



کنگره ملی خوردگی

هشتمین کنگره ملی خوردگی

۷-۵ خردادماه ۱۳۸۲

دانشکده فنی دانشگاه تهران



انجمن خوردگی ایران

۹۵۶۰۳

اقتصاد خوردگی در ایران (با نگرش بر مشکلات، آمار و ارزیابی‌ها)

احمد پیشنمازی^{۱*}، غلامرضا معینی^۲

۱،۲- انجمن خوردگی ایران و شرکت ملی نفت ایران

چکیده

خوردگی فلزات یکی از مشکلات اصلی در صنایع است که اقدامات زیر بنایی جهت کنترل آن بصورت جدی صورت نگرفته است. نتیجه آن صرف هزینه‌های بسیار گزافی است، که بصورت مستقیم و غیر مستقیم توسط صاحبان صنایع پرداخت می‌گردد. آماري که بصورت مستند گویای پرداخت این هزینه‌ها باشد در دسترس نبوده و اقدامات انجمن خوردگی ایران، در جهت دستیابی به این آمار تاکنون موفقیت آمیز نبوده است. لذا بمنظور آشنایی صاحبان صنایع از هزینه‌های بالای خوردگی اقدام به تهیه مقاله حاضر گردید. محاسبات مربوط به هزینه‌های خوردگی براساس روش‌های معمول در کشورهای صنعتی جهان که درصدی از تولید ناخالص ملی می‌باشد، انجام یافته است. طبق این اصول خسارات خوردگی در ایران برای سال ۱۳۷۹ معادل ۲۷۰۰۰ میلیارد ریال، براساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برآورد گردیده است. البته ذکر این نکته ضرورست که پیدا کردن رقم خسارات خوردگی نیاز به آنالیز اطلاعات و ارزیابی آنها دارد ولی کشورهای صنعتی پیشرفته که حداقل، آمار و اطلاعات لازم را در این زمینه دارا می‌باشند محدوده ۳-۵ درصد تولید ناخالص ملی را بعنوان الگویی مناسب ارائه نموده‌اند که مسلماً در کشورهای درحال گذر اقتصادی با توجه به تنگناها و مشکلات انتخاب عدد ۵ درصد معقول‌تر بنظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: خوردگی، اقتصاد، برآورد هزینه، خسارات خوردگی.

مقدمه

عدم آگاهی نسبت به عوامل و فاکتورهای ایجادکننده خوردگی و آشنا نبودن به روش‌های حفاظتی تجهیزات و تأسیسات صنعتی باعث گشته که انهدام و نابودی فلزات در صنایع به عنوان یک واقعیت مسلم و یک پدیده اجتناب ناپذیر مطرح باشد. بی‌اطلاعی از اهمیت و نقش خوردگی در زندگی و محیط کار سالیانه میلیاردها ریال به اقتصاد مملکت ضرر می‌زند. نتایج حاصل از بررسی‌های انجام گرفته در صنایع مختلف ایران نشانگر این حقیقت است که تنها تعداد معدود و انگشت‌شماری از کارخانه‌ها و صنایع به چگونگی مطالعه و برآورد تقریبی هزینه‌های ناشی از خوردگی آگاهی دارند. اکثر صنایع و کارخانه‌ها قادر به اعلام هیچگونه اطلاعات و آماری در ارتباط با مسائل اقتصادی خوردگی نیستند، در بسیاری از موارد خسارات و هزینه‌های ناشی از خوردگی در قالب خرج‌های تعمیراتی نهفته است. به عنوان مثال در یکی از موارد که ادعا می‌شد هیچگونه مشکلی در زمینه خوردگی وجود ندارد، چگونگی برطرف کردن مشکلات خوردگی را تعویض سریع لوله‌های خورده شده ذکر نموده بودند.

پیشرفت سریع صنعت و فن‌آوری، همواره کاربرد روزافزون مواد از جمله فلزات و آلیاژهای مختلف را به همراه داشته است. این افزایش میزان مصرف، مسلماً ضایعات ناشی از خوردگی و زنگ‌زدگی تجهیزات و دستگاه‌ها را زیادتر می‌نماید که نه تنها منجر به بروز زیان‌های اقتصادی می‌گردد بلکه در اغلب موارد خطرات جانبی نیز به همراه دارد. ضایعات ناشی از خوردگی و زنگ‌زدگی معمولاً به صورت کاهش ضخامت قطعات نمایان می‌گردد که ادامه آن تهدید مستقیمی برای منابع طبیعی فلزی که غیر قابل تجدید در محدوده جهان به شمار می‌رود بوده و حاصل عملکرد عوامل خوردگی در طولانی مدت باعث در تنگنا قرار گرفتن بشر از لحاظ تأمین منابع با ارزش فلزی خواهد شد. به همین دلیل تحقیق در چگونگی خورده شدن فلزات و پیدا کردن شیوه‌های مقابله با آن، می‌تواند به نگهداری تأسیسات ثابت واحدهای صنعتی و حفظ منابع طبیعی فلزی کمک مؤثری نماید.

واقعیت این است که عرضه تولیدات صنعتی به بازار کاملاً رقابتی است و فاکتوری که می‌تواند در قیمت نهایی تولیدات به نحو چشم‌گیری مؤثر باشد، کاهش هزینه‌های تعمیراتی، افزایش عمر مفید قطعات و بطور کلی پیشگیری از خسارات وارده ناشی از خوردگی به تأسیسات است.

