نقش دانشگاه در توسعه صنایع ریلی و حمل و نقل عمومی

مهدی رفیعی[1*]

۱- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی** ، سمنان، ایران
* سمنان،صندوق پستی: ۱۷۹-۳۵۱۴۱، Ra_mehdi@yahoo.com

چکیده

در این مقاله سعی شده با توجه به جنس چرخ و ریل های موجود در راه آهن ایران و از طریق اندازه گیری نرخ سایش بین آنها ، با استفاده از شبیه سازی در دستگاه تستر سایش چرخ و ریل ، از بین گریدهای موجود در ناوگان ریلی کشور مناسب ترین گرید چرخ و ریل از نظر سایش را برای ناوگان ریلی کشور انتخاب کنیم.

در این تحقیق با تهیه نمونه های آزمایشگاهی ریل و چرخ از طریق ماشینکاری ، و انجام عملیات حرارتی برای رسیدن به پروفیل مناسب سختی چرخ و ریل ها ، مجموع سایش بدست آمده در اثر کار نمونه های چرخ و ریل در دستگاه تستر سایش اندازه گیری شده است. با توجه به اینکه بخش عمده ریل در خطوط اصلی راه آهن از گرید 900 A تشکیل شده است ، در صورت استفاده از چرخ R7 در مقابل ریل 900A سایش مجموع بین چرخ و ریل بشدت افزایش خواهد یافت همچنین با توجه به نرخ سایش شدید چرخ R7 در مقابل ریل گرید 900A و مقدار اندک ریل گرید 700 ، استفاده از چرخهای R7 در خطوط ریلی کشور باعث سایش بیشتر چرخها خواهد شد. لذا پیشنهاد می شود در ناوگان ریلی کشور از چرخ R9 به دلیل سایش مجموع به مراتب پایین تر چرخ R9 با ریل 900A استفاده شود.

کلیدواژگان

سایش ، چرخ و ریل ، صنعت حمل و نقل ریلی

۱- مقدمه

یکی از اساسی ترین مشکلات صنعت حمل و نقل ریلی ، سایش چرخ و ریل می باشد و این پدیده سالانه هزینه هنگفتی را از طریق تعویض زود هنگام چرخ و ریل ، توقف ناوگان و مسدود بودن خط به پیکرهٔ راه آهن وارد می نماید.

بطورکلی در بین قطعات مصرفی واگن ، چرخ و در بین قطعات خط ، ریل از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند. که به دلیل هزینه بالای تولید ، بالا بودن هزینه های تعویض ریل و تعمیر چرخ منوبلوک و بانداژ (تراش و جا زدن) نگاه علمی و دانشگاهی موثر به این مقوله بسیار مهم و حیاتی می باشد. بررسی های انجام گرفته نشان داده که در حال حاضر شرایط سایش چرخ و ریل از استانداردهای جهانی فاصله زیادی دارد[۱].

اگر چه دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی تلاش هایی در این راستا انجام داده اند. اما به نظر می رسد با توجه به حساسیت موضوع به دلیل نیاز کشور به توسعه سریع حمل و نقل ریلی درون و برون

شهری ، کنترل عوامل موثر در سایش چرخ و ریل ، مثل انتخاب گرید مناسب چرخ و ریل و غیره ، می تواند یکی از زمینه های خوب همکاری بین صنعت و دانشگاه باشد تا با کنترل تمام عوامل موثر بر سایش و کاهش عمر چرخ و ریل باعث توسعه صحیح حمل و نقل ریلی کشور شوند.

با توجه به واقعی تر شدن هزینه های انرژی و مراجعه مردم به حمل نقل عمومی مخصوصاً راه آهن شهری و برون شهری ، یکی از راهکارهای پیش رو توسعه صنعت حمل و نقل عمومی می باشد لذا نگاه علمی به توسعه این صنعت ضرورت پیدا می کند که در این تحقیق به عنوان نمونه اثر انتخاب درست گرید چرخ و ریل در سایش مجموع بررسی شده است.

