



IRANIAN MINES AND MINING INDUSTRIES DEVELOPMENT
AND RENOVATION ORGANIZATION

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

راهکارهای بهبود مدیریت تعمیرات و نگهداری به منظور کاهش از کارافتادگی ماشین آلات در معادن ایמידرو

خلاصه مدیریتی

شماره قرارداد ۳۵۲۷۸

دانشگاه تربیت مدرس

نام مجری: دکتر احمدرضا صیادی

اسفند ماه ۱۳۹۹

چکیده

مدیریت تعمیرات و نگهداری از جمله گلوگاه‌های بحرانی مدیریت تولید در معادن محسوب می‌شود. با توجه به پیشرفت دانش و توسعه فناوری‌ها و رویکردهای نوین مدیریت تعمیر و نگهداری، اهمیت و اثربخشی انتخاب و پیاده‌سازی استراتژی مناسب مدیریت ناوگان ماشین‌آلات در کاهش ازکارافتادگی و افزایش طول عمر ماشین‌آلات، استفاده بیشینه از دارایی‌های فیزیکی و نهایتاً افزایش بهره‌وری معادن بیش‌ازپیش نمایان شده است. با این وجود به دلایل مختلف، آن گونه که باید مدیریت تعمیرات و نگهداری در برخی از معادن کشور متناسب با فناوری و دانش فنی موجود در داخل و خارج کشور پیش نرفته و باعث بروز مشکلات عدیده‌ای شده است. در پژوهش حاضر، ضمن بررسی کلی ادبیات و پیشینه موضوع، محیط بیرونی و درونی تأثیرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در معدن سنگ آهن گل‌گهر یک و معدن طلای زرشوران بررسی و مجموعه‌ای از چالش‌های مرتبط احصاء شده است. بر این اساس در ادامه سیاست‌های کلان بهبود توصیه شده است.

عوامل بیرونی در سه دسته تحریم‌ها، متغیرهای کلان اقتصادی (تورم، نرخ ارز، تعرفه‌های گمرکی و خدمات پس از فروش) و نهایتاً وضعیت سوخت و روانکارها دسته‌بندی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اندرکنش شرایط زمینه‌ای عمومی اقتصادی کشور، شرایط تحریم و نوسانات نرخ ارز در مدیریت تعمیر و نگهداری ناوگان ماشین‌آلات در معادن در قالب یک مدل مفهومی مورد واکاوی قرار گرفت و نشان داده شد که چگونه برآیند آن‌ها از یک طرف باعث ایجاد اختلال بی‌سابقه در زنجیره تأمین مدیریت ناوگان ماشین‌آلات شده و از طرف دیگر به دلیل افزایش قیمت تمام‌شده، شرکت‌های پیمانکار در معادن را در آستانه ورشکستگی قرار داده است. خدمات پس از فروش شرکت‌های تأمین‌کننده ماشین‌آلات نیز به دلیل قطع ارتباط رسمی با شرکت‌های مادر، از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و مزید بر علت شده است. سوخت عرضه‌شده، بسیار بی‌کیفیت بوده و مقدار گوگرد، خاکستر و آب آن به ترتیب، ۴۵، ۵۰ و ۱۰ برابر بیشتر از مقدار مجاز طبق استانداردهای داخلی است. انواع روانکارهای عرضه‌شده به معادن مختص کامیون‌های سنگین جاده‌ای بوده که به‌ناچار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

محیط درونی از منظر شرایط فضاها، تعمیرگاهی، وضعیت مدیریت رویکردهای تعمیراتی، تأمین قطعات یدکی، سوخت و روانکارها و پسماندها و همچنین آموزش کارکنان بررسی شد. تلاش‌های گسترده‌ای در خصوص تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه، مدیریت کیفیت سوخت در محل مصرف، بومی‌سازی برخی از قطعات پرمصرف، انجام تعمیرات امانی در محل برای جبران کاهش کیفیت خدمات بعد از فروش شرکت‌های مرتبط و ... با هدف بهبود وضعیت مدیریت تعمیر و نگهداری صورت گرفته است. با این وجود به دلایل متعددی استراتژی و رویکرد جاری تعمیر و نگهداری در معادن از منظر سطح فناوری متناسب با سیر تحول فناوری جهانی روزآمد نبوده و از سه رویکرد نوین تعمیرات هزینه محور، ناب و هوشمند استفاده نمی‌شود.

در ادامه مجموعه‌ای از سیاست‌های توصیه‌ای برای کاهش نقش مخرب عوامل بیرونی و درونی مؤثر بر مدیریت تعمیر و نگهداری ارائه شد (از جمله الف) تدوین و استقرار سیاست‌ها و زیرساخت‌های بالادستی توانمند ساز در بخش ماشین‌آلات معدنی (ب) بهبود سطح دانش و فرهنگ تعمیر و نگهداری در معادن (ج) تهیه نقشه جامع فناوری‌های معدنکاری و مدیریت تعمیر و نگهداری و تشویق الزام شرکت‌های معدنی به استفاده از آن‌ها، (د) مدیریت تأمین سوخت و روان کارها با کیفیت موردنیاز معادن (ه) مدیریت تأمین قطعات یدکی.

در پایان نقشه راه پنج‌ساله تحول فناوری و ارتقای کیفیت تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات معدنی در ایامیدرو ارائه شد. بر این اساس سه سیاست اصلی توسعه زیرساخت‌های فناوری و ارتباطات موردنیاز حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات (در دو سال نخست)، تدوین استانداردها و الگوریتم‌های مدیریتی (در سال سوم) و نهایتاً پیاده‌سازی پلتفرم‌های تعمیرات پیشرفته و سامانه‌های هوشمند (در سال سوم الی پنجم) پیشنهاد شده است.

فهرست مطالب

۱ فصل اول: تعاریف و مفاهیم پایه در تعمیر و نگهداری.....	۱
۲ فصل دوم: بررسی پیشینه پژوهشی موضوع در سطح ایران و جهان.....	۱
۳ فصل سوم: فناوری‌های و مفاهیم پیشرفته در تعمیرات ناوگان‌های معدنی.....	۲
۴ فصل چهارم: بررسی تأثیر محیط بیرونی (عوامل غیرقابل کنترل) بر مدیریت تعمیر و نگهداری.....	۲
۱.۴ تحریم‌های بین‌المللی و چگونگی تأثیرات آن بر شرکت‌های معدنی.....	۳
۲.۴ ارزیابی متغیرهای اقتصادی مرتبط با ماشین‌آلات معدنی.....	۳
۳.۴ کیفیت و مدیریت سوخت و روان‌کننده‌های موجود.....	۴
۱.۳.۴ گازوییل.....	۴
۲.۳.۴ روانکارها.....	۵
۴.۴ دستورالعمل‌ها و استانداردهای ملی و بین‌المللی.....	۵
۵ فصل پنجم: بررسی تأثیر محیط درونی بر مدیریت تعمیر و نگهداری.....	۶
۱.۵ معدن گل‌گهر یک (شرکت آرمان‌گهر سیرجان).....	۶
۲.۵ معدن طلای زرشوران (شرکت آهن‌آجین).....	۷
۶ فصل ششم: دسته‌بندی چالش‌ها و ارائه سیاست‌های بهبود.....	۸
۱.۶ چالش‌های اصلی برون و درون سازمانی.....	۸
۲.۶ تعیین آسیب‌های بحرانی و راهکارهای آن.....	۹
۳.۶ تحلیل روبرکرد جاری و تشریح دلایل عدم استفاده از تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه.....	۹
۴.۶ توسعه فرهنگ به‌کارگیری تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و فناوری‌های پایش وضعیت.....	۱۰
۵.۶ توسعه رویکرد هزینه محوری در مدیریت ناوگان‌های معدنی.....	۱۰
۶.۶ راهکار افزایش سهم تعمیرات پیش‌گیرانه و بهره‌ور نسبت به تعمیرات اتفاقی.....	۱۰
۷.۶ تأثیر آسیب‌های شناسایی شده بر کیفیت عملیات و تولید در معادن ایران.....	۱۱
۷ فصل هفتم: جمع‌بندی و پیشنهادها.....	۱۳
۱.۷ عوامل مؤثر بر مدیریت تعمیر و نگهداری.....	۱۳
۱.۱.۷ عوامل بیرونی.....	۱۳
۲.۱.۷ عوامل درونی.....	۱۵
۲.۷ توصیه‌های سیاستی.....	۱۶
۳.۷ نقشه راه توسعه فناوری و ارتقای کیفیت تعمیرات در معادن.....	۱۷

فصل اول: تعاریف و مفاهیم پایه در تعمیر و نگهداری

ماشین‌آلات سهم قابل توجهی در هزینه سرمایه‌ای و عملیاتی معادن دارا بوده و در نتیجه انتخاب، تأمین سرمایه، تملک و نهایتاً طراحی و پیاده‌سازی فرایند تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات در صدر اهداف مدیریت تولید قرار گرفته است. بدین ترتیب نگهداری مناسب و پیشگیری از خرابی زود هنگام از یک سو زمینه کاهش هزینه‌های عملیات تولید و از دیگر سو، افزایش طول عمر و بهره‌گیری بیشینه از سرمایه‌گذاری‌های فعلی و کاهش ضرورت سرمایه‌گذاری‌های آتی را فراهم می‌کند. به‌طور کلی هزینه تعمیرات و نگهداری ۴۰ الی ۵۰ درصد هزینه عملیات معدن را شامل می‌شود. در این فصل، به تعاریف و مفاهیم پایه در نگهداری و تعمیرات از جمله تعاریف پارامترهای رایج، انواع استراتژیها، انتخاب استراتژی و تاثیرات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه بر شرایط عملیاتی دستگاه پرداخته شده است.

