

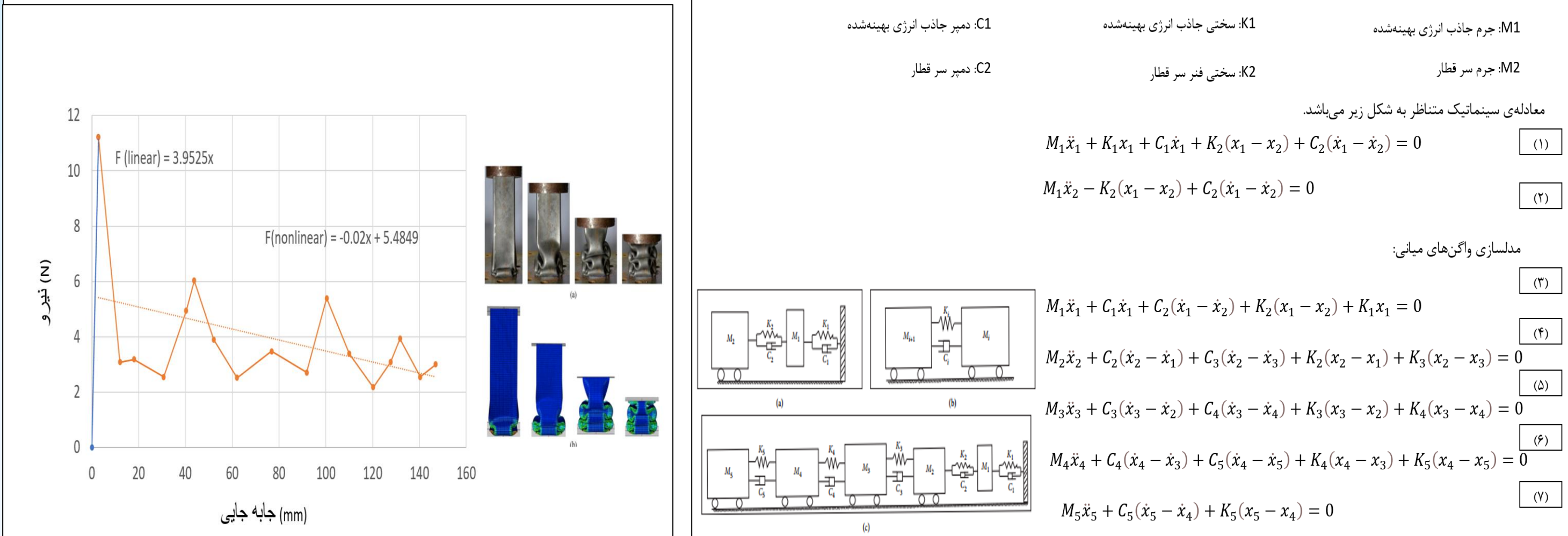
به دست آوردن سفتی معادل المان‌های جاذب انرژی جهت درج در مدل‌های دینامیکی

شفق رحیم نژاد باغچه حوقی، پریسا حسینی تهرانی

۱- کارشناسی، دانشکده راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت، nikanrahimnezhad1998@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت، H_hosseini@gmail.com

صورت گرفته)، نمودار این نقاط در نرم‌افزار اکسل رسم شد شکل (۲). سپس ناحیه‌ی خطی و غیرخطی و معادلات سختی هر ناحیه از طریق قانون هوک به دست آمد؛ میزان جذب انرژی در حالت ساده و بعد از اعمال تغییر به دست آمده و مقایسه گردید.



