



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# عدم قطعیت ها در سیستم های تعلیق وسایل نقلیه جاده ای

## چکیده

به واسطه ناهمواری جاده ها، وسایل نقلیه جاده ای در معرض تحریک تصادفی قرار می گیرند. برای یک تجزیه و تحلیل دینامیکی، مدل های ارتعاشات عمودی خودرو و نیز مدل های ناهمواری جاده مورد نیاز می باشند. پویایی اساسی سیستم تعلیق خودرو را می توان در حال حاضر توسط یک ماشین با ویژگی جداسازی حرکت بدنه و حرکت چرخ ماشین مدلسازی نمود. این مدل سیستم تعلیق توسط پنج پارامتر طراحی مشخص می شود که دو مورد از این پارامترها، کمک فنرها و فنر تایر، به علت سایدگی و تعمیر و نگهداری ضعیف، بسیار نامطمئن هستند. برای ارزیابی عملکرد وسایل نقلیه، سه معیار مورد استفاده قرار می گیرند: راحتی سواری، ایمنی رانندگی و حرکت سیستم تعلیق. این معیارها به تمام پنج پارامتر طراحی وابسته هستند که منجر به یک تناقض یا مسئله بهینه-پارتو می شود. در این مقاله، عدم قطعیت این پارامترها در یک فضای معیارها به منظور حمایت از تصمیم گیری بر اساس یک مشکل بهینه-پارتو پیش بینی می شوند. شبیه سازی ها با عدم قطعیت منجر به طراحی سیستم تعلیق قوی می شوند. نشان داده شده است که پارامترهای کنترل شده سیستم تعلیق با توجه به تصمیمات غیر قابل پیش بینی صورت گرفته توسط راننده همچنان نامشخص هستند.

**کلمات کلیدی:** سیستم های تعلیق خودروی جاده ای؛ تحریک تصادفی؛ معیارهای ارزیابی؛ مسئله تناقض؛ طراحی

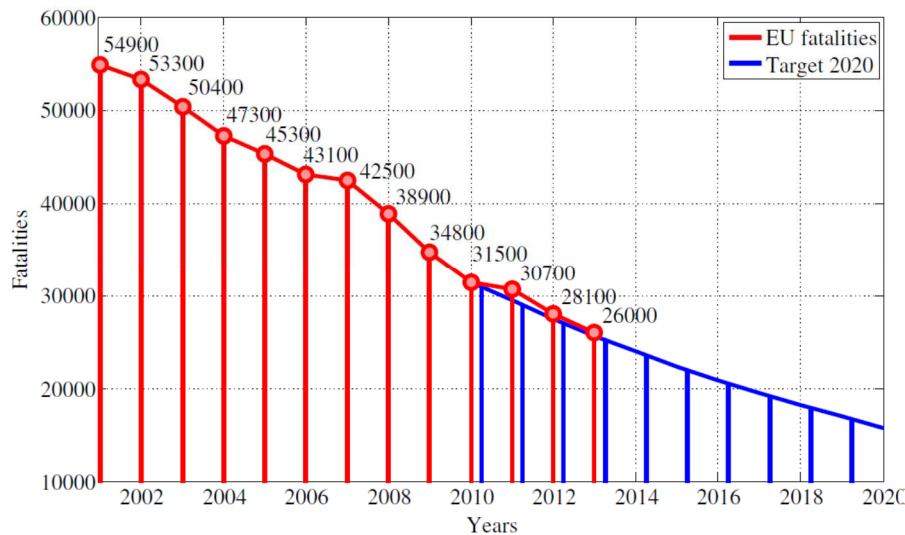
محکم

## 1. مقدمه

سیستم های تعلیق خودروی جاده ای که نیروی محرکه و نیروهای هدایت را تولید می کنند، برای ایمنی رانندگی ضروری هستند. این نیروها به طور عمده توسط شتاب، ترمز و فرمان خودرو کنترل می شوند. آمار مرگ و میر جاده ای از سال 2001 در اروپا، کاهش چشمگیر از 54.900 تا 31.500 در سال 2010 و 26.000 در سال 2013 را

نشان می دهد. نگاه کنید به شکل 1. دلیل اصلی برای این اتفاق دلگرم کننده، معرفی سیستم های حفاظت از سرنشینان است. در سال 1998، قانون فدرال، کیسه هوا را در ایالات متحده اجباری نمود و از سال 2006 بستن کمربند ایمنی در همه وسایل نقلیه در سراسر اتحادیه اروپا اجباری شده است. از سوی دیگر، یک نظرسنجی 2 در مورد علت حوادث با آسیب فیزیکی از سال 2012 نشان می دهد که سه چهارم از این حوادث با توجه به نقص راننده رخ داده اند، در حالی که هنوز یک چهارم آن، دلایل دیگری دارد، از جمله نقص خودرو توسط پارامترهای طراحی نامشخص.