برآورد هزینه‌های خوردگی

یکی از مشکلات اصلی این است که مهندس متخصص خوردگی در اغلب پروژه‌ها دعوت نمی‌شود و حتی مورد مشورت هم قرار نمی‌گیرد. سهم اندک خوردگی در اغلب پروژه‌ها (Corrosion Allowance) غالباً غیر متخصصانه و غیر مسئولانه در نظر گرفته می‌شود. این امر نه تنها کفایت موضوع را نمی‌نمایاند، بلکه در اغلب موارد موجب گمراهی مسئولین می‌گردد. کنترل خوردگی زمانی ارزشمند است که اطلاعات لازم در مورد مقایسه کمی بین ارزش وابسته و مجموع هزینه‌ها را داشته باشیم. مطلب مهمی که مدیران باید به آن اعتقاد راسخ داشته باشند آن است که هرگونه سرمایه‌گذاری در کنترل خوردگی نوعی سودآوری است، یقیناً این سود در دراز مدت بیشتر از سودی است که سرمایه‌گذاری در جای دیگر خواهد داشت.

تکنولوژی حاضر قادر به ارائه یک یا چند راه حل اساسی برای رفع مشکلات است. ولی انتخاب بهترین آنها می‌تواند امری مشکل باشد. گاهی اوقات تصور می‌شود که رفع گرفتاری احتراز و یا فراموش کردن صورت مسئله در طولانی مدت است. آیا این امر همیشه ممکن است و یا می‌توان این عقیده را برای یک واحد تولیدی عملی ساخت؟ مسلماً خیر. رویگردانی از مشکلات خوردگی در هر واحد تولیدی که هزینه‌های پنهانی به دنبال دارد اشتباهی است محض. منظور داشتن توجیه اقتصادی در هر یک از روش‌های کنترل خوردگی امری است لازم. البته لزومی به انتخاب گران‌بهاترین روش‌ها در امر کنترل خوردگی نمی‌باشد، زیرا ممکن است هزینه صرف شده جهت برقراری گران‌ترین روش‌ها موجب تغییر چهره اقتصادی از یک حالت مفید به یک وضعیتی که نتیجه آن از دست رفتن سرمایه است، باشد. اولین اقدامات در بکارگیری اقتصاد خوردگی انتخاب روشی است که حداکثر کاهش را در هزینه‌ها داشته باشد. خصوصاً هزینه‌های زیست محیطی، خرابی تولیدات و تجهیزات چیزی نیست که بلافاصله قادر به اصلاح آن باشیم. ولی می‌بایستی در زمینه تجهیزات و برآورد هزینه‌ها مطلع بود و برای حصول تخمین در بهترین موقعیت قرار داشت.

اهمیت آمار در تعیین خسارات خوردگی

صرفنظر از خسارات اقتصادی که بواسطه پدیده خوردگی بطور مستقیم و غیر مستقیم متوجه صنعت است، این پدیده تأثیرات منفی دیگری نظیر از دست رفتن انرژی، ماده، ایمنی و خطرات زیست محیطی نیز خواهد داشت. مسلماً زبان‌های اقتصادی و محیطی مورد بحث که هر روز

دامنه آن گسترش می‌یابد، می‌بایستی در جایگاه صنعتی ایران که در حال رشد و شکوفایی است، مورد بحث و بررسی قرار گیرد. زمانی اهمیت انجام این بررسی مشخص خواهد گردید که آماری جامع از حجم زیان‌های خوردگی وارد شده به صنایع را داشته باشیم. هم اکنون وجود نداشتن آماری از هزینه‌های خوردگی سالیانه در ایران از یکسو و عدم استفاده از تکنولوژی‌های روز در کنترل خوردگی از سوئی دیگر موجب اتلاف درصد بالایی از درآمد ملی کشور گردیده است. بطوریکه یک برنامه‌ریزی دقیق برای تعیین هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم خوردگی و غیره را از هر نظر ضروری می‌نماید. اصولی‌ترین روش در کنترل خوردگی آشنایی مدیران صنایع با پدیده خوردگی و آگاهی از حجم مبالغ پرداختی در این رابطه بصورت کمی است که می‌تواند مقدمه‌ای در جهت استفاده از تکنولوژی‌های مدرن در کنترل خوردگی باشد. اقدامات مربوط به تعیین خسارات سالیانه خوردگی در کشورهای صنعتی، که بر اساس درصدی از درآمدهای ناخالص ملی در نظر گرفته می‌شود از سوی سازمان‌های رسمی تهیه و انتشار می‌یابد. این آمار مبنای توجه صاحبان صنایع در امر کنترل خوردگی و بکارگیری آن در صنایع است. تقریباً تمامی صنایع و تأسیسات کشور در پروژه‌های نصب، راه‌اندازی و تعمیرات دوره‌ای با اینکه خوردگی را بصورت ملموس مشاهده نموده و با آن دست به گریبان هستند، ولی متأسفانه هیچگونه برآورد هزینه‌ای در این رابطه نداشته و غالباً در این زمینه فاقد مستندات و محاسبات می‌باشند. هر چند تلاش‌هایی از سوی انجمن خوردگی ایران در این زمینه صورت گرفته است، ولی بعلت داشتن هزینه بالا، انجام کارشناسی وسیع و عدم همکاری از سوی صنایع تاکنون توفیق کاملی حاصل نگردیده است. غیر از صنایعی نظیر نفت، گاز، پتروشیمی، فولاد، نیرو و صنایع وابسته به بانک‌هایی نظیر بانک صنعت معدن و غیره، دیگر صنایع واقعاً از موضوع دور بوده و کنترل خوردگی را در تعویض قطعات دانسته و در وظایف کنترل خوردگی و بازرسی دچار اشتباه گردیده و کارهای تعمیراتی را به هر نحوی که خودشان مایل هستند انجام می‌دهند، کوشش در متمرکز نمودن بازرسی فنی در داخل تعمیرات می‌نمایند، در صورتیکه بازرسی باید کار تعمیرات را نظارت و کنترل نماید. هزینه‌های خسارات خوردگی معمولاً بین ۳ الی ۵ درصد از مجموع تولید ناخالص ملی است که این درصد برای کشورهای صنعتی پیشرفته بین ۳ الی ۴ درصد (کمترین) و در کشورهای جهان سوم حدود ۴ الی ۵ درصد (بیشترین) را شامل می‌شود. لازم به ذکر است که با استفاده از تکنولوژی‌های مدرن کنترل خوردگی می‌توان بین ۱۷ الی ۲۵ درصد از خسارات خوردگی را کاهش داد. متأسفانه تاکنون

