عنوان مقاله:بررسی مهمترین زوایای چرخ ها در عملکرد جانبی خودرو

نویسنده اول[1]:دکتر محمدامین سعیدی، نویسنده دوم[2]:محمدامین محمدی زاده

[1](استادیار،دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی،تهران،ایمیل:amin_saeedi@sru.ac.ir)
[2] (پژوهشگر،دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی،تهران،ایمیل:aminmm1128@gmail.com)

چکیده

در این پژوهش سعی داریم با زوایای چرخ خودرو و تاثیر این زوایا بر عملکرد جانبی خودرو آشنا شویم. زوایای مهم چرخ خودرو که کمبر کستر و زاویه تو هستند را بررسی میکنیم. زاویه کمبر زاویه ای است که توسط محور تقارن چرخ و عمود واقعی نسبت به زمین ایجاد می شود. همین زاویه را می توان به عنوان زاویه ای که توسط محور سگ دست و افق تشکیل می شود، زمانی که از نمای جلو خودرو قابل مشاهده است ، تعریف کرد. زاویه کستر زاویه ای است که توسط خطی که از طریق سیبک بالایی و پایینی (محور فرمان) و عمود واقعی نسبت به زمین می گذرد و از نمای جانبی خودرو قابل دیدن است، تشکیل می شود. انحراف محور چرخ نسبت به خط افق در دید از بالا را زاویه تو یا زاویه انحراف سر چرخ می نامند. در قسمت آخر در نرم افزار کارسیم خودرو pickup, full size crew cab را مورد ارزیابی قرار میدهیم.

واژه های کلیدی

زوایای چرخ،زاویه کمبر،زاویه کستر،زاویه تو، کارسیم

مقدمه

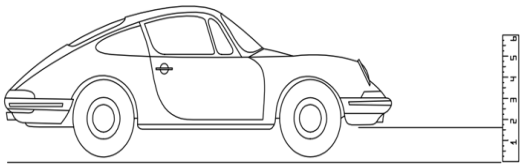
اگر چرخ ها تنظیم باشند عمر لاستیک ها بالاتر میرود ، تصادفات کاهش میابد ،کیفیت سواری بهبود پیدامیکندو سلامت راننده و خودرو تضمین میشود بدون چرخ سالم سواری خودرو نامناسب خواهد بود و عملکرد خودرو دچار اختلال میشود

خودرو سازان به این درک رسیده اندکه باگذشت زمان خودرو ها ضعیف و فرسوده میشوندمثلا(فنرها،سیستم تعلیق،فرمان،قابها،لاستیک ها) دچار فرسایش می‌شوند

برای کمک به کاهش این مشکلات، سازندگان خودرو روشی برای تنظیم سیستم تعلیق و فرمان طراحی کردند. این تنظیمات به تکنسین اجازه می دهد تا تغییرات مربوط به سایش را جبران کند.[1]

ارتفاع سواری

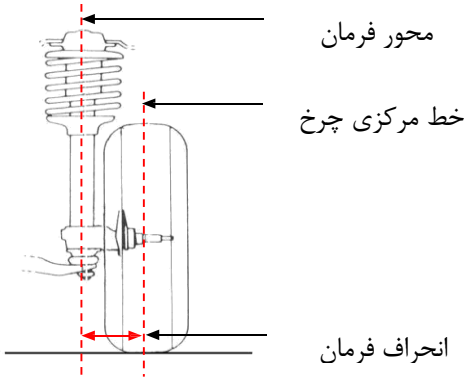
اولین اندازه گیری همان اندازه گیری است که مهندسان برای تعیین تمام زوایای دیگر استفاده می کنند. این تنظیم برای تعیین ارتفاع صحیح تعلیق که در آن تمام زوایای دیگر اندازه گیری می شود استفاده می شود. اگر وسیله نقلیه مجهز به سیستم کنترل الکترونیکی سواری باشد، سیستم باید به درستی کار کند تا به تنظیمات تراز مناسب دست یابد. برخی از سیستم ها ممکن است نیاز داشته باشند که سیستم قبل از تراز کردن غیرفعال شود.[2]



شکل 1: اندازه گیری ارتفاع سواری

انحراف فرمان

انحراف فرمان فاصله بین خط مرکزی چرخ و محور فرمان این است که راه حل های برای کاهش آن وجود دارد [3].