در این مقاله، مدل سازی خودرو و راهنما با پارامترهای نامشخص در نظر گرفته شده است و معیارهای ارزیابی برای وسیله سیستم های - هدایت مسیر - وسیله نقلیه ارائه شده و با استفاده از تحلیل کوواریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بهینه سازی چند معیاره و تجزیه و تحلیل عدم قطعیت ها با نرم افزار FAMOUS بر اساس محاسبات فازی انجام شده است و به پویایی چند-بدنه توسط Waltz و Hanss3 معرفی شده است.



شکل 1: آمار مرگ و میر جاده ای در اتحادیه اروپا از سال 2001. 2

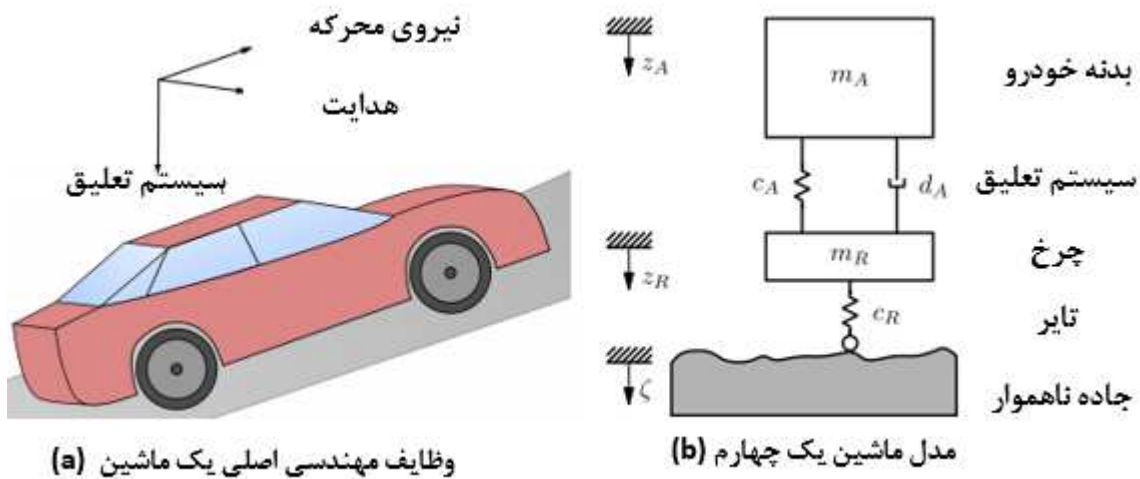
## 2. مدل سازی خودرو و پارامترهای غیرقطعی

دینامیک سیستم چندبدنه، یک ابزار استاندارد برای همه نوع خودرو است. مرجع 4 را ببینید. پیچیدگی مدل مورد نیاز به اقدامات مهندسی بر روی این مدل بستگی دارد. برای تحلیل سیستم تعلیق یک ماشین مسافری، شکل 2a، مثلاً یک مدل سه بعدی ماشین کامل با 19 درجه آزادی (dof)، یک مدل دو بعدی نیمه ماشین با 8 درجه آزادی یا یک ماشین یک بعدی یک چهارم با 2 درجه آزادی را به ترتیب می توان انتخاب نمود. این مدل های مختلف با استفاده از محک زنی نشان داده شده، مثلاً در مرجع 5، در برابر یکدیگر اعتبارسنجی می شوند.

برای تحقیقات اساسی، مدل های ساده تر ترجیح داده می شوند، البته به شرطی که پدیده های دینامیک پایه مورد نظر را نشان دهند. در مورد سیستم های تعلیق، اصل جداسازی فرکانس بین حرکت چرخ با فرکانس بالا به دلیل ناهمواری جاده، و حرکت بدنه ماشین با فرکانس پایین که یک سواری راحت را برای مسافران فراهم می کند، توسط یک مدل ماشین یک چهارم تشکیل می شود، شکل 2b. جاده ناهموار توسط مشخصه  $\zeta(t)$  مشخص می شود. حرکت عمودی چرخ توسط  $z_R(t)$  توصیف می شود و حرکت بدنه که نیز توسط  $z_A(t)$  مشخص می شود. مدل ماشین یک چهارم دارای پنج پارامتر است، مقادیر نامی برای یک ماشین استاندارد مسافری نیمه-کلاس: جرم چرخ:  $m_R = 80 \text{ kg}$  و فنر تایر:  $c_R = 320000 \text{ N/m}$ . علاوه بر این، سه پارامتر نامعین باید توسط اعداد فازی با مرزهای بالا و پایین نشان داده شوند:  $1200 < m_A < 2000 \text{ kg}$ ,  $1200 < d_A < 6000 \text{ Ns/m}$  و  $160000 < c_R < 320000 \text{ N/m}$ . جرم بدنه به واسطه وزن تعی و حداکثر قابلیت حمل بار محدود می شود، کمک فنر ممکن است فرسوده شود، لغزش پیدا کند، سفت شود یا چسبنده. سختی تایر وابسته به فشار هواست که به دلیل اینکه راننده آن را به ندرت چک می کند، بسیار کم است.