شکل ۱. مدل‌سازی و معادلات جرم و فنر [1] شکل ۲. نمودار ترسیم‌شده در نرم‌افزار اکسل

تحلیل و تفسیر موضوع

۲- جاذب انرژی دوم:

ویژگی	ستون مربعی	ستون مربعی بهینه سازی شده
سفتی فنر در حالت خطی $0 < x < 1.66714$	۳۱.۷۲ (KN/mm)	۱۳۳.۸۱ (N/mm)
سفتی فنر در حالت غیرخطی $x > 1.66714$	۰.۰۵۹۸ (KN/mm)	۰.۰۰۲ (N/mm)
میزان جذب انرژی (E) محاسبه شده	۲۸۶۵.۵۵۵ (J)	(KJ) ۵.۴۰۹۹۵
میزان جذب انرژی [3] (E)	۱۹۲۹.۳۹ (J)	(KJ) ۵.۱۳۵
درصد خطا	٪۷	٪۱.۷

۳- جاذب انرژی سوم:

ویژگی	۸ وجهی	۷ وجهی	۶ وجهی
میزان جذب انرژی (E) محاسبه شده	۲۲۶۵.۹۳۴ (J)	۱۴۹۷.۷۰ (J)	۱۵۷۹.۸۵ (J)
میزان جذب انرژی [4] (E)	۲۲۰۰.۹۰۴ (J)	۲۱۱۰.۳۹۵ (J)	۱۹۷۰.۲۹ (J)
درصد خطا	٪۲.۸	٪۲۹	٪۱۹.۸

نتیجه گیری

هدف از این مقاله، به دست آوردن فنر معادل برای جاذب جهت درج در معادلات دینامیکی مدل‌سازی برخورد می‌باشد. در آغاز، ضربه مانند فنر، رفتار به صورت خطی دارد. اما در ناحیه ی نوسانی برای ساده تر شدن و با در نظر گرفتن خطا از نوسانات نمودار صرف نظر کرده و این قسمت از نمودار را با یک نمودار خطی که سختی متوسط را نمایش می‌دهد، به دست می‌آوریم. با توجه به میزان جذب انرژی در هریک از جاذب‌های انرژی می‌توان تأثیر عواملی چون وجود حفره در بدنه‌ی جاذب انرژی و تأثیر سطح مقطع دایروی و مربعی شکل و تأثیر تعداد اضلاع در بهبود عملکرد جاذب انرژی را دریافت و با به دست آوردن معادله سختی ناحیه‌ی خطی و غیرخطی و روش حل انتگرال‌گیری، مقدار جذب انرژی هریک از جاذب‌های انرژی به دست آورده و با مقدار عددی هریک از مقالات مقایسه شد که می‌توان نتیجه گرفت استفاده از این روش با خطای بین ۰-۳۰٪ امکان‌پذیر است.

مراجع

- [1] S. Dong et al., "Nonlinear Spring-Mass-Damper Modeling and Parameter Estimation of Train Frontal Crash Using CLGAN Model," *Shock Vib.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/9536915.
- [2] N. Bahramian and A. Khalkhali, "Crashworthiness topology optimization of thin-walled square tubes, using modified Bidirectional Evolutionary Structural Optimization approach," *Thin-Walled Struct.*, vol. 147, no. October 2019, p. 106524, 2020, doi: 10.1016/j.tws.2019.106524.
- [3] H. Salaripour and M. Asgari, "Optimized foam filling configuration in bi-tubular crush boxes: a comprehensive experimental and numerical analysis Optimized foam filling configuration in bi-tubular crush boxes; a comprehensive experimental and numerical analysis," no. January, 2020, doi: 10.1088/2631-8695/ab67ee.
- [4] S. Goyal, C. S. Anand, S. Kumar, and R. Chandmal, "Thin-Walled Structures Crashworthiness analysis of foam filled star shape polygon of thin-walled structure," vol. 144, no. June, 2019, doi: 10.1016/j.tws.2019.106312.