شکل 2: انحراف فرمان

شیب محور فرمان

زاویه ای است که از طریق محور فرمان و خط عمود واقعی نسبت به زمین دیده میشود

اثرات شیب نادرست فرمان

۱-برگشت ناپذیری کافی در سرعت پایین

۲-فرمان بیش از حد سفت و برگشت پذیری و مرکز گرایی بیش ازحد است

۳-انحراف فرمان به هنگام ترمز گیری وفرمان ناپایدار(توزیع نامتوازن ونابرابر)

انواع زاویه های چرخ

زاویه کمبر

زاویه کستر

زاویه تو

زاویه مجموع

زاویه کمبر

درواقع زمانی است که نمای جلوی خودرو قابل مشاهده است.

اندازه گیری کمبر به ما می‌گوید که لاستیک درکدام یک از این سه موقعیت (متمایل سمت ماشین،ازماشین منحرف شود،به صورت عمودی به سمت بالا)است و چه میزان است.

درصورت اینکه ماشین دربالامتمایل شودکمبرمنفی است.

درصورت خم شدن ماشین دربالا مثبت است.و اگر مستقیم به سمت بالا باشد صفراست

کمبر مثبت سبب ساییدگی یاتاقان میشود و کمبر صفر سبب افزایش عمر تایر میشود

کمبرمنفی در مسابقه ها برای ایجاد تایر بهتر استفاده میشود. [4]

شکل 3: زاویه کمبر

اهداف کمبر مناسب

تماس جاده باتایررابیشتر به زیر نقطه بار میرساند

فرمان آسان با تحمل وزن وسیله نقلیه برروی بلبرینگ و مخروط چرخ داخلی ایجاد میکند

از سایش ناهموار لاستیک جلوگیری میکند

اثرات مضر کمبرنادرست

سبب سایش بیش از حد بلبرینگ چرخ میشود

سبب سایش بیش ازحد آج لاستیک میشود

باعث کشش وسیله نقلیه به قسمتی که بیشترین کمبرمثبت را دارد میشود.

روش های تنظیم زاویه کمبر

فاصله دهنده

چرخش توپی مفصل

صفحه تعادل یاتاقان

دوربین ها

چرخش استارت

پیچ و مهره بادامک

مفاصل توپی تعادل

قاب شکاف دار

گوه ها

بوش های تعادل

گریزنده ازمرکز

متعادل ترین روش برای تنظیم کمبرفاصبه دهنده هاست با اضافه یا کم کردن فاصله دهنده زاویه آن کنترل و تنظیم میشود

کارکرد کمبر:

سایش تایر در قسمت بیرونی عرض اج ،حفظ ضعیف خودرو در جاده(کمبرمثبت)

سایش تایردرقسمت داخلی عرض اج،حفظ بهتر خودرو درجاده،ناپایداری هنگام ترمز گیری(کمبرمنفی)

کشیده شدن وسیله نقلیه به این طرف و آن طرف (توزیع نابرابرکمبر) [5]

زاویه مجموع

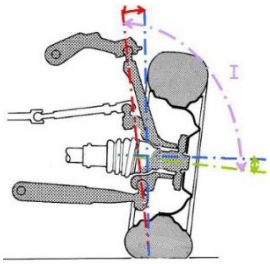
زاویه بین محور فرمان ومحور سگ دست است.که به دو صورت است

1) •|=ca+sal+90°

2) •|=ca+sal

کارکرد زاویه مجموع

هندسه سگدست فرمان را تنظیم میکندو این امکان را فراهم می‌کند تا مشخص شود کدام قسمت دچار تغییرشکل شده است.



شکل 4: زاویه مجموع

زاویه کستر:

زاویه ای است که از نمای جانبی خودرو قابل دیدن است

کستر زاویه سازی را با چرخاندن محورهای فرمان (محور) خودرو به جلو یا عقب انجام می دهد.

این محور یک خط فرضی است که از طریق نقاط محوری فرمان بالا و پایین کشیده می شود. در وسایل نقلیه مجهز به استرات معمولی، آنها مفصل توپی پایینی و صفحه یاتاقان با شیم هستند.

در وسایل نقلیه مجهز به کینگ پین، کینگ پین به عنوان نقطه مثبت محور عمل می کند

که به ثبات صحیح فرمان کمک میکندو سبب پایداری جهت فرمان می‌شود که به چند روش تنظیم میشود:

اگر بازوی کنترل در سوراخ‌های شکافی نصب شده باشدجلو و عقب بازو در جهت مخالف حرکت می‌کند تا کستر بدون تغییر کمبر تنظیم شود.

اگر در بازوهایی که دارای پیچ‌های بادامک غیرعادی باشند، چرخاندن دو بادامک به طور مساوی در جهت مخالف باعث تغییر کستر می‌شود بدون اینکه بر روی آن تأثیر بگذارد.