### 3. مدل سازی مسیر و سیستم مسیر خودرو

ناهمواری جاده به طور کلی نامعین است. هرچند، یک متغیر تصادفی است که قابل اندازه گیری می باشد و می توان آن را به صورت یک فرآیند تصادفی با متغیرهای تصادفی  $\zeta(x)$  نشان داد که  $x$  در این متغیر، موقعیت مسیر را نشان می دهد. 4 را ببینید.



شکل 2: مدلسازی یک وسیله نقلیه.

اندازه گیری های ناهمواری تصادفی جاده به طور معمول توسط چگالی طیفی  $\Phi_\zeta(\Omega)$  مستندسازی می شوند که به یک فرکانس فضایی  $\Omega$  با طیف فرکانسی محدود و حالت موجی  $w = 2$  بستگی دارد.

$$\Phi_\zeta(\Omega) = \Phi_0 \left( \frac{\Omega_0}{\Omega} \right)^w, \quad 0 < \Omega_I \leq \Omega \leq \Omega_{II} < \infty. \quad (1)$$

از مدل ارائه شده ناهمواری مسیر که به مختصات فضایی  $x$  وابسته است، یک مدل متناظر برای تحریک وسیله نقلیه

که وابسته به زمان  $t$  است، مشخص می شود. به دلیل حالت موجی  $w = 2$ ، یک فرآیند تحریک نویز سفید  $\dot{\zeta}(t)$

که سرعت عمودی ناهمواری را با چگالی طیفی ثابت نشان می دهد، به دست می آید

$$\tilde{\Phi}_{\dot{\zeta}}(\omega) = \omega^2 \nu \tilde{\Phi}_0 \left( \frac{\Omega_0}{\omega} \right)^2 = \nu \tilde{\Phi}_0 \Omega_0^2 = \text{const.} \quad (2)$$

که در آن  $w$ , فرکانس در حوزه زمان و  $\nu$  به معنی سرعت وسیله نقلیه است.

سیستم مسیر خودرو در حال حاضر از بدنه خودرو، ادوات سیستم تعلیق، مسیر و ناهمواری آن با تحریک سرعت نويز

سفید  $\dot{\zeta}(t) \sim (0, q)$  است که توسط میانگین سفر و شدت  $q$  مشخص می شود. بنابراین، از معادلات خطی حرکت مدل ماشین یک چهارم با توجه به وضعیت تعادلی آن با توجه زمان به صورت زیر مشتق گرفته می شود.

$$\begin{bmatrix} m_A & 0 \\ 0 & m_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{z}_A \\ \ddot{z}_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_A & -d_A \\ -d_A & d_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{z}_A \\ \dot{z}_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_A & -c_A \\ -c_A & c_A + c_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_A \\ z_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ c_R \end{bmatrix} \dot{\zeta}(t). \quad (3)$$

بنابراین، معادلات حرکت (3) در شکل فضای-حالت دوباره نوشته می شوند که در آن، بردار حالت  $\dot{x}(t)$ ، بردار

تحریک نويز سفید  $w(t)$ ، ماتریس سیستم  $A$  و ماتریس ورودی  $B$  به صورت زیر هستند،

$$\ddot{x} = Ax + Bw(t). \quad (4)$$

#### 4. معیارهای ارزیابی و تحلیل کوواریانس

وظایف اصلی یک سیستم تعلیق خودرو، از سه بخش تشکیل شده اند:

- حمل وسیله نقلیه روی ارتفاع ثابت با ارتعاشات عمودی کوچک که آسودگی بالا در رانندگی را فراهم می کنند. درک انسان از ارتعاش به شتاب بستگی دارد.
- در نظر بگیرید که چرخ های وسیله نقلیه با تغییر بار کم که به ایمنی رانندگی بالا منجر می شود، از جاده ای ناهموار پیروی می کنند. نیروی های محرکه و هدایت به بار روی چرخ بستگی دارند.

- محدود کردن حرکت سیستم تعلیق بین چرخ و بدنه خودرو توسط مانع های لاستیکی عمل کننده روی جاده های ناهموار.

بر اساس این وظایف، دو معیار اساسی از نظر ریاضی به صورت زیر توصیف می شوند:

- معیار 1: شتاب بدنه عمودی که آرامش رانندگی  $a_A = \ddot{z}_A$  را مشخص می کند، باید مینیمم باشد.
- معیار 2: بار دینامیکی عمل کننده چرخ که بر ایمنی رانندگی تاثیر می گذارد  $f = CR(\zeta - z_R) = m\ddot{A}z_A + mR\ddot{z}_R$  باشد مینیمم باشد.