فصل دوم: بررسی پیشینه پژوهشی موضوع در سطح ایران و جهان

در این فصل، ادبیات و پیشینه مطالعات در خصوص نگهداری و تعمیرات در حوزه ماشین‌آلات معدنی مرور شده است. روند کلی مسیر تحقیقات در شکل ۱-۲ خلاصه داده شده است.

پیش از ۲۰۰۰	کلیات مفاهیم قابلیت اطمینان و تعمیر و نگهداری و الگوبرداری از دیگر صنایع
دهه اول قرن ۲۱	تمرکز بر قابلیت اطمینان و عوامل موثر و پیش بینی زمانهای خرابی
۲۰۱۰-۲۰۱۵	اهمیت حالت های خرابی و هزینه های تعمیر بر سیستم و مدسازی ریاضی زمانهای تعمیر
۲۰۱۵	توسعه مدل‌های ریاضی و استفاده از نرم افزارها در حل مدلها
۲۰۱۶	توجه به حالت‌های خرابی برای انتخاب استراتژی مناسب
۲۰۱۷	توجه بیشتر به اهمیت بازرسی دوره ای
۲۰۱۸ به بعد	پایش وضعیت برخط

شکل ۱-۲- مسیر تحقیقات در زمینه تعمیر و نگهداری

همچنین استراتژی‌های توسعه یافته‌ای نیز شامل تعمیر و نگهداری واکنشی، تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه، تعمیر و نگهداری پیش‌کنشی و تعمیر و نگهداری الکترونیکی (براساس پایش برخط و وضعیت لحظه‌ای و واکنش آنی) به فرهنگ تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات معدنی افزوده شده‌اند که البته همچنان عمومی و فراگیر نیستند. فعالیت جدی در زمینه‌ی ماشین‌آلات معدنی در کشور از اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه نود خورشیدی در کشور آغاز گردیده است. از این منظر، زمینه تحقیقات ماشین‌آلات با سابقه یک دهه، یک موضوع بسیار جدید و کاربردی در عرصه آکادمیک در ایران است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که محققان داخلی بیشتر تمرکز به داده‌کاوی و مدل‌سازی آماری فرآیندهای تعمیر و نگهداری پرداخته و متأسفانه در عرصه تولید داده‌های پایش-محور و فیزیکی بسیار ضعیف عمل شده است.

سه‌م هزینه تعمیر و نگهداری از هزینه عملیاتی در ماشین آلات معدنی متفاوت است. به طور متوسط در سطح جهانی، تعمیر و نگهداری حدود ۲۰ درصد از هزینه عملیاتی یک ساعت کار کامیون‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. این سه‌م در شاولهای هیدرولیک و شاولهای کابلی بترتیب به ۵۲ و ۶۶ درصد می‌رسد. نسبت هزینه تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه به تعمیرات اصلاحی به‌عنوان یک شاخص مدیریتی و فرهنگی مناسب برای ارزیابی سطح و کلاس مدیریت ناوگان‌های معدنی به شمار می‌آید. هر چه این نسبت بالاتر باشد، نشان‌دهنده توسعه‌یافتگی و پیشرفته بودن نظام مدیریت ناوگان در هر شرکت معدنی است. در معدن آیتیک سوئد، ۶۹ درصد از کل تعمیرات ناوگان شاول‌ها را تعمیرات و نگهداری پیش‌گیرانه شامل شده و فقط ۳۱ درصد تعمیرات اصلاحی گزارش شده است.

فصل سوم: فناوری‌های و مفاهیم پیشرفته در تعمیرات ناوگان‌های معدنی

نظام‌های تعمیر و نگهداری سنتی کاستی متعددی دارند. برای غلبه بر این مشکلات، نظام‌های جدید مدیریت تعمیر و نگهداری با رویکردهای بهینه‌سازی سرتاسری و شاخص‌های متعدد به‌شدت در حال رشد و توسعه تئوریک و کاربردی هستند. در این راستا، سه استراتژی و الگوی مدیریت منسجم و مدرن "مدیریت تعمیرات هزینه‌محور"، "تعمیر و نگهداری ناب" و "تعمیرات هوشمند یا eMaintenance" در شرکت‌های معتبر بین‌المللی صنعتی و معدنی مورد توجه قرار گرفته است.

در معادن بزرگ ایران، به‌رغم تجربیات ارزشمند و نیروی انسانی ماهر، از فناوری و توانایی‌های نرم‌افزاری و سامانه‌های تسهیل‌کننده فرآیندهای تعمیرات بهره‌برنده‌اند. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که تقریباً در هیچ‌یک از معادن ایران از سه رویکرد جدید پیش‌گفته استفاده نمی‌شود. این موضوع با توجه به سابقه معدنکاری و حجم تولید در معادن ایران جای بررسی و واکاوی دارد.

فصل چهارم: بررسی تأثیر محیط بیرونی بر مدیریت تعمیر و نگهداری

فرایند تعمیر و نگهداری تحت تأثیر عوامل مختلف فنی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی قرار گرفته و کیفیت به‌دست‌آمده از هر عملیات تعمیر و نگهداری معلول این عوامل بوده و در طی زمان ثابت نیست. این عوامل را می‌توان بر اساس منبع عدم قطعیت به عوامل بیرونی و درونی تقسیم‌بندی نمود. معمولاً عوامل بیرونی به‌صورت غیرقابل کنترل به سیستم وارد می‌شوند؛ اما عوامل درونی به‌صورت قابل کنترل و قابل مدیریت می‌باشند. در این فصل عوامل بیرونی مورد بررسی قرار گرفته و در فصل بعد، عوامل درونی سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۱.۴ تحریم‌های بین‌المللی و چگونگی تأثیرات آن بر شرکت‌های معدنی

در طول چهار دهه اخیر، کشور ما با انبوهی از بحران‌ها در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی مواجه بوده است. در این میان، تحریم‌های اخیر دولت آمریکا در اواسط ۱۳۹۷ که از آن به‌عنوان بی‌سابقه‌ترین و شدیدترین تحریم‌های طول تاریخ یاد می‌شود، موجی از نگرانی‌ها و چالش‌های مختلف را متوجه نظام سیاسی و جامعه ساخته است. با این وجود در روند سیاست‌گذاری و قانون‌نویسی در سطح کلان کشور به این عامل بی‌توجهی می‌شود. به‌طور کلی پیامدهای اصلی تحریم‌ها در فرایند مدیریت ماشین‌آلات معدنی را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

- اختلال در زنجیره تأمین
- اختلال در مبادلات تجاری و بانکی با خارج از کشور
- اختلال در دسترسی به فناوری‌های پیشرفته و دانش فنی روز جهانی در حوزه نگهداری و تعمیرات
- افزایش نرخ ارز و افزایش سفته‌بازی در بازار و افزایش قیمت ماشین‌آلات و لوازم‌یدکی
- افزایش نیاز به سرمایه در گردش شرکت پیمانکار
- افزایش قیمت تمام‌شده ساعت کارکرد ماشین
- کاهش ایمنی ناوگان ناشی از استفاده از قطعات یدکی نامرغوب

۲.۴ ارزیابی متغیرهای اقتصادی مرتبط با ماشین‌آلات معدنی

در تملک و کاربری ماشین‌آلات معدنی، متغیرهای اقتصادی متعددی مؤثر هستند. این متغیرها بر حسب زمان و مکان و ساختار اقتصادی هر کشور دامنه تأثیر متفاوتی دارند. در این مطالعه سه متغیر نرخ تورم، نرخ مبادله ارز و تعرفه‌های گمرکی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته‌اند.