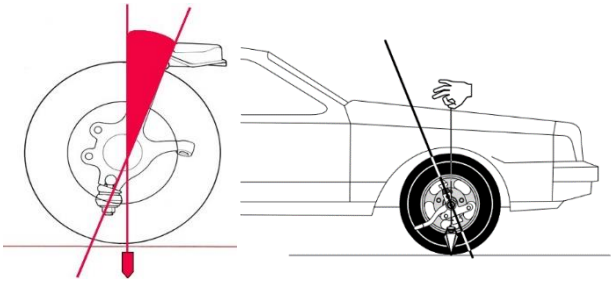
میله پایه هم اغلب به عنوان تنظیم کننده چرخ استفاده می شود. میله استرات به جلو یا عقب به قاب متصل می شود.

در صورت اتصال به جلو، بلند کردن میله مفصل توپی پایینی را به سمت عقب خودرو حرکت می دهد و در نتیجه کستر کاهش می یابد.

کوتاه کردن میله باعث تغییر چرخش در جهت مثبت می شود.

و همینطور اگر وسیله نقلیه در بازوی کنترل با شیم (فاصله دهنده) شیم داشته باشد،

اضافه کردن یک شیم فلزی به جلو و برداشتن یک شیم با ضخامت مساوی از عقب، چرخ را تغییر می دهد.[6]



شکل 5: زاویه کستر

کارکرد

برگشت پذیری چرخ ها و هدایت آن در یک جهت خاص و ایجاد پایداری خودکار در خودرو را فراهم میسازد.

اثرات ناشی از خطای زاویه کستر:

فرمان را در هنگام پیچیدن سخت و ناپایدار میکندو چرخ ها بیش از حد برگشت پذیری دارند(خیلی بالا

عدم برگشت پذیری کافی باعث ثبات ناکافی فرمان می‌شود (ناکافی

علاوه بر ناپایداری فرمان منجر به کشیدن به سمتی میشود که زاویه آن کمتر است توزیع نابرابر

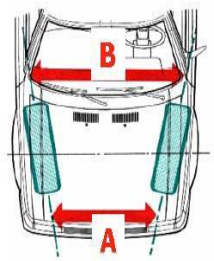
زاویه تو(toe)[1]

زمانی که یک وسیله نقلیه رانده می شود، نیروهای محرک دینامیکی معمولی سعی می کنند چرخ ها را از مستقیم به جلو دور کنند.

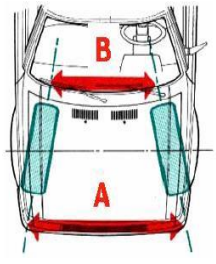
جهت هدایت آنها به شعاع اسکراب و طراحی تعلیق بستگی دارد، toeبه داخل یا خارج، دور از مستقیم به جلو، برای جبران نیروهای دینامیکی و تحمل های معمولی در قسمت های فرمان و تعلیق استفاده می شود

برای جبران نیرو های دینامیکی و تحمل های معمولی در قسمت های فرمان و تعلیق استفاده میشود .لاستیک ها اگر در مسیر های موازی حرکت کنندوام بیشتری دارند.

تنظیم صفر:زمانی است که فاصله بین چرخ های جلویی و عقبی یکسان باشد هرتایربایددرکناریکدیگر و موازی باخط مرکزی خودرودر هنگام غلتیدن در جاده باشد به عبارتی دیگر نزدیک به صفرباشد.[7]



مثبت: اگر $A < B$ که به عنوان "زاویه همگرایی" شناخته می شود.



منفی: اگر $A > B$ که به عنوان "زاویه واگرایی" شناخته می شود.

شکل 6: زاویه تو(toe)

[1] . زوایای سر جمعی/ سربازی نیز نامیده می شوند

هندسه فرمان اکرمن

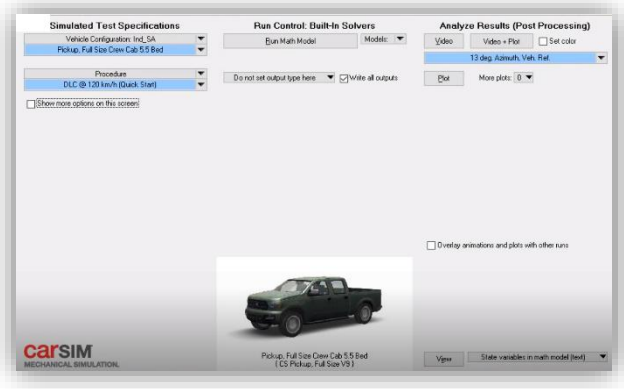
از ساییده شدن لاستیک ها در پیچ ها جلوگیری میکند

مدلسازی

حوادث رانندگی یکی از مهمترین علل وقوع مرگ و میر در سراسر دنیا است. همچنین رانندگی یکی از فعالیت‌های خطرناکی است که امروزه بسیاری از مردم به صورت مستقیم یا غیر مستقیم با آن در ارتباط هستند. تحلیل عملکرد خودرو در جهت بررسی ایمنی خودرو و عوامل تاثیرگذار بر ایجاد حادثه صورت می‌پذیرد. بنابراین ارزیابی رفتار دینامیکی خودرو راهکار اصلی در جهت بررسی ایمنی خودرو، کاهش حوادث رانندگی و بهبود عملکرد خودرو است.

