مثلاً موتور متصل شده به پمپ، نصب شد باید عمل همراستاسازی مجموعه را انجام داد. اگر مجموعه به درستی همراستا سازی نشود، عدم همراستایی می‌تواند موجب تحمیل بار، اصطکاک و لرزش اضافی بر بیرینگ شود. این عوامل می‌توانند موجب تسریع خستگی و کاهش عمر بیرینگ و سایر قطعات داخل مجموعه شوند. علاوه بر این‌ها افزایش اصطکاک و لرزش به صورت قابل توجهی موجب افزایش مصرف انرژی و خرابی زودرس می‌شوند.

۴-۱- مراقبت وضعیت اساسی (Basic Condition Monitoring)

در حین کارکرد، بررسی منظم شرایط بیرینگ با به کار بردن مراقبت وضعیت اساسی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. این بررسی‌های منظم امکان آشکارسازی مشکلات بالقوه را فراهم کرده و به جلوگیری از توقف‌های غیرمنتظره ماشین‌آلات کمک می‌کند. در نتیجه نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات را می‌توان متناسب با زمان بندی تولید برنامه‌ریزی کرد که موجب افزایش بهره‌وری و کارایی واحد صنعتی می‌شود.



شکل ۳: تجهیزات مراقبت وضعیت

۳- نتیجه گیری

بدیهی است کلیه موارد فوق با فرض تهیه بیرینگ اصلی از منابع معتبر و قابل پیگیری بیان شد. رسیدن به بیشترین طول عمر بیرینگ و کاهش توقفات ناخواسته هدف اصلی پروسه نگهداری و تعمیرات می باشد و بکارگیری نکات و موارد مطرح شده به همراه بهره مندی از دانش روز، سهم بسزایی در افزایش بازدهی داراییهای هر مجموعه صنعتی خواهد داشت.

۴- منابع

- 1- SKF Maintenance and Lubrication Products, PUB MP/P1 03000 EN, 2017.
- 2- SKF bearing maintenance handbook, PUB SR/P7 10001 EN, 2010.

ب) روانکاری ناکافی (Poor Lubrication)

با وجود بیرینگ های آب بندی شده که تا پایان عمر خود روانکاری شده اند، ۳۶٪ از خرابی های زودرس بیرینگ به دلیل مشخصات نادرست روانکار و به اندازه به کار بردن آن اتفاق می افتد. به ناچار هر بیرینگی که از روانکاری صحیح محروم بماند قبل از رسیدن به عمر طبیعی خود دچار خرابی می شود.

به دلیل آنکه بیرینگ ها معمولاً کوچکترین قطعات در دسترس ماشین آلات هستند، غفلت از روانکاری منظم موجب بروز مشکلاتی می شود.

در جاهایی که نگهداری و تعمیرات دستی میسر نیست، سیستم های روانکاری کاملاً اتوماتیک برای روانکاری بهینه قابل استفاده است.

روانکاری موثر و استفاده از گریس ها، ابزار ها و تکنیک های جدید پیشنهاد شده از طرف سازندگان مطرح تجهیزات روانکاری، زمان توقف دستگاه ها را به صورت قابل توجهی کاهش می دهد.

ج) آلودگی (Contamination)

بیرینگ يك قطعه دقیق می باشد که تنها در شرایطی به طور موثر کار می کند که هم خود بیرینگ و هم روانکار آن در مقابل آلودگی ها ایزوله باشند.

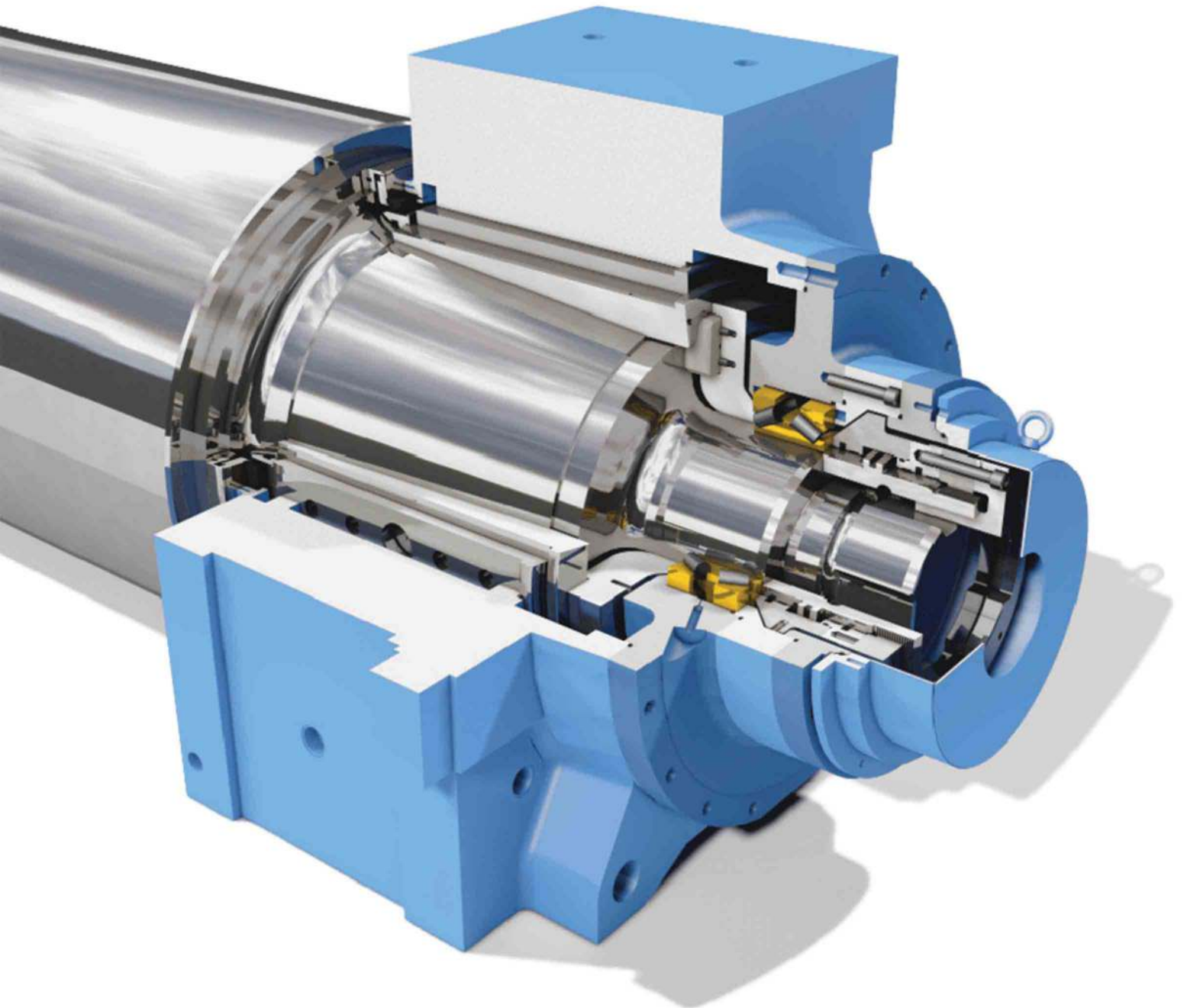
از آنجایی که بیرینگ های آب بندی شده که تا پایان عمر خود روانکاری شده اند تنها نسبت کوچکی از تمامی بیرینگ ها را تشکیل می دهند، حداقل ۱۴٪ از خرابی های زودرس بیرینگ به دلیل آلودگی اتفاق می افتد. شرکت SKF دارای قدرت ساخت و تولید و ظرفیت طراحی بیرینگ بی نظیری می باشد و می تواند راه حل های آب بندی مناسب برای محیط های بسیار دشوار را ارائه نماید.

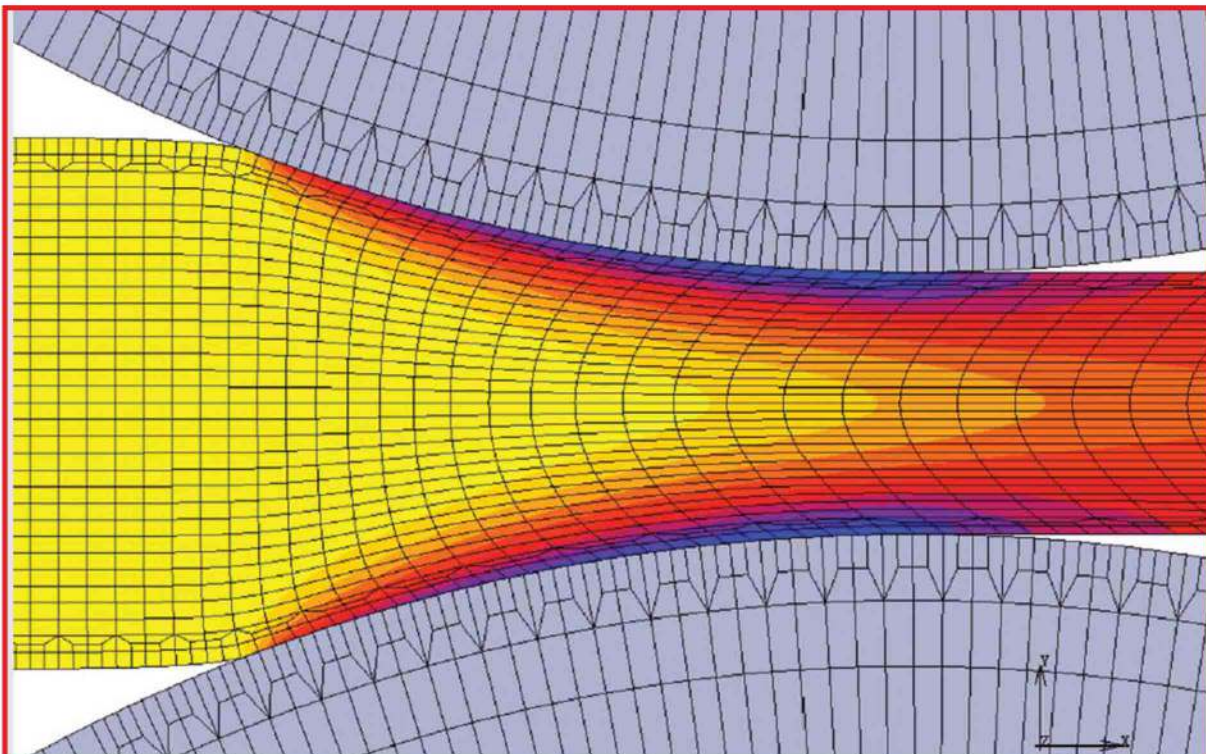
د) خستگی (Fatigue)

هنگامی که بارگذاری بیش از اندازه روی ماشین ها (Overload) اعمال می شود، در اثر غفلت در نگهداری و یا نگهداری نادرست، بیرینگ متحمل نتایج آن می شود که دلیل ۳۴٪ از خرابی زودرس بیرینگ ها می باشد.

به دلیل آنکه بیرینگ هایی که از مراقبت آن ها غفلت شده است و بیش از اندازه تحت تنش ها قرار گرفته اند، علائمی را روی خود نشان می دهند و این علائم با استفاده از مراقبت وضعیت اساسی بیرینگ قابل آشکار سازی است، می توان از خرابی های ناگهانی و غیرمنتظره بیرینگ جلوگیری کرد.

رنج محصولات مراقبت وضعیت شامل ابزارهای دستی، سیستم های کابلی، سیستم های بیسیم و نرم افزار مدیریت داده برای مانیتورینگ پیوسته یا دوره ای از پارامترهای عملیاتی کلیدی می باشد.





سیستم کنترل ضخامت مبتنی بر منطق فازی و شبیه سازی آن در صنعت نورد ورق

Xing-Yuan XU, Zhan-Wei BU, Yuan-Li Cai, Xiao-Yan XU

مترجم: محمد سجاد غفوری^۱

چکیده

به طور کلی، دستگاه نورد از روش PID برای کنترل ضخامت ورق استفاده می کند. عملکرد کنترلر PID به مدل کارخانه بستگی دارد. با این حال، ساخت مدلی دقیق از سیستم سروو هیدرولیکی به خاطر عدم قطعیتها بیش سخت و دشوار است.

کنترل فازی به مدل دقیق نیاز ندارد، از اینرو کنترل کننده PID فازی طراحی می شود. در این مقاله، مدل ریاضی دستگاه نورد در شرایط ایده آل بدست آمده و سپس کنترل کننده PID فازی ارائه می شود و با شبیه سازی مبتنی بر مدل مورد ارزیابی وسیعی قرار می گیرد. تاثیرات انحراف پارامترها و اختلالات خارجی در نظر گرفته شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد قابلیت ضد تداخل و پایداری کنترل کننده های PID فازی بسیار بهتر از طرح PID سنتی می باشد.

واژه های کلیدی: کنترل فازی، کنترل ضخامت، PID، پایداری.

۱- مقدمه

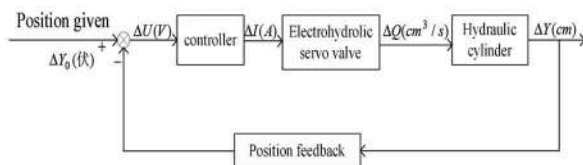
و در نتیجه فاصله بین غلتکهای نورد را کنترل می نماید. امید داریم سیستم کنترل موقعیت، از سرعت پرس هیدرولیکی و ثبات و پایداری بهتری برخوردار باشد، یعنی با بزرگتر شدن بزرگنمایی حلقه باز و پهنای باند حلقه بسته. سیستم کنترل موقعیت از کنترل کننده، شیر سرووالکترو هیدرولیکی، سیلندر و باز خورد موقعیت تشکیل می شود که در شکل ۱ نشان داده می شود.

در شکل ۱، ΔY_0 موقعیت معلوم، ΔU خطای موقعیت، ΔI تغییر جریان، ΔQL تغییر دبی جریان و ΔY تغییر موقعیت را نشان می دهد.

شیر سرووالکترو هیدرولیکی و سیلندر را می توان به عنوان یک مجموعه در نظر گرفت. تاکید می شود، شیر سرووالکترو هیدرولیکی یک تجهیز غیر خطی است که آن را می توان عضو نوسانی مرتبه دوم در نظر گرفت. در حالی که معمولاً شیر سرووالکترو هیدرولیکی به عنوان تنظیم کننده نسبت در نظر گرفته می شود؛ اما در حقیقت، با واقعیت سازگاری ندارد.