این بدان معنیست که یک مسئله بهینه سازی چندمعیاری داده شده است. به دلیل تحریک تصادفی سیستم مسیر وسیله نقلیه، این معیارها نیز، متغیرهای تصادفی مشخص شده به ترتیب توسط انحرافات و واریانس های استاندارد خود هستند.

پاسخ معادله حالت سیستم مسیر وسیله نقلیه تصادفی (4) توسط ماتریس کوواریانس  $P$  انحرافات استاندارد متغیرهای حالت آن با معادله ماتریس لیپانوف به صورت زیر مشخص می شود

$$AP + PA^T + BqB^T = 0. \quad (5)$$

یک راه حل صریح با چندجمله ای ماتریس وجود دارد

$$P = \frac{1}{2 \det H} \sum_{k=0}^3 H_{k+1,1} \sum_{m=0}^{2k} (-1)^m A_m Q A_{2k-m}^T, \quad Q = qBB^T. \quad (6)$$

بنابراین، انحرافات استاندارد معیارهای ارزیابی را می توان به صراحت به صورت زیر ارزیابی نمود

$$\sigma_a^2 = \frac{q}{2} \left[ \frac{c_R d_A}{m_A^2} + \frac{c_A^2 (m_A + m_R)}{d_A m_A^2} \right],$$

$$\sigma_f^2 = \frac{q}{2} \left[ \left( 1 + \frac{m_R}{m_A} \right)^3 \frac{c_A^2 m_A}{d_A} + \left( 1 + \frac{m_R}{m_A} \right)^2 c_R d_A - 2 \left( 1 + \frac{m_R}{m_A} \right) \frac{c_A c_R m_R}{d_A} + \frac{c_R^2 m_R}{d_A} \right]. \quad (7)$$

در نتیجه دو معیار به صورت خطی به ناهمواری جاده وابسته هستند، اما به شدت روی پارامترهای خودرو، غیرخطی هستند. در بخش بعدی، این موضوع با جزئیات بیشتر با استفاده از شبیه سازی ها بررسی خواهد شد.

## 5. بهینه سازی و عدم قطعیت چندمعیاره

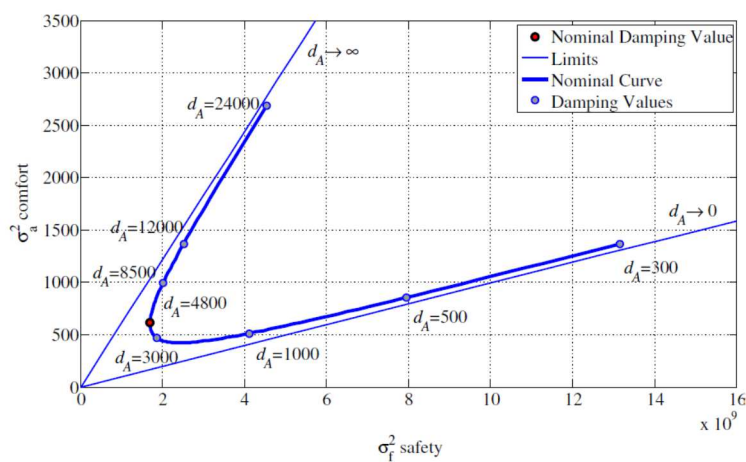
برای بهینه سازی طراحی سیستم های تعلیق خودروی جاده بر اساس یک مدل ماشین-یک چهارم، پنج متغیر طراحی در دسترس هستند. از دینامیک خودرو، Mitschke and Wallentowitz<sup>6</sup>، مشخص است که مشکلات سیستم تعلیق به دلیل تناقضات بین معیارهای ارزیابی به یک وضعیت متناقض منجر می شود. بنابراین با استفاده از یک تحلیل عدم قطعیت، پیشنهادات اضافی برای طراحی محکم را می توان یافت.

به دلیل تاریخچه طویل مهندسی خودرو، پارامترهای نامی به مقدار بهینه نزدیک هستند. کمک فنر یک متغیر طراحی تقریباً غیرمحدود است، اما به دلیل فرسودگی و پارگی، نامعین می باشد. اول از همه، فضای معیارها تنها برای میرایی نامعین نشان داده می شود، شکل 3. پارامتر میرایی نامی  $d_A = 4800 \text{ Ns/m}$  مناسب به نظر می رسد، اما جایی که میرایی پایین نسبتاً خطرناک تر از میرایی بالاست، میرایی پایین و بالا موجب تنزل آسودگی و ایمنی می شوند. پارامترهای میرایی بهینه-پارتو در شکل 4 نشان داده شده اند و آنها به صورت  $d_A = 1890 \text{ Ns/m}$  برای بهترین آسودگی و  $d_A = 4580 \text{ Ns/m}$  برای بالاترین ایمنی خوانده می شوند. نشان داده شده است که فرسودگی و پارگی به طور منظم موجب کاهش پارامتر میرایی می شوند، بنابراین رانندگان احساس بهتری در ماشین دست دوم دارند در حالیکه ایمنی را فراموش می کنند. از سوی دیگر، ماشین های جدید با پارامتر میرایی نامی تحویل داده می شوند که حتی از پارامتر بهینه - پارتو بالاتر است.