به‌طور متوسط، نرخ تورم بلندمدت اقتصاد ایران حدود ۲۰ درصد برآورد می‌شود و رتبه چهارم جهانی را به خود اختصاص می‌دهد. مضافاً اینکه نرخ تورم نقطه‌به‌نقطه تا حد ۶۰ درصد نیز تجربه شده است. روندهای تورمی، ناپایداری قیمت‌ها، رشد شاخص قیمت مصرف‌کننده و خدمات، همگی بر قیمت تمام‌شده خدمات نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات معدنی بسیار اثرگذار است. در چند سال گذشته، نرخ تعدیل بهای خدمات پیمانکاران معدنی همواره کمتر از نرخ تورم بوده و روزبه‌روز حاشیه سود آن‌ها کمتر و گاهی توأم با زیان انباشته قابل توجهی است.

- در سال‌های گذشته به‌طور متوسط سالیانه ۱۲۰ الی ۲۵۰ میلیون دلار صرف واردات ماشین‌آلات و تجهیزات نظیر دستگاه‌های حفاری، بلدوزر، لودر، بیل و دامپ تراک شده است. نرخ مبادله ارز، بر شاخص قیمت تولیدکننده و مصرف‌کننده بسیار مؤثر است، به‌طوری‌که در صورت افزایش نرخ ارز، این دو شاخص

افزایش می‌یابند. با توجه به اینکه بیش از ۹۵ درصد قطعات یدکی ماشین‌آلات معدنی از طریق واردات تأمین می‌شود، امروزه پاشنه آشیل فعالیت‌های معدنی، نوسانات بازار ارز است.

- بررسی روند تغییرات نرخ حقوق ورودی ماشین‌آلات معدنی و لوازم‌یدکی مرتبط در دهه گذشته ذیل ۱۵ ردیف شماره تعرفه نشان می‌دهد که نرخ تعرفه در دامنه ۴ الی ۳۰ درصد در نوسان است. میانگین ساده تعرفه این ۱۳ قلم دسته کالایی در دهه گذشته رقم ۱۶/۶۵ درصد را نشان می‌دهد. نکته قابل ذکر در این خصوص، موانع غیرتعرفه‌ای است که سالانه توسط هیئت دولت وضع می‌شود.

- خدمات پشتیبانی تأمین‌کنندگان ماشین‌آلات را می‌توان در دودسته خدمات قبل و بعد از فروش تقسیم نمود. محدودیت‌های ناشی از تحریم هر دو نوع خدمات پیش‌گفته را تحت تأثیر خود قرار داده به‌طوری که از یک طرف باعث فقدان یا کاهش تأمین ماشین‌آلات از برندهای مطرح دنیا شده و از طرف دیگر سبب قطع ارائه رسمی خدمات بعد از فروش شده است.

۳.۴ کیفیت و مدیریت سوخت و روان‌کننده‌های موجود

سوخت، روانکاری و روانکارها از جمله موضوعات کلیدی در مدیریت نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات محسوب می‌شود. در این خصوص دو وجه کیفیت و مقدار مصرف از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱.۳.۴ گازوئیل

نمونه گازوئیل گرفته‌شده از معدن گل‌گهر یک، آنالیز و در مقایسه مقایسه با استاندارد ملی ایران موارد ذیل قابل ذکر است: چگالی سوخت آزمایش‌شده در محدوده استاندارد است. مقدار گوگرد مجاز در استاندارد ملی ایران ۵۰ پی‌پی‌ام است با این حال در نمونه‌های قبل از فیلتر این مقدار ۲۲۵۰ و بعد از آن ۱۶۶۰ پی‌پی‌ام است. مقدار آب مجاز برای گازوئیل طبق استاندارد ملی ایران ۲۰۰ پی‌پی‌ام است با این حال در سوخت مورد آزمایش معادن این مقدار قبل از فیلتراسیون ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بوده ولی پس از فیلتر به مقدار ۳۸ پی‌پی‌ام می‌رسد. میزان خاکستر مجاز در گازوئیل مقدار ۰/۰۱ درصد است اما این در حالی است که در سوخت مورد آزمایش این مقدار ۰/۵ درصد و حدود ۵۰ برابر استاندارد است.

در شرکت آرمان‌گهر سیرجان، دو مخزن اصلی جهت دریافت سهمیه‌ی روزانه تحت عنوان مخزن روزهای فرد و روزهای زوج برای آرامش‌بخشی، ته‌نشینی مواد اضافی و باز فراوری سطحی سوخت تعبیه شده است. هرکدام از این مخازن در ادامه به فیلتر آبگیر و فیلتر جداکننده‌ی مواد دانه‌درشت از سوخت مجهز است. در شرکت آهن‌آجین، بعد از تانکرهای ذخیره سوخت، فیلترهایی با ابعاد عبوری ۱۰، ۲۰ و ۲۵ میکرومتر تعبیه شده است. از دیگر اقدامات انجام‌شده برای بهبود شرایط سوخت استفاده از سیستم گرمایش برای تانکرهای سوخت و اتاق گرمایش برای سوخت ورودی به محل سوخت‌گیری است که این موضوع سبب بهبود شرایط در فصل زمستان شده است.

۲.۳.۴ روانکارها

در ایران روغن کم‌توان دیزل جاده‌ای به ماشین‌آلات معدنی ارائه می‌شود. از جمله مهم‌ترین مشکلات این روغن‌ها، دمای تبخیر پائین است که با توجه به حرارت بسیار زیاد موتورهای دیزل معدنی (گاهی تا ۷۰۰ درجه) این روغن‌ها کیفیت خود را ازدست‌داده و تمام قطعات موتور را درگیر فرسایش سریع می‌نمایند. طبق دستورالعمل سازندگان ماشین‌آلات در دنیا، هر ۵۰۰ ساعت یک‌بار روغن کامیون‌های معدنی تعویض می‌شوند. با این حال در معادن ایران این زمان به ۲۰۰ ساعت تقلیل یافته است. چراکه استفاده‌ی بیش از این حد، موجب خوردگی شدید اجزای موتور شده و هزینه‌های هنگفت تعویض قطعات موتور را به همراه خواهد داشت..

روغن مصرفی در شرکت آرمان‌گهر سیرجان از چندین شرکت تامین می‌شود. با توجه به حساسیت مسئله روغن در سلامت موتورهای فعال، از هر محموله روغن خریداری‌شده نمونه‌برداری شده و پس از انجام آزمایش، اجازه تخلیه در انبار صادر می‌شود. با این حال بر اساس نظر کارشناسان این شرکت، عدم تأمین یکنواخت و پایدار، کیفیت پائین روغن و قیمت نامتناسب این روغن‌ها، از جمله چالش‌های اساسی برای دپارتمان روغن شرکت به حساب می‌آیند. روغن‌موتورهای مورد استفاده در شرکت آهن‌آجین از نظر متخصصان این شرکت، دارای میزان گوگرد بالایی هستند که موجب شده عمر مصرفی روغن را حدود ۵۰٪ عمر اسمی روغن در نظر بگیرند. بر اساس نظر کارشناسان این شرکت، بیش از ۸۰ درصد مشکلات فنی دلالت بر عدم کیفیت مناسب روغن‌ها و افت شدید کیفیت آن‌ها خصوصاً بعد از برقراری مجدد تحریم‌ها بوده است.

۴.۴ دستورالعمل‌ها و استانداردهای ملی و بین‌المللی

عوامل مهمی در بروز خرابی‌های اضطراری و کاهش میزان عمر اجزای ماشین مطرح است. یکی از این عوامل عدم رعایت استانداردهای بهره‌برداری از ماشین‌آلات است. استانداردهای بهره‌برداری از ماشین‌آلات، مواردی هستند که به منظور استفاده کامل از ماشین و افزایش عمر آن می‌بایست رعایت گردند. معمولاً شرکت‌های سازنده برای هر کدام از محصولات خود یک کتابچه راهنمای مدیریت تعمیرات و سرویس منتشر می‌کنند که عمدتاً برنامه سرویس دوره‌ای و تعمیرات را در بر می‌گیرد. البته این کتابچه‌ها به تنهایی کافی نبوده و در قالب یک سیستم استاندارد جاری در سازمان می‌تواند به مدیریت نگهداری مطلوب و اثربخش منتهی شود. در سطح ملی مستند خاصی در زمینه‌ی مدیریت نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات معدنی منتشر نشده است، با این وجود معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبری رئیس‌جمهور در قالب نشریه شماره ۴۴۸ اقدام به انتشار سند "مدیریت نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات عمرانی" در سال ۱۳۸۸ نموده است. در فرایند دریافت ایزو ۹۰۰۱ نیز سیستم نگهداری و تعمیرات

اجباری شده است و سازمان‌ها برای تأمین الزامات استاندارد ایزو ۹۰۰۱ می‌بایست مستندات را برای نگهداری و تعمیرات تدوین و سپس اجرا نمایند.