چکیده

برای حفظ ایمنی و کاهش خسارات در تصادفات قطار با قطار از مکانیزم‌های جاذب انرژی استفاده می‌شود. تحقیقات انجام‌شده بر روی جاذب انرژی به چهار دسته تقسیم می‌شود. بررسی مکانیزم تصادف به صورت تجربی و آزمایشگاهی در مقیاس بزرگ، بررسی آماری سوانح مربوط به حمل‌ونقل ریلی، بررسی ساختار هندسی و جنس جاذب‌های انرژی در مقیاس کوچک و روش‌های کامپیوتری (اجزای محدود و مدل‌سازی جرم و فنری). از بین تمامی این روش‌ها مدل‌های دینامیکی مقرون به صرفه می‌باشد. در مدل دینامیکی، نمودار سختی از برآورد اولیه نمودار نیرو - جابه‌جایی مدل ساده شده جاذب انرژی به دست می‌آید. در این تحقیق ساختارهای جاذب‌های انرژی چندضلعی به علت وزن کم و قابلیت جذب انرژی بالا و صرفه اقتصادی انتخاب‌شده، سپس با در نظر گرفتن جاذب انرژی به‌عنوان یک فنر، معادلات دینامیکی جاذب انرژی را به دست آورده و نمودارهای مختلف داده‌های مدل دینامیکی و ریاضی مقایسه می‌کنیم. نتایج حاصل از صحت سنجی، نشان می‌دهد با خطای کمی در حدود ۰-۳۰٪، جذب انرژی در مدل فنر مقیاس بندی شده و نمونه اولیه متفاوت است.

کلمات کلیدی: حمل‌ونقل ریلی، تصادفات قطار با قطار، جاذب انرژی، مدل‌سازی دینامیکی

مقدمه

به‌طور کلی تعداد تصادفات رخ داده در جهان نشان می‌دهد در سال‌های ۱۹۷۰ - ۲۰۰۹ آمار خسارات ناشی از تصادفات نسبت به سال‌های قبل آمار رو به کاهشی داشته است. تأثیر ساختارهای مکانیکی (جاذب‌های انرژی) که بتواند تمام یا قسمتی از انرژی جنبشی وارده به هنگام تصادف را به شکل دیگری از انرژی به‌منظور کاهش نیروی آسیب‌رسان به سازه و مسافر تبدیل کند تا از تخریب تجهیزات و صدمه جانی سرنشینان جلوگیری کند، همواره مورد توجه بوده است. جاذب‌های انرژی بسته به نوع لکوموتیو و شرایط و کاربردها به دسته‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند. جاذب انرژی جدار نازک، مخروطی، لانه‌زنبوری، مثال‌هایی از جاذب‌های انرژی موجود در صنعت هستند. آزمون‌های ضربه در جاذب انرژی به صورت شبه استاتیکی تحت بارگذاری فشاری متمرکز و گسترده تحت جابه‌جایی دو فک یا به صورت آزمایش دینامیکی تحت نیروی ضربه با نصب حسگر بر روی لکوموتیو و اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی همچون شتاب، سرعت، زمان، نیرو انجام می‌شود و مدل‌سازی دینامیکی انجام می‌شود.

متن بدنه

شکل (۱) نمونه‌ای از مدل‌سازی غیرخطی قطار شامل بلوک جرم قطار و بلوک جاذب انرژی برای تجزیه و تحلیل عملکرد جاذب انرژی می‌باشد. با حل معادلات (۱) - (۷)، و پارامترهای دینامیکی و ضریب سختی فنر به دست می‌آید. جهت مقایسه عملکرد سختی، میزان انرژی جذب‌شده E اندازه‌گیری می‌شود:

$$E = \int_0^d \max F(s) ds \quad (1)$$

در این تحقیق به‌منظور محاسبه سختی در جاذب‌های انرژی، سه مقاله که در آن نمودارهای تنش- کرنش و نیرو جابه‌جایی سازه‌ی جذب انرژی پیشنهادی معرفی شده بود، انتخاب گردید. نمودار جاذب انرژی انتخاب‌شده از مقالات مختلف با استفاده از نرم‌افزار دیجی تایزر داده‌کاوی شده و با انتخاب تعداد مناسب نقطه از قسمت‌های اصلی نمودار (که در آن تغییر فرم و شکل -