در این مقاله، شیر سرووالکترو هیدرولیکی به عنوان عضو نوسانی مرتبه دوم در نظر گرفته می شود که تابع انتقال با استفاده از فرمول (۱) نشان داده می شود.

$$\frac{\Delta Q_L}{\Delta I} = \frac{K_V}{\frac{1}{\omega_v^2} s^2 + \frac{2\delta_v}{\omega_v} s + 1} \quad (1)$$



شکل ۱. نمودار بلوکی سیستم کنترل موقعیت

سیلندر را می توان به عنوان یک عضو پیوسته و مجموعه نوسان کننده مرتبه دوم در نظر گرفت، تابع انتقال با استفاده از رابطه (۲) نشان داده می شود:

$$\frac{\Delta Y}{\Delta Q_L} = \frac{K_h}{s(\frac{1}{\omega^2} s^2 + \frac{2\delta}{\omega} s + 1)} \quad (2)$$

طبق روابط (۱) و (۲) می توان تابع انتقال دستگاه را بدست آورده که در رابطه (۳) نشان داده شده است.

$$G_p(s) = \frac{K_v K_h}{s(\frac{1}{\omega_v^2} s^2 + \frac{2\delta_v}{\omega_v} s + 1)(\frac{1}{\omega^2} s^2 + \frac{2\delta}{\omega} s + 1)} \quad (3)$$

جدول ۱ پارامترهای عملیاتی $02500/750 \times 800$ دستگاه نورد چهار غلتکه رفت و برگشتی، را نشان می دهد که نوع شیر سرووالکترو هیدرولیکی QDY-D32 است. پارامترهای

با توسعه محصولات نهایی، کیفیت بالاتر ورق از لحاظ ضخامت و محدوده مجاز شکل از سوی کارخانجات تولیدی مورد تاکید قرار می گیرد، بدین جهت چگونگی بهبود دقت ابعادی محصولات همیشه یک موضوع تحقیقاتی داغ در شاخه فرایند تولید فلز می باشد. پروسه نورد شامل چندین سیستم کنترل می باشد مانند ضخامت، سرعت، کشش، شکل و غیره؛ دقت کنترل خودکار تاثیر قابل توجهی بر کیفیت محصولات می گذارد. در زمان کنونی، اکثر دستگاههای نورد از کنترل PID استفاده می کنند که بر اساس مدل کارخانه می باشد. اگر چه کنترل تطبیقی می تواند پارامترهای مشخصه کارخانه را به صورت آنلاین تشخیص دهد، اما درستی آن به دقت مدل مشخص و مجزا بستگی دارد. همچنین انجام این کار به خاطر پیچیدگی فرایند نورد در حقیقت بی نهایت دشوار یا حتی غیر ممکن است.

به طور کلی، بهبود عملکرد تولید ورق معمولاً از طریق تنظیم موقعیت غلتک نورد انجام می شود؛ کنترل موقعیت خودکار، یکی از جنبه های کلیدی تاثیرگذار بر دقت محصولات می باشد. اکثر دستگاههای نورد امروزه از سیستم سروو هیدرولیکی استفاده می کنند. این سیستم به خاطر غیر خطی بودن شیر سروو با عدم قطعیت های زیادی نظیر انحرافات پارامتری، اختلال خارجی روبرو می باشد که سیستم سروو هیدرولیکی را به یک سیستم غیر خطی با عدم قطعیت تبدیل می کند.

در سالهای اخیر، Yen J S et al از مدلی بر مبنای کنترل تطبیقی برای سیستم سروو هیدرولیکی استفاده کردند، که کاملاً بر اساس مدل خطی اجرا می شود، اما برای مدل غیر خطی مناسب نیست. SHA Dao-hang et al کنترل شبکه پیشرو چند لایه با برگشت نرخ یادگیری آهسته و وابستگی نتایج یادگیری به مراحل آموزش و توالی داده های ورودی را مطرح می کنند. Lee D et al یک کنترل کننده فازی تطبیقی با جبران غیر خطی و استراتژی کنترل سوئیچینگ برای تنظیم سطح فولاد مذاب معرفی می کنند. Hong K S et al کنترل کننده ساختار متغیر برای کنترل سطح فولاد مذاب ریختگی دو غلتکی پیشنهاد کرده اند. اکثر روشهای کنترل پیشنهاد شده در سالهای اخیر در تحقیق نظری باقی ماندند و تنها تعداد معدودی عملاً بکار برده می شوند. مولفین یک کنترل کننده PID فازی طراحی کرده و شبیه سازیهای زیادی بر اساس مدل دستگاه نورد $02500/750 \times 800$ انجام شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد کنترل کننده فازی از عملکرد خوب و پایداری قدرتمندی برخوردار است.

۲- مدل ریاضی کارخانه

سیستم کنترل موقعیت، مرحله اصلی و پایه سیستم سروو هیدرولیکی به حساب می آید که مکان و موقعیت سیلندر

جدول ۱. پارامترهای عملیاتی Ø2500/750×800

مقدار	پارامتر
d=40cm	قطر سیلندر
$A=(\pi/4)d^2\text{cm}^2$	مساحت سیلندر
h=1cm	ارتفاع کاری روغن
G=6700kg	وزن قطعات متحرک
$Q_0 = 533\text{cm}^3/\text{s}$	جریان بدون بار اسمی
$I_0 = 0.03A$	جریان اسمی
$\delta=0.1\sim 0.2$	ضریب میرایی سیلندر
$\omega = 2600 \sqrt{\frac{A}{Gh}}$	فرکانس طبیعی سیلندر
$\delta_v = 0.7$	ضریب میرایی شیر سروو
$\omega_v = 680\text{1/s}$	فرکانس طبیعی شیر سروو
$K_f = 100\text{V/cm}$	ضریب بازخورد
$K_v = Q_0/I_0$	ضریب بزرگنمایی سروو
$K_h = 1/A$	ضریب بزرگنمایی سیلندر

در عمل، گفته شده که توابع عضویت مجموعه های کیفی (NB, PB)، از توزیع عادی پیروی می کنند. توابع عضویت دیگر برای مجموعه های کیفی (NM, NS, ZO, PS, PM) مثلثی پیشنهاد شده اند.

عملکرد بهینه کنترل کننده PID فازی منوط به تعیین قوانین فازی مناسب است. قواعد فازی پارامترهای $\Delta K_p, \Delta K_i, \Delta K_d$ دستگاه نورد Ø2500/750×800 در جدول ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

بر اساس قواعد فازی ارائه شده، پارامترهای PID ($\Delta K_p, \Delta K_i, \Delta K_d$) را می توان به صورت خودکار تنظیم نمود. قواعد کنترل فازی و اطلاعات وابسته (نظیر شاخص ارزیابی، پارامترهای اولیه PID و غیره) به صورت دانش اولیه با استفاده از الگوریتم استدلال فازی برای توسعه ماتریس کنترل فازی PID بر اساس ورودی سیستم از طریق تفسیر ماتریس کنترل فازی برای یافتن پارامترهای جبرانی ($\Delta K_p, \Delta K_i, \Delta K_d$) در کامپیوتر وارد شده و سپس جانشین روابط (۷) - (۵) می شوند. بدین طریق K_p, K_i, K_d را بدست می آوریم. تنظیم پارامترهای کنترل PID بایستی اختلاف تابع عضویت و ارتباط متقابل آنها را در نظر بگیرد و همچنین پارامترهای (K_p, K_i, K_d) رابطه فازی بین پارامترهای کنترل (K_p, K_i, K_d) و EC, E را شناسایی می کنند. فلوجارت کاری آنلاین در شکل ۳ نشان داده شده است.

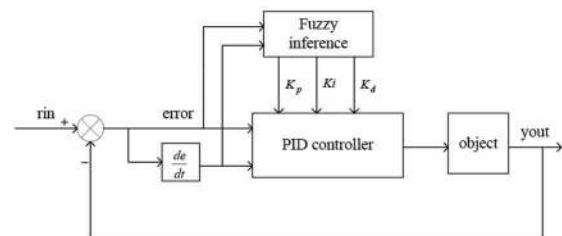
جدول ۱ را جانشین فرمول (۳) کنید، بدین طریق می توانیم مدل ریاضی دستگاه را بدست بیاوریم.

$$G_p(s) = \frac{14.4}{1.74 \times 10^{-13} s^5 + 2.06 \times 10^{-9} s^4 + 3.37 \times 10^{-6} s^3 + 2.28 \times 10^{-3} s^2 + s} \quad (4)$$

۳- کنترل تطبیقی فازی

ترکیب نظریه کنترل PID و نظریه فازی، از طریق تشخیص پیوسته خطای E و نرخ تغییر خطای EC در هر لحظه، از طریق تنظیم آنلاین پارامترهای (K_p, K_i, K_d) سبب می شود دستگاه دارای شاخصه های دینامیکی و ایستای خوبی باشد که این کنترل PID تطبیقی فازی نام دارد. بنابراین در این مقاله از کنترل کننده PID فازی دو بعدی استفاده می شود، که ساختمانش در شکل ۲ نشان داده شده است. (K_p, K_i, K_d) به ترتیب نسبت تناسب، نسبت انتگرال و نسبت دیفرانسیل را نشان می دهند. ($\Delta K_p, \Delta K_i, \Delta K_d$) تغییر (K_p, K_i, K_d) را نشان می دهند. مراحل طراحی کنترل کننده فازی در بخشهای بعدی معرفی خواهد شد.

متغیرهای ورودی و خروجی سیستم فازی متغیرهای کیفی هستند. زیرمقادیر غیر عددی به آنها اختصاص داده می شود. متغیرهای ورودی E و EC هستند. متغیرهای خروجی ($\Delta K_p, \Delta K_i, \Delta K_d$) هستند. محدوده بحث راجع به متغیر کیفی E و EC [3, -3] فرض می شود و متغیر خروجی ΔK_p [0.3, -0.3]، ΔK_i [0.06, -0.06] و ΔK_d [3, -3] است. به هر یک از متغیرهای کیفی هفت مجموعه غیر عددی اختصاص داده می شود که به صورت زیر تعریف می شوند: منفی بزرگ (NB)، منفی میانی (NM)، منفی کوچک (NS)، صفر (ZO)، مثبت کوچک (PS)، مثبت میانی (PM)، مثبت بزرگ (PB). مجموعه های کیفی توسط توابع عضویت شرح داده می شوند که در شکل ۷ نشان داده است.



شکل ۲. ساختمان کنترل تطبیقی فازی

$$K_p = K_p' + \Delta K_p \quad (5)$$

$$K_i = K_i' + \Delta K_i \quad (6)$$

$$K_d = K_d' + \Delta K_d \quad (7)$$

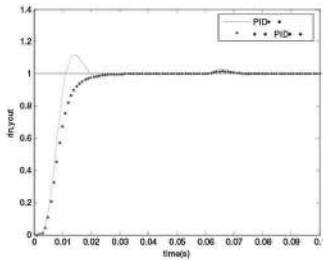
۴- شبیه سازی و آنالیز

برای دستگاه نورد $\text{O}2500/750 \times 800$ ، مدل دستگاه اش را به دست آورده ایم:

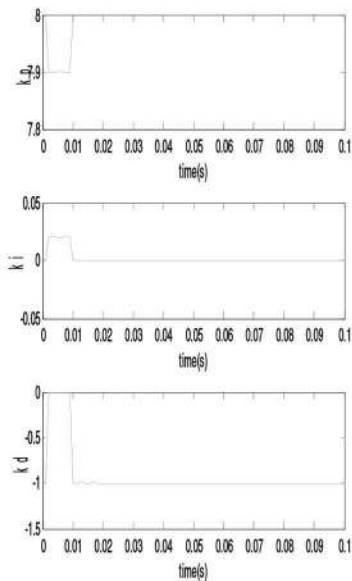
$$G_p(s) = \frac{14.4}{1.74 \times 10^{-13} s^5 + 2.06 \times 10^{-9} s^4 + 3.37 \times 10^{-6} s^3 + 2.28 \times 10^{-3} s^2 + s}$$

نتایج مقایسه پاسخ پلکانی کنترل PID فازی پیشنهاد شده در این مقاله با کنترل سنتی در شکل ۴ نشان داده شده و اختلال ۱/۰ در زمان نمونه برداری ۶۰ ام، به خروجی کنترل کننده اضافه می شود.

طبق شکل ۴، کنترل PID تطبیقی در پروسه صعود، اضافه جهش نداشته است. و همچنین کنترل کننده PID تطبیقی فازی، از توانایی ضد تداخلی بهتری برخوردار بوده و پروسه تنظیم تطبیقی K_p ، K_i ، K_d در شکل ۵ نشان داده شده است. مقدار اولیه K_p ، K_i ، K_d به ترتیب ۸۰۰۰۰ و مقادیر وضعیت پایدار به ترتیب ۱-، ۰، ۸ می باشد.



شکل ۴. پاسخ پلکانی و مرحله ای سیستم کنترل PID و PID فازی



شکل ۵. پروسه تنظیم تطبیقی K_p ، K_i ، K_d

جدول ۲. جدول قواعد فازی ΔK_p

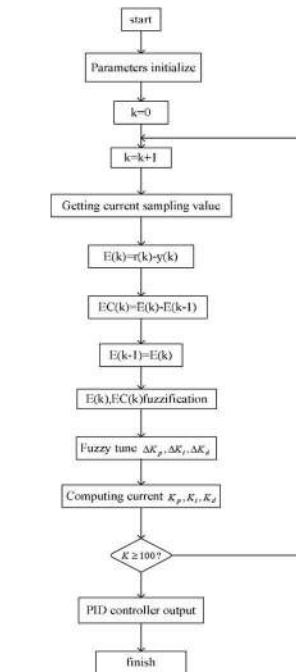
ΔK_p	EC						
	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
E	NB	PB	PM	PM	PS	PS	ZO
	NM	PB	PB	PM	PS	PS	ZO
	NS	PM	PM	PM	PS	ZO	NS
	ZO	PM	PM	PS	ZO	NS	NM
	PS	PS	PS	ZO	NS	NS	NM
	PM	PS	ZO	NS	NM	NM	NB
	PB	ZO	ZO	NM	NM	NM	NB

جدول ۳. جدول قواعد فازی ΔK_i

ΔK_i	EC						
	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
E	NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZO
	NM	NB	NB	NM	NS	NS	ZO
	NB	NB	NM	NS	NS	ZO	PS
	ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PM
	PS	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
	PM	ZO	ZO	PS	PS	PM	PB
	PB	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB

جدول ۴. جدول قواعد فازی ΔK_d

ΔK_d	EC						
	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
E	NB	PS	NS	NB	NB	NM	PS
	NM	PS	NS	NB	NM	NS	ZO
	NS	ZO	NS	NM	NS	NS	ZO
	ZO	ZO	NS	NS	NS	NS	ZO
	PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
	PM	PB	NS	PS	PS	PS	PB
	PB	PB	PM	PM	PM	PS	PB

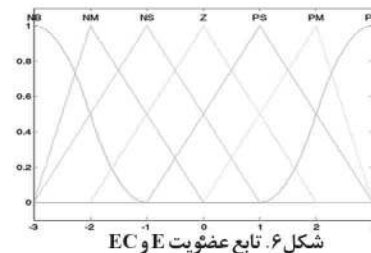


شکل ۳. فلوچارت خود تنظیمی آنالیز

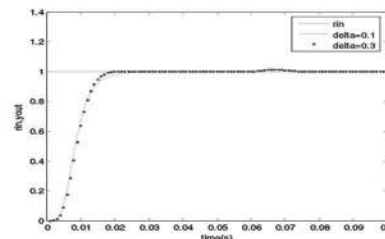
Ø2500/750×800 بر اساس کنترل کننده PID سنتی، مطرح شده است. کنترل کننده تطبیقی فازی بر مبنای کنترل کننده PID سنتی توسعه داده شده و شبیه سازی اجرا گردیدند. تاثیر اختلال و اغتشاش پارامتری در طول شبیه سازی در نظر گرفته شده است. نتایج شبیه سازی ثابت می کند کنترل کننده تطبیقی فازی طراحی شده، عملکرد بهتر، قابلیت ضد تداخلی بهتر و پایداری بهتری نسبت به کنترل کننده PID سنتی دارد. از آنجایی که افت فشار هیدرولیکی برای کنترل سریع از اهمیت بسزایی برخوردار است، در نتیجه نحوه ساده نمودن قواعد کنترل فازی، بهبود الگوریتم استدلال فازی و کاهش محاسبات، نیازمند تحقیق بیشتر در آینده می باشد. به علاوه، با وجود پایداری خوب کنترل کننده PID فازی هنگام تغییر δ ، سیستم سروو هیدرولیکی دارای عدم قطعیت زیادی است و سیستم کنترل موقعیت، سرعت، کشش و دما همگی رابطه کوپلینگ بسیار قوی دارند، از اینرو در عمل، کنترل کننده فازی باید تمام عواملی که امکان جفت شدگی عمیق آنها وجود دارد را همواره مد نظر قرار دهد.