۲- رابطه سختی با سایش چرخ و ریل

پس از ابداع ریل های آهنی ، فرم طرح کلی ریل و چرخ ساخته شده به مراتب ساده تر از آنچه که در حال حاضر استفاده می شود، بود از آنجائی که فولاد یکی از بالاترین مقادیر مدول الاستیسیته و استحکام کششی را دارا می باشد و تردی و مقاومت به سایش مناسبی دارد به همین خاطر تقریباً همه چرخها از فولادهای پرلیتی کربن- منگنز ساخته شدند.[۲]

سایش در مسیرهای راه آهن شامل دو نوع است :

سایش طبیعی ، که عبارت است از سایش مکانیکی مثل سایش سمباده ائی و سایش چسبنده که در تماس بین چرخ و ریل اتفاق می افتد.[۳]

سایش سنگ زنی که از سنگ زنی ریل حاصل می شود.

سنگ زنی دوره ایی ریل ، جهت از بین بردن ترک های ریز ریل لازم است این ریز ترک ها باعث ایجاد خستگی در ریل و نهایتاً شکست آنها می شوند که به آن خستگی ناشی از تماس غلتشی هم می گویند (RCF)[۱].

سایش و RCF دو مقوله ایی هستند که توجه زیادی به آنها شده و هر دو اینها عوامل تعیین کننده در طول عمر ریل می باشند. برای رسیدن به افزایش طول عمر ریل در طول سالها تلاش های زیادی انجام گرفته که یکی از آنها افزایش سختی ریل ها می باشد زیرا محققین بر این گمان بودند که افزایش سختی نسبت مستقیم با کاهش سایش دارد. اما مطالعات نشان داده که افزایش سختی فولاد تنها مکانیزم سایش را عوض می کند. به عنوان مثال در بررسی عملکرد سایش فولادهای باینیتی نسبت به فولاد پرلیتی نتایج حاصل نشان داد که به دلیل کارسختی انجام شده در اثر تنش های باری شدید در لایه های زیرین ، فولاد پرلیتی عملکرد سایشی بهتری از خود نشان داده است[۴].

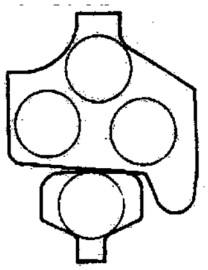
۳- نمونه سازی

مواد لازم برای ساخت نمونه های آزمایش ، از قسمت مشخص شده از چرخ و ریل جدا شد (شکل ۱) پس از ماشینکاری نمونه ها ، و به منظور حذف اثرات ناصافی سطح در آزمایشات ، محل تماس چرخ و ریل به طور کامل پولیش شد تا سطح کاملاً صافی داشته باشیم.

---

[1] Rolling contact fatigue

جنس نمونه های تهیه شده از ریل R7 و چرخ 700 فولاد ۱۰۵۰ ، و جنس نمونه های تهیه شده از ریل R9 و 900A ۱۰۶۰ بوده است. شکل۱ نمایی از محل تهیه نمونه های ساخته شده در روی چرخ و ریل را نشان می دهد.



شکل۱ محل جدا شدن نمونه ها از چرخ و ریل

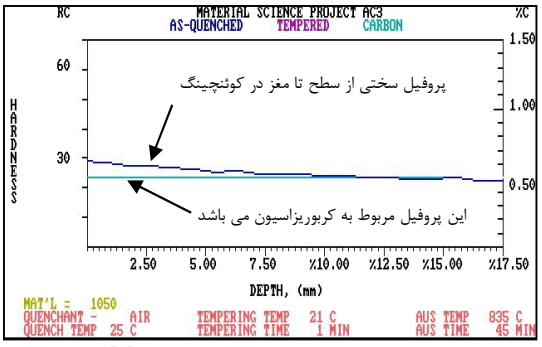
پس از تهیه نمونه آزمایشگاهی ، عملیات حرارتی برای رسیدن به سختی چرخ و ریل و حذف اثرات برش و ماشینکاری ، انجام شد در ادامه ضمن بررسی نتایج حاصل از عملیات حرارتی ، مقایسه نتایج حاصل با نتایج بدست آمده از نرم افزار AC3 انجام شده است.