فصل پنجم: بررسی تأثیر محیط درونی بر مدیریت تعمیر و نگهداری

در راستای انجام خدمات طرح حاضر، مطالعات میدانی مدونی شامل بازدید از معدن، بررسی کارگاه‌های نگهداری و تعمیرات، فرایندهای کاری، جلسات مصاحبه و مذاکره با مدیران و کارشناسان ذی‌ربط، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، نمونه‌برداری از سوخت و روانکارها و سایر اقدامات لازم صورت گرفته است.

۱.۵ معدن گل‌گهر یک (شرکت آرمان‌گهر سیرجان)

شرکت آرمان‌گهر سیرجان تنها پیمانکار استخراج معدن گل‌گهر یک به شمار می‌آید. تعداد ماشین‌آلات این شرکت در کل کشور منحصربه‌فرد بوده از جمله می‌توان به بیش از ۱۵۰ کامیون ۳۰ الی ۹۰ تنی در این معدن اشاره نمود. در ساختار شرکت بخشی با عنوان نگهداری و تعمیرات بر مبنای قابلیت اطمینان (RCM^۱) تشکیل شده که پلی است میان ناوگان، واحد دیسپچینگ و بخش مدیریت ماشین‌آلات و تعمیرگاه شرکت. چگونگی چیدمان و فاصله بین کارگاه‌های مرتبط با مدیریت تعمیرات در مجتمع سبب شده است که عملیات تعمیر و نگهداری گاهی با انسجام پیش نرفته و در مواردی که در یک ماشین چندین نوع خرابی به وجود آید، ماشین با یکی از کارگاه‌های موردنیاز رفع خرابی فاصله پیدا کند که این موضوع سبب تحمیل هزینه و زمان به واحد تعمیرات خواهد شد. از طرفی در چنین مواردی، مدیریت کارگاه با چالش‌های جدی جهت مدیریت کارکنان تعمیرات مواجه می‌شود.

شرکت آرمان‌گهر تنها پیمانکار معدنی کشور است که به‌صورت تخصصی و متمرکز آزمایشگاه آنالیز میکروسکوپی روغن در محل تعمیرگاه و تعویض روغن تراک‌های معدنی را راه‌اندازی کرده است. واحد آنالیز عنصری روغن نیز با توجه به استراتژی استفاده از روش‌های نوین در مدیریت تعمیر و نگهداری، از سال گذشته در شرکت تأسیس شده است. در این آزمایشها مقادیر عناصر مختلف ترکیب‌شده در روغن ماشین‌آلات مشخص شده و با توجه به دسته‌بندی موجود از مقدار مجاز آن‌ها در روغن، زمان و نوع رخداد خرابی در ماشین‌آلات شناسایی و پیش‌بینی می‌شود.

گرمانگاری، تکنیک ثبت تصویری توزیع دما در قطعات مختلف تجهیزات و شناسایی بسیاری از مشکلات پنهان پیش از وقوع خرابی سنگین در دستگاه است. شرکت آرمان‌گهر یکی از اولین شرکت‌های ایرانی استفاده کننده از این تکنیک است.

^۱ Reliability Center Maintenance

استاندارد ملی خاصی در زمینه تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات معدنی در دسترس نبوده و نگهداری و تعمیرات بر اساس الگوی داخلی شرکت مدیریت می‌شود. شرکت آرمان‌گهر دارای گواهی ایزو بوده و تلاش می‌شود که فرایندهای مرتبط حتی‌المقدور رعایت گردد. این شرکت برنده‌ی ستاره‌ی طلایی نیز از انجمن تعمیرات ایران است.

تأمین قطعات یدکی، اصلی‌ترین گلوگاه تعمیرگاه است. تحریم‌های موجود، گمرک و نوسانات ارزی، تأمین لوازم را با مشکل روبه‌رو کرده است. تأثیر تحریم‌ها در ناپایداری زنجیره تأمین لوازم‌یدکی بسیار مشهود است. گمرکات کشور با عدم درک درست از شرایط بفرنج حاضر، مشکلات عدیده‌ای برای معادن ایجاد نموده‌اند. حدود ۵۶ درصد از زمان توقف ماشین در تعمیرگاه زمانی است که صرف انتظار برای رسیدن قطعه به تعمیرگاه می‌شود که گمرکات سهم ۸۵ درصدی از این انتظار را بر عهده‌دارند. به‌طور عمومی، لاستیک‌های مستعمل، فیلترهای مستعمل، انواع روغن‌های تعویض شده، شیلنگ‌ها، آهن‌آلات و رینگ‌های فرسوده، پلاستیک و ... از جمله پسماندهای فیزیکی تعمیرگاه‌های معدنی هستند. در مجموعه‌ی آرمان‌گهر، واحد آموزش فعالی وجود دارد که وظیفه‌ی اصلی آن برگزاری دوره‌های آموزشی موردنیاز در بخش‌های مختلف شرکت از جمله تعمیرگاه و عملیات است. در سال ۹۸ حدود ۱۷ درصد از کل زمان آموزش مربوط به آموزش‌های تخصصی ماشین‌آلات گزارش شده است.

۲۵ معدن طلای زرشوران (شرکت آهن‌آجین)

شرکت معدنی آهن‌آجین به‌عنوان تنها شرکت پیمانکاری فعال در معدن طلای زرشوران، است. این شرکت در سال ۱۳۹۳ موفق به پیاده‌سازی استانداردهای مدیریت کیفیت، مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست و استقرار سیستم مدیریت یکپارچه گردید. این شرکت در معدن زرشوران دارای ناوگان متشکل از ۲۴ کامیون ۳۵ تنی و ۵ بیل و تعدادی بلدوزر، لودر و دستگاه حفاری است. تعمیرگاه در محل معدن تجهیز شده است. وجود این تعمیرگاه سبب شده که مدیریت ناوگان آسان‌تر شده و نرخ تعمیر ماشین‌آلات نسبت به گذشته افزایش یابد. واحدهای موردنیاز تعمیراتی (مثل کارگاه تراشکاری، جوشکاری و ...) نیز در کارگاه به شکل متمرکز وجود دارند و فعالیت در آن‌ها به‌خوبی صورت می‌گیرد. با توجه به حجم ناوگان و شرایط عملیاتی حاکم بر معدن، ساختار مناسب تعمیرگاه یکی از نقاط قوت کارگاه به حساب می‌آید و زمینه‌ساز بهبود عملیات در زنجیره تولید و استخراج معدن می‌تواند باشد. تنها نکته مهم که در ساختار به آن کمتر توجه شده است طراحی جزییات هرم مدیریتی مطابق با نیازهای یک تعمیرگاه ماشین‌آلات معدنی است که برخی اوقات اختتام عملیات تعمیر را می‌تواند دچار چالش نماید. استراتژی اصلی تعمیرگاه بر پایه تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه بوده و عملیات تعمیرات بر اساس پایش وضعیت و نتایج حاصل از آن و با ترکیب این نتایج با تجربیات متخصصان ارائه می‌شود. استراتژی

غیرقابل اجتناب دیگر در کارگاه، تعمیر و نگهداری اصلاحی در هنگام وقوع خرابی است که این نوع استراتژی می‌تواند واکنش‌های آگاهانه برای مواجهه‌شدن با خرابی را شامل شود و یا می‌تواند در واکنش به یک خرابی غیرقابل پیش‌بینی باشد. در دفتر مرکزی شرکت از سامانه همکاران سیستم استفاده می‌شود. با این وجود در تعمیرگاه ماشین‌آلات این شرکت زیرساخت‌های اساسی برای پیاده‌سازی تعمیرات پیش‌گیرانه از جمله مرکز RCM مشاهده نمی‌شود. یکی از فعالیت‌های پیش‌گیرانه صورت گرفته در این کارگاه ارسال نمونه‌های روغن از تمامی بخش‌های حاوی روان‌کننده برای آنالیز است که نتایج این آنالیزها توسط کارشناسان تحلیل شده و می‌تواند به تعویض قطعه یا دوره‌های پایش وضعیت و یا ثابت بودن این روند ارسال نمونه منجر شود.

شرکت آهن‌آجین، برای تأمین قطعاتی که در کشور وجود ندارد با توجه به روابط خود با دفتر شرکت‌های موجود در دبی ارتباط برقرار کرده و سعی بر آن دارد تا قطعات را به شکل اصلی از شرکت سازنده تأمین نمایند. وضعیت انبارداری در این شرکت از نقاط قوت آن محسوب می‌شود و روند ورود قطعه به انبار به شکلی است پس از ورود قطعات یدکی به کارگاه، ابتدا قطعات قرنطینه می‌شوند تا توسط مدیر کنترل کیفیت تأیید شوند و در صورت تأیید در سیستم انبار کدگذاری می‌شوند.