موفق به تعیین رقمی تحت عنوان خسارت خوردگی سالیانه در ایران نشدیم و آماری که بتوان به آن استناد نمود یافت نمی‌گردد. حتی این آمار را در صنایع مادری نظیر نفت که قدمتی صد ساله دارند نمی‌توان یافت. واقعیت آن است که وقتی صنایعی مانند نفت، گاز و پتروشیمی که سالیانه میلیون‌ها دلار صرف کنترل خوردگی نموده و دارای واحدهای سازمان یافته بازرسی فنی و خوردگی هستند فاقد چنین آماری می‌باشند، مسلماً تکلیف دیگر صنایع نیز مشخص است، ولی هیچیک از این بحث‌ها دلیلی در عدم پیگیری، جهت دستیابی به آمار خسارت خوردگی نخواهد بود. در یک بررسی ساده و بر اساس تولید ناخالص ملی زبان وارده از طریق خوردگی مستقیم به صنایع ایران در سال ۱۳۷۹ معادل ۲۷۵۰ میلیارد تومان بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی بوده است که واقعاً رقمی نجومی برای کشوری نظیر ایران است. صحیح است که نمی‌توان خوردگی را کاملاً از بین برد ولی با استفاده از تکنولوژی‌های روز می‌توان مبالغ مذکور را تقلیل داد. بهر حال جای تأسف است که همکاری صنایع کشور با انجمن خوردگی ایران که تصمیم به برداشتن قدم‌های اولیه جهت تعیین آماری از خسارات خوردگی در نیمه دوم سال ۱۳۸۱ داشته است، بسیار ضعیف بوده و از مجموع ۶۵ واحد صنعتی مورد سؤال در مورد هزینه پرداختی جهت رنگ و سندبلاست تنها ۲۰ شرکت پاسخ داده‌اند که ۹۰ درصد آن مربوط به صنایع نفت، گاز و پتروشیمی می‌باشد. ضمناً شرکت‌های فولاد خوزستان و ذوب آهن اصفهان هم از صنایع فولاد ایران پاسخ دادند. بقیه هم خارج از دو حال نیست، یا تصمیم به همکاری نداشتند و یا واقعاً فاقد اعداد و ارقام بودند. در حالیکه می‌دانیم رهایی از آن مستلزم برنامه‌ریزی و هزینه است. لذا یکی از ابعاد مهم مسئله بعد اقتصادی است. سال‌ها ما درباره انواع روش‌ها و جهات مختلف جلوگیری از خوردگی صحبت کرده‌ایم. ولی تا موضوع در سطح مدیریت کلان کشور جدی تلقی نگردیده و توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی درصدی از بودجه‌ها تخصیص به واحدهای صنعتی جهت تحقیق و کنترل خوردگی در نظر گرفته نشود تمامی روش‌های پیشگیری مطرح شده در این کنگره‌ها و ... اجرایی نگردیده و هر روز شرایط بدتر از روز قبل خواهد بود. لذا اکنون موقع آن رسیده است که با صدائی رساتر در این مورد حرف بزنیم. همه دست در دست هم بدهیم تا از هدر رفتن و ضایعات بیشتر مواد جلوگیری کنیم. وزارت صنایع و معادن کشور که متولی بسیاری از صنایع این مملکت است همراه با دیگر صنایع این کشور می‌تواند کمکی مؤثر در همکاری با انجمن خوردگی ایران برای تعیین آماری مستدل از خسارات خوردگی سالیانه داشته باشد. با توجه به اینکه در کشور ما آمار مستدلی برای هزینه‌های خوردگی آرایه

نگریده و تلاش‌های انجمن خوردگی نیز تا حدودی ناکام مانده است لذا مجبور به ارزیابی و ارایه آمار دیگر کشورهای جهان هستیم که در مقایسه حداقل وضعیت کشور خودمان را با مشابه‌سازی تا حدودی تخمین بزنیم. که هم اکنون بصورت جامع هر سال در دنیا تهیه و در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد، آماری است که در ایالات متحده آمریکا توسط مؤسسه‌ای نظیر CC Technologies Laboratories با همکاری National Association Of Corrosion Engineering (NACE) ارائه می‌گیرد. آماری که مورد بحث می‌باشد طبق پیشنهاد کنگره آمریکا و با همکاری سازمان‌های مذکور برای سال‌های ۱۹۹۹ الی ۲۰۰۱ تهیه گردیده است.

بررسی‌های آماری دیگر کشورها

بررسی‌های مربوطه معلوم می‌دارد که ایالات متحده آمریکا در ۲۲ سال گذشته دستخوش ۵۲ حادثه سهمگین بوده است که هزینه‌ای بالغ بر ۳۸۰ میلیارد دلار داشته است. این مبلغ در اصل بسیار زیاد است، ولی معدل آن برای هر سال برابر ۱۷ میلیارد دلار می‌گردد که در برابر خسارات مستقیم خوردگی وارده بر اقتصاد آمریکا در سال که معادل ۲۷۶ میلیارد دلار برآورد گردیده، بسیار ناچیز است. محاسبه مذکور بر اساس ۳/۱ درصد از تولید ناخالص داخلی که حدود ۸/۷۹ تریلیون دلار در سال ۱۹۹۸ است انجام گردیده است.