۶- مراجع

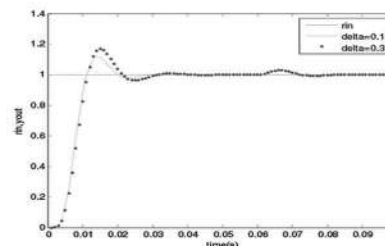
1-Xing-Yuan XU, Zhan-Wei BU, Yuan-Li Cia, Xiao-Yan XU, 'Fuzzy logic based Thickness Control System and Its Simulation,' The 1st International Conference on Information Science and Engineering, (ICISE 2009).



شکل ۶. تابع عضویت E و EC



شکل ۷. پاسخ پلکانی کنترل PID فازی زمانی که $\delta=0.2$ و $\delta=0.1$



شکل ۸. پاسخ پلکانی کنترل PID سنتی زمانی که $\delta=0.2$ و $\delta=0.1$

به خاطر اختلال پارامتری در سیستم کنترل موقعیت، در نظر گرفتن این مسئله که آیا خروجی سیستم می تواند ورودی را هنگام تغییر پارامترهای دستگاه کنترل، بخوبی ردیابی کند یا خیر، از اهمیت بسزایی برخوردار است. به بیانی آیا سیستم پایدار است یا خیر. پایداری کنترل کننده فازی از طریق تغییر ضریب میرایی هیدرولیکی سیلندر δ بررسی می شود. به طور کلی به δ مقدار 0.1~0.2 اختصاص داده می شود. در اینجا $\delta=0.1$ را در ابتدا و $\delta=0.2$ را در گام دوم می پذیریم. مقدار اولیه K_p, K_i, K_d همین وضعیت را حفظ می کنند. نتایج شبیه سازی در اشکال ۷ و ۸ نشان داده شده است.

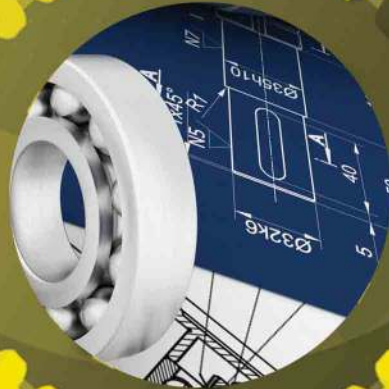
$$G_p(s) = \frac{14.4}{1.74 \times 10^{-13} s^5 + 2.85 \times 10^{-9} s^4 + 4.12 \times 10^{-6} s^3 + 2.64 \times 10^{-3} s^2 + s} \quad (8)$$

طبق اشکال ۷ و ۸ می بینیم که وقتی δ از ۱/۱ به ۲/۱ تغییر می کند، پاسخ پلکانی سیستم کنترل PID سنتی اضافه جهش مشهودی پیدا می کند، اما سیستم کنترل تطبیقی فازی در حد کم تغییر کرده و عملکرد کنترل را بخوبی حفظ می کند، بدان معنا که کنترل کننده تطبیقی فازی، پایدار تر از کنترل کننده PID سنتی می باشد.

۵- نتیجه گیری

مدل ریاضی سیستم کنترل موقعیت دستگاه نور در این مقاله

بوم‌سازی
در صنعت نورد فولاد





بهینه‌سازی عملکرد میزهای غلتکی انتقال دهنده مواد در ناحیه ی نورد شرکت فولاد اوسین خوزستان با الگوریتمی بر مبنای میزان طول ورق

محی‌الدین رحمانی^۱

شرکت فولاد اوسین خوزستان

چکیده

نورد ورق در شرکت فولاد اوسین خوزستان، به صورت نورد رفت و برگشتی صورت می‌پذیرد. الگوریتم چرخش موتورهای میزهای غلتکی به این صورت است که در هر پاس نوردی، به صورت گروهی فرمان گرفته و می‌چرخند. در روش پیشنهادی، الگوریتمی ابتکاری بر مبنای طول ورق در هر پاس ارائه شده است تا به صورت بهینه از موتورهای خط نورد بهره‌برداری شود. این الگوریتم به‌طور میانگین، بیش از ۵۰ درصد نسبت به حالت قبلی، کارکرد موتورهای میزهای غلتکی را کاهش می‌دهد.

کاهش ۵۰ درصدی کارکرد موتور، انرژی مصرفی این موتورها را نیز تا همین حد کاهش می‌دهد. همچنین کم شدن زمان کارکرد موتور، موجب کاهش استهلاک قطعات مکانیکی درگیر با موتور می‌شود که این موضوع، تأثیر به‌سزایی در کاهش خرابی قطعات و همچنین زمان تعمیرات مورد نیاز برای هر موتور دارد.

الگوریتم پیشنهادی بدون نیاز به هرگونه هزینه‌ی اولیه، قابلیت اطمینان سیستم را بالا برده و آماده‌به‌کاری سیستم را افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند میانگین تولید سالانه را بهبود بخشد. همچنین با توجه به قیمت بالای موتورهای مورد استفاده در خط نورد، کاهش زمان کارکرد این موتورها، با افزایش عمر مفید این تجهیزات، موجب صرفه‌جویی در خروج ارز خواهد شد.

کلمات کلیدی: میز غلتکی، بهینه‌سازی مصرف انرژی، قابلیت اطمینان، زمان کارکرد، طول ورق

1. Email: mo.rahmani@oxinsteel.com

سرعت این موتورها نسبت به هم و نسبت به غلتک‌های نوردی، تاثیر بسیار زیادی در ابعاد و خواص ورق‌های تولیدی دارد. الگوریتم حاکم بر چرخش این موتورها به‌گونه‌ای است که در نهایت خواص و ابعاد مطلوب جهت یک تختال را با دقت قابل قبولی تحقق می‌بخشد. این الگوریتم می‌تواند علاوه بر تامین پارامترهای مورد نظر برای هر ورق، میزان مصرف انرژی و زمان کارکرد را نیز بهبود ببخشد.

۲- تعریف مسئله و روش حل

در شرکت فولاد اکسین خوزستان، الگوریتم حاکم بر چرخش موتورهای میز غلتکی به این صورت است که هر میز غلتکی مشتمل بر ۱۲ الی ۱۸ موتور الکتریکی است که تمام موتورهای این میز، با هم فرمان چرخش یا توقف می‌گیرند. فاصله‌ی بین هر دو موتور متوالی در خط نورد، تقریباً ۹۱cm است؛ بنابراین به‌طور مثال یک میز غلتکی که شامل ۱۵ موتور باشد، دارای طول تقریبی ۱۴m خواهد بود. اگر در یک پاس مشخص نوردی، طول ورق به اندازه‌ای باشد که فقط ۲ موتور از این میز غلتکی را پوشش دهد، تمامی ۱۵ موتور این میز غلتکی با هم خواهند چرخید. این اتفاق در تمام پاس‌های نوردی به همین ترتیب ادامه پیدا می‌کند. البته بدترین عملکرد این الگوریتم زمانی است که در برخی از پاس‌های نوردی، میز غلتکی در شرایطی فرمان می‌گیرد که ورق مورد نظر، هیچ‌گونه تماسی با موتورهای این میز غلتکی ندارد.

پس واضح است که الگوریتم فعلی، به هیچ‌وجه مصرف بهینه‌ی انرژی، عمر مفید تجهیزات و استهلاک قطعات را به‌عنوان پارامترهای مهم در نظر نگرفته است. در این جستار تلاش شده است تا الگوریتمی تهیه شود تا به بهترین شکل ممکن از موتورهای خط نورد بهره‌برداری شود؛ به صورتی که حتی الامکان، مصرف انرژی و زمان کارکرد موتورها کاهش داده شده و در نتیجه عمر مفید آنها افزایش یابد.

در روش اجرا شده جهت حل این موضوع، یک الگوریتم ابتکاری در قالب یک برنامه‌ی اتوماسیونی^۶ در کنترل‌کننده^۷ استفاده شده که طول ورق را در هر پاس نوردی در نظر گرفته و با توجه به طول ورق، موتورهای مورد نیاز را در فرایند نورد دخیل می‌کند. در مورد موتورهای میزهای غلتکی واقع در ورودی استند^۸، در پاس‌های شماره فرد^۹ که ورق در ورودی استند است، طول لحظه‌ای ورق^{۱۰} چک می‌شود؛ و با توجه به طول ورق، تعداد موتورهای مورد نیاز فرمان می‌گیرند و سایر موتورهای میز غلتکی ساکن می‌مانند. در پاس‌های شماره زوج^{۱۱} نیز که ورق در خروجی استند است، طول ورق در پاس بعدی^{۱۲} بررسی می‌شود و با توجه به این پارامتر، تعداد موتورهای میز غلتکی واقع در ورودی استند مشخص می‌شود.

2. Plate Rolling
3. Slab
4. Roll Table
5. Work Rolls
6. Program
7. PLC

8. Mill Stand
9. Odd Pass
10. Plate Actual Length
11. Even Pass
12. Plate Length After Next Pass

۱- مقدمه

محدودیت منابع انرژی قابل استفاده در صنایع بزرگ، معضلات زیست‌محیطی ناشی از استفاده‌ی زیاد از سوخت‌های فسیلی و افزایش مداوم قیمت حامل‌های انرژی، باعث شده‌اند تا بهینه‌سازی مصرف انواع انرژی و مدیریت منابع، به یکی از مسایل روز دنیا و از مهم‌ترین مسایلی که امروزه در رده‌های مختلف صنعت (از شرکت‌های با تکنولوژی‌های فوق پیشرفته تا صنایع نوپای پایین دستی) اهمیت پیدا کرده تبدیل شود. اهمیت این موضوع تا حدی است که برخی از کشورها، هزینه‌ی اولیه‌ی بسیار زیادی را در زمینه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر متقبل می‌شوند تا در بلندمدت، الگوی مصرف انرژی خود را تغییر داده و سهم انرژی‌های فسیلی را (که قیمت آنها شیب افزایشی زیادی دارد) در این میان کم‌تر کنند. در کنار بهینه‌سازی مصرف انرژی، کاهش استهلاک تجهیزات نیز می‌تواند سهم چشم‌گیری در کاهش هزینه‌های یک صنعت داشته باشد. کاهش زمان کارکرد تجهیزات در صورت امکان، استهلاک قطعات درگیر را کاهش داده و متعاقباً افزایش عمر مفید تجهیز را در پی خواهد داشت. یکی دیگر از نتایج کاهش زمان کارکرد، کاهش زمان تعمیرات سالانه‌ی تجهیز است که این موضوع می‌تواند در سه زمینه، منجر به کاهش هزینه‌ها شود:

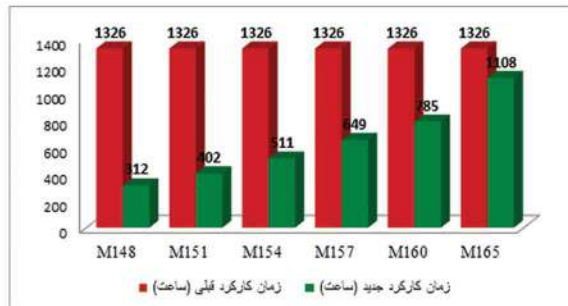
- کاهش هزینه‌های نیروی انسانی درگیر در تعمیرات
- کاهش هزینه‌های مربوط به تعمیر یا تعویض احتمالی قطعات
- کاهش توقف‌های خط تولید و افزایش میانگین تولید روزانه نورد ورق^۲ در شرکت‌هایی مانند شرکت فولاد اکسین خوزستان، نورد رفت و برگشتی است؛ به این صورت که تختال^۳ که در کوره‌های پیش‌گرم به دمای مناسبی رسیده است، توسط میزهای غلتکی^۴ به سمت غلتک‌های نوردی^۵ آورده می‌شود و سپس در حرکت‌های رفت و برگشتی به طرفین غلتک‌های نوردی، به ابعاد و خواص مورد نظر می‌رسد. به هر بار عبور کردن ورق از غلتک‌های نوردی و حرکت به سمت دیگر، یک پاس نوردی گفته می‌شود. یکی از ارکان اصلی نورد ورق در صنعت فولاد، موتورهای میزهای غلتکی درگیر با ورق هستند؛ به طوری که غلتک‌های نوردی بدون عملکرد صحیح و به‌هنگام میزهای غلتکی، قادر به تولید ورق با خواص مطلوب نخواهند بود.



شکل (۱) - نمای کلی از غلتک‌های نوردی و میزهای غلتکی در یک پاس زوج

شده است و در پاس های ۶ و ۷، تعداد ۱۳ موتور از ۱۸ موتور این میز غلتکی، به چرخش در آمده اند.

الگوریتم جدید هم اکنون برای میز غلتکی RTE2 (شامل ۱۸ موتور) اجرا شده است؛ اطلاعات مقایسه ای در مورد ۶ موتور از این میز غلتکی در شکل (۳) قابل مشاهده است.