مهم‌ترین پسماند تعمیرگاه را می‌توان لاستیک‌های مستعمل، فیلترها، پسماندهای روغن، شیلنگ‌ها، آهن‌آلات و رینگ‌های فرسوده دانست. لاستیک‌های فرسوده کاربرد اقتصادی خاصی نداشته و در اطراف تعمیرگاه به شکل دیواره دپو می‌شوند. روغن‌های پسماندی نیز فروخته می‌شوند، سایر ضایعات کارگاهی نیز در انبار ضایعات در پشت کارگاه دپو می‌گردند.

باهدف بهبود سطح فنی نیروهای ماهر و فنی، در هر سال دو دوره آموزش اجرای می‌شود.

فصل ششم: دسته‌بندی چالش‌ها و ارائه سیاست‌های بهبود

۱۶ چالش‌های اصلی برون و درون سازمانی

این چالش‌ها به شرح جدول زیر خلاصه شده‌اند.

جدول ۱-۶- چالش‌های اصلی موجود در کارگاه‌ها

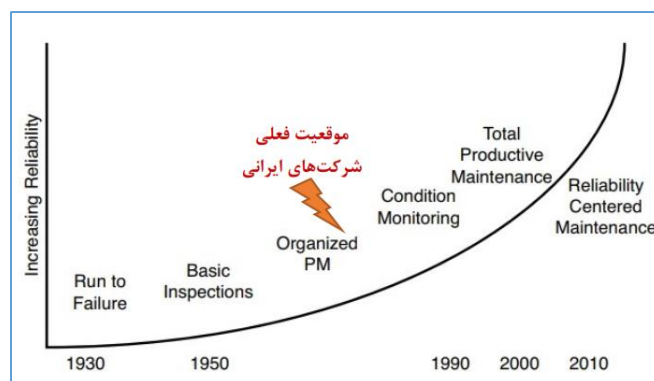
چالش‌های اصلی بیرونی	چالش‌های اصلی درونی
<ul style="list-style-type: none"> فقدان یا ضعف سیاست‌ها و زیرساخت‌های توانمند ساز در بخش ماشین‌آلات تشدید تحریم‌های بین‌المللی و بروز اختلال در زنجیره تأمین ناپایداری و عدم اطمینان از ثبات شرایط اقتصادی چالش‌های سوخت و روانکارها 	<ul style="list-style-type: none"> چالش‌های ناشی از چیدمان نامناسب و فضای کارگاه‌های تعمیر و نگهداری ضعف فرهنگی و فنی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم نت پیشرفته عمر متوسط زیاد ماشین‌آلات موجود در معادن

۲۶ تعیین آسیب‌های بحرانی و راهکارهای آن

مهم‌ترین و بحرانی‌ترین عوامل مؤثر بر مدیریت تعمیر و نگهداری ناوگان‌های معدنی در دو دسته مواد مصرفی غیر استاندارد داخلی و تامین قطعات یدکی قابل تقسیم است. مواد مصرفی پرحجم ناوگان به‌ویژه روانکارها به‌صورت تخصصی برای استفاده در ماشین‌آلات معدنی تولید نشده و بیشتر برای استفاده در وسایل حمل‌ونقل جاده‌ای سنگین تولید می‌شوند. عدم تناسب این مواد با فشار کاری بسیار بالا و سوپر موتورهای نصب‌شده بر روی ماشین‌آلات معدنی باعث تبخیر سریع، کاهش شدید کیفیت، عدم حفاظت از قطعات و کاهش عمر مفید ماشین‌آلات می‌شود. همچنین گازوئیل‌های عرضه‌شده به معادن محتوی مقادیر بسیار بالای گوگرد و آب (۵۰ تا ۱۶۰ برابر استاندارد ملی) هستند که این امر موجب تخریب و خوردگی شدید قطعات درون موتورها شده است. عدم دسترسی به برخی قطعات یدکی با کیفیت موجب شده است که ماشین‌آلات با نرخ بیشتری به تعمیرگاه مراجعه نمایند و درنهایت منجر به کاهش تولید و سودهی شرکت‌ها و معادن شده است. در این مورد مشارکت فعال گمرک و تشویق شرکت‌های دولتی ایرانی-خارجی برای فعالیت درزمینه‌ی واردات قطعات اصلی الزامی است.

۳۶ تحلیل روبرکرد جاری و تشریح دلایل عدم استفاده از تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه

بسیاری از مدیران معادن و ماشین‌آلات به تعمیرات به دید هزینه‌های کلان و زائد می‌نگرند و سطح استفاده از فناوری در مدیریت ناوگان بسیار نازل و سنتی است. عدم استفاده از فناوری‌های پیشرفته، باعث کاهش بهره‌وری و کارایی تعمیرگاه‌ها و سوق پیدا نمودن بخش بسیار زیادی از تعمیرات به سمت تعمیرات اصلاحی است. با مقایسه شرایط موجود معادن ایران با روند تغییرات توسعه فناوری تعمیرات در معادن دنیا (شکل ۶-۱)، ملاحظه می‌شود که معادن ایران از نظر فناوری تعمیرات در سطح فناوری‌ها و روش‌های قبل از دهه ۱۹۹۰ میلادی متوقف شده و پیشرفت متوازی در این عرصه نداشته‌اند. علاوه بر مسائل مربوط به فناوری، تعمیرگاه‌ها در معادن ایران چندان برای شرایط محیطی موجود تجهیز نمی‌شوند، به شکلی که بهره‌وری کارکنان تحت شرایط سخت محیطی کاهش می‌یابد.



شکل ۶-۱- روند نمای توسعه فناوری تعمیرات در معادن دنیا

۴.۶ توسعه فرهنگ به کارگیری تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و فناوری‌های پایش وضعیت

شایسته است سازمان ایمیدرو با همکاری دانشگاه‌ها با تدوین برنامه آموزشی جامعی، به‌طور جدی اقدام به افزایش سطح آگاهی مدیران تمام سطوح نموده و پس‌ازاین مهم، معادن و شرکت‌ها را ملزم به برنامه‌ریزی برای ارتقا و بهبود مدیریت ناوگان نماید. اختصاص جایزه سالانه "نگهداری ناوگان" می‌تواند مشوق مناسبی برای ترغیب و آشنایی مدیران با این عرصه باشد. طبقه‌بندی پیمانکاران معدنی کشور از جنبه شاخص‌های مدیریت ناوگان نیز می‌تواند در میان‌مدت به ارتقای کاربری ماشین‌آلات معدنی کشور منجر بشود. همچنین لازم است سازمان ایمیدرو اقدام به تدوین نقشه جامع مدیریت ناوگان و تعمیر و نگهداری و الزام کارفرماهای دولتی و پیمانکاران فعال به استفاده از این فناوری‌ها کند.

۵.۶ توسعه رویکرد هزینه محوری در مدیریت ناوگان‌های معدنی

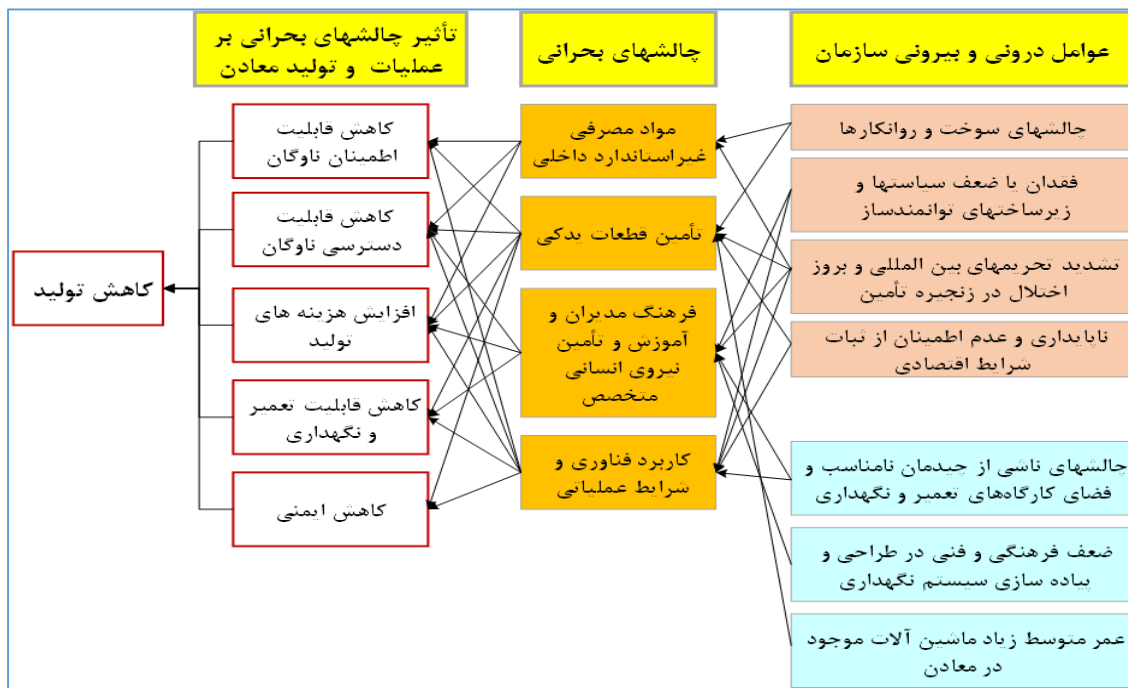
در حال حاضر رویکرد مدیران ارشد تعمیرگاه‌ها در معادن مورد مطالعه و در کل معادن ایران به سمت سرویس‌های تحت زمانه‌ای ثابت و منظم و یا تعمیرات اصلاحی است. تاکنون در هیچ‌یک از معادن ایران از مدل‌های کمینه‌ساز هزینه‌های تعمیر و نگهداری برای برنامه‌ریزی تعمیرات پیشگیرانه استفاده نشده است. دلیل این امر عدم آگاهی از مزایای این روش و عدم دسترسی به داده‌های کافی است که ناشی از نقص در سیستم ثبت و تحلیل داده است. لازم به ذکر است استراتژی برنامه‌ریزی هزینه محور در دهه گذشته جای خود را به تعمیرات پیش‌گویانه و فناوری‌های پایش وضعیت داده و در این راستا در حال منسوخ شدن است. با این حال معادن کشور در استفاده از هر دو نسل این روش دچار عقب‌ماندگی قابل توجهی بوده و از مزایای هیچ‌یک بهره نبرده‌اند.