هزینه‌های خوردگی در ایالت متحده آمریکا

در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی از نظر تعیین هزینه‌های مستقیم خوردگی، اقتصاد ایالات متحده آمریکا به پنج قسمت اصلی تقسیم‌بندی شده است. این قسمت‌ها شامل ساختارهای کلان، خدمات، حمل و نقل، تولید و ساخت و بخش دولتی است که به نوبه خود به ۲۶ بخش فرعی تقسیم شده‌اند. هزینه‌های مستقیم خوردگی بر مبنای ۳/۱ درصد از مجموع تولید ناخالص داخلی برای پنج قسمت مذکور معادل ۱۳۷/۹ میلیارد دلار است (شکل ۲). چنانچه این هزینه را برای تمامی اقتصاد ایالات متحده آمریکا تعمیم دهیم، بر این اساس ۸/۷۹ تریلیون دلار از تولید ناخالص داخلی معادل ۲۷۶ میلیارد دلار می‌باشد.

ساختارهای کلان

یکی از جدی‌ترین مشکلات جامعه امروزی در ایالات متحده آمریکا حفاظت از ساختارهای کلان قدیمی است. تأکید زیاد در کنترل خوردگی از این ساختارها که به انتهای دوره از پیش طراحی

خود رسیده‌اند می‌گردد. ساختارهای کلان در این بررسی شامل پل‌های شاهراه‌ها، خطوط انتقال گاز و مایعات، آبراه‌ها و بنادر، انبارهای ذخیره مواد اولیه خطرناک، فرودگاه‌ها و راه آهن است که هزینه‌های مستقیم خوردگی سالیانه حدود ۲۲/۶ میلیارد دلار تخمین زده می‌شود (شکل ۳).

خدمات

در این بررسی خدمات شامل تهیه و توزیع گاز، آب، برق و سرویس‌های مخابراتی است که بیشترین هزینه‌های خوردگی را در صنعت تشکیل می‌دهد. هزینه‌های مستقیم خوردگی در این بخش بالغ بر ۴۷/۹ میلیارد دلار می‌گردد (شکل ۴).

حمل و نقل

بخش حمل و نقل در برگیرنده وسایل و تجهیزات موتوری، هواپیما، قطارها و انتقال مواد خطرناک است. خسارات سالیانه خوردگی در این بخش بالغ بر ۲۹/۷ میلیارد دلار می‌باشد (شکل ۵).

تولید و ساخت

این بخش شامل صنایعی است که به ساخت و تولید محصولات مهم و حیاتی که در ارتباط با اقتصاد آمریکا و استانداردهای زندگی است مربوط می‌گردد. این موارد شامل تولید نفت، معدن، پالایش نفت، تولید مواد شیمیایی و دارویی، محصولات کشاورزی، لوازم خانگی و غذایی است. هزینه‌های مستقیم خسارات خوردگی سالیانه برابر ۱۷/۶ میلیارد دلار می‌باشد (شکل ۶).

دولت

گرچه دولت‌های فدرال، ایالتی و محلی در ایالات متحده آمریکا مالک بسیاری از تجهیزات بوده و هزینه‌های مربوط به خوردگی و کنترل آن را تأمین می‌نمایند، ولی با توجه به تأثیرپذیری سازمان دفاع ایالات متحده آمریکا و بخش ذخیره ضایعات اتمی بر اقتصاد آن کشور اقدام به تعیین هزینه‌های خوردگی در موارد اخیر نگردید.

خوردگی تجهیزات و تسهیلات نظامی یک مشکل فزاینده است که کاهش آن مستلزم جایگزینی با تجهیزات جدید می‌باشد. بررسی‌های مربوط به هزینه‌های خوردگی سالیانه بالغ بر ۲۰ میلیارد دلار می‌باشد. در مورد ضایعات اتمی که بعلت تشعشعات رادیواکتیو می‌بایستی کاملاً حفاظت گردند. دارای هزینه سالیانه خوردگی معادل ۰/۱ میلیارد دلار است که در شکل ۷ آمده است.

هزینه‌های خوردگی در ایران

همانطور که قبلاً نیز به طور مفصل اشاره گردید هیچگونه آمار مشخص کننده‌ای از هزینه‌ها و خسارات خوردگی بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم در ایران وجود ندارد. هر گونه اعداد و ارقامی که در گذشته در گزارشات، فصل‌نامه‌ها و مکاتبات انجمن خوردگی ایران آمده است کلاً بر اساس استفاده از روش‌های معمول در کشورهای صنعتی نظیر ایالات متحده آمریکا بوده است که بر مبنای درصدی از تولید ناخالص ملی محاسبه گردیده است. چنانچه کشوری نظیر ایالات متحده آمریکا، ژاپن و... که توفیق استفاده از تکنولوژی‌های روز را برای کنترل خوردگی داشته باشند هزینه‌های مستقیم خوردگی را می‌توان بر مبنای ۲/۵ الی ۳/۱ درصد از تولید ناخالص ملی انتخاب نمود. ولی برای کشورهایی نظیر ایران که هنوز کنترل خوردگی را در تعویض قطعات می‌داند این مقدار می‌تواند تا ۵ درصد افزایش یابد.