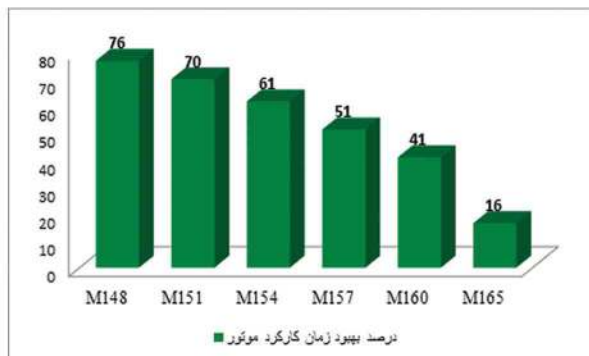
شکل (۳)- مقایسه ای زمان کارکرد موتورهای میز غلتکی RTE2 در الگوریتم قبلی و الگوریتم پیشنهادی

همان طور که در نمودار شکل (۳) دیده می شود، ساعت کارکرد موتورهای این میز غلتکی که در الگوریتم قبلی، یکسان بوده و معادل ۱۳۲۶ ساعت برای هر موتور در یکسال گذشته بوده است، به طور چشم گیری کاهش یافته است.

با توجه به ماهیت الگوریتم پیشنهادی، هر چه موتور از غلتک های نوردی فاصله ی بیشتری داشته باشد، زمان کارکرد آن کاهش بیشتری خواهد داشت و عمر مفید آن بالاتر می رود.

و بالتبع موتورهای نزدیک تر به غلتک های نوردی، چون باید با طول های کوتاه تر ورق نیز درگیر شوند، زمان کارکرد بالاتری نسبت به موتورهای دور تر خواهند داشت.

طبق داده های به دست آمده، اگر این الگوریتم در یکسال گذشته اجرا می شد، موتورهای ذکر شده در شکل (۳)، درصد بالایی از زمان های کارکردشان را در حالت سکون می بودند.



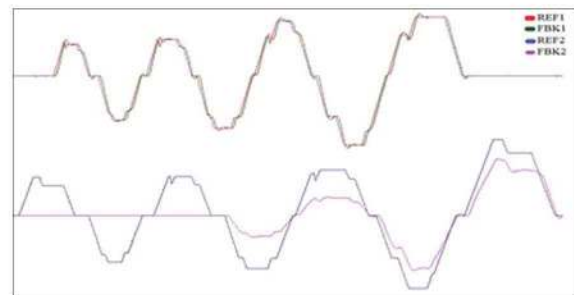
شکل (۴)- درصد بهبود زمان کارکرد موتورهای میز غلتکی RTE2

همین الگوریتم برای میزهای غلتکی واقع در خروجی استند به صورت بالعکس اتفاق می افتد به این صورت که در پاس های فرد، طول ورق در پاس بعدی و در پاس های زوج، طول لحظه ای ورق تعیین کننده خواهد بود.

۳- نتایج

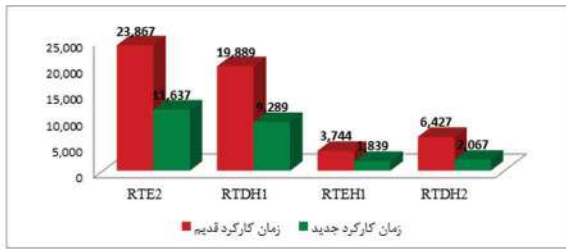
این روش که در حال حاضر برای یکی از میزهای غلتکی (RTE2) در قسمت ورودی استند اجرا شده است، نتایج قابل توجهی را به دنبال داشته است. جهت بررسی نتایج این روش، از اطلاعات آرشیو اتوماسیون صنعتی استفاده شده است؛ اطلاعات مربوط به تمامی ورق های تولیدی شرکت فولاد اکسیژن خورستان در یک سال گذشته شامل تعداد ورق های تولیدی، تعداد پاس ورق، شماره هر پاس، طول لحظه ای پاس و طول پیش بینی شده ی پاس بعدی جهت مقایسه انتخاب شدند.

این مقایسه به این صورت انجام شده است که پارامترهای مد نظر این تحقیق از جمله زمان کارکرد موتورها، انرژی مصرفی و درصد بهبود کارکرد هر موتور در دو حالت محاسبه شده است. در حالت اول، این پارامترها با الگوریتم قبلی چرخش موتورها محاسبه شده اند و در حالت دوم، در صورتی که الگوریتم پیشنهاد شده به صورت کامل اجرا شده باشد. در نهایت نیز میزان منافع مالی حاصل از اجرای این طرح قابل محاسبه شده اند که در ادامه قابل مشاهده هستند. در صورتی که این الگوریتم پیاده سازی شود، سرعت میانگین میزهای غلتکی به صورت قابل توجهی کاهش می یابد.



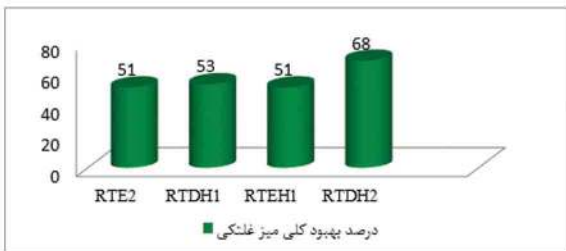
شکل (۲)- مقایسه سرعت Reference و سرعت Feedback میز غلتکی RTE2 قبل و بعد از اجرای الگوریتم پیشنهادی

قبل از اجرای این الگوریتم (منحنی بالا)، سرعت های Reference و میانگین Feedback تقریباً برهم منطبق هستند؛ این بدان معنی است که تمام موتورهای میز غلتکی مورد نظر طبق سرعت Reference به چرخش در آمده اند. اما بعد از اجرای این الگوریتم (منحنی پایین)، در ۳ پاس اول نورد، سرعت میانگین Feedback صفر است؛ یعنی با توجه به طول ورق، نیاز به چرخش هیچ کدام از موتورهای این میز غلتکی نبوده است. در پاس های ۴ و ۵، تعداد ۷ موتور وارد مدار



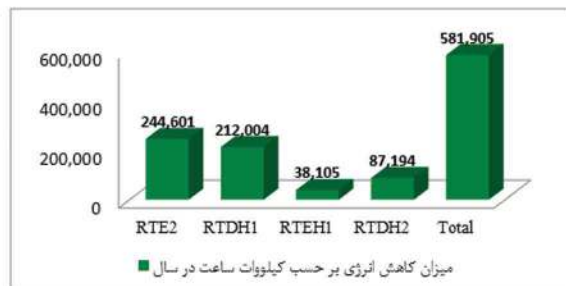
شکل (۶) - مقایسه‌ی زمان کارکرد میزهای غلتکی مختلف در الگوریتم قبلی و الگوریتم پیشنهادی

همان‌طور که در شکل (۶) دیده می‌شود، ساعت کارکرد مجموع موتورهای میز غلتکی RTDH1 در یکسال گذشته نزدیک به ۲۰,۰۰۰ ساعت بوده که با الگوریتم پیشنهادی این عدد تقریباً به ۹,۰۰۰ می‌رسد. اگر از درصد بهبود زمان کارکرد کل موتورهای هر میز غلتکی میانگین گرفته شود، نتایج به صورت شکل (۷) خواهند شد.



شکل (۷) - درصد بهبود زمان کارکرد میانگین میزهای غلتکی با استفاده از الگوریتم پیشنهادی

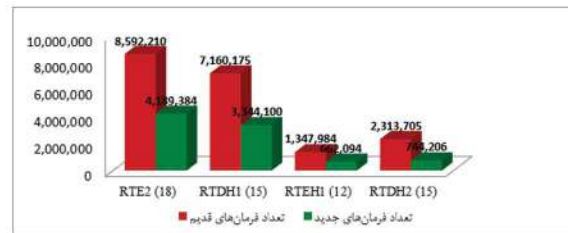
همان‌طور که گفته شد، کاهش زمان کارکرد موتورهای الکتریکی تأثیری مستقیم در کاهش انرژی الکتریکی مصرفی و هزینه‌ی انرژی الکتریکی دارد. با استفاده از الگوریتم پیشنهاد شده، میزهای غلتکی مختلف به میزان اعداد ارائه شده در شکل (۸)، کاهش انرژی مصرفی خواهند داشت. لازم به ذکر است که اطلاعات دقیق‌تر مربوط به هریک از موتورهای این میزهای غلتکی، محاسبه شده و قابل ارائه است.



شکل (۸) - میزان کاهش انرژی الکتریکی مصرفی (کیلووات ساعت) میزهای غلتکی با استفاده از الگوریتم پیشنهادی

اگر نتایج شکل (۴) برای موتور شماره‌ی ۱۴۸ بررسی شود، می‌توان به این نتیجه رسید که مصرف برق این موتور الکتریکی با الگوریتم پیشنهادی، معادل ۷۶٪ کاهش داشته است؛ همچنین این موتور به دلیل اینکه فقط ۲۴٪ الگوریتم قبلی در مدار می‌آید، استهلاك قطعات مکانیکی آن نیز تقریباً تا همین میزان (۷۶٪) کاهش پیدا خواهد کرد که این مورد تأثیر به‌سزایی در کاهش زمان تعمیرات و هزینه‌ی تأمین قطعات خواهد داشت. با در نظر گرفتن هزینه‌ی تأمین یک موتور جدید تا همین مشخصات که تقریباً معادل ۳۳,۰۰۰ یورو است، این الگوریتم می‌تواند با افزایش عمر مفید موتور، تأثیر بسیار بالایی در کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از خروج ارز داشته باشد.

با توجه به ماهیت نورد ورق‌های فولادی، حتی ۱ موتور از موتورهای میزهای غلتکی، نقش مهمی در نورد یک ورق ایفا می‌کند. به طوری که از مدار خارج شدن فقط ۱ موتور می‌تواند مشکلاتی از قبیل چرخش ناخواسته‌ی تختال و/یا ساییدگی ورق به دلیل سنکرون نبودن سرعت موتورهای در کنار هم را موجب شود. همچنین بعضاً مشاهده شده که از مدار خارج شدن یک موتور در تختال‌های سنگین، باعث توقف تختال و رد شدن آن در اثر افت دمایی شده است. بنابراین، کاهش زمان کارکرد یک موتور، مطمئناً نقش زیادی در آماده بکاری موتور و افزایش قابلیت اطمینان خط نورد خواهد داشت. اگر این موضوع برای میزهای غلتکی مختلف در طرفین غلتک‌های نوردی اعمال شود، نتایجی مطابق با شکل‌های (۵-۹) خواهد داشت.

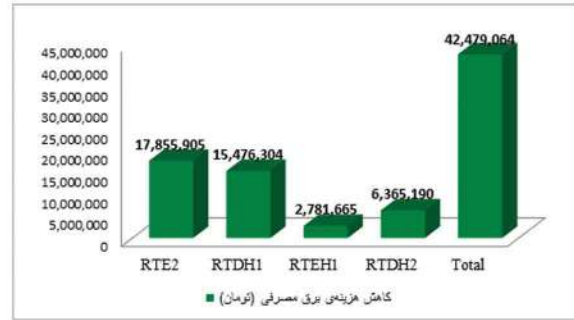


شکل (۵) - مقایسه‌ی تعداد فرمان‌های میزهای غلتکی مختلف در الگوریتم قبلی و الگوریتم پیشنهادی

به عنوان مثال در مورد میز غلتکی RTE2 که مشتمل بر ۱۸ موتور است، مجموع موتورهای این میز غلتکی در یکسال گذشته، تقریباً ۸/۶۰۰/۰۰۰ بار فرمان چرخش گرفته‌اند. اما در صورتی که الگوریتم پیشنهادی در این بازه‌ی زمانی اعمال شده بود، تعداد این فرمان‌های الکتریکی (که زمان هر کدام از این فرمان‌ها به‌طور میانگین به ۱۰ s می‌رسد) تقریباً به ۴/۲۰۰/۰۰۰ کاهش پیدا می‌کرد. میزان ساعت کارکرد میزهای غلتکی مختلف را در شکل (۶) می‌توان مشاهده کرد.

نیاز ندارد؛ لذا می‌توان ادعا کرد که به محض اجرا، وارد بازه‌ی سودآوری می‌شود. همچنین با توجه به توضیحات ارائه شده در متن، در میزهای غلتکی مورد مطالعه، موتورهای دورتر از استند (مانند موتور شماره‌ی ۱۴۸)، بهبود به مراتب بهتری نسبت به موتورهای نزدیک‌تر به استند مانند موتور شماره‌ی ۱۶۵ خواهند داشت. کما اینکه موتور شماره‌ی ۱۴۸ تقریباً ۷۶٪

این میزان از صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی، کاهش هزینه‌ای را در پی خواهد داشت که با توجه به تعرفه‌های موجود، میانگین وزنی بین شرایط کم‌باری، میان‌باری و اوج بار، تقریباً عدد ۷۳ تومان به ازای هر کیلووات ساعت را نتیجه می‌دهد.



شکل (۹)- میزان کاهش هزینه‌ی برق مصرفی با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در بازه‌ی ۱ سال گذشته

در بازه‌ی یکسال گذشته، تقریباً ۲۰۰۰ نفر ساعت جهت تعمیرات موتورهای خط نوردی در شرکت فولاد اکسین خوزستان صرف شده است. با در نظر گرفتن درصد بهبود زمان کارکرد میزهای غلتکی که هر کدام از آن‌ها حداقل ۵۰٪ است، شاید بتوان به اعدادی نزدیک یا کمتر از ۱۰۰۰ نفر ساعت در سال نیز رسید. یکی دیگر از نکات حایز اهمیت اجرای این الگوریتم این بوده است که پروفیل‌های جریان، قبل و بعد از اجرای این الگوریتم اندازه‌گیری شده و با هم مقایسه شده‌اند. اجرای این الگوریتم هیچ‌گونه تأثیر منفی در شرایط هارمونیکی نداشته بلکه فقط میانگین جریان را تا حدود ۵۰٪ کاهش داده است.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با بکارگیری الگوریتم پیشنهادی در خط نورد، مبنای چرخیدن یا ساکن ماندن موتورهای میز غلتکی، طول ورق در پاس فعلی یا پاس بعدی خواهد بود؛ بنابراین، موتورهای دیگر به صورت گروهی فرمان نمی‌گیرند و فقط در صورت نیاز، وارد مدار می‌شوند. این سیستم پیشنهادی باعث می‌شود که موتورهای میزهای غلتکی به طور میانگین، بیش از ۵۰٪ از کارکرد قبلی‌شان را در حالت ساکن بمانند. این کاهش چشم‌گیر در زمان کارکرد موتور از چند جنبه‌ی موجب سودرسانی می‌شود:

- کاهش هزینه‌ی برق مصرفی
- کاهش استهلاک قطعات مکانیکی درگیر با موتور
- کاهش خرابی‌ها و کاهش زمان توقف‌های ناشی از موتورهای خط
- کاهش نفر ساعت مورد نیاز جهت نگهداری و تعمیر موتور
- کاهش هزینه‌ی تامین قطعات یا احتمالاً تعویض موتور
- افزایش آماده‌به‌کاری و قابلیت اطمینان سیستم
- یکی دیگر از نقاط قوت این الگوریتم این است که هزینه‌ی اجرای آن تقریباً صفر بوده است و هیچ‌گونه قطعه‌ی مصرفی



در اثر کارکرد بیش از حد دچار استهلاک شدید و مشکلات ناشی از آن نشده و حتی الامکان خرابی‌های احتمالی کاهش یابد.