۶.۶ راهکار افزایش سهم تعمیرات پیش‌گیرانه و بهره‌ور نسبت به تعمیرات اتفاقی

در طراحی برنامه نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه، طبقه‌بندی تجهیزات و قطعات کلیدی بر اساس الگوی خرابی آن‌ها است. خرابی‌ها یا وابسته به عمر هستند یا نیستند. برای خرابی‌های غیر وابسته به عمر، پایش وضعیت بهترین راهکار است. تمامی موارد فوق‌الذکر از طریق پیاده‌سازی سامانه‌های پایش وضعیت بخشی یا کلی در تجهیزات تحت مدیریت جامع یک پلتفرم eMaintenance قابل دستیابی است اما در معادن کشور تاکنون این مهم به هیچ نسبتی رشد و توسعه نیافته و در دستور کار مدیران ارشد ماشین-آلات قرار نگرفته است. مهم‌ترین و کارآمدترین روش برای پیاده‌سازی یک نظام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه استفاده از روش تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان یا RCM است. خوشبختانه این روش در شرکت آرمان‌گهر در معدن گل‌گهر یک در حال پیاده‌سازی مقدماتی است.

۷۶ تأثیر آسیب‌های شناسایی شده بر کیفیت عملیات و تولید در معادن ایران

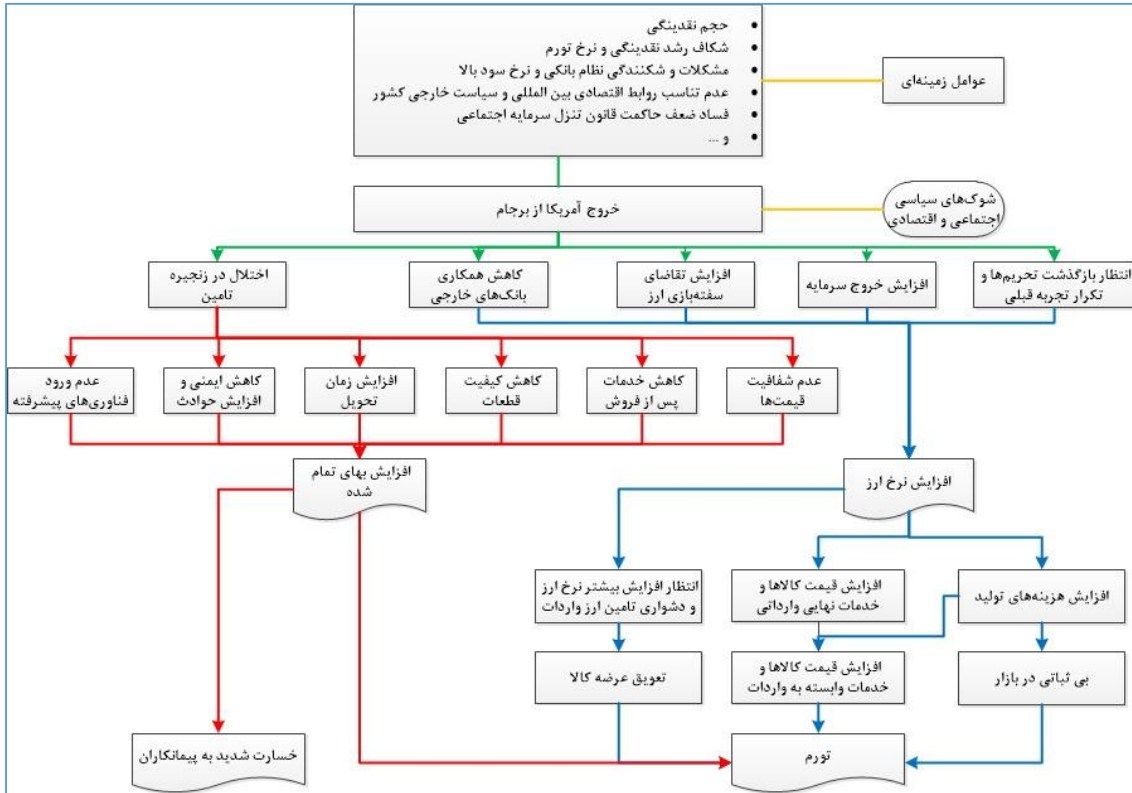
با بررسی اندرکنش عوامل بیرونی و درونی و عوامل بحرانی و تأثیر این عوامل بر میزان شاخص‌های تولید و عملیات در معادن، می‌توان در قالب شکل ۶-۲ تحلیلی پارامتری ارائه نمود. می‌توان ملاحظه نمود که مشکلات مربوط به تحریم‌ها و عدم استفاده از فناوری‌های به‌روز و کارآمد، از مهم‌ترین عوامل بروز مشکلات جدی در زمینه‌ی عملکرد ناوگان و شاخص‌های تولید در معادن ایران به‌شمار می‌آیند.



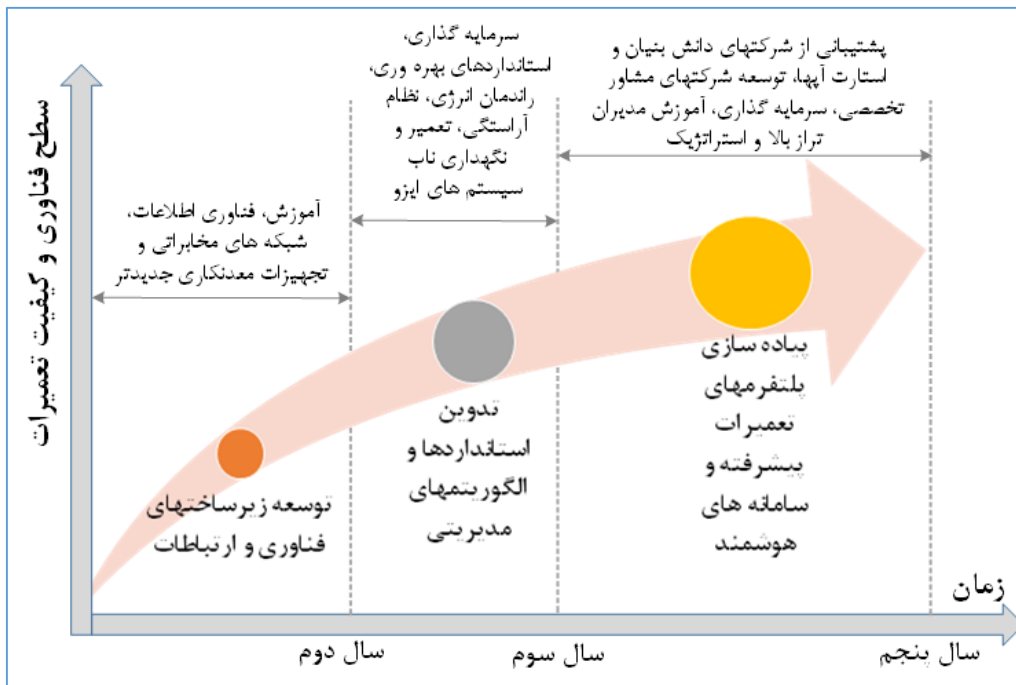
شکل ۶-۲- الگوی تأثیر عوامل بیرونی، درونی و آسیب‌های بحرانی بر شاخص‌های عملیاتی در معادن کشور

در شکل ۶-۳ تصویر کلی از برآیند پیامدهای چالش‌های ناشی از محیط نابسامان سیاسی-اقتصادی داخلی (عوامل زمینه‌ای) و چالش‌های ناشی از تحریم بر محیط اقتصادی حاکم بر تولید به معنای عام (خطوط با رنگ آبی) و کیفیت مدیریت نگهداری و تعمیر ماشین‌آلات معدنی به معنای خاص (خطوط با رنگ قرمز) ارائه شده است.