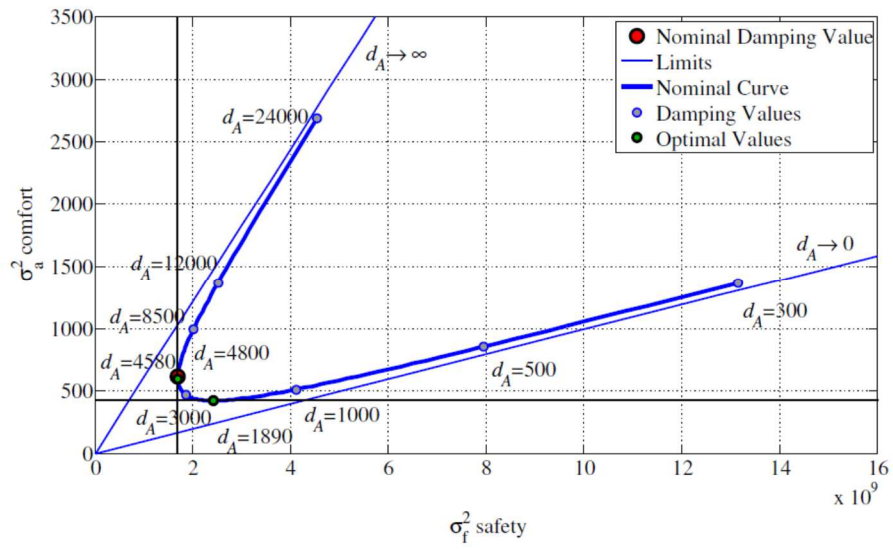


شکل 5. یک دیاگرام تناقض فازی شامل سختی نامعین تایر با پارامتر مرزی داده شده در فصل 2 را نشان می دهد. برای مقادیر دمپر انتخاب شده، یک سختی نرم تر تایر Cr، آسودگی و ایمنی را بهبود می بخشد، اما دوام آن به شدت برای فشار هوای تایر پایین کاهش می یابد. شکل 6 نشان می دهد که بار حمل شده وسیله نقلیه mA به واسطه تغییر فرکانس ویژه بدنه وسیله نقلیه و شتاب مرتبط با آن، بر عمدتاً آسودگی رانندگی تاثیر می گذارد.

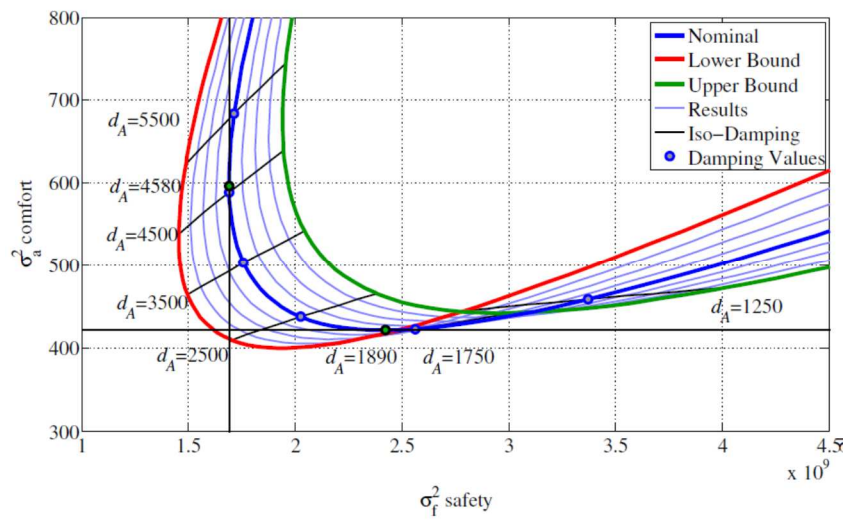
در مورد سه پارامتر نامعین، تکنیک های حسابی فازی مورد نیاز هستند. براساس کتاب نوشته شده توسط Hanss 7، بسته نرم افزاری FAMOUS 8 (مدلسازی حسابی فازی سیستم های نامعین) توسعه داده شد. این نرم افزار برای سیستم های تعلیق خودروی جاده ای با استفاده از میرایی پارامترهای نامعین  $d_A$ ، سختی تایر CR و جرم بدنه mA مشخص می شود. نتیجه در شکل 7 نشان داده شده است و نشان می دهد که مساحت عدم قطعیت مرتبط با  $d_A = 2500 \text{ Ns/m}$  بین پارامترهای میرایی بهینه-پارتو یافت می شود. با در نظر گرفتن مقادیر میرایی  $d_A = 1250 \text{ Ns/m}$  و  $d_A = 6000 \text{ Ns/m}$ ، دوباره، تشخیص این مورد که میرایی پایین خطرناک تر و میرایی بالا، با آسودگی کمتر همراه است، تایید می شود.