موتور شماره‌ی ۱۶۵ تقریباً ۱۶٪ نسبت به حالت قبلی، بهبود داشته‌اند. لذا پیشنهاد می‌گردد که بعد از بازه‌های زمانی مشخص میان‌مدت، نسبت به تعویض موتورهای ابتدایی و انتهایی میز غلتکی اقدام کرد؛ به این ترتیب می‌توان انتظار داشت تا در درازمدت، موتورها به زمان کارکرد یکسانی برسند. این موضوع موجب می‌شود که موتورهای نزدیک‌تر به غلتک‌های نوردی،





اجرای سیستم مانیتورینگ درایو (Drive Monitoring) در شرکت فولاد اکسین خوزستان برای اولین بار در کشور

محمی الدین رحمانی^۱، علی ذوقی^۲، آزاد خورده‌بین^۳، مجتبی مسعودی پور^۴

شرکت فولاد اکسین خوزستان

چکیده

باتوجه به اهمیت پایش لحظه‌ای سیستم‌ها در فرآیند نورد ورق‌های فولادی، پروژه‌ی پیش‌رو در راستای پایش وضعیت درایوهای خط نورد شرکت فولاد اکسین خوزستان انجام شد. در این پروژه علاوه بر پایش لحظه‌ای پارامترهای درایوهای مذکور، امکان مشاهده‌ی خطاها در صورت رفع شدن توسط واحدهای دیگر نیز وجود دارد.

این پروژه در صورت بروز هرگونه خطا برای درایو، تمامی پارامترهای آن را در لحظه‌ی خطا ثبت کرده و بایگانی می‌کند. بایگانی خطاهای یک درایو در بلندمدت، می‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین نت پیشگیرانه و یا اصلاحی باشد. همچنین متمرکز شدن اطلاعات مربوط به درایوهای شرکت در یک سیستم، زمان زیادی را در مشاهده‌ی خطا و رفع آن صرفه‌جویی کرده است.

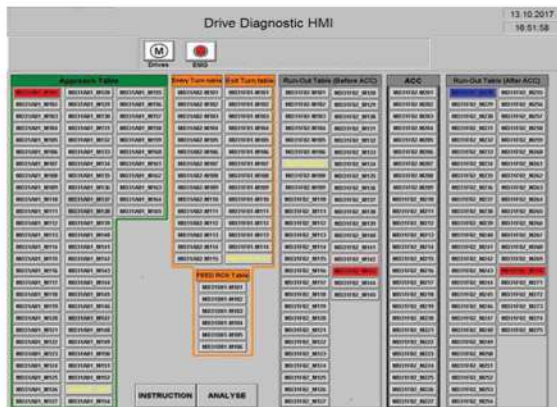
این پروژه کاملاً توسط پرسنل شرکت فولاد اکسین خوزستان طراحی و انجام شده است؛ نرم‌افزارهای مشابه که توسط شرکت‌های خارجی ارائه می‌شوند در صورت ارایه‌ی این امکانات هزینه‌ی تقریبی معادل ۵/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال را به مجموعه تحمیل می‌کنند. رجوع به بایگانی تعمیراتی درایوهای مذکور، کاهش بیش از ۳۰ درصدی سرانه‌ی تعمیرات را نسبت به سال گذشته نشان می‌دهند؛ این موضوع یکی از نتایج پایش لحظه‌ای سیستم و افزایش سرعت در رفع خطاها است.

کلمات کلیدی: پایش لحظه‌ای، ABB Drives، آماده به‌کاری، قابلیت اطمینان، رفع خطا

1. Email: mo.rahmani@oxinsteel.com
2. Email: a.zoghi@oxinsteel.com
3. Email: a.khordehbin@oxinsteel.com
4. Email: m.masoudipour@oxinsteel.com

۱- مقدمه

تمام برنامه‌های مورد نیاز جهت انجام این فرایند، در نرم‌افزارهای مربوط به کنترل‌کننده^{۱۱} های اتوماسیونی نوشته شد. برای پایش سیستم نیز از HMI^{۱۲} شرکت زیمنس استفاده شده است. نمای کلی صفحه‌ی اصلی و ابتدایی این برنامه، به صورت شکل (۱) می‌باشد.



شکل (۱) - نمای صفحه‌ی اصلی پروژه‌ی Drive Monitoring

در این صفحه، جهت تفکیک خطاهای مختلف و انواع آن‌ها، از رنگ‌ها و هشدارهای چشم‌گزن استفاده شده است. در مجموع این صفحه قادر به نشان دادن تمام شرایط یک درایو، از جمله موارد زیر می‌باشد.

- Online Fault
- Offline Fault
- Online Alarm
- Offline Alarm
- Bypassed Drive
- Drive OK

با توجه به ماهیت عملکردی این درایوها در خط نورد و دسترسی هم‌زمان واحد تولید و واحد برق به این درایوها، در صد بالایی از مواقع، خطاهای به وجود آمده برای یک درایو، به دلیل حساسیت تولید، توسط پرسنل تولید رفع^{۱۳} می‌شوند. به همین علت حالت‌های Off line در این سیستم ایجاد شدند تا در صورت رفع خطا توسط واحد تولید، پرسنل برق که متولی اصلی این تجهیزات هستند، نسبت به خطاهای به وجود آمده اطلاع پیدا کرده و در صورت نیاز، اقدامات لازم را انجام دهند. در واقع در صورت رفع خطا توسط واحد تولید، هشدار مربوطه اصطلاحاً Latch می‌ماند تا مجدداً توسط پرسنل برق مشاهده شود.

یکی دیگر از امکاناتی که در این پروژه ایجاد شده است، امکان با یگانگی تمامی خطاها و هشدارهای به وجود آمده برای درایوها

امروزه رقابتی شدن روزافزون صنایع تولیدی، ارتقاء سطح کیفی محصولات را به یکی از ارکان اصلی ماندگاری در عرصه‌ی صنعت تبدیل کرده است. بدون شک صنعت نورد فولاد نیز از این قاعده مستثنی نیست. این موضوع موجب شده است که در تمام شرکت‌های پیشرفته، پایش سیستم بیش از پیش اهمیت پیدا کرده و یکی از اصول حیاتی و تفکیک‌ناپذیر هر کارخانه‌ای شود. پایش سیستم^{۱۴} به صورت لحظه‌ای^{۱۵} باعث می‌شود که خطا^{۱۶} های پیش آمده در مدت زمان کمتری تشخیص داده شده و رفع شوند. این موضوع آماده به‌کاری سیستم را ارتقا داده و میانگین توقف‌های سالیانه را کاهش می‌دهد.

در نورد ورق‌های فولادی و بالاخص در نوردهای رفت و برگشتی، کنترل موتورهای خط نورد اهمیت بسیار بالایی در فرآیند نورد دارد. کنترل این موتورها توسط تجهیز درایو^{۱۷} صورت می‌پذیرد. تعداد بالای درایوهای موجود در شرکت فولاد اکسین خوزستان، باعث شده است که توقف‌های ناشی از خطاهای درایو زیاد باشد و سالیانه عدد قابل توجهی را به خود اختصاص دهد؛ با بررسی اجمالی سابقه‌ی توقف‌های خط نورد این شرکت در یکسال گذشته، این موضوع به وضوح قابل مشاهده است. همچنین تعداد بسیار بالای درایوهای خط نورد و گستردگی سالن‌های نگهداری آن‌ها، حضور پرسنل برق در این سالن‌ها را دشوار کرده و امکان پایش آن‌ها به صورت شبانه‌روزی عملاً فراهم نیست.

شرکت‌هایی مانند Iba AG سیستم‌هایی جهت پایش وضعیت ارایه می‌دهند که به عنوان مثال سیستمی با قابلیت پایش ۱۲۸ متغیر^{۱۸}، هزینه‌ی تقریبی ۱/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال (۲۰۰۰۰ یورو) را دربر خواهد داشت که این تعداد متغیر، تنها بخش کوچکی از نیازهای شرکت فولاد اکسین خوزستان را برآورده می‌کند.

۲- تعریف مسئله و روش پیشنهادی

به دلیل مشکلات موجود در زمینه‌ی درایوهای خط نورد، کمبود نرم‌افزاری جهت پایش وضعیت سیستم و نیز با یگانگی^{۱۹} اطلاعات این تجهیزات به شدت احساس می‌شد. لذا تصمیم به ایجاد این نرم‌افزار گرفته شد. در این راستا با استفاده از امکانات نرم‌افزارهایی همچون WinCC، Codesys و Simatic Manager شرایطی جهت نیل به اهداف ذکر شده فراهم گشت. در قدم اول طبق نظر کارشناسان مربوطه، اطلاعات مدنظر جهت پایش انتخاب شدند که این اطلاعات مشتمل بر موارد زیر هستند:

- Main Status Word
- Main Command Word
- Fault Word 1
- Fault Word 2
- Alarm Word 1

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 5. Monitoring | 10. Achieving |
| 6. Online Monitoring | 11. PLC |
| 7. Fault | 12. Human Machine Interface |
| 8. Drive | 13. Reset |
| 9. Tag | |

علاوه بر امکانات ذکر شده، بایگانی تمام خطاهای به وقوع پیوسته در قالب فایل‌های با حجم پایین، شرایطی را فراهم کرده است تا در بازه‌های چندماهه، با رجوع به این بایگانی‌ها، نسبت به خطاهای درایوهای مختلف اطلاعات مفیدی کسب شود.

MSW (Par 8.01)	4659	CW (Par 7.01)	1029	FW1 (Par 9.01)	0	FW 2(Par 9.02)	0	AW 1(Par 9.04)	0
READY ON	ON	SHORT CIRC	SUPPLY PHASE	START INHIBIT					
READY RUN	OFF 2	OVERCURRENT	NO MOTOR DATA	EM STOP					
READY REF	OFF 3	DC OVERVOLT	DC UNDERVOLT	TO BE ADDED					
TRIPPED	RUN	ACS 800 TEMP	CABLE TEMP	MOTOR TEMP					
OFF_2_STA	RAMP_OUT_ZERO	EARTH FAULT	INV DISABLED	ACS800 TEMP					
OFF_3_STA	RAMP_HOLD	to be added	ENCODER 1 ERR	ENCODER1 ERR					
SWC ON INHIB	RAMP_IN_ZERO	MOTOR TEMP	I/O COMM ERR	ENCODER2 ERR					
Alarm	RESET	SYSTEM_FAULT	CONTROL B TEMP	DIGITAL IQ(RMIO)					
AT_SETPOINT	INCHING 1	UNDERLOAD	to be added	ANALOG IO(RMIO)					
Remote Control	INCHING 2	OVERFREQ	OVER SWFREQ	EXT DIGITAL IO(RDIO)					
Above limit	REMOTE_CMD	to be added	ENCODER 2 ERR	EXT ANALOG IO(RAIO)					
RESERVED	RESERVED	CH2 COM LOS	PPCC LINK	CH2 COM LOS					
INTERNAL_INTERLOCK	RESERVED	SC (INU1)	COMM MODULE	TO BE ADDED					
RESERVED	RESERVED	SC (INU2)	PANEL LOST	TO BE ADDED					
RESERVED	RESERVED	SC (INU3)	MOTOR STALL	EARTH FAULT					
RESERVED	RESERVED	SC (INU4)	MOTOR PHASE	TO BE ADDED					

شکل (۳) - صفحه‌ی مربوط به جزئیات هر درایو

به‌عنوان مثال در صورتی که یک درایو به‌صورت مداوم خطای over current داشته باشد، این امر می‌تواند حاکی از گیر مکانیکی در موتور باشد. بنابراین، اطلاعات ذخیره شده در این پروژه، می‌تواند معیار خوبی برای جهت‌دهی به تعمیرات ماهیانه و سالیانه‌ی یک درایو و موتور متصل به آن باشد و جهت تعیین نت پیشگیرانه استفاده شود.

۳- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

اجرای پروژه‌ی Drive Monitoring، اطلاعات مربوط به کل درایوهای شرکت را در یک نقطه متمرکز کرده و بدین طریق باعث شده است تا زمان قابل توجهی در مشاهده و رفع خطاهای درایوهای خط نورد صرفه‌جویی شود. همچنین بایگانی خطاهای درایوها، اطلاعات بسیار مفیدی در مورد این تجهیزات ارایه می‌کند که این اطلاعات در صورت استفاده در برنامه‌های تعمیراتی، بدون شک بازدهی این تعمیرات را به مراتب بالاتر خواهند برد.

در این پروژه و با استفاده تخصص پرسنل شرکت فولاد اکسین خوزستان، مجموعاً نزدیک به ۱۸۰۰ متغیر در حال پایش هستند که نرم‌افزارهای مشابه مانند شرکت Iba AG، جهت پایش این تعداد متغیر، قیمت‌هایی قریب به ۵/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال را پیشنهاد می‌کنند. در صورتی که هزینه‌ی این پروژه برای شرکت فولاد اکسین، فقط محدود به نفر ساعت پرسنل ذکر شده در این مقاله می‌باشد.

است. این ویژگی به این صورت است که در صورتی که هر یک از سه پارامتر 1- Fault Word 2 و Alarm Word 1 تغییر غیر صفر داشته باشند، برنامه پنج پارامتر مورد پایش را در آن لحظه ثبت کرده و بایگانی می‌کند. این اتفاق را می‌توان در شکل (۲) مشاهده کرد.

شکل (۲) - ثبت پارامترهای درایو در لحظه‌ی خطا

همان‌گونه که در شکل بالا دیده می‌شود، دو مرتبه پارامتر Fault Word 2 تغییر داشته است و در واقع درایو دچار خطا شده است که در هر دو مورد، برنامه تمام پنج پارامتر را ثبت کرده و در پنجره‌ی مورد نظر ضبط می‌کند.

این موضوع باعث می‌شود تا اپراتور، دید بهتری نسبت به شرایط درایو در لحظه‌ی خطا داشته باشد و بتواند شرایط خطا را بهتر تحلیل کند.

همچنین در صفحه‌ای اصلی این پروژه، در صورت انتخاب هر یک از درایوهای موجود در صفحه، صفحه‌ای مجزا برای هر درایو باز می‌شود که تمام اطلاعات آن درایو را در خود دارد. این اطلاعات تغییرات لحظه‌ای پارامترهای ذکر شده را نیز نشان می‌دهد.

قبل از ایجاد این پروژه، تحلیل شرایط لحظه‌ای درایو کار دشواری بود؛ به این دلیل که مشاهده‌ی لحظه‌ای پارامترهای مختلف از روی پنل درایو، ممکن نبوده و مشاهده‌ی آن‌ها از نرم افزارهای مربوط به درایو نیز کار زمان‌بری بود. ضمن اینکه مشاهده‌ی آن‌ها در نرم‌افزارهای مخصوص درایو نیز، جزئیاتی در مورد یک بیت^{۱۴} های این پارامترها به اپراتور نمی‌دهد.