نقشه راه پنج‌ساله تحول فناوری‌ها و ارتقاء کیفیت تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات معدنی نیز به شرح شکل ۶-۴ پیشنهاد می‌شود.



شکل ۶-۳- تأثیر عوامل زمینه‌ای سیاسی-اقتصادی داخلی و تشدید تحریم‌های بیرونی



شکل ۶-۴- نقشه راه پنج‌ساله تحول فناوری‌ها و ارتقاء کیفیت تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات معدنی در ایمیدرو

فصل هفتم: جمع‌بندی و پیشنهادات

ماشین‌آلات یکی از ارکان اصلی تولید در معادن محسوب شده و هرگونه اقدامی جهت بهبود بهره‌وری و کارایی مستلزم استقرار یک نظام نگهداری و تعمیر مناسب است. در نگاه سنتی، مقوله نگهداری و تعمیرات به‌عنوان یک ابزار پشتیبانی و یک مرکز هزینه محسوب می‌شود. در صورتی که در نگرش‌های نوین مدیریت، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات نه تنها به‌عنوان بخش ضروری عملیات تولید مورد توجه قرار گرفته، بلکه با به‌کارگیری استراتژی‌های اثربخش، مدیریت تعمیر و نگهداری از یک مرکز هزینه تبدیل به یک منبع خلق ارزش و ارتقای بهره‌وری در سازمان تبدیل می‌گردد. امروزه با توجه به شرایط سیاسی و اقتصادی حاکم بر فضای تولید در کشور و محدودیت‌های موجود در نوسازی ناوگان و تأمین قطعات یدکی، اهداف و ارزش‌های تعمیر و نگهداری مفهوم جدیدی پیدا کرده و اهمیت استقرار نظام‌های مدرن تعمیر و نگهداری دوچندان شده است. با این وجود به دلایل متعددی، سطح دانش و فناوری تعمیر و نگهداری در معادن کشور همپای روندهای جهانی و داخلی پیش نرفته و زمینه‌های بهبود زیادی مشاهده می‌شود.

۱.۷ عوامل مؤثر بر مدیریت تعمیر و نگهداری

مدیریت تعمیر و نگهداری تحت تأثیر عوامل مختلف فنی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی قرار دارد. کیفیت به‌دست‌آمده از هر عملیات تعمیر و نگهداری معلول این عوامل بوده و برای یک شرکت در طی زمان، ثابت نیست. این عوامل را می‌توان بر اساس منبع عدم قطعیت ایجادشده به عوامل بیرونی (غیر قابل کنترل) و درونی (قابل کنترل) تقسیم‌بندی نمود.

۱.۱.۷ عوامل بیرونی

در این تحقیق عوامل بیرونی اصلی در قالب چهار دسته سیاست‌ها و زیرساخت‌های توانمند ساز، تشدید تحریم‌ها و بروز اختلال در زنجیره تأمین، نوسان متغیرهای کلان اقتصادی کشور از جمله نرخ تورم، نرخ ارز، تعرفه‌های گمرکی و سطح خدمات پس از فروش و وضعیت سوخت و روانکارهای عرضه‌شده به معادن احصاء و دسته‌بندی شده‌اند.

- بررسی برخی از قوانین بالادستی بخش معدن بیانگر این است که سیاست‌های حاکمیتی اثربخش و تسهیلگری در خصوص تأمین و نوسازی ماشین‌آلات معدنی وضع نشده است. از جمله دلایل عمده این امر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: تمرکز توجه تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران به صنایع پسین زنجیره ارزش مواد معدنی و غفلت از نقش پیش‌رانه حلقه معدن، تمرکز مدیران معدن بر سیاست برون‌سپاری تولید و غفلت از تأمین مستقیم ماشین‌آلات و فقدان رشته تحصیلی و پژوهش‌گه ملی در زمینه‌ی ماشین‌آلات معدنی در کشور.

- اندرکنش شرایط زمینه‌ای عمومی اقتصادی کشور از جمله روند فزاینده رشد نقدینگی، نرخ بالای بهره بانکی، فساد گسترده مالی، ضعف حکمرانی ... با پیامدهای ناشی از خروج آمریکا از برجام باعث اختلال در پروژه‌های عمرانی و زیرساختی؛ اختلال در ساختار و نظام تولید صنعتی کشور، چالش علیه طبقه متوسط جامعه؛ تضعیف سرمایه اجتماعی؛ تنزل جایگاه حاکمیت به تأمین‌کننده مایحتاج اولیه مردم؛ شکل‌گیری فضای یأس و ناامیدی در سطوح مختلف جامعه؛ کاهش صادرات نفت؛ افزایش بیکاری؛ کاهش قدرت خرید؛ انباشتگی مسائل و بحران‌ها و ... گردید.
- تأثیر اعمال تحریم‌ها و پیامدهای مستقیم آن یعنی نوسانات نرخ ارز و نرخ تورم در مدیریت تعمیر و نگهداری ناوگان ماشین‌آلات در معادن موردبررسی قرار گرفت و نشان داده شد که برآیند آن‌ها از یک‌طرف باعث ایجاد اختلال بی‌سابقه در زنجیره تأمین مدیریت ناوگان ماشین‌آلات شده و از طرف دیگر به دلیل افزایش قیمت تمام‌شده، شرکت‌های پیمانکار در معادن را در آستانه ورشکستگی قرار داده است. در واقع، نرخ تعدیل بهای خدمات پیمانکاران معدنی همواره کمتر از نرخ تورم بوده و روزبه‌روز حاشیه سود آن‌ها کمتر و گاهی توأم با زیان انباشته قابل توجهی است. خدمات پس از فروش شرکت‌های تأمین‌کننده ماشین‌آلات نیز از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و مزید بر علت شده است. شرکت‌های آرمان‌گهر سیرجان و شرکت آهن‌آجین نیز از این آسیب‌ها مصون نمانده و یکی از جدی‌ترین چالش‌های ناشی از تحریم را تأمین ماشین‌آلات و قطعات یدکی خود می‌دانند.
- سوخت عرضه‌شده به معادن، بسیار بی‌کیفیت بوده و مقدار گوگرد، خاکستر و آب به ترتیب، ۴۵، ۵۰ و ۱۰ برابر بیشتر از مقدار مجاز است. احتراق سوخت حاوی این مقدار گوگرد همراه با میزان زیاد آب باعث تشکیل اسیدسولفوریک درون موتور شده و با توجه به دمای بالای درون موتورهای دیزل معدنی، خوردگی بسیار زیادی به موتور تحمیل نموده و از عمر مفید آن می‌کاهد.
- روانکارهای موردنیاز ماشین‌آلات معدنی در کشور تولید نشده و انواع عرضه‌شده به معادن مختص کامیون‌های سنگین جاده‌ای بوده که به‌ناچار مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این راستا زمان تعویض روغن از ۵۰۰ ساعت (در سطح جهان) به ۲۰۰ ساعت در ایران کاهش یافته و باعث مصرف بسیار بالای روغن در معادن کشور و افزایش هزینه‌ها، افزایش خرابی‌ها و کاهش طول عمر ماشین‌آلات و کاهش بهره‌وری شده است.
- در پایان، رئوس چالش‌های اصلی ناشی از محیط بیرونی در هشت سرفصل به شرح زیر قابل جمع بندی است:
 - ۱- فقدان یا ضعف سیاست‌ها و زیرساخت‌های توانمند ساز در حوزه تعمیرات ماشین‌آلات معدنی
 - ۲- وضع و تشدید تحریم‌های بین‌المللی و بروز اختلال در زنجیره تأمین
 - ۳- ناپایداری و عدم اطمینان از ثبات شرایط سیاسی و اقتصادی

- ۴- چالش نمایندگی‌های رسمی و خدمات بعد از فروش
- ۵- چالش‌های سوخت و روانکاوها
- ۶- عدم حمایت از شرکت‌های پیمانکاری معدنی
- ۷- چالش‌های ناشی از ویژگی‌های ذاتی صنعتی معدنکاری
- ۸- چالش‌های ناشی از شرایط اقلیمی محل معدن