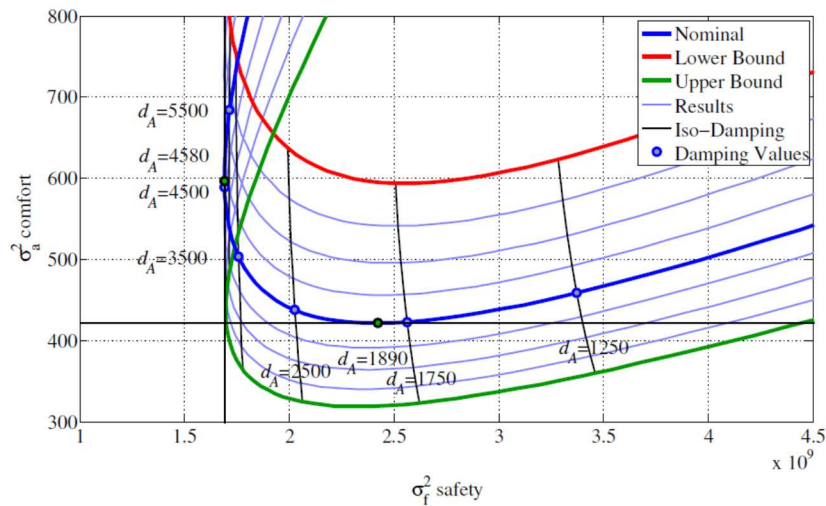
شکل 3. دیاگرام تناقض سیستم های تعلیق خودرو برای میرایی متغیر  $d_A$



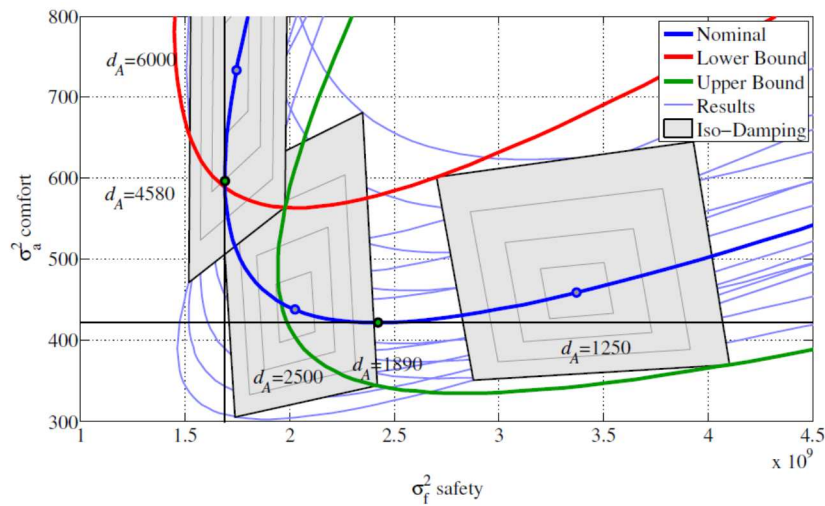
شکل 4. نقاط بهینه-پارتو برای میرایی  $d_A$



شکل 5: دیاگرام تناقض فازی برای متغیر اضافی سختی تایر CR.



شکل 6: دیاگرام تناقض فازی برای متغیر اضافی جرم بده  $MA$ .



شکل 7: دیاگرام تناقض فازی برای پارامترهای نامعین متغیر  $dA$ ,  $CR$  و  $MA$ .

## 6. کنترل پارامترهای نامعین سیستم تعلیق

در ماشین های مسافری استاندارد جدید، پارامترهای سیستم تعلیق مطابق با مقادیر نامی بررسی شده در فصل 2 انتخاب می شوند. آنها در اسناد وسیله نقلیه برای نگهداری و تعویض حداقل در طی دوره وارانتی تدوین می شوند. هرچند رانندگان ممکن است انتظارات مختلفی را در مورد آسودگی و اسپورت بودن ماشین های خود داشته باشند. بنابراین، تولیدکنندگان ماشین، خودروها را با کمک فنرهای انطباقی قابل کنترل ارائه می دهند که به راننده اجازه