در کنار صفحه‌های مذکور، صفحه‌ای تحت عنوان Analyze در این پروژه طراحی شده است که جهت تحلیل شرایط درایو در حالات مختلف قابل استفاده است؛ پیش از این، جهت تحلیل شرایط درایو، باید اپراتور ضمن یادداشت اعداد پارامترها، به صورت مکرر به پرینت‌های کاغذی موجود رجوع می‌کرد که این امر، علاوه بر اتلاف وقت، احتمال اشتباه را به شدت بالا می‌برد.

در صفحه‌ی به‌وجود آمده، با وارد کردن اعداد پارامترهای مختلف، جزئیات آن‌ها به‌صورت لحظه‌ای قابل مشاهده بوده و تحلیل آن‌ها را بسیار ساده تر کرده است.

با مقایسه‌ی اطلاعات مربوط به تعمیرات سالیانه، تعمیرات درایوهای مورد بررسی این پروژه فقط در ناحیه‌ی گرم، در ۴ ماهه نخست سال ۱۳۹۶ نسبت به بازه‌ی مشابه سال ۱۳۹۵ بیش از ۳۰ درصد کاهش داشته است که این موضوع از نتایج پایش لحظه‌ای درایوها است و مطمئنًا افزایش آماده به کاری سیستم را در پی خواهد داشت.





راه اندازی کارگاه تعمیر درایوهای ABB در شرکت فولاد اکسین خوزستان برای اولین بار در کشور

آزاد خورده‌بین^۱، محمد صالحی^۲

شرکت فولاد اکسین خوزستان

چکیده

عملکرد مناسب موتورهای خط تولید نقش مهمی در نورد ورق‌های فولادی به‌ویژه در نوردهای رفت و برگشتی دارد. این عملکرد تاثیر مستقیمی در کیفیت ورق‌های تولید شده دارد. این موتورها توسط کنترل‌کننده‌های بسیار پیشرفته‌ای به نام درایو کنترل می‌شوند. تعداد بالا و نقش بسیار مهم این تجهیزات در خط تولید، حساسیت آماده‌به‌کاری این تجهیزات را بالا برده و آن‌ها را به موضوعی غیر قابل ریسک تبدیل کرده است.

تعداد بالای این درایوها سرانه‌ی تعمیرات را افزایش داده و در صورت برون‌سپاری تعمیر این درایوها، قابلیت اطمینان سیستم کاهش پیدا کرده و توقف‌های احتمالی ناشی از خرابی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. همچنین هزینه‌های بالای تعمیر و تامین قطعات این تجهیزات، آن‌ها را به قطعاتی هزینه‌بر تبدیل کرده است.

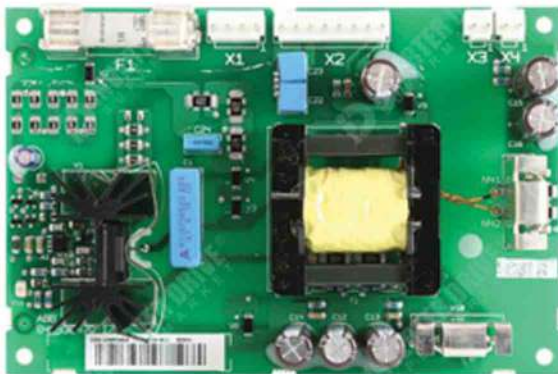
به همین منظور در شرکت فولاد اکسین خوزستان، کارگاه تعمیر درایوهای شرکت ABB راه‌اندازی شد تا از برون‌سپاری تعمیر این تجهیزات جلوگیری شده و هزینه‌های مربوطه که بار مالی سنگینی داشته‌اند صرفه‌جویی شوند. در این راستا با بومی‌سازی دانش فنی عیب‌یابی و تعمیر این درایوها، دستاوردهای قابل توجهی به دست آمده و کاهش زمان سرانه‌ی تعمیرات درایوهای شرکت، موجب شده است که قابلیت اطمینان سیستم به صورت قابل توجهی افزایش یابد.

کلمات کلیدی: درایوهای ABB، قابلیت اطمینان، کاهش هزینه‌های تعمیرات، کارگاه درایو، عیب‌یابی

1. Email: a.khordehbin@oxinsteel.com

2. Email: m.salehi@oxinsteel.com

جهت تامین ولتاژ مورد نیاز، یک یکسوساز^۸ وظیفه‌ی تامین ولتاژ مستقیم^۹ را در دو سطح ۷۳۲۵ و ۷۵۸۰ ایفا می‌کند. با این سطوح ولتاژ می‌توان تمامی درایوهای موجود در شرکت فولاد اکسین خوزستان را تست و راه‌اندازی کرد. یکی دیگر از قابلیت‌های امکانات فراهم شده، تست کارت کنترل‌کننده‌ی نرم‌افزاری RMIO است که وظیفه‌ی اصلی کنترل موتور را به‌دوش می‌کشد. از جمله دستاوردهای راه‌اندازی این کارگاه در بازه‌ی زمانی ۴ ماه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: الف) تست کارت APOW به قسمت تقریبی ۳۳۶۰۰ یورو که پیش از این به دلیل نبود فضا و امکانات مناسب امکان عملی شدن نداشت.



شکل (۲) - کارت APOW

ب) تست و راه‌اندازی کارت AINT-12C به قیمت تقریبی ۸۳۴۰۰ دلار.
ج) تست و راه‌اندازی کارت AGPS-21C به قیمت ۲۱۰۰ دلار بر روی اینورتر^{۱۰}های معیوب تعمیر شده.



شکل (۳) - کارت AGPS-21C

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 3. Motor Speed | 7. Pulse Width Modulation |
| 4. Motor Torque | 8. Diode |
| 5. Drive | 9. DC Voltage |
| 6. Switching | 10. Inverter |

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین ارکان خط تولید در نورد ورق‌های فولادی، موتورهای (غلنگ‌ها) خط تولید هستند که پارامترهایی همچون سرعت^۳ و گشتاور^۴ موتور، نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در کیفیت و خواص ورق تولید شده دارند. کنترل این پارامترها توسط تجهیز درایو^۵ صورت می‌گیرد. این عمل توسط کلیدزنی^۶ های با فرکانس بسیار بالا و با استفاده از تکنیک کنترل عرض پالس^۷ انجام می‌شود. یکی از بهترین درایوهای موجود در صنعت، درایوهای شرکت ABB هستند که شرکت فولاد اکسین خوزستان نیز جهت کنترل موتورهای خط نورد از همین درایوها بهره می‌برد.

طبیعتاً تکنولوژی بسیار پیشرفته‌ی این تجهیزات، هزینه‌های بسیار بالای خرید و تامین قطعات آن‌ها را نیز دربر خواهد داشت. همچنین تعمیر و نگهداری این تجهیزات حساس، دانش فنی بالایی را می‌طلبد. تاکنون تقریباً تمام موارد، تعمیر درایوهای شرکت فولاد اکسین خوزستان به‌صورت برون‌سپاری صورت می‌پذیرفت. با توجه به تعداد بسیار بالای درایوهای مورد استفاده در این شرکت، بالتبع تعداد خرابی‌ها قابل توجه است؛ لذا برون‌سپاری تعمیر درایوها، علاوه بر تحمیل هزینه‌های تعمیر و حمل و نقل به شرکت، مدت زمان زیادی را به خود اختصاص می‌داده که این موضوع باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم می‌شد. علاوه بر این، در برخی موارد نیز بعد از صرف هزینه‌ها و گذشتن چند ماه، درایو به دلیل عدم توانایی شرکت‌های مربوطه، به‌صورت تعمیر نشده به شرکت بازگشته است.

با توجه به مسایل گفته شده، اخیراً نیاز به بومی سازی دانش فنی تعمیر و نگهداری این درایوها بیش از پیش احساس شد. این امر می‌تواند تاثیر بالایی در کاهش هزینه‌های تعمیر و نیز افزایش آماده به‌کاری سیستم ایفا کند.

۲- شرح پروژه

جهت رفع نواقص ذکر شده در پاراگراف‌های قبلی، در چندماه اخیر نسبت به ایجاد کارگاه تعمیر و آموزش درایو اهتمام ورزیده شد. این تلاش منجر به راه‌اندازی کارگاه تعمیر و آموزش درایو شده است.



شکل (۱) - کارگاه درایو

شرکت، پیش از این به طور میانگین ۸ الی ۱۲ هفته زمان می برد، آماده به کاری سیستم و قابلیت اطمینان خط تولید را کاهش می داد؛ تعمیر درایوها در کارگاه درایو حداکثر ۴ روز به ازای هر درایو زمان برده است. در این کارگاه که اولین نوع خود در سطح کشور است، این امکان فراهم شده است تا به موازات مزایای مالی و کاهش زمان تعمیرات، اهداف آموزشی نیز پیگیری شده و پرسنل این شرکت بتوانند در فضایی به دور از نگرانی های ناشی از توقف خط تولید، نسبت به یادگیری این تکنولوژی اهتمام ورزیده و رشد قابل توجهی در این زمینه داشته باشند.

هم اکنون نیز واحد برق و اتوماسیون شرکت فولاد اکسین خوزستان این آمادگی را دارد که در مورد درایوهای شرکت ABB و تمامی اجزای جانبی آن، به علاقه مندان در این زمینه، مشاوره فنی داده و نیز در خصوص تعمیر و رفع عیب درایوهای مذکور همکاری نماید.

د) عیب یابی و تعمیر (عدد اینورتر ACS800-104-0175-3-0175-3-0175-3) که این درایو پس از تعمیر و تست در کارگاه درایو، در یکی از پنل های خط تولید نصب شده و مورد بهره برداری قرار گرفته است. کارت AGPS مربوط به اینورتر این درایو دچار مشکل شده بود که بعد از تشخیص عیب، با یک کارت سالم جایگزین شده و مراحل تست را با موفقیت گذرانده است.

ه) احیاء یک عدد اینورتر ACS800-104-0260-3-Q950 که این تجهیز به دلیل اینکه فاقد کارت AINT بوده، قابل بهره برداری نبود. پس از نصب کارت مذکور و سرویس و تست، این درایو عملیاتی شده و آماده بهره برداری است. لازم به ذکر است که قیمت این درایو تقریباً ۵۷۰۰۰ دلار است.

و) تعویض یک عدد IGBT مربوط به اینورتر ACS800-104-0260-3-0260-3-0260-3 که مدت زمانی طولانی به همین دلیل بلااستفاده بوده و اکنون با گذراندن مراحل تعمیر و تست، آماده بهره برداری است.



شکل (۴) - اینورتر ACS800-104-0260-3

ز) تعمیر اینورتر شماره ACS800-104-0175-3-0175-3 مربوط به خط تولید که پس از بررسی و عیب یابی، مشخص شد که کارت AINT این اینورتر دچار مشکل است. این اینورتر نیز مدت ها بلااستفاده بوده پس از رفع عیب، آماده بهره برداری است.

۳- نتیجه گیری

در مجموع با راه اندازی کارگاه درایو و حذف برون سپاری تعمیر درایوهای شرکت فولاد اکسین خوزستان، هزینه ای معادل ۲/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال در بازه زمانی ۴ ماه صرفه جویی شده است. همچنین با توجه به اینکه تعمیر درایوهای این





بومی سازی غلتک کاری نوردی شرکت فولاد اکسین خوزستان به وزن ۵۶ تن و به روش ریخته گری گریز از مرکز

بابک نظری^۱، شهرزاد غالبان^۲

۱- مقدمه

بر اساس سفارش شرکت فولاد اکسین خوزستان، پروژه ساخت غلتک های نوردی با ابعاد فوق سنگین و منحصر به فرد بوسیله شرکت تولیدی چدن سازان انجام گردید. فرآیند تولید غلتک های مذکور یک پروژه ملی و افتخاری برای صنعت فولاد کشور می باشد. این غلتک با طول حدود ۹ متر و وزن نهایی ۵۶ تن به روش ریخته گری گریز از مرکز افقی تولید شده است. ساخت این غلتک کشور را از واردات این قطعه مهم که با صرف هزینه و زمان بسیار طولانی همراه می باشد بی نیاز ساخته است. ضمن اینکه ایران را در زمره تولیدکنندگان انگشت شمار این نوع غلتک قرار داده است (کمتر از ۵ تولیدکننده در جهان).



۱- شرکت تولیدی چدن سازان
۲- شرکت فولاد اکسین خوزستان

در این روش به دلیل نیروی گریز از مرکز بسیار بالایی که به ذوب وارد می شود، لایه کاری از لحاظ الگوی انجمادی و لذا خواص فیزیکی، مکانیکی و متالورژیکی بسیار مناسب می باشد. علاوه بر این ریخته گری راندمان بالایی دارد.

استفاده از روش گریز از مرکز افقی به خودی خود یکی از نوآوری های تولید این غلتک بزرگ می باشد. چراکه تولید این غلتک در دنیا تنها از طریق گریز از مرکز عمودی انجام می شود. هر چند که تولید به روش گریز از مرکز عمودی ساده تر می باشد ولی به دلیل ارتفاع زیاد غلتک، بازوی بالای آن باید طی دو مرحله ریخته گری شود که این امر خود می تواند استحکام بازوی بالا را کاهش دهد. در صورتی که در روش گریز از مرکز افقی این گونه نیست و کل بازوی غلتک در یک مرحله ریخته گری می شود.

۲-۲- ساخت دستگاه ریخته گری گریز از مرکز افقی

ساخت دستگاه گریز از مرکز افقی با قابلیت ریخته گری غلتک با طول بشکه ۵/۵ متر با محدودیتهای بسیار گسترده ای همراه بود که توسط تیم تحقیقات فنی چدن سازان انجام شد. نوع خاک و زمین شهرک صنعتی جی برای احداث فونداسیون دستگاه محدودیتهای زیادی ایجاد کرد. با مشاوره از اساتید دانشگاه و همچنین یک شرکت معتبر آلمانی فونداسیون دستگاه طرح ریزی شد. این فونداسیون از این حیث قابل توجه است که علاوه بر تحمل وزن و نیروی بالایی که در حین چرخش سانتریفیوژ وارد می شود، باید از نظر ارتعاش نیز حداقل باشد. ضمن اینکه به دلیل محدودیت فضا، به طراحی و محاسبات پیچیده تری نیاز داشت. علاوه بر این طراحی و ساخت خود دستگاه نیز به عنوان تنها دستگاه سانتریفیوژ افقی با این سایز بزرگ در خاورمیانه طراحی ها و محاسبات گسترده ای را از نظر نوع موتورها، سیستم هیدرولیک، سیستم برق، تجهیزات دقیق کنترلی و... نیاز داشت که خوشبختانه به طور کامل مناسب انجام شد.