به هر حال باید این مشکل حل شود و صنایع می‌بایستی با مشورت مهندسين متالورژ و خوردگی نسبت به استفاده از تکنولوژی‌های روز در کنترل خوردگی مواد مجهز گردند. مطمئن باشند که هرگونه هزینه در کنترل خوردگی سودآوری است و در اندک مدت برگشت‌پذیر است. اقداماتی جهت تعیین هزینه‌های خوردگی در گذشته توسط سازمان‌هایی نظیر پژوهشگاه صنعت نفت و برنامه‌ریزی تلفیقی وزارت نفت و انجمن خوردگی ایران صورت گرفته است که بعلت عدم همکاری صنایع موفقیت‌آمیز نبوده است. اخیراً اقداماتی از سوی انجمن خوردگی ایران با ارسال نامه‌ای به وزیر محترم صنایع و معادن آغاز و ضمن تشریح مشکلات خوردگی و هزینه‌های سرسام‌آور آن پیشنهاد همکاری جهت تعیین خسارات خوردگی شده است، ولی تاکنون پاسخی دریافت نگردید و با توجه به رسالتی که به عهده انجمن خوردگی ایران می‌باشد این امر پیگیری شده و امید است منجر به نتیجه‌ای قابل قبول گردد. همانطور که قبلاً توضیح داده شد اقدامات دیگری از سوی انجمن خوردگی ایران در جهت تعیین میزان سطح سندبلاست جهت رنگ‌آمیزی و حجم رنگ مصرفی در سال ۱۳۸۰ برای اعمال پوشش بمنظور کنترل از خوردگی صورت گرفته است. این امر با ارسال نامه‌هایی به بیش از ۶۵ شرکت صنعتی انجام گردید که موفق به دریافت ۲۰ پاسخ از صنایع مذکور گردیدیم. از این تعداد فقط ۶ شرکت پاسخ با ذکر هزینه داده‌اند که متجاوز از ۳۵ میلیارد ریال بوده است. تعداد ۸ شرکت فقط به ذکر مجموع سطح سندبلاست شده جهت رنگ‌آمیزی که بالغ بر ۱۱۰۰۰۰ متر مربع بوده است اکتفا کرده و باقیمانده به ذکر مجموع سند و رنگ

استفاده شده جهت پوشش اقدام نمودند. با یک حساب سرانگشتی مجموع هزینه‌های پرداخت شده توسط ۲۰ شرکت پاسخ دهنده متجاوز از ۱۵۰ میلیارد ریال برای اعمال پوشش بوده است. بهر حال تهیه آماری مستدل از خسارات خوردگی، مستلزم تشکیل گروهی از متخصصان فن خوردگی، حسابداران صنعتی و دیگر متخصصان است که می‌بایستی از حمایت مادی و معنوی وزارت صنایع و معادن و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برخوردار باشند.

در ادامه تلاش‌های بعمل آمده، جهت تعیین خسارات خوردگی در ایران احتیاج به داشتن تولید ناخالص ملی بود، لذا به بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران مراجعه شد. مدیران محترم بانک مرکزی ضمن استقبال از همکاری در مورد مذکور ارقام تولید ناخالص ملی را که برای سال ۱۳۷۹ مشخص بود همراه با زیرگروه‌های آن در اختیار انجمن خوردگی ایران قرار داده‌اند. با توجه به تولید ناخالص ملی کشور در سال ۱۳۷۹ به مبلغ ۵۵۰ تریلیون ریال، خسارات مستقیم خوردگی در سال مذکور بر مبنای ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برابر ۲۷۵۰۰ میلیارد ریال می‌باشد که در شکل ۸ نشان داده شده است.

بر اساس تقسیم‌بندی بخش‌های اصلی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران خسارت مستقیم خوردگی در چهار بخش اصلی فوق و برای سال ۱۳۷۹ محاسبه گردیده است. این محاسبه بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی بعلت استفاده محدود از تکنولوژی خوردگی در ایران می‌باشد که در شکل ۹ نشان داده شده است. چهار بخش مذکور شامل:

۱- گروه کشاورزی

۲- گروه نفت

۳- گروه صنایع و معادن

۴- گروه خدمات

لازم به ذکر است که گروه صنایع و معادن به چهار بخش فرعی شامل: معدن- صنعت- برق و گاز و آب- ساختمان و گروه خدمات به شش بخش فرعی شامل: بازرگانی، رستوران و هتلداری- حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات- خدمات مؤسسات مالی و پولی- خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی- خدمات عمومی- خدمات اجتماعی، شخصی و خانگی توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران تقسیم‌بندی شده است، که برای هر کدام جداگانه اقدام به تعیین خسارات خوردگی برای سال ۱۳۷۹ گردید.

هر چند این تقسیم‌بندی‌ها از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی صورت پذیرفته و شاید از نظر قرار گرفتن صنایع و حوزه فعالیت آنها جهت تعیین خسارات خوردگی منطقی نباشد ولی بعلت نداشتن آمار و اطلاعات دیگر مبنای تقسیم‌بندی همان جداول بانک مرکزی قرار گرفت و محاسبه طبق روش‌های معمول اعمال گردید. بدیهی است با تماس‌های مستقیم با مسئولین محترم بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و استقبال آنان در جهت همکاری امید است بتوانیم در آینده نسبت به گروه‌بندی مورد نظر جهت تعیین خسارات خوردگی از طرف بانک مرکزی منطقی‌تر و عملی‌تر گام برداریم.

۱- گروه کشاورزی: بدون شک ۷۰ درصد کشاورزی در ایران بصورت سنتی انجام گردیده و استفاده از تجهیزات مدرن کشاورزی برای کاشت، داشت و برداشت بسیار محدود است. ممکن است توزیع بعضی از ماشین آلات کشاورزی نظیر تراکتور جهت شخم زدن زمین در چند سال اخیر تا حدودی رواج داشته، ولی مراحل بعدی که داشت و برداشت باشد بنحوه سنتی اجرا می‌گردد. بهر حال تصور نمی‌رود هیچگونه تمهیداتی از نظر کنترل خوردگی برای تجهیزات کشاورزی مخصوصاً مخازن نگهداری آب، لوله‌های انتقال آب و استفاده از پوشش‌های مقاوم جهت کنترل خوردگی جوی در مناطق کشاورزی بکار گرفته شود. تهیه آماری از خسارات خوردگی در گروه کشاورزی بدلائیل بیشماری عملاً مقدور نیست. لذا این خسارات بطور تقریبی و بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برابر ۳۷۳ میلیارد تومان (معادل ۴۶۶ میلیون دلار) می‌گردد.