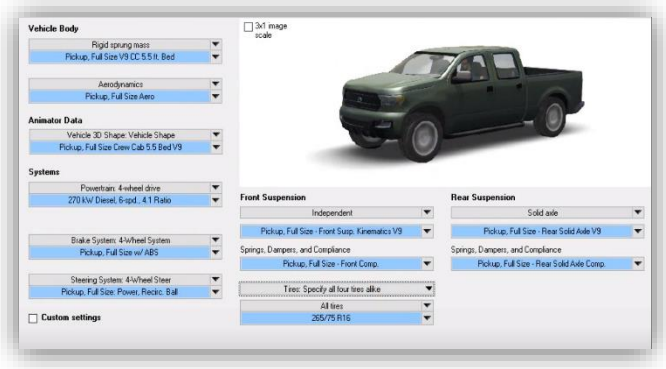
وجود معادلات متعدد و شرایط گوناگون، ارزیابی رفتار دینامیکی را طولانی، دشوار و پر هزینه می‌کند. شرکت Mechanical Simulationبا معرفی نرم‌افزارهای CarSim / TruckSim در سال1996 این امکان را فراهم ساخت که تحلیل دینامیکی خودروها، بسیار ساده‌تر شود. این نرم‌افزارها با حل معادلات درجه بالای دینامیک خودرو این امکان را فراهم می‌سازند تا خودروی مورد نظر در شرایط دلخواه کاربر در زمان کمتر و دقت بالاتر تحلیل گردد.در این تحقیق سعی بر آن داریم با بررسی زوایای چرخ(زاویه Toe و زاویه Camber) تاثیرشان بر عملکرد جانبی خودرو را در نرم افزار کارسیم بهتر درک کنیم.

ابتدا خودرو مورد نظر را که pickup, full size crew cab را انتخاب میکنیم سپس از قسمت Test simulated specifications گزینه vehicle configuration را انتخاب میکنیم.



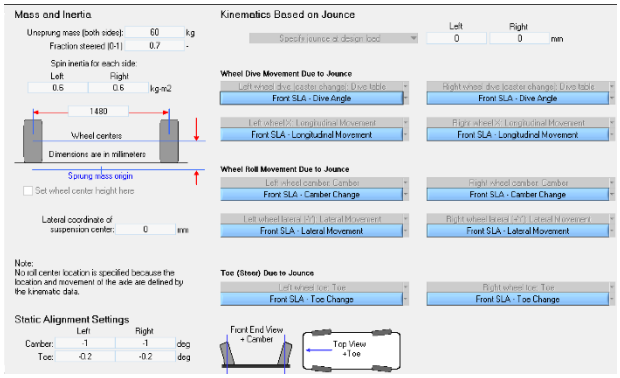
شکل 7: نمای ورودی از نرم افزار کارسیم

سپس نوع سیستم تعلیق مستقل(independent) را انتخاب میکنیم و از آن بخش زوایای چرخ را میتوانیم تحلیل کنیم.



شکل 8: انتخاب نوع سیستم تعلیق مستقل

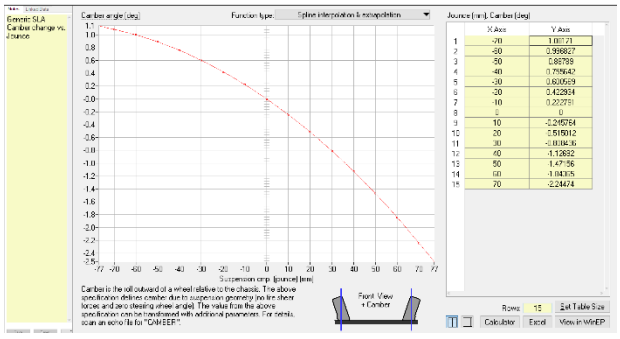
در تصویر زیر از بخش تنظیمات سینماتیکی سیستم تعلیق وارد بخش تنظیمات زوایا میشویم در این بخش تغییر زوایای تئو چرخ راست و چپ ، تغییر زوایای کمبر چرخ و راست را میتوانیم انجام دهیم.