۲-۳- طراحی ریخته گری و تراش

به دلیل ابعاد بسیار بزرگ غلتک و محدودیت های دستگاه گریز از مرکز و همچنین محدودیتهای دستگاههای تراش در داخل کشور برای تراش قالبهای ریخته گری و همچنین تراش خود غلتک، مجبور به تغییر در روش های طراحی و قالبگیری غلتک و ابداع مدل های جدید قالبگیری شدیم. علاوه بر این به دلیل محدودیت های اشاره شده در فوق و عدم ضریب اطمینان های معمول، نیازمند محاسبات بسیار دقیق تری در طراحی ها بودیم. طراحی ها و ساخت قالبها به نحوی انجام شد که با کمترین اضافه تراشهای ممکن غلتک نهایی حاصل گردد. علاوه بر این تیم تکنولوژی ماشینکاری نیز جهت تراش غلتک اقدام به طراحی و ساخت یونیت سنگزنی ویژه ای برای این غلتک نمودند.

۲-۴- پارامترهای ریخته گری

محاسبات لازم برای تعیین پارامترهای ریخته گری قالبهای مورد نیاز و بعد از آن تولید خود غلتک به صورت دقیق انجام شد.

۲- روش ساخت

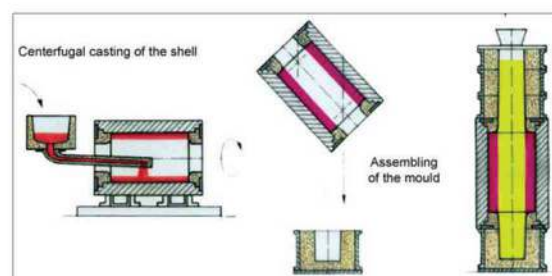
با توجه به نیاز مبرم کشور به این غلتک، تیم تحقیق و توسعه شرکت چدن سازان در ابتدای امر با انجام فاز مطالعاتی در مورد خواص مورد نیاز این غلتکها، تحقیقات لازم را برای انتخاب بهترین روش تولید، ساخت دستگاه گریز از مرکز، انتخاب بهترین گرید آلیاژی و... به انجام رساند که در ادامه خلاصه ای از آنها ارائه می شود:

شماتیک بسیار کلی از مراحل تولید غلتک فوق در شکل زیر ارائه شده است:



۲-۱- انتخاب روش ریخته گری

پس از بررسی انواع روشهای ممکن برای تولید این غلتک، استفاده از روش ریخته گری گریز از مرکز دولایه افقی انتخاب شد. در این روش قالب مخصوص ریخته گری بشکه روی دستگاه گریز از مرکز به چرخش در می آید. بعد از اینکه قالب به سرعت دورانی مناسب رسید، ذوب لایه اول داخل قالب ریخته گری می شود و به دلیل نیروی گریز از مرکز بالا به دیواره قالب می چسبد و انجماد شروع می شود. در این حالت سرعت چرخش قالب، دما و زمان ریخته گری ذوب از اهمیت بالایی برخوردار است. بعد از انجماد کامل پوسته، دستگاه گریز از مرکز خاموش می شود و قالب و پوسته منجمد شده آن روی قالبهای از پیش آماده شده بازوی پایین به صورت عمودی مونتاژ می شود و سپس قالب بازوی بالا نیز روی آن مونتاژ و ذوب ریزی بازوها و مغز بشکه انجام می شود. شماتیک این فرایند در شکل زیر ارائه شده است.



۴- گسترده‌گی کاربرد و اثرگذاری محصول

انتخاب غلتک برای خطوط نورد گرم از موارد مهم و تاثیر گذار در میزان تولید محصول می باشد و این موضوع باید با دقت بسیار انجام پذیرد. عدم انتخاب صحیح غلتک می تواند باعث افزایش هزینه های تولید و حوادث احتمالی شده و همچنین کیفیت ورق (Surface quality, Flatness and Profile) و زمان تعویض غلتک را کاهش دهد. توجه به موارد فوق در مورد غلتکهای کاری ورق عریض از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار است. چراکه هزینه تولید و زمان بهره برداری از آنها بسیار بالاتر می باشد.

با توجه به دلایل فوق، غلتک کاری شرکت فولاد اکسین خوزستان با وزن نهایی ۵۶ تن، نیازمند یک تکنولوژی بالای تولید می باشد و تاکنون نه تنها در ایران و در خاورمیانه تولید نشده، بلکه در دنیا نیز تنها تعداد انگشت شماری از کارخانجات معتبر قادر به تولید آن هستند. این موضوع همراه با مشکلات حمل و نقل بین المللی باعث افزایش قیمت تمام شده این کالا گردیده و زمان تحویل آن را نیز بسیار طولانی (چهارده تا هجده ماه) کرده است.

با توجه به نیاز اساسی و استراتژیک کشور به ورقهای با عرض تا ۴/۵ متر در شرکت فولاد اکسین به عنوان تنها کارخانه تولید این ورقها در خاورمیانه، تأمین غلتک کاری این شرکت در داخل و خودکفا نمودن کشور از واردات این محصول اساسی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

کیفیت بالای محصول تولیدی که از جنس چدن نیمه تیریدی می باشد باعث می گردد خواص مقاومت به سایش و مقاومت به شوکهای حرارتی را همزمان در لایه کاری داشته باشد و علاوه بر این بازوها و مغز غلتک که از جنس چدن داکتیل می باشد در مقابل تنشهای خمشی و پیچش وارد شده در اثر فرایند نورد و سیستم انتقال نیروی از موتور، مقاومت کافی داشته باشد. این خصوصیات منجر به افزایش زمان تعویض غلتکها و تناژ محصول تولیدی به ازای هر غلتک شده و در نتیجه در افزایش راندمان انرژی نیز مؤثر است. چراکه هر چه تولید محصول بیشتری به صورت پیوسته انجام پذیرد راندمان انرژی نیز افزایش می یابد.

از جمله سرعت چرخش دستگاه، زمان انجماد و توقف دستگاه، دماها و دبی های ذوب ریزی، تخمین فاصله های زمانی موجود بین مراحل ریخته گری، نرخ انجماد غلتک در قالب، زمان تخلیه و ... ، همگی با مطالعات گسترده به انجام رسید.

۲-۵- انتخاب گرید آلیاژی

پس از مطالعات اولیه در خصوص شرایط کاری غلتک و نیروهای وارد بر آنها، از میان گریدهای مختلف آلیاژی، گرید نیمه تبدیری (Indefinite Chill) برای لایه کاری انتخاب شد. این گرید شامل مارتنزیت تمپر شده در زمینه به همراه شبکه ای از کاربیدهای مقاوم به سایش و مقداری گرافیت فشرده در ساختار است. زمینه مارتنزیتی و کاربیدها باعث مقاومت به سایش مناسب شده و علاوه بر این، وجود گرافیت در ساختار، غلتک را در مقابل شوکهای حرارتی مقاوم می کند. بازو نیز از جنس چدن داکتیل می باشد که تافنس مناسب را برای تحمل نیروهای پیچشی و خمشی دارد. با توجه به ابعاد بزرگ غلتک در مقایسه با ابعاد غلتکهای معمولی نورد ورق گرم، جهت حصول خواص مناسب و یکنواخت در کل لایه کاری غلتک (طول، محیط و عمق لایه) در انتخاب نوع عناصر آلیاژی، درصد آنها، سیکل عملیات حرارتی و ... کار مشکلی در پیش رو داشتیم که خوشبختانه تحقیقات انجام شده به نتیجه رسید و غلتک تولید شده از جمیع خواص در رنج معیارهای تأیید بود.

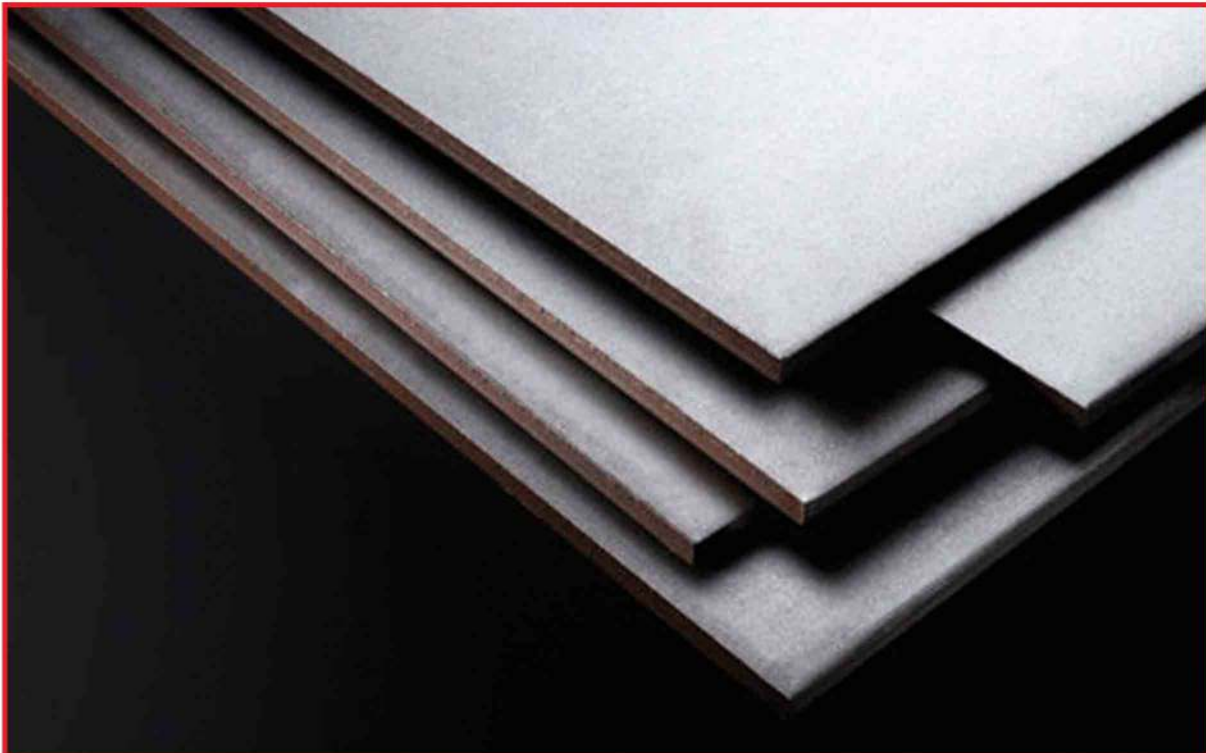
۳- ویژگیهای غلتک تولید شده در مقایسه با محصولات مشابه داخلی یا خارجی

مقایسه خواص مکانیکی غلتک ساخته شده در بهترین شرکت اروپایی و غلتک تولیدی در شرکت چدن سازان در جدول زیر ارائه شده است:

محول شرکت چدن سازان	بهترین محصول اروپایی	
گریز از مرکز افقی	گریز از مرکز عمودی	روش تولید
۷۶-۷۰	۷۶-۷۰	سختی (SHc)
۴۲۲	~ ۴۲۰	استحکام کشی نهایی (MPa)
۷۵۰	۷۵۰	استحکام خمشی (MPa)
۱۶۶	۱۶۰-۱۷۰	مدول یانگ (GPa)
~ ۲۶	~ ۲۲	ضریب انتقال حرارت (W/m.k)
۳ ماه	۲ سال	زمان تحویل
۵۰۰۰	۴۷۰۰	کارکرد غلتکها با همین گرید در مجتمع فولاد مبارکه (ton/mm)
۴۵۰۰	۴۷۸۰	کارکرد غلتکها با همین گرید در شرکت Arcellormittal فرانسه (ton/mm)



تحلیل بازار ورق های فولادی



تحلیل روند بازار داخلی و بین المللی ورق فولادی

محمد خزامی

شرکت فولاد اکسین خوزستان

آینده فولاد جهان

صنعت فولاد به عنوان یکی از پنج صنعت برتر کشور، پیوندهای قوی با صنایعی مانند تولید خودرو، بخش ساختمان و... دارد و به طور متوسط طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۳ سهم ۱۶/۷ درصدی از صادرات، ۸/۵ درصدی از اشتغال و ۱۶/۹ درصدی از ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی را به خود اختصاص داده است.

با توجه به این کارنامه، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی در تحلیلی با بررسی وضع موجود و آتی صنعت فولاد، به ارائه راهکاری برای تحریک تقاضای فولاد پرداخته است. بررسی وضع موجود و آتی این صنعت در ایران و جهان نشانگر کاهش تقاضای جهانی فولاد به خصوص از سوی چین (پیش‌بینی کاهش ۱۵ درصدی تقاضای فولاد چین در سال ۲۰۲۰ نسبت به تقاضای ۷۶۶ میلیون تن فولاد در سال ۲۰۱۳) به دلیل کاهش رونق اقتصاد جهانی در سال ۲۰۱۵ و عدم قطعیت در رابطه با چشم‌انداز اقتصاد چین و روند کاهش قیمت‌ها در بازار کالاهای پایه است. به گزارش دنیای اقتصاد، افزایش شکاف میان ظرفیت تولید و مقدار تولید فولاد (شکاف ۲۲۸ میلیون تنی سال ۲۰۰۵ به ۷۴۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است) و پیش‌بینی کاهش ۵ درصدی تولید فولاد چین (بزرگترین تولیدکننده و مصرف‌کننده جهانی فولاد) تا سال ۲۰۲۰؛ محدود شدن بازارهای قابل دسترس برای ایران در نتیجه شکل‌گیری بازارهای منطقه‌ای (نظیر تشکیل اتحادیه آهن و فولاد عرب یا عضویت ترکیه در اتحادیه گمرکی اروپا) و نیز ایجاد پیوندهای بلندمدت میان کشورهای تولیدکننده سنگ آهن و فولاد (مبادله سنگ آهن و فولاد بین استرالیا، نیوزلند و چین)؛ کاهش تقاضای سنگ آهن ناشی از توسعه تولید چرخشی و استفاده از آهن قراضه در تولید فولاد؛ ظهور محصولات جایگزین (آلیاژها، کامپوزیت‌ها و مواد پلیمری) و سرمایه‌گذاری کشورهای پیشرو همچون ژاپن و آمریکا در زمینه تحقیق و توسعه برای تولید محصولات نوین فولادی؛ سیاست‌های تعرفه‌ای مالیاتی برخی کشورها در راستای حمایت از صنایع داخلی که مانع از صادرات و کاهش تولید فولاد شده است؛ کاهش تقاضای داخلی برای فولاد به دلیل کاهش درآمدهای نفتی، بودجه عمرانی و رکود حاکم بر بخش ساخت و ساز از جمله مواردی است که در این صنعت مشاهده یا پیش‌بینی می‌شود.

فولاد در جهان را ایفا می نماید و لذا اگر این احتمال ناگوار به وقوع بپیوندد، تصور اینکه حجم زیادی از تولید فولادسازان ما با مشکلات عدیده صدور این کالا و انباشت داخلی مواجه شود، بسیار ناگوار و ناخوشایند خواهد بود که حاصلی به جز حجم عظیمی از عرضه در برابر تقاضای ناچیز داخلی و در نتیجه احتمال فروکش نمودن تدریجی قیمت‌های داخلی و بازگشت به قیمت‌های سال گذشته و یا حتی به مراتب پایین از آن نخواهد بود.