۲- گروه نفت: صنایع نفت، گاز و پتروشیمی را می‌توان گروه پیشتاز در کنترل خوردگی دانست. زیرا ماده اولیه مورد استفاده در این صنعت بعلت دارابودن ترکیباتی نظیر هیدروژن سولفور، آب همراه با انواع نمک‌ها، نفتانیک اسید، مرکاپتانها و غیره خورنده می‌باشد. لذا اقدامات لازم جهت خوردگی برای هر واحد بهنگام تأسیس مورد نظر واقع می‌گردد. اکنون صنایع نفت، گاز و پتروشیمی از روش‌های کنترل خوردگی نظیر حفاظت کاتدی، آندی، استفاده از بازدارنده‌ها، بکارگیری پوشش‌های آلی و فلزی و در اختیار داشتن سیستم‌های دیده‌بانی (Monitoring) بهره‌مند می‌باشند. با تمام توضیحات مذکور هیچگونه آماری از خسارات خوردگی سالیانه در گروه نفت در دسترس نمی‌باشد. سال‌های گذشته اقداماتی از طریق پژوهشگاه صنعت نفت و برنامه‌ریزی تلفیقی صورت گرفته است که بدون اخذ نتیجه متوقف گردید. لذا امید است با همکاری مثبتی که در ارائه هزینه‌های سند بلاست و رنگ آمیزی در اختیار انجمن خوردگی گذاشته شده است

موفق به برداشتن قدمهای بعدی در جهت تعیین خسارات خوردگی سالیانه گردیم. با در نظر گرفتن استفاده از تکنولوژیهای خوردگی در جهت کاهش خسارات خوردگی به میزان ۲۰ الی ۲۵ درصد در گروه نفت، نهایتاً خسارات خوردگی سالیانه برابر ۵۱۱/۷ میلیارد تومان در سال می‌باشد که معادل ۶۴۰ میلیون دلار می‌گردد.

۳- گروه صنایع و معادن: گروه صنایع و معادن با داشتن چهار زیر گروه معدن، صنعت، برق و گاز و آب و ساختمان براساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی دارای خسارات خوردگی معادل ۵۲۳ میلیارد تومان در سال می‌باشند. قرار گرفتن برق، گاز و آب که بخش صنعتی- خدماتی است با ساختمان در گروه صنایع و معادن جهت تعیین هزینه‌های مستقیم خوردگی موردی ندارد، ولی ناچاراً بر اساس تقسیم بندی‌های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران عمل شده است. تصور می‌رود در سالهای آتی با قرار دادن اطلاعات صحیح در اختیار مسئولین بانک مرکزی بتوان به تقسیم‌بندی موجه‌تری جهت تعیین هزینه‌های سالیانه خوردگی حتی بصورت تقریبی دست یافت. به هر حال احتمال استفاده از تکنولوژی‌های خوردگی در تجهیزات بهره‌برداری از معادن بعید بنظر می‌رسد و صناعی نظیر فولادسازی، نیروگاه‌ها، کارخانجات متعلق به بانک صنعت و معدن در حد توانایی از تکنولوژی‌های کنترل خوردگی استفاده می‌نمایند. در این زمینه می‌توان از شرکت فولاد مبارکه نام برد که در بعضی موارد هم گوی سبقت را از صنایع نفت ربوده است. این شرکت با صرف هزینه‌های زیاد و خرید تجهیزات لازم موفق به کنترل خوردگی در واحدهای مربوطه گردیده است. اطلاعاتی از چگونگی کنترل خوردگی در صنایع خودروسازی در دست نمی‌باشد. ولی آنچه مشخص است استفاده از پوشش‌های لازم جهت پیشگیری از خوردگی در بدنه اتومبیل‌ها است. بهر حال بعلت نداشتن آماری مشخص انجام هر گونه اظهار نظر حتی بصورت ضمنی صلاح نمی‌باشد. مکاتباتی از سوی انجمن خوردگی ایران با وزارت صنایع و معادن بعمل آمده است ولی تاکنون پاسخی جهت همکاری در زمینه تعیین خسارات خوردگی دریافت نگردیده است. با توجه به اینکه وزارتخانه مذکور متولی گروه صنایع و معادن است، لزوماً می‌بایستی در این زمینه فعال باشد. این وزارتخانه می‌تواند با در اختیار گذاشتن رقم تقریبی خوردگی ۵۲۳ میلیارد تومان در سال که معادل ۶۵۴ میلیون دلار می‌شود به مدیران صنایع، مشوق آنها در بکارگیری تکنولوژی کنترل خوردگی باشد. هزینه‌های مستقیم خوردگی برای گروه صنایع و معادن در شکل ۱۰ آمده است.