می دهد تا مشخصات ماشین را در حین رانندگی تغییر دهد. دمپره‌های قابل تنظیم الکترونیکی در دسترس هستند، مثلاً، از ThyssenKrupp Bilstein و توسط بی ام وی به عنوان کنترل دمپر الکترونیکی (EDC) به کار برده می شوند یا کرایسلر، به ترتیب به عنوان رانندگی، هدایت، توانمندی برجسته. مرسدس بنز از سیستم های تعلیق کنترل شده با کنترل بدنه فعال آن (ABC) استفاده می کند. بیانیه های آن عبارتند از:

ThyssenKrupp Bilstein: طراحی و ریز-تنظیم سیستم تعلیق و سیستم های میرایی همیشه یک عدم توافق بین آسودگی راننده از یک سو و ایمنی رانندگی و چابکی در رانندگی را از سوی دیگر نشان می دهند. متخصصان در ThyssenKrupp Bilstein به طور هدفمند روی توسعه سیستم های میرایی نیمه فعال طراحی شده برای حل نمودن این مشکل کار می کنند.

BMW 10: کنترل دمپر الکترونیکی (EDC) به طور خودکار یا دستی، هر دمپر را متناسب با شرایط رانندگی تنظیم می کند، بدین معنی که شما می توانید از آسودگی خاطر مشخص همراه با بهترین ایمنی درون-جاده ای BMW لذت ببرید. EDC، تغییرات در بار روی چرخ را کاهش می دهد، اطمینان می دهد که تایرها دارای کشش عالی هستند و صرفه نظر از وزن که اتومبیل شما می تواند حمل کند یا حالت سطح جاده، به حرکات پوسته بدنه واکنش متقابل نشان می دهد (برای انعطاف پذیری). سویچ کنترل تجربه رانندگی (Driving Experience Control) با ECO PRO به راننده اجازه می دهد تا بین برنامه های مختلف، انتخاب داشته باشد (مانند COMFORT, NORMAL, SPORT یا SPORT+) و سیستم تعلیق را متناسب با نیازهای فردی خود تنظیم نماید.

Chrysler 11: Grand Cherokee SRT روی یک سیستم تعلیق جلوی مستقل (SLA) بازوی-بلند و کوتاه با فنرهای سیم پیچی، سیستم تعلیق میرایی انطباقی Bilstein (ADC)، بازورهای کنترل پایین و بالا (بازوهای A) و یک مسیله استابیلایزر (ثبات کننده). سیستم تعلیق عقب، یک طراحی چند-پیوندی با فنر سیم پیچ، Bilstein ADS، بازوی کنترل پایینی آلومینیومی، پیوندهای بالایی مستقل (کشش و خمیدگی)، به علاوه یک پیوند انگشتی جداگانه و یک میله پایدارکننده است. بهبودهای نرم افزار برای سیستم انتخاب-مسیر بازگشتی، پنج حالت دینامیک را برجسته می

نماید، خودکار، اسپورت، بکسل، ردیابی و برف (Auto, Sport, Tow, Track, and Snow)، که رانندگان را قادر می سازد تا یک خودرو را تنظیم نمایند و به طور ایده آل تر، نیازهای آنها و شرایط محیط را برآورده می سازد.

Mercedes-Benz<sup>12</sup>: کنترل فعال بدنه (ABC) (Active Body Control (ABC))، با پایدارسازی باد مخالف، دینامیک رانندگی برتر را بدون به خطر انداختن آسودگی خاطر میسر می سازد و این امر از طریق ترکیبی از سیستم تعلیق فعال و میرایی منفعل رخ می دهد. ABC دارای خود-تسطیح همه سویه با همان وظایف AIRMATIC تعلیق هوایی است. چهار ستون فنری کنترل شده - کامپیوتری شده با سیلندرهایی غوطه ور واقعی، حرکات پرتاب شدن، غلتیدن و حرکات عمودی را حذف می نمایند. سیستم تامین فشار موتور، مقادیر سروو هیدرولیک را با فشار هیدرولیک تا حدود 200 بار فراهم می کند. فشار سیستم در دسترس به طور ثابت و اکومولاتورهای به کار گرفته شده، کنترل فعال بدنه (ABC) را برای پاسخگویی به علائم اولیه حرکت بدن در کسری از ثانیه فعال می سازند.

با دمپرهایی قابل کنترل الکترونیکی، راننده باید انتخاب شخصی خود را نماید تا آرامش را در برابر ایمنی سبک سنگین نماید. هرچند، مسئله عدم قطعیت به دلیل انتخاب فردی مجموعه ای از پارامترها توسط راننده پابرجاست. حتی اگر یک برنامه تلفن هوشمند برای دمپرهایی انطباقی به صورت پیشنهاد شده توسط O'Brien 13 معرفی شود، مشکل تناقض و عدم قطعیت قابل حل نیست.