الزام فولادسازان به عرضه مواد اولیه در بورس کالا

با دستور وزارت صنعت، معدن و تجارت نحوه تعیین قیمت پایه شمش فولادی برای عرضه در بورس کالای ایران اعلام شد و بر این اساس بهای هر تن شمش عرضه شده در بورس کالا ۸۹ درصد میانگین قیمت هفتگی فروش نقدی میلگرد شامل کلاف ۸ الی ۱۶/۵ و شاخه آجدار ۸ الی ۳۲ در بورس کالای ایران است.

به گزارش چیلان، طبق دستور وزارت صنعت، معدن و تجارت تولیدکنندگان میلگرد آجدار شامل شرکت‌های فولاد خراسان، فولاد میانه (آذربایجان)، فولاد کویر کاشان و ذوب آهن اصفهان به عرضه حداقل ۵۰ درصد از تولیدات خود در بورس کالای ایران ملزم شدند.

مبنای تعیین کننده قیمت شمش؛ میانگین قیمت هفتگی فروش نقدی میلگرد تولیدی کارخانجات فوق شامل کلاف ۸ الی ۱۶/۵ و شاخه آجدار ۸ الی ۳۲ در بورس کالای ایران است. همچنین فولاد خوزستان موظف به عرضه شمش به مقدار بیست هزار تن به صورت هفتگی و بیست هزار تن اسلب (تختال) به صورت یک هفته در میان در بورس کالای ایران برای تنظیم بازار داخلی است. طبق دستور وزارت صنعت، معدن و تجارت تعیین قیمت پایه فروش شمش در بورس کالای ایران معادل با ۸۹ درصد میانگین قیمت میلگرد، محاسبه شده بر اساس مکانیزم یاد شده است. گفتنی است این مفاد جهت تنظیم بازار زنجیره فولاد و در راستای سیاست‌های اجرایی وزارت صنعت، معدن و تجارت بوده و رعایت آن الزامی است. گرچه پیش از این وزارت صمت از اتمام دخالت‌ها در زمینه قیمت‌گذاری زنجیره فولاد خبر داده بود اما این بار می‌گوید این اقدام را به منظور تنظیم بازار فولاد انجام داده است.

روند قیمت ورق در بازار خرده فروشی داخلی



حال به منظور حداقل سازی زیان ناشی از مخاطرات برشمرده، پیشنهادهای زیر را می‌توان ارائه کرد:

۱- مشارکت فولادسازان در توسعه زیرساخت ریلی کشور با هدف گسترش زمینه‌های لازم برای تحریک تقاضای آتی به واسطه توسعه زیرساخت‌های ریلی و تجهیز ناوگان حمل ریلی از طریق انعقاد تفاهم‌نامه بین وزارت صنعت، معدن و تجارت و وزارت راه و شهرسازی. بر اساس سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ باید ۲۵ هزار کیلومتر خطوط اصلی ریلی توسعه یابد که تحقق آن نیازمند سالانه ۱۵۰۰ کیلومتر خطوط ریلی معادل ۱۸۰ هزار تن ریل فولادی است. همچنین حدود نیمی از لکوموتیوهای ناوگان حمل و نقل ریلی کشور بیش از ۳۵ سال عمر دارد که مطابق با سند چشم‌انداز ریلی باید عمر متوسط ناوگان حمل و نقل ریلی به ۱۵ سال کاهش یابد.

۲- انعقاد قرارداد میان شرکت راه آهن، بانک عامل (برای تامین بخشی از هزینه‌های تولید فولاد) و سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی یا کنسرسیومی از کارخانه‌های فولادسازی برای تامین مقاطع و ورق‌های فولادی.

۳- انعقاد قرارداد میان شرکت راه آهن، بانک عامل، پیمانکاران اجرای خطوط ریلی و تولیدکنندگان لکوموتیو، واگن و تجهیزات.

بر اساس این گزارش تولید فولاد مورد نیاز، مستلزم وجود منابع مالی قابل توجهی است که به تنهایی خارج از توان کارخانه‌های فولادسازی کشور است؛ بنابراین باید بخشی از هزینه‌های آن از طریق بانک عامل تامین شده و بقیه هزینه‌ها در قالب انتفاع از درآمدها و مزایای دوره بهره‌برداری پوشش داده شود. بانک عامل می‌تواند بخشی از هزینه‌ها را از طریق منابع بودجه‌ای وزارت راه و شهرسازی تامین کند و مابقی را از منابع مالی خود و در قالب انتفاع از درآمدهای بهره‌برداری تامین کند. از سوی دیگر، با توجه به ظرفیت تولید ۵۵ میلیون تن و مصرف ۳۵ میلیون تن فولاد در افق ۱۴۰۴ که الزام صادرات ۲۰ میلیون تنی را به دنبال دارد، پیشنهاد می‌شود بخشی از محصولات فولادی تولید شده به منظور پایدارسازی بازارهای صادراتی به کشورهای تایلند، ایتالیا، تایوان، اسپانیا، مصر، اردن، هند، مراکش و بنگلادش و مقداری از آن نیز به منظور توسعه بازارهای آتی به کشورهای روسیه، جمهوری آذربایجان، ارمنستان، گرجستان، اندونزی، مالزی، پرغال، لهستان، ازبکستان و سوریه صادر شود.

برجام و بازار فولاد ایران

نکته قابل تأمل بعدی توجه به مسئله احتمال خروج از برجام توسط آمریکا و اثرات آن در بازار فولاد ایران است. بر خلاف تصور اکثر مردم در خصوص اینکه اگر برجام بشکست مواجه گردد؛ فولاد گران خواهد شد؛ این تفکر اشتباهی فاحش است. چراکه کشور ما در خصوص فولاد به غیر از یکی دو تا از اقلام خاص مثل ورق کلاف گرم و سرد؛ نقش صادرکننده

قیمت شد. پیش بینی صاحب نظران حاکی از ادامه روند صعودی قیمت هادر سال ۲۰۱۸ میلادی است.



مقایسه متوسط قیمت ورقهای اکسین و کاویان در سایزهای مشابه



پیش بینی تقاضا در سال ۲۰۱۸

بر اساس گزارش پنجاهمین کنفرانس انجمن جهانی فولاد World Steel در بروکسل، کمیته اقتصادی این انجمن وضعیت بازار جهانی فولاد را به روز آوری کرده است. طبق این گزارش، تقاضای جهانی فولاد از ۱٪ رشد سال گذشته به ۷٪ در سال ۲۰۱۷ رسیده و در سال ۲۰۱۸ نیز ۱/۶٪ بالا خواهد رفت.



وضعیت فولاد سازان ایران طی ۲ سال آینده عالی خواهد بود زیرا در سال جاری مصرف ۵٪ و در سال آینده ۶/۵٪ رشد کرده و تقاضا مطلوب است. در مقابل حوزه GCC شاهد افت ۱/۲٪ مصرف در سال ۲۰۱۷ و رشد ۳/۸٪ در سال ۲۰۱۸ خواهد بود.

مصرف فولاد چین در سال گذشته ۱/۳٪ رشد داشته که در سال ۲۰۱۷ به ۳٪ رشد افزایش می یابد و عموماً ناشی از رشد بخش های ساخت و ساز (۳/۵٪)، خودرو (۲/۵٪) و لوازم خانگی (۳٪) است. پیش بینی شده وضعیت تقاضای چین در سال ۲۰۱۸ بدون تغییر و مشابه سال ۲۰۱۷ باشد.

وضعیت تقاضای فولاد دنیا در سایر نواحی شامل آمریکا، اتحادیه اروپا، کشورهای در حال توسعه بسیار مطلوب بوده و فولادسازان از تقاضا رضایت دارند.

بزرگترین تهدید بخش فولاد در کوتاه مدت شامل سیاست های ناپایدار اقتصادی آمریکا و کاهش شتاب رشد اقتصادی چین می باشد. در میان مدت بحران بدهی های بانکی، حباب بورس

کنترل عرضه جهت مدیریت بازار

رکود حاکم بر اقتصاد و پروژه های عمرانی کشور باعث گردیده است که شرکت های نورد در صنعت فولاد عرضه خود را جهت کنترل قیمت ها و جبران هزینه ها مدیریت نمایند. شرکت فولاد مبارکه به عنوان بزرگترین تولیدکننده فولاد کشور در ۶ ماهه نخست سال با رویکرد بالا که همانا «کنترل عرضه» می باشد، موفق به افزایش متوسط قیمت فروش محصولاتش در بورس کالای ایران شد. دو دلیل عمده این افزایش ناشی از بالا رفتن ۱۲۰ دلاری هر تن فولاد جهانی و جهش نرخ ارزهای خارجی در کشور طی ۶ ماهه اول سال می باشد. با عنایت به دلایل مذکور شرکت فولاد مبارکه اصفهان توانست متوسط قیمت ورق های گرم C (بالای ۵ میلی متر) خود را در نیمه اول سال ۳۶۳۷ ریال در هر کیلوگرم افزایش دهد.

نمودار عرضه ورق گرم C مبارکه

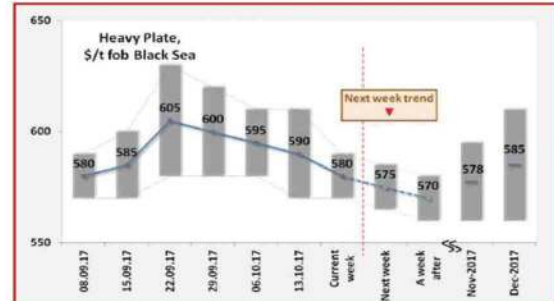


روند قیمت جهانی ورق

قیمت جهانی ورق متأثر از قیمت های جهانی فولاد خام می باشد. قیمت فولاد معمولاً بر اساس سیاست های تولیدی غول های جهانی فولاد همچون چین، وضعیت تقاضای بازارهای مصرف، قیمت مواد اولیه و انرژی مورد نیاز جهت تولید، ارزش دلار و نرخ جهانی طلا و نفت نوسان پیدامی کند. پس از رکود اقتصاد جهانی که در سال های ۲۰۰۸ شروع شد قیمت فولاد شروع به تنزل نمود. اما با پایان یافتن دوران رکود و جوانه زدن شکوفه های رونق اقتصادی در دهه دوم قرن ۲۱ بازار فولاد وارد فاز افزایش

و سیاست های مقابله با تجارت آزاد از جمله موارد اصلی محسوب می شوند.

رند قیمت ورق در بازار جهانی



در صحنه ی بازار بین المللی شرایط فعلی برای تقاضا بسیار کم است. به همین دلیل فعالیت های تجاری به حداقل رسیده است. تولیدکنندگان بین المللی ورق از اکتبر مجبور به اصلاح قیمت های خود شده اند. پس از تعطیلات چینی در اکتبر، تلاش جهت افزایش قیمت با موفقیت همراه نبود. نوسانات جزئی در قیمت های روزانه را شاهد هستیم. صادرکنندگان چینی قیمت فروش ورق های صادراتی خود را ۱۳ دلار نسبت به هفته دوم اکتبر افزایش داده اند و آن را به ۵۴۰-۵۶۰ دلار رسانده اند. با این حال از بازار جنوب شرقی آسیا که همواره از بازارهای اصلی واردکننده ورق می باشد پاسخی دریافت نمی شود و کماکان معاملات در پائین ترین سطح خود هستند. فعالیت های خرید پائین در اتحادیه اروپا منجر به روند نزولی در بازار داخلی و واردات اتحادیه اروپا شده است. در طی هفته های گذشته تولیدکنندگان ایتالیایی قیمت ورق خود را برای تحویل آخر سال به ۵۳۰ تا ۵۴۰ یورو کاهش داده اند. این موضوع منجر به کاهش قیمت ورق های وارداتی به اروپا گردیده است. قیمت ورق های وارداتی تحویل بنادر اروپایی ۵۲۰ تا ۵۳۰ یورو می باشد.

پس از افزایش شدید قیمت ها در اوت ۲۰۱۷، قیمت به یکباره سقوط کرد. اما پیش بینی ها حاکی از توقف روند کاهشی قیمت ها در دسامبر ۲۰۱۷ و شروع فاز افزایش قیمت های جهانی در این ماه می باشد. پیش بینی وضعیت مثبت تقاضا و کاهش سطح موجودی انبارها از جمله دلایل بازگشت خریداران جهت خرید و افزایش قیمت بشمار می آید.

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، نتیجه‌گیری 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 واحدها در نظر گرفته شود.

۶- تصاویر و عکسها: تصاویر و عکسها باید از وضوح خوبی برخوردار باشند.

۷- واژه‌ها و پی‌نوشتها: بالای واژه‌های 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- مسیولیت 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 نمی‌شود.
- 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 یافته‌های نوین علمی - پژوهشی در جهت ارتقاء سطح دانش در حوزه صنعت نورد فولاد و صنایع وابسته، منتشر می‌گردد.

لذا از کلیه محققان و پژوهشگران فعال در عرصه مطالعات و پژوهش‌های مرتبط با فرآیند نورد فولاد دعوت می‌شود، مقالات خود را حول محورهای ذیل در قالب نسخه الکترونیکی و از طریق پست الکترونیکی rollingjournal@oxinsteel.ir ارسال نمایند. رعایت موازین ادبی و سلاست متن پیش‌نیاز 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- شبیه‌سازی و مدل‌سازی فرآیند نورد
- ۴- کوره‌های پیش‌گرم نورد (اکسیداسیون محصولات و پوسته‌زدایی)
- ۵- تکنولوژی ساخت، فرآیندهای ترمیم و عیوب غلتک‌های نورد
- ۶- عملیات حرارتی محصولات نورد
- ۷- تکنولوژی‌های نوین در صنعت نورد
- ۸- تعمیر، نگهداری و بومی‌سازی تجهیزات نورد
- ۹- کنترل، اندازه‌گیری 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- بهینه‌سازی 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 لوله‌سازی لوله‌های نفت و گاز

راهنمای تهیه مقاله

مقالات می‌توانند در یکی از بخش‌های زیر تهیه شوند:

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

گرامی باد

فناوری

هفته

پژوهش و



تولید ورق فولادی API 5L X60 MS به عنوان محصول برتر تحقیق و توسعه
ششمین جشنواره پژوهش و فناوری وزارت صنعت، معدن و تجارت
در سال ۱۳۹۶ انتخاب گردید.

بومی سازی ورقهای فولادی گرید API 5L X60 MS

جهت خطوط لوله انتقال نفت و گاز محیط ترش در شرکت فولاد اکسین خوزستان
Khouzestan oxin steel co.



www.oxinsteel.ir

info@oxinsteel.ir

اهواز - کیلومتر ۱۰ جاده بندر امام خمینی (ره) شرکت فولاد اکسین خوزستان