۴- گروه خدمات: گروه خدمات با دارابودن ۲۶۸۰۵۴ میلیارد ریال معادل ۵۰ درصد از تولید ناخالص ملی را شامل می‌گردد که خسارات مستقیم خوردگی بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برابر ۱۳۴۰ میلیارد تومان در سال ۱۳۷۹ برآورد می‌گردد، که معادل ۱۶۷۵ میلیون دلار می‌باشد. زیر مجموعه تعیین شده برای گروه خدمات توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران عبارتند از:

- بازرگانی، رستوران و هتلداری
 - حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات
 - خدمات مؤسسات مالی و پولی
 - خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی
 - خدمات عمومی
 - خدمات اجتماعی، شخصی و خانگی
- امکان تعیین هزینه‌های مستقیم خوردگی در بسیاری از بخش‌های فوق واقعاً عملی نیست ولی بخشی نظیر حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات مستغلات، رستوران، هتل و لوازم شخصی و خانگی یقیناً دستخوش مشکلات خوردگی می‌باشند، به‌رحال خسارات خوردگی این بخش‌ها در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته از گزارش مذکور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- خسارات مستقیم خوردگی در سال ۱۳۷۹ معادل ۲۱/۱۵ درصد از بودجه کشور را شامل بوده است.
- خسارات مستقیم خوردگی در سال ۱۳۷۹ معادل ۳/۳۷ برابر مجموع بودجه تعیین شده از جانب دولت در بخش اقتصادی بوده است.
- ۴۸ برابر مبلغی که دولت در سال ۱۳۷۹ در بخش صنعت و معدن تحت عنوان اعتبارات عمرانی معین نموده بود توسط خوردگی از بین رفته است. همین امر در سال ۱۳۷۵ معادل ۱۷ برابر مبلغی بود که دولت در بخش صنعت و معدن سرمایه‌گذاری نمود.

- با توجه به هزینه‌های اعلام شده توسط ۲۰ واحد صنعتی فعال جهت اعمال پوشش بمنظور کنترل خوردگی که معادل ۱۵ میلیارد تومان بوده است، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که رقم ۲۷۵۰ میلیارد تومان خسارات مستقیم ناشی از خوردگی در سال ۱۳۷۹ نباید آنقدرها هم بعید باشد.
- خسارات مستقیم خوردگی در سال ۱۳۷۹ معادل ۵۴/۳ برابر سقف اعتبارات عمرانی بهداشت درمان و تغذیه بوده است.
- با استفاده از تکنولوژیهای مربوط به کنترل خوردگی در صنایع ایران می‌توان حداقل ۲۰ درصد از خسارات خوردگی را کاهش داد که معادل ۵۵۰ میلیارد تومان است، که براحتی می‌توان از محل این صرفه‌جویی ۱۰۰۰۰ مدرسه در مناطق محروم روستایی احداث نمود.

پیشنهادات

- موضوع تعیین خسارات خوردگی سالیانه می‌بایستی از صورت حرف خارج شده و عملی گردد.
- انجمن خوردگی ایران به تنهایی قادر به انجام پروژه تعیین خسارات ناشی از خوردگی نمی‌باشد. این امر می‌بایستی نظیر آنچه که در ایالات متحده آمریکا و دیگر کشورهای صنعتی رسم و معمول است با هزینه دولت و همکاری مؤسساتی که به بررسی و تحقیق در امر خوردگی مشغولند انجام گردد.
- آموزش‌های لازم در زمینه ارزیابی خسارات ناشی از خوردگی و هزینه‌های کنترل خوردگی برای مراکز صنعتی برگزار گردد.
- دستیابی به هدف مذکور مستلزم همکاری تنگاتنگ وزارت صنایع معادن، وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی با انجمن خوردگی ایران است.
- روش‌های سنتی و پنهان‌کاری‌ها در زمینه خسارات خوردگی متحول شده و سیستم تشویق و تنبیه در این زمینه حاکم گردد.
- ارتباط نزدیک‌تر انجمن خوردگی ایران با بخش آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- از وزارت محترم صنایع و معادن تقاضا می‌گردد، خسارات مربوط به خوردگی را در اختیار مدیران قرار داده و آنان را تشویق به محافظت از سرمایه‌های ملی بنماید.
- صناعی که با مشکل زیاد خوردگی مواجه هستند ضروری است افراد متخصص در زمینه‌های متالورژی، بازرسی خوردگی و مهندسی خوردگی را در اختیار گیرند.

در خاتمه از همکاری‌های مؤثر دبیرخانه انجمن خوردگی ایران، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان تشکر و سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

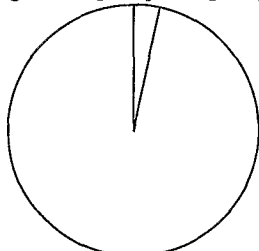
- ۱- جنبه‌های اقتصادی خوردگی فلزات- اولین سمپوزیوم سراسری خوردگی در صنایع ایران اردیبهشت ۱۳۷۱- دانشگاه شیراز دکتر محمدعلی گل‌عذار- مهندس احمد پیشنمازی.
- ۲- اهمیت بررسی و مطالعه خوردگی فلزات و نقش اقتصادی آن در صنعت - مهندس خوردگی- پالایشگاه اصفهان تیرماه ۱۳۶۵- مهندس احمد پیشنمازی
- ۳- نگرشی بر خسارات خوردگی - فصلنامه آهنگ خوردگی- انجمن خوردگی ایران - شعبه اصفهان شماره یک پائیز ۱۳۷۷ - دکتر محمدعلی گل‌عذار
- ۴- نگاهی به معضل خوردگی از دریچه آمار و ارقام - مهندس رضا جواهر دشتی
- ۵- خوردگی و روشهای کنترل آن - انتشارات دانشگاه تهران مهر ۱۳۷۴ تألیف مهندس رحیم زمانیان
- ۶- گزارش خوردگی - انجمن خوردگی ایران - آذر ۱۳۸۱ مهندس غلامرضا معینی