۴- تجزیه و تحلیل نتایج شبیه سازی با نرم افزار AC3

همانطورکه در پروفیل های سختی بدست آمده از نرم افزار نشان داده شده است سختی سطحی برای نمونه های آزمایش از جنس ۱۰۵۰ (چرخ و ریل) حدود ۲۹,۲ راکول C (۲۸۰ برینل) می باشد و سختی مغز قطعه در حدود ۲۲ راکول C (۲۳۰ برینل) می باشد که این مقادیر در پروفیل های سختی نشان داده شده است. لازم به ذکر است که مقدار Agitation داده شده به نرم افزار برای نمونه چرخ از جنس ۱۰۵۰ حدود ۳۰ سانتیمتر بر ثانیه و برای نمونه ریل از همان جنس حدود ۲۵ سانتیمتر بر ثانیه انتخاب شد.

همچنین سختی سطحی برای نمونه های آزمایش از جنس ۱۰۶۰ (چرخ و ریل) حدود ۳۲,۲ راکول C (۳۰۴ برینل) و سختی مغز حدود ۲۸ راکول C (۲۷۶ برینل) می باشد پروفیل های بدست آمده در شکل های ۲ تا ۵ این موضوع را نشان می دهد.

مقدار Agitation داده شده به نرم افزار برای نمونه چرخ از جنس ۱۰۶۰ حدود ۲۷,۵ سانتیمتر بر ثانیه و برای نمونه ریل از همان جنس حدود ۲۲,۵ سانتیمتر بر ثانیه می باشد.

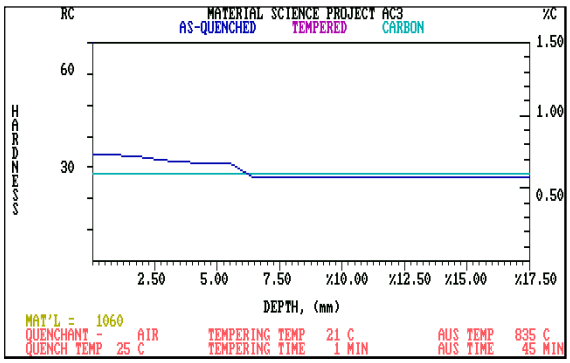


شکل۲ پروفیل سختی دیسک ریل 700 [۱]

در شکل ۲ پروفیل سختی دیسک ریل 700 حاصل از شبیه سازی در نرم افزار AC3 نشان داده شده است بعنوان مثال سختی در سطح حدود ۲۹ راکول C (۲۸۰ برینل) می باشد که در عمل این مقدار حدود ۲۸۵ برینل بدست آمد همین طور در مغز حدود ۲۲ راکول C خوانده می شود که معادل ۲۳۰ برینل می باشد. در شکل ۲ پروفیل های کربوریزاسیون (منحنی سبز) و تمپرینگ (منحنی قرمز) قابل حصول است که در این بخش بررسی نمی شود.

جدول ۱ مقادیر سختی بدست آمده در عمل و مقایسه با نرم افزار برای نمونهٔ ۱۰۵۰ [۱]

در ۵ میلی متر نسبت به محل اندازه گیری قبلی (HB)	در سطح (HB)	محل اندازه گیری سختی (دیسک ریل ۷۰۰ و چرخ R7)
۲۷۵	۲۸۵	اندازه گیری در عمل
۲۶۸	۲۸۰	بدست آمده از نرم افزار

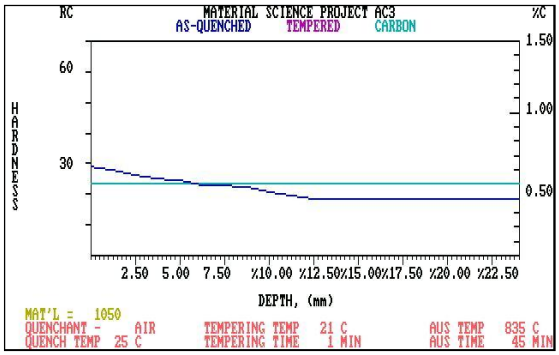


شکل۳ پروفیل سختی دیسک ریل 900A [۱]

شکل ۳ پروفیل سختی بدست آمده از سطح تا مغز را برای دیسک ریل 900A نشان می دهد و همانطور که در شکل دیده می شود سختی تا عمق ۷,۵ میلی متری نفوذ دارد و بعد از آن ثابت و بدون تغییر مانده است.

جدول ۲ مقادیر سختی بدست آمده در عمل و مقایسه با نرم افزار برای نمونهٔ ۱۰۶۰ [۱]

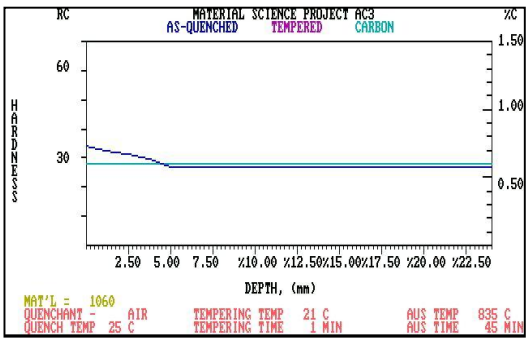
در ۵ میلی متر نسبت به محل اندازه گیری قبلی (HB)	در سطح (HB)	محل اندازه گیری سختی (دیسک ریل 900A و چرخ R9)
۳۰۵	۳۱۱	اندازه گیری در عمل
۲۹۵	۳۰۴	بدست آمده از نرم افزار



شکل۴ .پروفیل سختی دیسک چرخ R7 [۱]

شکل ۴ پروفیل سختی دیسک چرخ R7 را نشان می دهد با توجه به اینکه جنس این دیسک ۱۰۵۰ می باشد پروفیل سختی آن شبیه شکل ۲ خواهد بود این شکل مربوط به دیسک ریل 700 می باشد که جنس آن هم ۱۰۵۰ می باشد تنها تغییر قابل مشاهده مربوط به منحنی های خنک شدن و شکل پروفیل سختی از سطح به مغز می باشد که مربوط به تغییرات هندسه می باشد چون قطر دیسک چرخ از قطر دیسک ریل بزرگتر است. و جدول مربوط به پروفیل سختی در سطح و ۵ میلی متری سطح (جدول ۱) برای این مورد هم صادق می باشد چون در بحث سایش سختی سطح برای ما اهمیت ویژه ای دارد.

هم چنین شکل ۵ مربوط به پروفیل سختی دیسک چرخ R9 می باشد و تنها فرق آن پروفیل سختی ریل 900A (شکل ۳) که جنس مشابهی (۱۰۶۰) دارند در این است که در اثر تغییرات هندسه و تغییرات اندازه نفوذ سختی در دیسک چرخ در عمق کمتری اتفاق افتاده است.



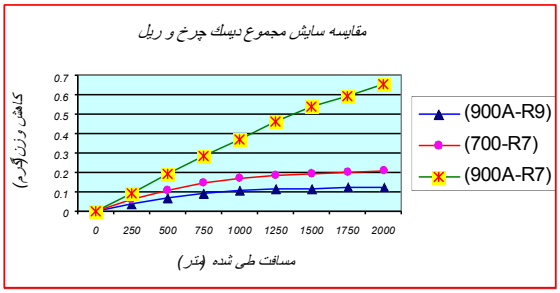
شکل۵ پروفیل سختی دیسک چرخ R9 [۱]

۵- تجزیه و تحلیل نتایج و بحث روی آنها

در این قسمت منحنی های کاهش وزن مجموع دیسک چرخ و ریل با جنس های مختلف ، در مقابل مسافت طی شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می شود در صورت انتخاب ریل 900A با چرخ R7 بدترین وضعیت سایش بروز خواهد داد و همچنین برای حالتی که چرخ R9 با ریل 900A تست شد بهترین شرایط سایش مجموع چرخ و ریل مشاهده شد.

با توجه به اینکه از حدود ۸ هزار کیلومتر خطوط راه آهن ایران تنها ۱۵۰۰ کیلومتر آن ریل گرید 700 و مابقی 900A می باشد [۱] و نرخ سایش چرخ حدود ۳ برابر در شرایط استفاده از چرخ R7 در مقابل ریل 900A می باشد ، لذا پیشنهاد می گردد کلیه چرخها از جنس گرید R9 با سختی 311 HB استفاده گردد زیرا با توجه به نرخ سایش شدید چرخ R7 در مقابل گرید 900A و مقدار اندک ریل گرید 700 ، استفاده از چرخهای R7 در خطوط ریلی کشور باعث سایش بیشتر چرخها و ریل ها خواهد شد. شکل ۶ که سایش مجموع چرخ و ریل را نشان می دهد این مطلب را کاملاً نمایش می دهد.

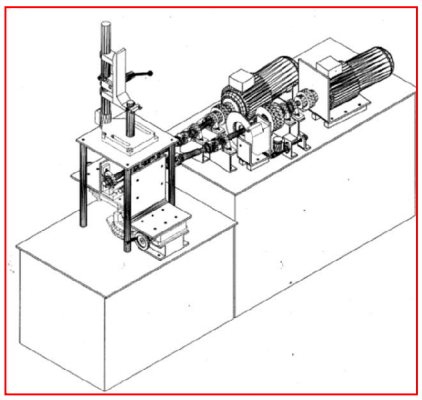


شکل ۶ مقایسه سایش مجموع چرخ و ریل در تست انجام شده.[۱]

۶- دستگاه تستر سایش مورد استفاده

شکل شماره ۷ و ۸ شکل شماتیکی از دستگاه تستر سایش مورد استفاده را نشان می دهد. این دستگاه چرخ و ریل را به صورت دو عنصر در حال دوران شبیه سازی می کند. در فاز تحقیق و توسعه مورد نظر این تحقیق ، می توان دستگاهی ساخت که حرکت چرخ را دورانی و حرکت ریل را ثابت ، مدل کند.

شکل ۷ عکس دستگاه تستر سایش استفاده شده .[۱]



شکل ۸ شکل شماتیک دستگاه تستر سایش استفاده شده .[۱]

۱- مراجع

[1] پایان نامه کارشناسی ارشد ، مهدی رفیعی ، پروژه مشترک بین دانشگاه و مرکز تحقیقات راه آهن جمهوری اسلامی ایران.
[2] A. Kapoor, D.I. Fletcher, F. Schmid, K.J. Sawley, M. Ishida, Tribology of rail transport, Modern Tribology Handbook, vol. 34, 2001.
[3]. K. Sawley, R. Jimenez, The comparative wear performance of premium and bainitic rail steels under heavy axle loads, Association of American Railroads research report R-941, 2000.

[4]- Ki Myung Lee, Andreas A. Polycarpou Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, USA Received 31 July 2004
[5] A. Kapoor, F.J. Franklin, S.K. Wong, M. Ishida, Surface roughness and plastic flow in rail wheel contact.
[6] Seminar – Cum- work shop on Excessive Rail/wheel wear And Derailments 2-7 sep. 1985, Kuala Lumpur, Malaysia.
[7] Josepn Edward shigly, Charles R.Mischke, Mechanical Engineering Design, Mcgraw Hill, pp63 64, 1989.