۲.۱.۷ عوامل درونی

مجموعه عوامل درونی از طریق بررسی‌های مبتنی بر پرسشنامه، بازدید از معدن، بررسی کارگاه‌های نگهداری و تعمیرات، ارزیابی فرآیندهای کاری، جلسات مصاحبه و مذاکره با مدیران و کارشناسان ذی‌ربط، نمونه‌برداری از سوخت و روانکارها و نهایتاً تحلیل داده‌ها احصاء و ارزیابی شدند، از جمله:

- ۱- چیدمان و فضای نامناسب کارگاه‌های تعمیر و نگهداری
 - طراحی و مکان‌یابی نامناسب تعمیرگاه‌ها در طرح کلی تأسیسات و طراحی عملیات
 - عدم رعایت اصول تعمیر و نگهداری ناب و نظام آراستگی در ساختار مدیریت ناوگان و تعمیرگاه‌های معدنی
 - عدم الزام پیمانکاران به راه‌اندازی تعمیرگاه استاندارد و عدم همکاری مناسب کارفرمایان در این زمینه با پیمانکاران
- این عوامل باعث کاهش کیفیت خدمات، افزایش زمان تعمیرات و هزینه‌ها و کاهش بهره‌وری می‌شود.
- ۲- ضعف فرهنگی و فنی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم نگهداری تعمیرات پیشرفته
 - ضعف نظام ارزیابی و پایش شاخص‌های عملکردی مدیریت ناوگان و تعمیرگاه، قابلیت اطمینان، قابلیت تعمیر و نگهداری، قابلیت دسترسی، اثربخشی کلی تجهیزات (OEE و ...)
 - عدم استفاده از فناوری‌های نوین و نرم‌افزارهای پیشرفته
 - اختلال در چرخه تبدیل داده به اطلاعات و تبدیل اطلاعات به دانش فنی
 - عدم استفاده از فناوری‌های نوین و سیستم‌های پایش وضعیت و تعمیر و نگهداری هوشمند
 - نبود یا ضعف در استانداردهای مدیریت تعمیر و نگهداری
 - نگاه نامناسب مدیران به مزایای تعمیر و نگهداری و نگاه به‌عنوان هزینه و نه سرمایه‌گذاری
 - تولید شتابزده و پرتنش بدون توجه به میزان حداکثر توان تولید اقتصادی ناوگان و توجه به پایداری تولید
- برآیند این عوامل به افزایش خرابی، کاهش قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی، افزایش هزینه‌ها و نهایتاً کاهش بهره‌وری و تولید منجر می‌شود.
- ۳- عمر نسبتاً بالای ماشین‌آلات
 - نبود یا ضعف سامانه‌های هشدار خرابی در ماشین‌آلات به دلیل قدیمی بودن آن‌ها

- تکرار زیاد خرابی‌ها، توقف تولید و افزایش چند برابری هزینه‌ها
- مصرف بالای سوخت و روانکارها
- سختی شرایط کاری اپراتورها و ایمنی پائین

این عوامل در مجموع سبب افزایش تعداد خرابی، افزایش هزینه‌ها و کاهش تولید می‌شوند.

چگونگی چیدمان و فاصله بین کارگاه‌های تعمیرات بخصوص در معدن گل‌گهر یک سبب شده است که عملیات تعمیر و نگهداری گاهی با انسجام پیش نرفته و در مواردی که در یک ماشین چندین نوع خرابی به وجود آید، ماشین با یکی از کارگاه موردنیاز رفع خرابی فاصله پیدا می‌کند. این موضوع سبب تحمیل هزینه و زمان به واحد تعمیرات می‌شود. ساختار سازمانی واحد تعمیرات در معدن گل‌گهر با توجه به استقرار سامانه‌های دیسپچینگ و RCM نسبتاً قابل قبول است با این وجود بخشی از امور هنوز به صورت ثبت دستی انجام می‌شود. جای خالی این دو سامانه در معدن زرشوران کاملاً مشهود است.

استراتژی اصلی تعمیرگاه بر پایه تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه بوده و عملیات تعمیرات بر اساس پایش وضعیت و تعمیرات حاصل از آن و با ترکیب این تعمیرات با تجربیات متخصصان ارائه می‌شود. استراتژی غیرقابل اجتناب دیگر در کارگاه‌ها، تعمیر و نگهداری اصلاحی در هنگام وقوع خرابی است

تأمین قطعات یدکی، اصلی‌ترین گلوگاه تعمیرگاه است. تحریم‌های موجود، گمرک و نوسانات ارزی، تأمین پایدار لوازم را با مشکل روبه‌رو کرده است. واحد مهندسی معکوس در معدن گل‌گهر، برخی از لوازم و ادوات موردنیاز را بومی‌سازی نموده و تا حدودی در تأمین برخی از قطعات موردنیاز، خودکفا شده‌اند. شرایط اپراتوری، جنس آلیاژ مصرفی قطعات بومی‌سازی شده، کیفیت متغیر روغن، سوخت و فیلترها، شرایط جوی، شرایط محیطی معدن اعم از روانی، اقتصادی و محیطی تأثیرگذاری‌های شگرفی بر ماشین‌آلات دارند.

در مجموع با توجه به دلایل ذکر شده، استراتژی و رویکرد جاری تعمیر و نگهداری از منظر سطح فناوری متناسب با سیر تحول فناوری جهانی روزآمد نبوده و از رویکردهای نوین تعمیرات هزینه محور، ناب و هوشمند استفاده نمی‌شود.

۲.۷ توصیه‌های سیاستی

- ۱- حوزه مواد مصرفی
 - رایزنی ایمیدرو با شرکت‌های تأمین‌کننده سوخت جهت تأمین محصول باکیفیت
 - مذاکره با پالایشگاه‌های کشور جهت تولید روانکارهای تخصصی ماشین‌آلات معدنی
 - پشتیبانی فنی و مالی جهت تولید روانکارهای معدنی و سوخت‌های استاندارد
- ۲- حوزه تأمین قطعات یدکی

- برنامه‌ریزی، همکاری و اقدام ایمیدرو، وزارت صمت و امور اقتصادی و دارایی جهت تسهیل امور بازرگانی و گمرکی واردات قطعات باکیفیت
- مطالعه و پژوهش جدی ایمیدرو جهت برآورد اقلام پرمصرف شرکت‌های معدنی کشور
- برنامه‌ریزی و حمایت ایمیدرو جهت داخلی سازی قطعات پرمصرف و هدایت ظرفیت‌های هیپکو و سایر مراکز داخل کشور
- لزوم جلب مشارکت فعال گمرک و تشویق شرکت‌های دولتی ایرانی-خارجی برای فعالیت درزمینه‌ی تأمین قطعات اصلی
- ۳- حوزه بهبود فرهنگ، آموزش و تأمین نیروی انسانی متخصص
 - طراحی و اجرای برنامه جامع آموزشی مدیران و کارشناسان معادن
 - تشویق/ الزام معادن به ارتقاء و بهبود مدیریت ناوگان
 - استقرار جایزه ملی "تعالی تعمیر و نگهداری ناوگان"
 - رایزنی جهت طراحی و استقرار نظام طبقه‌بندی پیمانکاران معدنی از منظر شاخص‌های مدیریت ناوگان
- ۴- حوزه توسعه و کاربرد فناوری و شرایط عملیاتی
 - اهتمام و اقدام ایمیدرو جهت تدوین نقشه جامع فناوری‌های معدنکاری به‌ویژه مدیریت ناوگان و تعمیر و نگهداری
 - تشویق/ الزام کارفرماهای دولتی و پیمانکاران به استفاده از این فناوری‌ها

۳.۷ نقشه راه توسعه فناوری و ارتقای کیفیت تعمیرات در معادن

- بر این اساس سه سیاست اصولی به شرح زیر پیشنهاد شده است:
- توسعه زیرساخت‌های فناوری و ارتباطات موردنیاز حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات.
 - در این خصوص طراحی و پیاده‌سازی برنامه آموزشی جامع، تجهیز معادن به شبکه‌های مخابراتی کارآمد و نهایتاً دسترسی به ماشین‌آلات معدنکاری جدیدتر ضروری است.
 - تدوین استانداردها و الگوریتم‌های مدیریتی
 - در این خصوص، سرمایه‌گذاری جهت بهبود استانداردهای بهره‌وری ناوگان، انرژی، استقرار نظام آراستگی، تعمیر و نگهداری ناب و نهایتاً سامانه‌های ایزو توصیه می‌شود.
 - پیاده‌سازی پلتفرم‌های تعمیرات پیشرفته و سامانه‌های هوشمند
 - در این ارتباط، پشتیبانی از شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌ها، توسعه شرکت‌های مشاور تخصصی تعمیر و نگهداری، توانمندسازی مدیران ارشد ضروری است.