7-A SUPPLEMENT TO MATERIALS PERFORMANCE JULY 2002
PUBLISHED BY NACE

8-MATERIALS PERFORMANCE MARCH 2002 PAGE -18
PUBLISHED BY NACE

9-A SUPPLEMENT TO MATERIALS PERFORMANCE FEB. 2003
PUBLISHED BY NACE

۲۷۶ میلیارد دلار معادل ۳/۱ درصد تولید ناخالص ملی

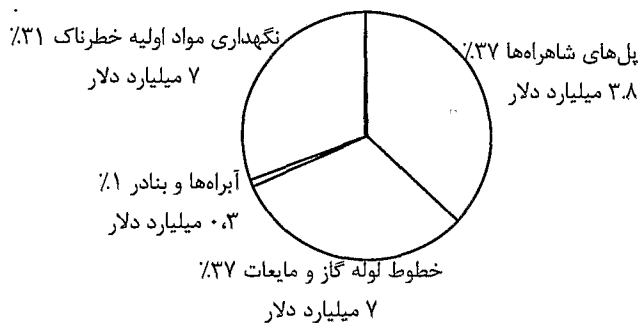


تولید ناخالص ملی ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۸
۸/۷۹ تریلیون دلار

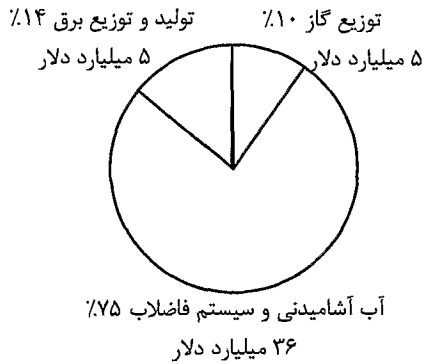
شکل ۱- هزینه‌های مستقیم خوردگی در ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۸



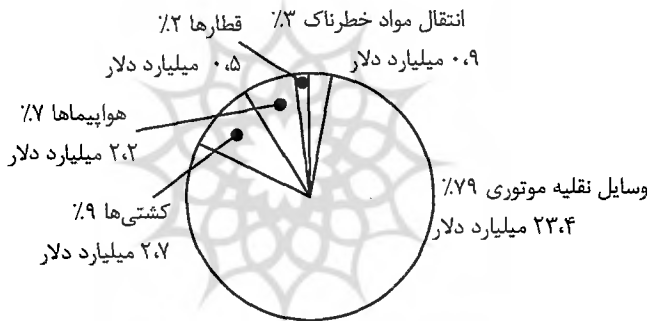
شکل ۲- هزینه‌های خوردگی سالیانه در ۵ قسمت اصلی ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۸



شکل ۳- خسارات مستقیم خوردگی ساختارهای کلان در سال ۱۹۹۸



شکل ۴: خسارات مستقیم خوردگی در بخش خدمات در سال ۱۹۹۸



شکل ۵- خسارات مستقیم سالیانه خوردگی در بخش حمل و نقل در سال ۱۹۹۸

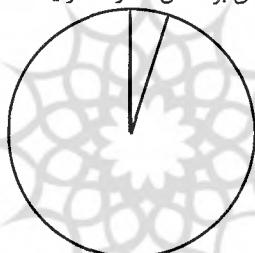


شکل ۶- خسارات مستقیم خوردگی در بخش تولید و ساخت در سال ۱۹۹۸



شکل ۷- خسارات خوردگی در بخش دولت ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۸

۲۷۵۰ میلیارد تومان بر اساس ۵ درصد تولید ناخالص ملی

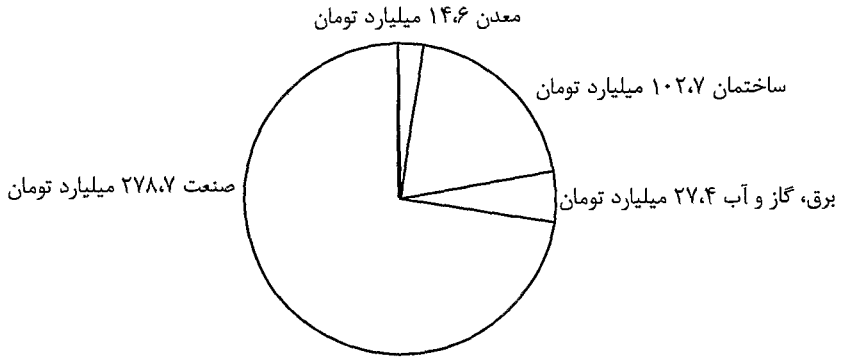


تولید ناخالص ملی ایران در سال ۱۳۷۹ بطور تقریبی ۵۵۰ تریلیون ریال

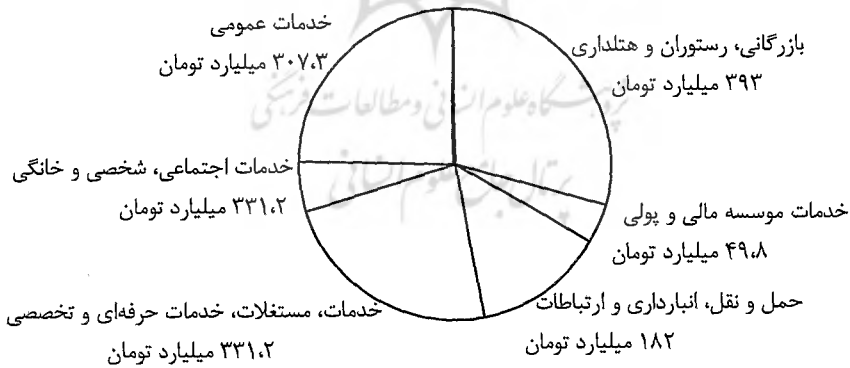
شکل ۸- هزینه‌های مستقیم خوردگی بطور تقریبی در سال ۱۳۷۹



شکل ۹- هزینه‌های خوردگی در ۴ قسمت اصلی از اقتصاد ایران در سال ۱۳۷۹



شکل ۱۰- خسارات خوردگی در چهار بخش فرعی از گروه صنایع و معادن در سال ۱۳۷۹



شکل ۱۱- خسارات خوردگی در شش بخش از گروه خدمات در سال ۱۳۷۹