شکل 9: ورود به بخش تنظیمات زوایای چرخ

نتایج شبیه سازی:

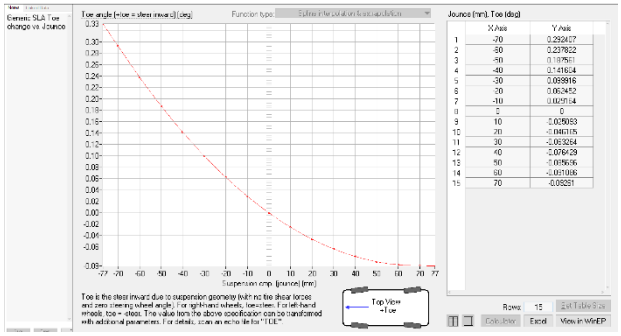
در بخش اول گزینه Front SLA-camber Change را انتخاب میکنیم.



شکل 10: نمودار تغییر زاویه کمبر بر حسب سیستم تعلیق

در این نمودار همانطور که مشاهده میشود زاویه کمبر را برحسب تعلیق نشان داده است، با کم کردن زاویه کمبر به تدریج میزان تعلیق زیاد تر میشود. کارکرد زاویه کمبربه این صورت است که انحراف فرمان را کاهش می دهد، بنابراین واکنش ناشی از ناهمواری های جاده یا دست انداز ها که به فرمان منتقل می شوند را محدود می کند. در نتیجه سایش قطعات مکانیکی را کاهش می دهد. نیروهای ایجاد شده توسط هر گونه مانع در جاده را جذب می کند.

در بخش دوم گزینه Front SLA-Toe Change را انتخاب میکنیم.

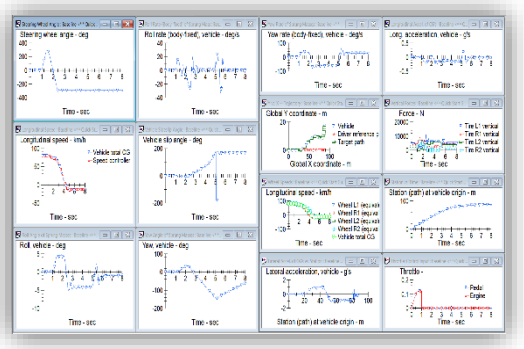


شکل 11: نمودار تغییر زاویه تو (toe)بر حسب سیستم تعلیق

در این نمودار همانطور که مشاهده میشود مانند زاویه کمبر ، با کم کردن زاویه تو به تدریج میزان تعلیق زیاد تر میشود. تنظیم toe برای جبران مقداری که لاستیک ها از جلو مستقیم فاصله دارند طراحی شده است .اگر تو را اشتباه تنظیم کنید، لاستیک ها به اندازه کافی نمی چرخند یا بیش از حد می چرخند. در هر صورت، لاستیکها دیگر مستقیما در جاده حرکت نمیکنند. اگر مستقیم پیش نروند، روی سطح جاده خراشیده می شوند. این امر باعث فرسودگی لاستیک ها می شود.

سپس پس از تغییر بعضی از زوایا از صفحه اصلی گزینه Run math model را میزنیم سپس گزینه plot را انتخاب میکنیم تا نمودار ها به نمایش در آید.

در این نمودار ها تغییرات زوایای yaw،Roll، دریچه گاز،زاویه فرمان و... را بر حسب زمان مشاهده میکنیم.



شکل 12: نمودار های زوایای yaw،Roll، دریچه گاز،زاویه فرمان و... را بر حسب زمان

مراجع و منابع

[1] www.pedal.ir
[2] - "Code of Practice for Buses", section 3.2: Ground Clearance
[3] "Steering wheel". Formula 1. Archived *from* the original on *29 June* 2011. Retrieved 20 March 2014.
[4] -"Camber angle for racing cars: Explanation"
[5] www.tireer.com/loose-steering-wheel/

[6] –Oxford English Dictionary *(2nd ed.). Oxford University Press. 1989. castor angle, the angle at which the steering-head of the front wheels of a motor vehicle is set*
[7] "Beardmore Bros How to Do Tracking".*beardmorebros.co.uk*. Retrieved 20 February 2011. *Now adjust the tracking*
[8] نویسنده اول:دکتر محمدامین سعیدی، نویسنده دوم: محمدامین محمدی زاده، ، 1401. ”بررسی مهمترین زوایای چرخ ها در عملکرد جانبی خودرو“