پارامتر نامعین دیگر، فشار هوا در تایر است. هرچند سختی تایر را نمی توان در طی سفر در جاده کنترل نمود، حداقل می توان بر آن نظارت نمود. Continental، یک سیستم نظارت بر فشار تایر (TPMS) را با ویژگی های زیر پیشنهاد داده است.

Continental 14: TPMS سیستم آسوده ما برای نظارت بر فشار تایر، حتی نوسانات فشار کوچک را مشخص می کند، تایرهای متاثر از این قضیه را موقعیت یابی می کند و هشدارهای شرایط اضطراری در حال تغییر را اطلاع می دهد. تابع: یک ماژول چرخه همزمان در حال چرخش با یک سوپاپ یکپارچه، فشار و دمای تایر را اندازه گیری می کند و این داده ها را به صورت سیگنال رادیویی HF منتقل می نماید. نسل های آینده سیستم های شبکه بندی

شده با TPMS, DDS and ESP کمک های شایانی به اجتناب از تصادف خواهند کرد, مانند کنترل ESP وابسته به فشار تایر و پیشنهاد فشار تایر وابسته به بارو یک ترانسپوندر-حسگر ادغام شده در تایر بدون یک باتری, داده های فشار و دما و نیز اطلاعات در مورد خود تایر را تامین خواهد نمود.

در حقیقت, نظارت بر یک پارامتر, عدم قطعیت آن را تا زمانی که هر نوع کنترل بازخورد خراب شود, تغییر نمی دهد, همانند یک تایر در حال غلتیدن روی جاده.

## 7. نتایج

سیستم های تعلیق خودروی جاده, نیروهای عمودی را در صفحات تماسی تایرها روی جاده تولید می کنند که نیروهای تماسی افقی را برای نیروی محرکه و هدایت وسیله نقلیه فراهم می کنند. نیروهای تماسی استاتیک توسط بارهای دینامیک ناشی از ارتعاشات سیستم تعلیق تحریک شده به واسطه ناهمواری مسیر تکمیل می شوند که توسط عدم قطعیت های شانس نشان داده می شود. علاوه بر این, پارامترهای طراحی نامعین برای سیستم های تعلیق خودروی جاده ای شناسایی شده اند. این عدم قطعیت های مختلف بیشتر و بیشتر به مرگ و میر جاده ای کمک می کنند, زیرا تصادفات ناشی از سوء هدایت راننده, به لطف توسعه شبکه بندی سیستم های حفاظت قابل اطمینان تر کاهش می یابند.

سیستم های وسیله نقلیه و پارامترهای طراحی آنها برای مدل ها با پیچیدگی های متفاوت بررسی می شوند. ساده ترین مدل ماشین یک چهارم, تمام پدیده های دینامیک پایه مورد نیاز را توصیف می کند. این مدل دارای پنج پارامتر طراحی با سه پارامتر نامعین است که توسط مجموعه های فازی نشان داده می شوند. فرآیند تصادفی ناهمواری شانس مسیر توسط نویز سرعت سفید تخمین زده می شود و به معادلات حرکت خودرو اضافه می شوند که منجر به معادلات حالت سیستم مسیر خودرو می شود.

از وظایف اصلی سیستم های تعلیق خودروی جاده ای, معیارهای ارزیابی آسودگی رانندگی و ایمنی رانندگی استنتاج می شوند و از لحاظ ریاضی توسط متغیرهای حالت تعریف می شوند. به دلیل تحریک تصادفی وسیله نقلیه, هر دو

معیار نیز متغیرهای تصادفی هستند و به ترتیب توسط انحراف معیار یا واریانس مشخص می شوند. تحلیل کوواریانس معرفی می شود و معادلات جبری صریح برای این معیارها، با وابستگی غیرخطی به پارامترهای سیستم تعلیق مشخص می شوند.

آسودگی و ایمنی معیارهای ارزیابی، با توجه به کمک فنر، متضاد با یکدیگر هستند و در نتیجه به بهینه سازی چندمعیاری نیاز دارند که فقط به پارامترهای بهینه - پارتو منجر می شوند. نتایج شبیه سازی با در نظر گرفتن کمک فنر، تایر و بار حمل شده وسیله نقلیه نشان داده می شوند. در حالیکه عدم قطعیت یک یا دو پارامتر توسط گراف های دوبعدی مجسم می شوند، برای پارامترهای نامعین، بسته نرم افزاری FAMOUS باید استفاده شود. در نهایت، وسایل توسعه یافته اخیر برای کنترل پارامتر نامعین کمک فنرها ارائه می شوند و کاربردهای صنعتی آنها بازنگری می شوند. در اصل، عدم قطعیت های مهندسی توسط اولویت های راننده جایگزین می شوند که دوباره نامعین هستند. بنابراین، گنجاندن عدم قطعیت ها حتی در سیستم های پیشرفته، یک چالش بزرگ برای دینامیک چند-بدنه و خودرو است.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی