

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده : مهندسی صنایع و مدیریت
گروه : مدیریت صنعتی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو های سواری ساخت ایران از دید مشتریان با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

الهام باقری باباحیدری

استاد راهنما :
دکتر سعید حکمی نسب

بهمن ۱۳۹۴



دانشکده :

گروه :

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم الهام باقری باباحیدری به شماره دانشجویی: ۹۲۰۳۱۱۴
تحت عنوان: بررسی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو های سواری ساخت ایران از دید مشتریان با روش
تحلیل سلسله مراتبی فازی

در تاریخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۷ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه
..... مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : دکتر سعید حکمی نسب
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر محمد حسن حسینی		نام و نام خانوادگی : دکتر رضا شیخ
			نام و نام خانوادگی : دکتر بزرگمهر اشرفی
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

من لم يشكر المخلوق، لم يشكر الخالق

حمد و سپاس یکتای بی همتا را که لطفش بر ما عیان است، ادای شکرش را هیچ زبان و دریای فضلش را هیچ کران نیست و اگر در این وادی هستیم، همه محبت اوست

نخستین سپاس و ستایش از آن خداوندی است که بنده کوچکش را در دریای بیکران اندیشه، قطره ای ساخت تا وسعت آن را از دریچه اندیشه های ناب آموزگارانی بزرگ به تماشا نشیند. لذا اکنون که در سایه سار بنده نوازی هایش پایان نامه حاضر به انجام رسیده است، بر خود لازم می دانم تا مراتب سپاس را از بزرگواری به جا آورم که اگر دست یاریگرشان نبود، هرگز این پایان نامه به انجام نمی رسید

ابتدا از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر سعید حکمی نسب که زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند، کمال سپاس را دارم.

سپاس آخر را به مهربانترین همراهان زندگیم، به پدر، مادر و همسر عزیزم تقدیم می کنم که حضورشان در فضای زندگیم مصداق بی ریای سخاوت بوده است.

الهی ای مهربانتر از ما به ما، از تو می خواهم همه کسانی را که حتی ذره ای در انجام این امر مرا یاری نموده اند، در سایه لطف و محبت بی کرانت، سلامت، شادکام و موفق بداری

سپاس خدای را که هر چه دارم از اوست

به امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق او نکوشم

تعهد نامه

اینجانب الهام باقری باباحیدری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو های سواری ساخت ایران از دید

مشتریان با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی تحت راهنمایی دکتر سعید حکمی نسب متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

هدف نهایی تولید خودرو ، استفاده کاربر و راحتی فرد استفاده کننده خواهد بود . به گونه ای که راحتی مصرف کنندگان به عنوان یک عنصر گسترده در طراحی خودرو باید در نظر گرفته شود. به همین جهت به منظور راحتی کاربر ، سهولت استفاده و افزایش ایمنی در نظر گرفتن اصول ارگونومی در طراحی خودرو اهمیت بسزایی دارد. تحقیق حاضر متغیرهای ارگونومیک طراحی داخلی خودرو را با استفاده از تحقیقات صورت گرفته و نظر کارشناسان در این زمینه را شناسایی کرده و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی اقدام به اولویت بندی آن ها کرد. به همین منظور پرسشنامه ای در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار گرفت و از آن ها خواسته شد به مقایسه این متغیر ها با یکدیگر بپردازند. سپس بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی با تعیین وزن اولویت بندی آن ها صورت گرفت و نتایج نشان داد از نظر کارشناسان صندلی خودرو و کنترل ها مهمترین معیار ها در امر طراحی ارگونومیکی خودرو می باشند زیرا هنگام استفاده سرنشینان از وسیله نقلیه صندلی خودرو می تواند راحتی و آرامش را برایشان فراهم کند و در صورت نامناسب بودن صندلی موجب آزدگی خاطر آن ها شده و علاوه بر آن ناراحتی های عضلانی را در پی دارد . کنترل ها نیز برای ایمنی در جاده بسیار با اهمیت می باشند. مکان قرار گیری آن ها و نوع طراحی آن ها می تواند راحتی و کاهش فشار را فراهم کند. نمایشگر ها و روشنایی داخل نیز اولویت های سوم و چهارم بودند که نمایشگرها به منظور تسریع در عملکرد اهمیت دارند و نور داخل خودرو نیز در پیدا کردن وسایل و حتی دید می تواند حائز اهمیت باشد

تجزیه و تحلیل زیر معیار ها نیز نشان داد میدان دید و گودی کمر اولویت های برتر هستند زیرا ایمنی در سفر و جلوگیری از خستگی در حین سفر را برای سرنشینان فراهم می کنند.

وزن نهایی گزینه ها نیز نشان داد در تمامی موارد نسبت به زیر معیارها خودروی پارس ارگونومیک تر از بقیه خودرو ها می باشد و پراید و تیبا ضعیف ترین طراحی در ارگونومی را دارند.

همچنین اینکه قیمت بالای خودرو تضمینی بر ارگونومیک بودن خودرو نمی باشد.

کلید واژه ها: ارگونومی ، طراحی داخلی ، خودرو ، تحلیل سلسله مراتبی فازی

فهرست مطالب:

۱-۱	مقدمه	۲
۲-۱	بیان مسئله	۳
۳-۱	ضرورت تحقیق :	۴
۴-۱	جنبه جدید بودن و نوآوری تحقیق:	۵
۵-۱	اهداف تحقیق :	۵
۶-۱	سوال تحقیق :	۵
۷-۱	روش شناسی تحقیق :	۶
۸-۱	جامعه آماری	۶
۹-۱	نمونه آماری	۶
۱۰-۱	قلمرو پژوهش	۶
۱-۱۰-۱	قلمرو موضوعی	۷
۲-۱۰-۱	قلمرو زمانی پژوهش	۷
۱-۱۱-۱	تعریف اصطلاحات کلیدی	۷
۱-۱۱-۱	ارگونومی	۷
۲-۱۱-۱	خودرو	۷
۳-۱۱-۱	تصمیم گیری چند معیاره	۷
۴-۱۱-۱	تحلیل سلسله مراتبی فازی	۷
۱-۲	مقدمه	۱۰
۲-۲	مبانی نظری	۱۰
۲-۲-۱	ارگونومی	۱۰
۲-۲-۱-۱	تعریف ارگونومی	۱۰

۱۱	۲-۲-۱-۲ تاریخچه ارگونومی
۱۲	۲-۲-۱-۳ اهداف ارگونومی
۱۳	۲-۳ تعریف خودرو
۱۴	۲-۴ ارگونومی خودرو
۱۶	۲-۴-۱ صندلی
۱۷	۲-۴-۱-۱ صندلی راننده
۱۷	۲-۴-۲ مشکلات وضعیت رانندگی و خطرات رانندگی
۱۸	۲-۴-۲ کنترل ها
۱۸	۲-۴-۲-۱ فرمان خودرو
۱۹	۲-۴-۲-۲ پدال ها در خودرو
۱۹	۲-۴-۳ نمایشگرها
۲۰	۲-۴-۳-۱ میدان دید عقب
۲۰	۲-۴-۴ روشنایی داخل
۲۲	۲-۴-۵ ویژگی های خاص
۲۲	۲-۴-۵-۱ درجه حرارت داخل (دمای هوا)
۲۲	۲-۴-۵-۲ محل قرار گیری دستگیره داخلی درب
۲۲	۲-۴-۵-۳ محل قرار گیری سوئیچ های پنجره
۲۳	۲-۵ پیشینه داخلی و خارجی تحقیق
۲۳	۲-۵-۱ تحقیقات خارجی
۳۰	۲-۵-۲ تحقیقات داخلی
۳۰	۲-۵-۳ جمع بندی
۳۴	۳-۱ مقدمه
۳۴	۳-۲ ابزار جمع آوری اطلاعات

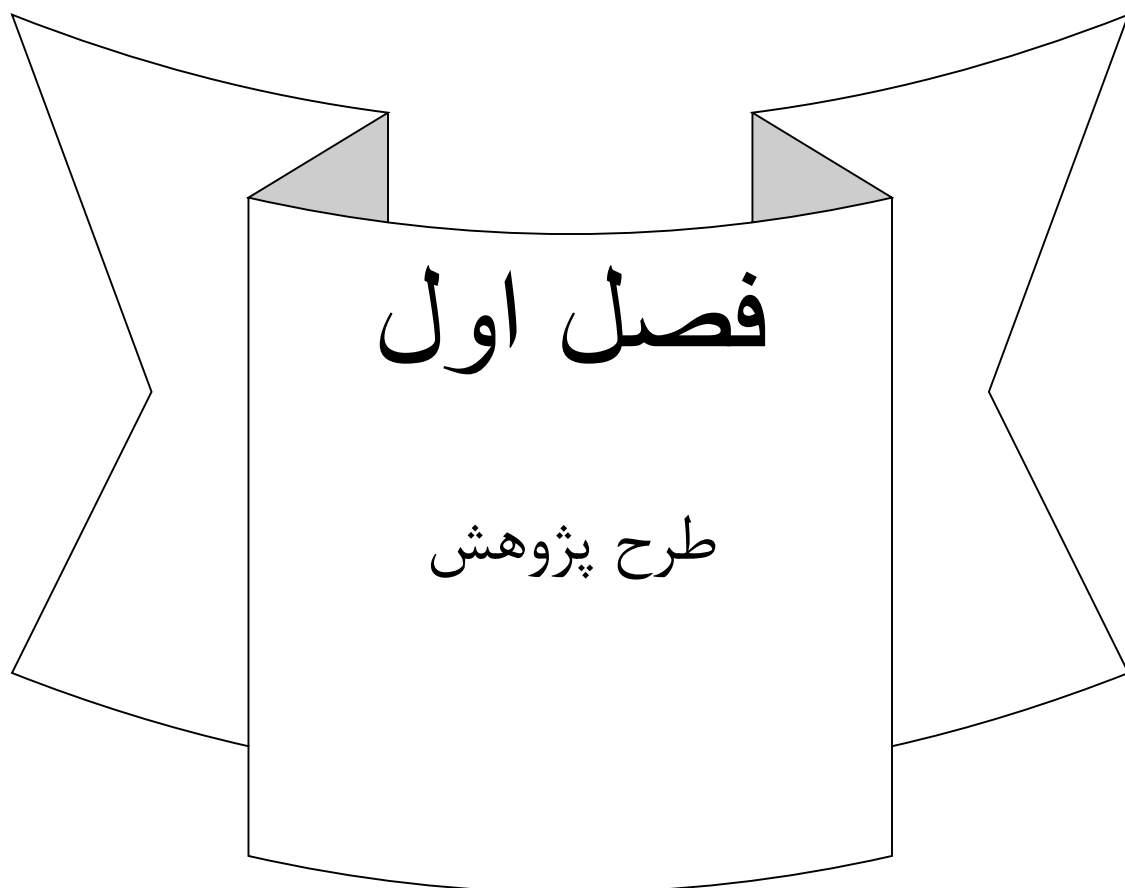
۳-۳	روایی پرسشنامه	۳۴
۳-۴	جامعه آماری	۳۴
۳-۵	نمونه آماری	۳۵
۳-۶	سلسله مراتب مسأله	۳۵
۳-۷	روش پژوهش	۳۷
۳-۷-۱	روش FAHP (تحلیل سلسله مراتبی فازی)	۳۷
۴-۱	مقدمه	۴۲
۴-۲	ویژگی های جمعیت شناختی	۴۲
۴-۳	یافته های پژوهش	۴۲
۵-۱	مقدمه	۷۸
۵-۲	نتیجه گیری	۷۸
۵-۳	بحث و مقایسه	۷۹
۵-۴	پیشنهادهات	۸۴
۵-۴-۱	پیشنهادهات کاربردی	۸۴
۵-۴-۲	پیشنهادهات آتی	۸۴
	منابع	۸۸
	پیوست ها	۹۶

فهرست جداول:

جدول ۱-۲	خلاصه تحقیقات	۳۱
جدول ۱-۳	مقیاس های فازی	۳۸

- جدول ۴-۱. ماتریس مقایسات زوجی معیارها..... ۴۲
- جدول ۴-۲. ماتریس مقایسات زوجی زیر معیارها نسبت به یکدیگر..... ۴۵
- جدول ۴-۳. وزن زیر معیارها و اولویت بندی..... ۴۷
- جدول ۴-۴. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به ارتفاع نشیمن گاه تا کف..... ۴۸
- جدول ۴-۵. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به گودی کمر..... ۵۰
- جدول ۴-۶. وزن نهایی گزینه ها نسبت به گودی کمر..... ۵۱
- جدول ۴-۷. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به نرمی و سفتی صندلی..... ۵۲
- جدول ۴-۸. وزن نهایی گزینه ها نسبت به نرمی و سفتی صندلی..... ۵۳
- جدول ۴-۹. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به فرمان..... ۵۴
- جدول ۴-۱۰. وزن نهایی گزینه ها نسبت به فرمان..... ۵۵
- جدول ۴-۱۱. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به شکل فرمان..... ۵۶
- جدول ۴-۱۲. وزن نهایی گزینه ها نسبت به شکل فرمان..... ۵۷
- جدول ۴-۱۳. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به نیروی پدال..... ۵۸
- جدول ۴-۱۴. وزن نهایی گزینه ها نسبت به نیروی پدال..... ۵۹
- جدول ۴-۱۵. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به دید عقب ۶۰
- جدول ۴-۱۶. وزن نهایی گزینه ها نسبت به دید عقب..... ۶۱
- جدول ۴-۱۷. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به فاصله تا نمایشگر..... ۶۲
- جدول ۴-۱۸. وزن نهایی گزینه ها نسبت به فاصله تا نمایشگر..... ۶۳
- جدول ۴-۱۹. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به خوانایی نمایشگر..... ۶۴
- جدول ۴-۲۰. وزن نهایی گزینه ها نسبت به خوانایی نمایشگر..... ۶۵
- جدول ۴-۲۱. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به اندازه نمایشگر..... ۶۶

- جدول ۴-۲۲. وزن نهایی گزینه ها نسبت به اندازه نمایشگر.....۶۷
- جدول ۴-۲۳. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به شدت نور.....۶۸
- جدول ۴-۲۴. وزن نهایی گزینه ها نسبت به شدت نور.....۶۹
- جدول ۴-۲۵. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به دمای هوای داخل.....۷۰
- جدول ۴-۲۶. وزن نهایی گزینه ها نسبت به دمای هوای داخل.....۷۱
- جدول ۴-۲۷. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به محل دستیگره داخلی درب.....۷۲
- جدول ۴-۲۸. وزن نهایی گزینه ها نسبت به محل دستیگره داخلی درب.....۷۳
- جدول ۴-۲۹. ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به محل سوئیچ های پنجره.....۷۴
- جدول ۴-۳۰. وزن نهایی گزینه ها نسبت به محل سوئیچ های پنجره.....۷۵



۱-۱ مقدمه

طی سال های اخیر انسان ها همواره به طور مستمر از وسایل نقلیه استفاده می کنند. بنابراین طراحان و مهندسان باید راحتی ، ایمنی و کارایی استفاده از این کالا را در طراحی و ساخت خودرو در نظر بگیرند. معمولا در خودرو های اولیه ای که طراحی می شدند بیشتر به مسایل فنی خودرو پرداخته میشد و تطابق خودرو با افراد کمتر در نظر گرفته می شد با پیشرفت دانش و توسعه صنعت خودرو روند طراحی در زمینه خودرو هایی با کارایی و راحتی بیشتر شتاب یافت. پیشرفت هایی که در زمینه ویژگی های فنی خودرو های تولیدی صورت گرفت ، به مرور ایده طراحان خودرو را به سمت تولید خودرو هایی با قابلیت تطابق بیشتر برای کاربر به منظور افزایش راحتی و ایمنی این وسایل سوق داد ، یکی از علومی که در این زمینه مطرح شد ارگونومی^۱ است.

علم ارگونومی مجموعه دانشی است که از تلفیق علوم زیستی، فیزیولوژی انسانی، سیستم ها و روش ها، طراحی مشاغل و محیط کار به وجود آمده است که سعی دارد ابزارها، دستگاه ها و محیط کار را با توجه به در نظر گرفتن توانایی های جسمانی، فکری و محدودیت ها و علائق انسان ها، طراحی کند. این علم با هدف افزایش بهره وری با توجه به سلامتی، ایمنی و رفاه کارکنان در محیط کار شکل یافته است.[1]

تولید کنندگان خودرو معمولا به دنبال یافتن و ایجاد روش هایی برای طراحی و ارزشیابی طرح های خود برای رسیدن به خودرو هایی با کیفیت بهتر رضایت بیشتر مصرف کننده می باشند یکی از مهم ترین فاکتورها جهت افزایش کیفیت خودرو و همچنین رضایت مشتری طراحی ارگونومیک فضای داخل خودرو است. به همین منظور برای اینکه بتوانیم به اهداف ارگونومی در وسایل نقلیه برسیم باید دستور العمل ها و استانداردهای ارگونومی را در فرایند طراحی نهادینه کنیم . ارگونومی در کل مراحل طراحی یک خودرو می تواند وارد شود اما امروزه عقیده بر این است که باید ارگونومی را در مرحله مطرح شدن طرح در نظر گرفت. [2]

مشخصات ارگونومیک وسایل نقلیه شامل پارامترهایی می باشند که در طی تعریف و آنالیز طراحی خودرو باید مورد مطالعه قرار گیرند. در ارتباط با فضای داخلی وسایل نقلیه این پارامترها می توانند بر سلامتی، ایمنی، مقبولیت فیزیکی-روانی، حدود دسترسی، راحتی، قابلیت استفاده، سهولت عملکرد، کیفیت و گستره میدان دید تاثیرگذار باشند [3]

^۱ . Ergonomics

اساسا تا کنون در کشور ما اکثر طراحی ها و تولید های محصولاتی که مصرف کننده مستقیم آنها انسان است به صورت کپی سازی و مونتاژ با بکارگیری اطلاعات اماری و تحقیقاتی کشورهای دیگر مانند امریکا و برخی از کشورهای اروپایی بوده و پرواضح است که چنین اطلاعاتی از آنجا که براساس خصوصیات نژادی، فرهنگی و... آن کشور بنا شده نمی تواند پایه مناسبی برای طراحی وسایل کار جامعه ما باشد. بنابراین جهت تطبیق خودروهای تولید داخل با نیازها و خواسته ها و توقعات جامعه استفاده کننده از آنها می بایست ملاحظات ارگونومیکی را به نحو صحیح و مطلوبی در فرایند های طراحی وساخت و تولید وارد کرد [4]. به این منظور طراحان از روش آنتروپومتری^۱ یا تن سنجی استفاده می کنند. آنتروپومتری در واقع بخشی از دانش ارگونومی است که موضوع آن سنجش و اندازه گیری ابعاد و اندازه های ظاهری قسمت های مختلف بدن انسان است. چون دانستن ابعاد و اندازه های اعضای مختلف بدن برای طراحی ارگونومیکی خودرو ضروری است دانش آنتروپومتری نیز با اندازه گیری و ارائه اندازه های مختلف بدن (مانند طول دست و پا، عرض شانه و کتف ها و ...) و تعیین میدان حرکتی یا محدوده حرکت آنها به طراح کمک می کند تا به میزان زیادی بر ایمنی، سلامت و کارایی بازده طرح خود بیافزاید و از هر جهت یک طرح مناسب ارائه دهد [5]. از طرفی چون روش تن سنجی همیشه تضمین کننده برداشت مصرف کنندگان از راحتی استفاده از خودرو نمی باشد باید در کنار آن از روش نظر سنجی از مصرف کنندگان نیز قرار گیرد و برداشت های ذهنی آن ها در طراحی مد نظر قرار گیرد زیرا مصرف کنندگان هدف نهایی تولید خودرو می باشد. به این ترتیب تحقیق حاضر در نظر دارد طراحی داخلی یک رده از خودرو های سواری ساخت ایران را از لحاظ ارگونومیکی از دید مصرف کنندگان با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی^۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد و در نهایت با رتبه بندی ، آن ها را از نظر ویژگی های مورد نظر (کنترل ها ، نمایشگرها ، صندلی ، روشنایی و برخی ویژگی های خاص در طراحی داخلی مورد مقایسه قرار دهد

۱-۲ بیان مسئله

ارگونومی و کاربرد آن در طراحی خودرو از این جهت حایز اهمیت است که هدف نهایی تولید خودرو، استفاده کاربر و راحتی فرد استفاده کننده خواهد بود . به گونه ای که راحتی مصرف کنندگان به عنوان یک عنصر گسترده در طراحی خودرو باید در نظر گرفته شود. به همین جهت به منظور راحتی کاربر ، سهولت استفاده و افزایش ایمنی در نظر گرفتن اصول ارگونومی در طراحی خودرو اهمیت بسزایی دارد. اگر به اتومبیل از

¹ .Anthropometric

² Analytic hierarchy process

دیدگاه یک ایستگاه کاری که در آن راننده باید برای هدایت و کنترل خودرو ، کارها و عملیات مختلفی چون خواندن عقربه ها و علائم و درجات هشدار دهنده ، فشردن پدال گاز و ترمزکلاچ و... را انجام دهد ، نگاه شود آنگاه به خوبی این مساله درک خواهد شد که برای ایمنی و راحتی راننده و تامین جانی سرنشینان خودرو و سایر افراد دیگری که به نحوی با اتومبیل در ارتباط اند هم چون عابر پیاده ، دوچرخه سواران ، موتور سیکلت رانان چه بسیار نکات ارگونومیکی دقیق و حساسی باید در خودرو رعایت شود[1]

وظیفه متخصصان ارگونومی یا مهندسين فاکتورهای انسانی شامل مهیا کردن راحت ترین شرایط از نظر میزان سر و صدا، کاهش بار مغزی و فشار جسمی، میزان روشنایی، آب و هوا، اصلاح وضعیت کاری و کاهش نیرویی که صرف انجام دادن کارها می شود، ساده کردن اعمال حسی- روانی در خواندن و درک وسایل نشان دهنده به منظور درک انتقال سریع، بدون خطا و اشتباه و دقیق پیام ها و اخطارهای مورد نظر، راحت تر ساختن جابجایی و حرکت اهرم ها و دسته ها، در دسترس قرار دادن کلیدها و دکمه ها و سایر قسمت ها به ترتیب اهمیت و الویت منطقی، اجتناب از کوشش برای فراخوانی اطلاعات غیر لازم و مانند اینها می گردد؛ بنابراین برای اینکه یک تولید کننده بتواند جوابگوی تمام نیازهای افراد مختلف جامعه باشد، باید بداند که چند درصد از این افراد دارای چه خصوصیات و ویژگی های جسمانی هستند طراحان و مهندسين باید برای اطمینان یافتن از راحتی، ایمنی، کارایی و سلامت استفاده از خودرو حتما توانایی ها و محدودیت های فیزیکی و بدنی انسان را در طراحی و ساخت وسایل در نظر بگیرند. همچنین از آنجا که مصرف کنندگان درک و دریافت متفاوتی از راحتی استفاده از خودرو دارند جهت تطابق بهتر با نیازها و انتظارات آن ها، در طراحی باید درک و برداشت مصرف کنندگان از راحتی استفاده از خودرو ارزشیابی و در طراحی بکار گرفته شود[5]

بنابراین اصول اساسی که در طراحی داخلی خودرو باید در نظر گرفت شامل صندلی ها، کنترل ها ، نمایشگر ها ، روشنایی داخل و برخی ویژگی های دیگر از جمله درجه حرارت هوای داخل و... می باشد که جهت تولید خودروی راحت ، ایمن و با کیفیت جهت مصرف کاربران ضروری می باشند. از آنجا که همیشه معیارهای ارگونومی با روش تن سنجی راحتی را برای مصرف کنندگان تأمین نمی کنند باید برداشت ذهنی مصرف کنندگان از خودروی مورد استفاده شان ارزیابی شود و در طراحی خودروی ارگونومیک اعمال شود.

۱-۳ ضرورت تحقیق:

مسأله ارگونومی بخاطر اهمیت آن در راحتی ، سلامتی و ایمنی این نیاز را می طلبد که تحقیقات بیشتری روی آن صورت گیرد با توجه به بررسی های انجام شده به نظر می رسد تجزیه و تحلیل ارگونومیکی طراحی

داخلی ماشین های سواری ساخت ایران با نظرسنجی از سرنشینان مورد بررسی قرار نگرفته است با در نظر گرفتن این موضوع در این پژوهش سعی بر آن است که متغیرهای مؤثر بر طراحی داخلی خودروهای ساخت ایران را شناسایی و جمع آوری کرده ، سپس متغیرهایی که تأثیر بیشتری دارند، انتخاب شده و با استفاده از تکنیک سلسله مراتبی فازی این متغیرها اولویت بندی شوند . نتایج پژوهش می تواند به خودروسازان جهت مقایسه ارگونومیکی تولیدات خود با سایر رقبای هم رده خودشان کمک شایانی کند تا در صورت نیاز به بهبود آن اقدام کنند و به خواسته و ترجیحات مصرف کنندگان نزدیک شوند . به طور کلی با کنار هم قرار دادن اولویت های برتر حاصل شده در هر معیار می توان به طراحی ارگونومیکی مناسب خودرو برای مصرف کنندگان جهت راحتی آن ها دست یافت.

۱-۴ جنبه جدید بودن و نوآوری تحقیق:

مطالعه حاضر به لحاظ مقایسه ارگونومیکی یک بازه قیمتی از ماشین های سواری متنوع ساخت ایران از دیدگاه مصرف کنندگان و استفاده از تکنیک تصمیم گیری سلسله مراتبی فازی در مبحث ارگونومی خودرو جهت رتبه بندی و مقایسه آنها که تاکنون در پژوهش های انجام شده مورد استفاده قرار نگرفته دارای نوآوری می باشد

۱-۵ اهداف تحقیق :

هدف اصلی :

تجزیه و تحلیل ارگونومیکی طراحی داخلی ماشین های سواری ساخت ایران با تکنیک سلسله مراتبی فازی (FAHP)

اهداف فرعی:

مطالعه جامع ادبیات پژوهش بر روی مفهوم ارگونومی

شناسایی متغیرهای اثر گذار بر طراحی داخلی خودروهای سواری ساخت ایران از دید مشتریان

شناسایی و شناساندن تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

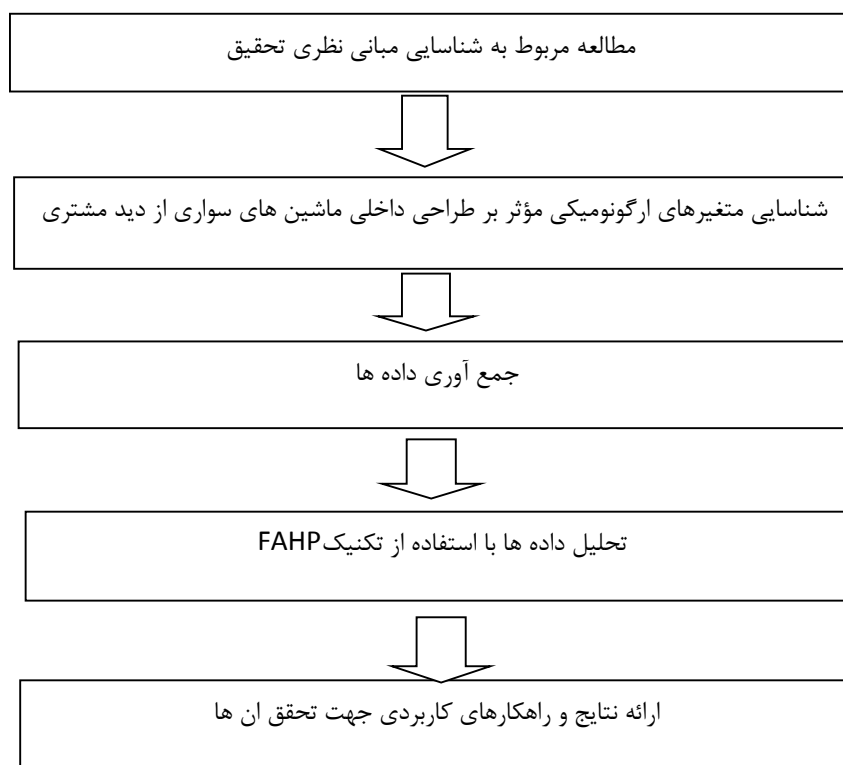
۱-۶ سوال تحقیق :

عوامل ارگونومیکی تأثیرگذار بر روی طراحی داخلی ماشین های سواری ساخت ایران کدام است؟

اولویت بندی عوامل ارگونومیکی تاثیر گذار در طراحی داخلی خودرو بر اساس تکنیک سلسله مراتبی فازی به چه ترتیبی است؟

۷-۱ روش شناسی تحقیق :

تحقیق حاضر بر اساس هدف کاربردی می باشد. به طور کلی متولوژی تحقیق به این صورت است



۸-۱ جامعه آماری

بنگاه داران خودروی که دارای تجربه و اطلاعات کافی می باشند.

۹-۱ نمونه آماری

نمونه آماری ۱۲ نفر از بنگاه داران باتجربه می باشند.

۱۰-۱ قلمرو پژوهش

۱-۱۰-۱ قلمرو موضوعی

در پژوهش صورت گرفته موضوع ارگونومی طراحی داخلی خودروهای سواری در نظر گرفته شده است.

۱-۱۰-۲ قلمرو زمانی پژوهش

زمان انجام پژوهش از اسفند ماه ۱۳۹۳ تا اواخر دی ماه ۱۳۹۴ می باشد.

۱۱-۱ تعریف اصطلاحات کلیدی

۱-۱۱-۱ ارگونومی

واژه ارگونومی، آمیزه ای از دو واژه یونانی ارگو^۱ به معنای کار و لوموس^۲ به معنای قوانین کار است (اسلوچک^۳، ۱۹۹۲).

۱-۱۱-۲ خودرو

خودرو به وسایلی اطلاق می گردد که بدون ارتباط با وسیله دیگر و به کمک نیروی ماشینی خود، قادر به حرکت باشد [6]

۱-۱۱-۳ تصمیم گیری چند معیاره

در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب است که تصمیم گیری براساس چندین معیار یا شاخص باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود. [7]

۱-۱۱-۴ تحلیل سلسله مراتبی فازی

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اگر چه افراد خبره از شایستگی ها و توانایی های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی سنتی، امکان

¹ . Ergo

² . nomos

³ . Sluchak

انعکاس سبک تفکر انسانی را بطور کامل ندارد. استفاده از اعداد فازی سازگاری بیشتری با عبارات کلامی و گاه مبهم انسانی دارد بنابراین بهتر است که با بکارگیری اعداد فازی به تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت [8].



۲-۱ مقدمه

هر تحقیقی از لحاظ علمی باید پشتوانه های داشته باشد تا نظرات دیگر محققان و پژوهشگران را با معرفی منابع موجود فراهم نموده و به تبیین بهتر موضوع کمک نماید. لذا در این فصل ابتدا مروری مختصری بر مبانی نظری تحقیق صورت گرفته، سپس به بیان دست آوردهای کلی پژوهش هایی که در مورد موضوع تحقیق صورت گرفته، اقدام شده است.

۲-۲ مبانی نظری

۲-۲-۱ ارگونومی

۲-۲-۱-۱ تعریف ارگونومی

واژه ارگونومی، آمیزه ای از دو واژه یونانی ارگو^۱ به معنای کار و لوموس^۲ به معنای قوانین کار است (اسلوچک^۳، ۱۹۹۲). ارگونومی دارای اسامی دیگری چون مهندسی انسانی یا مهندسی عوامل انسانی می باشد.

در کتاب لغت، ارگونومی عبارت است از شناخت علمی از انسان در ارتباط با محیط. علم ارگونومی یک رشته مطالعات چند شاخه ای بوده و از علوم مختلف اقتصادی، فنی، بیولوژیکی، آناتومی، روانشناسی، مدیریت، ریاضیات و آمار و... تشکیل شده است.

سازمان بین المللی کار^۴، ارگونومی را بکارگیری علم بیولوژی و پیوستگی و همبستگی آن با علوم فنی و مهندسی با هدف ایجاد تعادل میان انسان و کار که در نهایت به انجام صحیح کار منجر می گردد تعریف می کند [9].

انجمن بین المللی ارگونومی^۵، ارگونومی را این گونه تعریف می کند: روش علمی است که به تعامل بین انسان ها و سایر اجزاء سیستم و حرفه ای مربوط می شود که تئوری، اصول، داده ها و روش های طراحی بکار گرفته شده در آن به صورتی است تا آسایش انسان ها و عملکرد کلی سیستم به حد بهینه برسد. [10].

ارگونومی یک علم چند رشته ای است که شامل زمینه هایی می باشد که دارای اطلاعات در مورد افراد (به عنوان مثال، روانشناسی، آنتروپومتری، بیومکانیک، آناتومی، فیزیولوژی، پیسکو فیزیک) می باشد. این روش

¹ . Ergo

² . nomos

³ . Sluchak

⁴ . International Labor Office (ILO)

⁵ . International Ergonomics Association (IEA)

شامل مطالعه ویژگی های انسانی، قابلیت و محدودیت است و از این اطلاعات برای طراحی و ارزیابی تجهیزات و سیستم هایی بکارگرفته می شود که مردم استفاده می کنند [11]. با گسترش وسیع تکنولوژی ، دانش جدید مهندسی عوامل و ملاحظات انسانی (ارگونومی) که در نیمه دوم قرن حاضر شکل گرفت . در جهت رفع مسایل و مشکلات عدیده سیستمهای « انسان - ماشین » قواعد و دستورالعملهای علمی را تجویز می کند و در واقع نیاز انسان را به مقابله با خطرات تکنولوژی و ابزار زندگی امروزی تأمین می کند . این قواعد در وهله اول با تأکید بر روی انسان به منظور بکار گیری مناسب توان فکری و فیزیکی و با توجه به شناسایی کامل محدودیت های او همراه است . متعاقباً سیستم های صنعتی را ایمن می سازد و در نهایت باعث افزایش باز دهی و استاندارد شدن این سیستم ها می شود [12].

۲-۱-۲-۲ تاریخچه ارگونومی

بهینه سازی شرایط زندگی و کاری ، یکی از اهداف و آرمان های اساسی و اولیه انسان ها بوده است و بدین سبب می توان گفت پیدایش ارگونومی به تاریخ پیدایش انسان و تکامل او در قرن ها و هزاره های پیش از این برمی گردد ، ولی شکل گیری ارگونومی به طور علمی از دهه ۱۸۹۰ میلادی توسط تیلور و گیلبرت^۱ پیدایش شد. مطالعات فرانک و گیلبرت که در حدود سال ۱۹۰۰ میلادی انجام گرفت در زمینه مطالعه زمان سنجی به منظور مطالعه مهارت های اجرایی و خستگی و طراحی محیط های کار و وسایل برای معلولین کردند. در سال ۱۹۲۰ در آمریکا مؤسسه روانشناسی صنعتی تأسیس شد [13].

در طی سالهای ۱۹۴۴ تا ۱۹۴۵ در شرایطی که جنگ جهانی دوم وجود داشت به دلیل پیچیدگی هایی که دستگاه های مورد استفاده آن روز مانند رادارها و تجهیزات هواپیماها و دیگر تکنولوژی های روز ، اثرات سوء بسیاری بر سلامتی افرادی که با این دستگاه ها کار می کردند وارد آمد و نیاز به استفاده هر چه بیشتر از نیروی انسانی در ارتباط با دستگاه های پیچیده ، با توجه به دانش ارگونومی افزایش یافت (نیکولس، ۱۹۷۶). از پایان سال ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۰ میلادی یعنی بعد از پایان جنگ جهانی دوم ، ارگونومی به عنوان یک رشته علمی در آمریکا مطرح شد. ارگونومی تا سال ۱۹۴۹ میلادی به عنوان دانشی مستقل مطرح نشد . در سال ۱۹۴۹ میلادی انجمن پژوهش ارگونومی^۲ در انگلستان تشکیل شد و در همین سال اولین کتاب در زمینه ارگونومی با عنوان ((روانشناسی تجربی کاربرد ، عوامل انسانی در طراحی مهندسی)) چاپ و منتشر گردید. در سال های دهه ۱۹۵۰ میلادی ارگونومی به عنوان دانش مستقل و جداگانه به رسمیت شناخته شد [9].

¹ . Frank and Lillian Gilbet

² . Ergonomics Research Society

در سال ۱۹۵۷ میلادی انجمن عوامل انسانی^۱ در آمریکا تأسیس شد. تا سال ۱۹۶۰ میلادی این دانش در آمریکا فقط در یک حالت نظامی - صنعتی بود ولی طی سال های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ میلادی ارگونومی از انحصار ارتش و قوای نظامی خارج شد و به مرور در برخی شرکت های بازرگانی ، داروسازی ، کامپیوتری ، خودروسازی و دیگر سازنده محصولات مصرفی وارد شد و صنایع دریافتند که دخیل کردن فاکتورهای انسانی در طراحی محل های کار و محصولات تولیدی بسیار با اهمیت است [9]. در سال ۱۹۶۱ نخستین گردهم آیی انجمن بین المللی ارگونومی در سوئد برگزار شد (چاپانیس ، ۱۹۹۰). در سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ میلادی رشد این دانش ادامه یافت به طوری که در سال ۱۹۹۰ میلادی انجمن تحقیق فاکتورهای انسانی در آمریکا ۵۰۰۰ عضو داشت تا به امروز که تمامی فعالیت های انسانی و نحوه زندگی وی را خصوصاً با رشد استفاده از کامپیوتر در همه جا در بر می گیرد . [9].

در آمریکا بیشتر کاربرد های نظامی دانش ارگونومی مورد توجه بوده است. البته ، در صنعت نیز استفاده هایی از آن شده است. در اروپا بویژه در کشورهای مانند انگلستان ، فرانسه ، آلمان ، هلند ، ایتالیا و کشورهای حوزه اسکندیناوی به خوبی پایه گذاری شده و دارای جایگاه ویژه است اتحادیه های کارگری در اروپا توجه بسیار زیادی به ارتقاء علم ارگونومی ، به عنوان عامل مهم در ایمنی ، بهداشت ، راحتی و آسایش کارگران داشته اند . [14] در کشورهای در حال توسعه فعالیت و تحقیقات ارگونومی از اوایل سال ۱۹۶۰ میلادی شروع شد. با اینکه ایران یکی از کشورهای در حال توسعه می باشد ولی انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی از سال ۱۳۸۰ فعالیت خود را در کشور شروع کرده است [10]. البته باید با تبلیغات و کار مداوم در زمینه شناساندن این علم و تأثیر اجرای فنون آن در افزایش بهره وری و کارایی و در نتیجه سود آوری و افزایش ضریب ایمنی و سلامتی و بهداشت و رفاه به مرور توجه عمومی را به استفاده صحیح از این علم بیشتر کرد.

۲-۲-۱-۳ اهداف ارگونومی

هدف ارگونومی عبارت است از تقلیل فشارهای کار ، خستگی و فرسودگی که در اثر کار کردن ایجاد می شود و تطبیق و تغییر دستگاه ها با وضع صحیح بدن که به حفظ سلامت کارگر و افزایش بهره وری منجر می شود [6]. معمولاً حوادث و آسیب دیدگی های محیط کار هنگامی به وقوع می پیوندند که وضعیت کاری نامناسب وجود داشته باشد. طبعاً افزایش میزان آسیب دیدگی ، پیامد هایی از قبیل کاهش بهره وری ، از

^۱ . Human Factors Society

دست رفتن اوقات مفید ، برای انجام کار و افزایش هزینه های درمانی و جبران خسارت در پی خواهد داشت [15].

حتی ارگونومی در پی کاهش فشار های کار ، خستگی و فرسودگی ناشی از کار، تغییر و تطبیق دستگاه ها و ابزار کار با وضعیت صحیح و متناسب با مختصات بدن انسان است. به بیان دیگر هدف آن حمایت و هدایت انسان در قبال انجام کار است. در نتیجه سهولت و آسودگی شرایط و بهبود ابزار و محیط کار ، بهره وری و کارائی افزایش می یابد. از این رو کارگر ، کارفرما ، کارکنان و مدیران باید به این مطلب توجه داشته باشند که ارگونومی در هر صورت به منافع هر دو طرف توجه دارد [16].

در ارگونومی برای کار بهتر سعی بر آن است که کارهای خسته کننده اصلاح شده و ابزار کار بهبود یابد تا در نتیجه عاملین کار آسوده و راحت کار کنند . در واقع ارگونومی در پی اعمال انطباق علمی شغل ، شرایط ، ابزار و محیط کار با مشخصات فیزیکی و روانی انسان است. به این ترتیب ، به عنوان مثال دست اندرکاران ارگونومی با اندازه گیری ابعاد و مشخصه های فیزیکی و بدنی انسان و نیز تعیین نیرو و توان جسمی او ، شغل و محیط کار را چنان طراحی می کنند که با مشخصات فیزیکی میانگین افراد مطابقت داشته باشد . می توان میزان مهارت ها را اندازه گیری کرده و در طراحی قسمت های مختلف خطوط تولید ، اطلاعات حاصله را بکار گرفت. در شرایط خاص می توان مشخصات فیزیکی ، جسمی ، عصبی و روانی افراد مورد نیاز برای انجام یک کار معین را مشخص نمود [17].

چنانچه ملاحظه می گردد ، نتیجه بکارگیری ارگونومی ، در بهبود وضعیت بهداشتی و ایمنی ، رضایت شغلی و حرفه ای و نهایتاً افزایش بهره وری توفیقات مدیریتی بازتاب خواهد داشت که همگی در پرتو شناخت بهتر تعامل میان انسان ، ماشین و محیط ، در دانش ارگونومی میسر و مقدور می گردد.

۲-۳ تعریف خودرو

خودرو (همچنین اتومبیل یا ماشین) به وسیله نقلیه چرخ داری گفته می شود که موتور خود را حمل می کند. اصولاً برای تمام وسایلی که دارای منبع قدرت باشند و به خودی خود بتوانند حرکت کنند، می توان واژه خودرو را بکار برد. لیکن کاربرد این واژه در زبان ما دارای محدوده مشخصی است که معمولاً به وسایل متحرکی گفته می شود که همگی دارای حرکت بوده و با زمین در تماس هستند. بنابراین به وسایلی مثل قطار، کشتی و هواپیما خودرو گفته نمی شود. نمونه های بارز خودرو عبارتند از: ماشین های سواری، کامیون ها و موتورسیکلت ها... [11]

۲-۴ ارگونومی خودرو

طراحی خودرو مانند یک ماشین یا کامیون شامل یکپارچه سازی داده های بسیاری از رشته ها (به عنوان مثال، طراحان، مهندسان بدنه، مهندسان شاسی، مهندسان انتقال قدرت، مهندسان تولید، طراحان محصول، محققان بازار، مهندسان ارگونومی مهندسين الكترونيك) می باشد. فعالیت های طراحی شده توسط هماهنگی پیچیده و توجه همزمان بسیاری از نیازها (به عنوان مثال، نیاز مشتری، الزامات عملکردی مهندسی، الزامات کسب و کار، الزامات قانونی دولت، الزامات تولید) و مبادله بین نیازهای سیستم های مختلف در خودرو هدایت می شود. سیستم نه تنها باید به خوبی کار کند، بلکه آنها باید مشتریانی که خرید می کنند و از محصولات استفاده می کنند را راضی کند. حوزه ارگونومی یا مهندسی عوامل انسانی در توسعه محصول خودرو مستلزم کار با بسیاری از تیم های مختلف طراحی خودرو (به عنوان مثال، تیم مدیریت، تیم طراحی بیرونی، طراحی داخلی تیم، تیم های مهندسی بسته بندی، تیم پانل ابزار، تیم های طراحی صندلی) می باشند تا اطمینان دهند که تمام نیازها و مسائل مهم ارگونومیک را در اولین فرصت در نظر گرفته و حل می کند تا با نیازهای کاربران (به عنوان مثال، رانندگان، مسافران، پرسنل درگیر در مونتاژ، تعمیر و نگهداری، خدمات) هنگام استفاده (و یا کار بر روی) وسیله نقلیه وفق دهند [11]

به منظور طراحی یک خودرو ابتدا باید مشخص کرد که این وسیله نقلیه برای چه منظور طراحی می شود و چه اهداف و انتظاراتی را باید برآورده کند. به عبارت دیگر اول باید دید که چه نوع خودرویی و برای چه کاری قرار است طراحی شود زیرا پارامترهای طراحی انواع خودروها با هم تفاوت دارد. مثلا طراحی خودروی چهار نفره لوکس با یک وانت یا خودروی شاسی بلند (مانند پاترول) فرق می کند و بر حسب مورد مسایل جداگانه ای را برای طراحی هر کدام باید در نظر گرفت.

پس از مشخص شدن نوع خودرو باید بررسی کرد که خودرو برای چه بازار، کشور و مردمی و با چه خصوصیات و ویژگی هایی در نظر گرفته شده است؛ چه رقابیی و با چه مشخصاتی در بازار وجود دارند و پس از تعیین خط مشی های موجود و بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل موثر در طراحی و سنجش شرایط و امکانات موجود طراحی صورت می گیرد.

مثلا اگر بخواهیم برای مردم کشورمان یک خودروی کاملاً ملی طراحی کنیم باید عواملی نظیر :

-متوسط تعداد افراد خانواده.

-متوسط درآمد خانواده

-نوع نیاز و استفاده از خودرو

-تعداد مسافرت های در طول سال

-اندازه های بدنی افراد جامعه

-عادت-ها و ویژگی-های سنتی و اخلاقی جامعه

-وضعیت ترافیکی خیابان ها و جاده ها

و غیره را حتما در نظر بگیریم و سپس اقدام به طراحی کنیم.

پس از آماده شدن چندین شکل و طرح ظاهری و به تصویب رسیدن یکی از آنها، ابعاد کلی اتومبیل (با توجه به عوامل فنی، انسانی، نیاز بازار و چند عامل دیگر) در آن دخالت داده می شود و در این مرحله است که امکان اقدامات اصلاحی و تعدیل کننده وجود دارد. البته عکس این عمل نیز ممکن است و گاهی شکل و طرح خودرو بر اساس ابعاد و اندازه ها طرح می شود.

بین ایمنی و راحتی خودرو رابطه مستقیمی وجود دارد. همه جنبه های که به یک رانندگی راحت تر و کاهش حوادث کمک می کنند شامل ورود و خروج راحت از وسیله نقلیه، که درب ورودی و صندلی قابل تنظیم خوب، و یک صندلی عقب با پشتیبانی کمری کم می باشند، چند عنصر دیگر، که به سرنشینان خودرو برای رسیدن، به یک سطح از راحتی بالا کمک می کند از جمله کمر بند صندلی، تنظیم ارتفاع و قابلیت تنظیم فرمان به صورت عمودی و افقی می باشند. سایر موارد جزئی می تواند تاثیر مثبت و بزرگ در راحتی راننده داشته باشند. این خدمات عبارتند از آینه قابل تنظیم الکتریکی، فرمان هیدرولیک، سیستم برف پاک کن، و به طور خودکار تنظیم داخلی آینه عقب به منظور جلوگیری از تابش خیره کننده. اگر چه مصرف سوخت با توجه به مقدار بالاتر دستگاه های الکتریکی در خودرو تا حدی افزایش می یابد، فایده آنها برای حفظ امنیت این تاسیسات را توجیه می کند [18]. برای شناسایی موضوع های مهم مورد استفاده در خودرو به فعالیتهای اجرایی که در داخل خودروی سواری انجام می شود توجه می کنیم. در اینجا ویژگی های خودروی سواری را که باید از لحاظ ارگونومیکی بررسی شوند در پنج موضوع تشریح می کنیم:

صندلی ها

کنترل ها

نمایشگرها

۲-۴-۱ صندلی

راحتی به عنوان یک احساس خوشایند آرام و عاری از درد توسط واژه نامه کمبریج تعریف شده است [19]. راحتی یک ویژگی است که امروزه مورد تقاضای تعداد زیادی از مصرف کنندگان می باشد. صندلی نقش مهمی در تحقق این انتظارات دارد. صندلی یکی از مهم ترین اجزای وسیله نقلیه است و جایی است که در آن راننده حرفه ای بیشتر وقت خود را می گذراند. صندلی خودرو نشان دهنده یک محیط کاری است که باید موقعیت سرنشین به منظور انجام وظیفه رانندگی در مواجهه با الزامات ایمنی مختلف، و قابل قبول از نظر انتظارات راننده مطلوب باشد. از این رو، طراحی صندلی خودرو باید از طراحی صندلی اداری متمایز باشد. [20]. برای رانندگان و همچنین مسافران یا کسانی که زمان زیادی را صرف مسافرت با خودرو می کنند ایمنی یک موضوع اصلی است. [21], [22] در خانواده صنعت خودرو، مهندسان در حال تلاش برای ایجاد صندلی خوب طراحی شده برای ارائه شرایط رانندگی کافی و درست هستند که با شرایط مناسب فیزیولوژیکی در مورد آرامش، امنیت که با توجه به مساعد بودن بدن سرنشینان است ارائه دهند. [23]. مطالعات مختلفی به ارتباط بین ویژگی های صندلی و راحتی صندلی پرداخته اند. ضخامت فوم و سختی فوم پارامترهای مهم برای راحتی صندلی می باشند. ویژگی های فیزیکی صندلی معیارهای ذهنی راحتی صندلی هستند. راحتی صندلی از احساسات سرنشینان و توزیع فشار بدن، و یک ویژگی فنی خطی توصیه شده بدست می آید. [24]. در طول طراحی مناسب صندلی خودرو ما بر روی برخی عوامل مهم که عمدتاً زاویه پشته، لبه کوسن، موقعیت جلو و عقب، زاویه پشت سری، سطح پشت سری، موقعیت ناحیه کمر، عمق صندلی، ارتفاع صندلی، شیب کوسن و انحراف صندلی می باشند متمرکز می شویم. بر اساس تحقیقات ارگونومیک، راحت ترین وضعیت نشستن باید اطمینان حاصل شود: بسیاری از جرم بدن انسان باید بر روی کوسن صندلی و پشته با منطقه تحمیل شده نسبتاً بزرگ و فشار نسبتاً کم واحد توزیع شود؛ توزیع فشار (از کوچک به بزرگ) برای جلوگیری از تغییر ناگهانی باید به آرامی انتقال یابد. بنابراین، پیشنهاد می شود که طراحی صندلی شامل ملاحظات جامع از جمله تناسب اندام قسمت های مختلف بدن، ثبات افقی، پشتیبانی مناسب از پشت و کمر، نرمی و سختی مناسب و راحتی ارتعاش باشد. در یک مطالعه انجام شده

توسط کمپ [25] شرح داده است که صندلی باید با توجه به خطوط بدن انسان طراحی شود. او نتیجه گرفت که شکل بدن انسان و یا کانتور، ابعاد صندلی (عرض)، تکیه گاه جانبی و سختی و نرمی مواد صندلی دارای یک تاثیر عمیقی بر بدن انسان است.

معیارهای ارگونومی برای دو موضع فیزیولوژیکی و تن سنجی می باشد. ارگونومی مربوط به داده های آنتروپومتری که مرحله ورودی موقعیت صندلی راحت، سنجش شده است، از طریق تنظیم راحتی بهتر در منطقه کمر به دست می آید. مقدار داده های آنتروپومتری با اندازه گیری که برای بدن فرد مناسب است که از طریق آن سرنشینان بیشتر و بیشتر راحتی دریافت می کنند. آنتروپومتری یک شرح از طراحی صندلی با توجه به نیاز سرنشینان در مورد ایمنی و راحتی می باشد. [26]. فرآیند های تن سنجی و اندازه گیری متغیر مانند استقرار، جنبش، فعالیت عضلانی، بار پستی می باشند؛ که اندازه گیری این متغیرها در طراحی صندلی مفید است

۲-۴-۱-۱ صندلی راننده

صندلی راننده بخش جدایی ناپذیر هر نوع وسیله نقلیه است. عملکرد اصلی آن نه تنها به ارائه یک فضای صندلی به راننده بلکه حمایت، حفاظت و ارائه وضعیت صندلی راحت به سرنشینان است. امروزه طراحی صندلی راننده بسیار اهمیت است به دلیل اینکه طراحی ضعیف صندلی تاثیر بدی بر سلامت انسان می گذارد و همچنین وضعیت روانی راننده شانس حوادث را افزایش می دهد. [27] روش های مختلف برای ساخت صندلی راحت برای خودرو در نظر گرفته شده است. مانند مکانیکی، فشار، ارتعاش، ارگونومیک، پزشکی و غیره هدف از این روش های مختلف کاهش خطر آسیب و یا خستگی به منظور افزایش بهره وری رانندگان است. طوری که می تواند توانایی طبیعی بدن را برای حرکت و پاسخ به استرس فیزیکی به حداکثر برساند. دو نوع از آسیب های بخش های بدن در طول رانندگی رخ می دهد. آسیب شلاق زدن و درد پشت دو آسیب شایع است که در میان رانندگان حرفه ای رخ می دهد.

۲-۴-۱-۲ مشکلات وضعیت رانندگی و خطرات رانندگی

در طول رانندگی راننده و مسافران با مشکلات زیادی مواجه می شوند. در بعضی اوقات رانندگی، به نظر نمی رسد نشستن در وسیله نقلیه در حال حرکت خطرناک، غیر ضروری و خطرناک برای سلامتی افراد باشد. عامل اصلی خطر رانندگی، طراحی نامناسب صندلی، رانندگی طولانی مدت و ارتعاش کل بدن می باشد. در طول رانندگی طولانی مدت بیشتر گزارش شکایت های رانندگان مربوط به استرس و درد کمر می باشند. این آسیب دیدگی در بدن را به حساب گرفتگی پا، انعطاف ناپذیری گردن، و ناراحتی شانه از

وضعیت رقت انگیز، خستگی، استرس، فشار و باقی ماندن در یک موقعیت برای یک دوره زمانی می گذارند. تحقیقات اپیدمیولوژیک نشان می دهد که در رانندگان تخصصی وسایل نقلیه ، خطرات ارتعاش اسکلت تمام بدن و اختلالات در پایین کمر، گردن و شانه ها افزایش یافته است، [24]

۲-۴-۲ کنترل ها

کنترل ها، ابزاری هستند که نقش هدایت سیستم را به استناد اطلاعاتی که از نمایشگرها و سیستم های خبره یا خود انسان دریافت می کنند بر عهده دارند. وظیفه اصلی یک کنترل در یک سیستم انسان و ماشین، ارسال اطلاعات و دستورهای کنترلی به تعداد وسیله، مکانیزم یا سیستم است. وجود کنترل های مناسب، راننده خودرو را در هدایت و کنترل بهتر وسیله نقلیه خود و پیشگیری از کار افتادگی آن کمک می کند. یک طراح خودرو با دید ارگونومیکی هنگامی می تواند یک نوع کنترل مناسب را طراحی کند که قبلا نیازهای مصرف کننده آن را به دقت شناخته باشد [5]

۲-۴-۲-۱ فرمان خودرو

فرمان خودرو که وسیله تغییر مسیر حرکت آن است، به لحاظ مدت زمان زیادی که راننده با آن کار می کند و همچنین حساسیت وظیفه کار کردی آن، از مهمترین کنترل ها در خودرو است. طراحی نامناسب فرمان باعث خستگی زودرس راننده می شود و در نتیجه موجب می گردد که احتمال بروز خطرات ناشی از رانندگی هم بالا رود. در طراحی فرمان خودرو، عواملی مانند شکل، جنس، محل اتصال اجزاء، بخش هایی که روی آن نصب می شوند، امکان حرکت های تنظیمی (در طول محور) فرمان، شکل سطح مقطع و حالت رویه خارجی غربیلک، زاویه صفحه ای که فرمان در آن قرار می گیرد و ... مهم هستند.

توصیه می کنند استفاده از حلقه هایی که جهت تزیین فرمان به صورت آج خورده ساخته می شوند، و نیز از دندانه دار ساختن غربیلک فرمان پرهیز گردد؛ چون باعث مزاحمت در گرفتن غربیلک توسط راننده می شوند؛ در عوض غربیلک فرمان به گونه ای ساخته می شود که شکل سطح مقطع آن متناسب با انگشتان دست باشد تا انگشتان دو دست به صورت راحت روی قطر داخلی غربیلک قرار گیرند و تماس و اصطکاک لازم بین دست ها و غربیلک فرمان نیز تامین گردد.

۲-۴-۲ پدال ها در خودرو

پدال ها در خودرو کنترل هایی هستند که جهت افزایش و کاهش سرعت خودرو در طول مدت رانندگی در جاده ها، اتوبان ها، سر پیچ، چهارراه ها و ... به کار می روند. کار با پدال ها ماهیچه های عضلانی زیادی را درگیر می کند و صرف انرژی زیادی را موجب می شود؛ لذا باید تعداد آنها در حداقل نگه داشته شود و در طراحی و ساختشان نیز در نظر داشت که میزان نیرو و انرژی لازم برای کار کردن مناسب با آنها، با انسان تطابق داشته باشد.

۲-۴-۳ نمایشگرها

نمایشگرها در خودرو وسایلی برای رساندن اطلاعات به راننده جهت آگاهی دادن به او از وضعیت سیستم های خودرو هستند. به طور کلی نمی توان و نباید هم از راننده انتظار داشت که در تمام طول مدت رانندگی، آماده و گوش به زنگ تغییرات در سیستم های خودرو باشد. بنابراین نمایشگرها باید به گونه ای باشند که به سریع ترین، آسان ترین و مطمئن ترین شیوه ممکن اطلاعات را به راننده برسانند. ممکن است نمایشگرها به گونه ای باشند و یا اطلاعات به نحوی به راننده انتقال یابد که تغییر در همان لحظه ای که اتفاق می افتد از چشم شخص دور بماند؛ لذا طراحی و استقرار دهی تجهیزات نمایش دهنده در داخل خودرو باید به شکلی باشد که احتمال این که تغییرات از چشم شخص (راننده) دور بماند به حداقل رسانده شود.[5]

نمایشگرها به عنوان رابط اطلاعات پیچیده و ویژگی های انعطاف پذیر به راننده ، لازم است درک تجربی از آسان تر شدن رمزگذاری، درک، و حفظ متن ارائه دهند. ارائه اطلاعات روشن، به خصوص در زمینه خواندن در یک نگاه، برای توسعه جهانی فن آوری، استقرار، و بازاریابی ضروری است.[28]. همه حروف و اعداد صفحه نمایشگرها باید تحت شرایط روز، شب، و طلوع / غروب خوانا باشد. مشاهده از راه دور، اندازه حروف ، فونت ، روشنایی، روشنایی پس زمینه، تابش نور خیره کننده و غیره، باید در نظر گرفته شود.[29].

این نکته مهم است که نمایشگری برای راننده ارائه شود که در آن کنترل را می توان به سرعت شناسایی و محتوای اطلاعات را به راحتی بخواند. اگر متن یا عددی به سختی خوانده میشوند، بر رضایت کاربر تاثیر منفی و خطر تصادف ممکن است به علت افزایش زمان نگاه کردن و انحراف شناختی افزایش یابد. بنابراین وظایف طراح بهینه سازی قابلیت ها و به حداقل رساندن حواس پرتی های بصری می باشد. [30]

۲-۴-۳-۱ میدان دید عقب

میدان دید محدوده ای است که راننده می تواند ۳۶۰ درجه اطراف وسیله نقلیه را از نظر زاویه بالا و پایین (عمودی یا ارتفاع) و زاویه چپ و راست (افقی یا) خط دیدش، اشیاء مختلف در خارج از خودرو را ببیند. بعضی از قسمت های میدان دید راننده به علت ساختار خودرو و اجزاء از قبیل ستون ها، آینه، داشبورد، فرمان، هود، لبه های پایین تر دهانه پنجره (به نام خط کمر بند)، مسدود شده است.

بنابراین، آنچه که راننده می تواند در حالی که در یک وسیله نقلیه نشسته ببیند بستگی به ویژگی های (الف) راننده، (ب) وسیله نقلیه، (ج) اهداف (به عنوان مثال، عابر پیاده، علائم، هشدار، خطوط راه)، و (د) محیط زیست (به عنوان مثال، هندسه جاده، آب و هوا، روز / شب) دارد. [11]

به طور کلی، دید خودرو شامل دید مستقیم و غیر مستقیم می باشد. دید مستقیم اشاره به منطقه مستقیم دارد و از شیشه جلو اتومبیل و پنجره عقب واضح دیده می شود. دید غیر مستقیم را از آینه عقب درونی و بیرونی ارائه می دهد. بدیهی است، آینه عقب یکی از تضمین های مهم برای مشاهده غیر مستقیم راننده می باشد. هنگامی که دید عقب خودرو سخت دیده می شود، بدین معنی که برخی از مناطق سخت است که از آینه عقب دیده شوند، که منطقه کور نامیده می شود. [31]

میدان دید محیط عقب راننده در خودرو یک مسئله اساسی است و همچنان به صورت یک نگرانی است. رانندگان باید قادر به مشاهده محیط رانندگی خود به وضوح و ترجیحا بدون انسداد و مانع باشند. با این حال، طراحی خودرو در حال حاضر به طور موثر تضمین می کند که به احتمال زیاد برخی موانع با توجه به ساختار وسیله نقلیه میدان دید راننده را مسدود می کند. بنابراین استاندارد های خاصی برای میدان دید های مختلف در خودرو های مختلف مورد نیاز است طوری که راننده بتواند آنچه که در هر وضعیت مورد نیاز است ببیند [32]

۲-۴-۴ روشنایی داخل

محیط روشنایی داخلی برای وسایل نقلیه یک موضوع چشمگیر در صنعت خودر است. تا همین اواخر، نورپردازی داخلی خودرو به آنچه که به طور گسترده به نام "کارکردی" استفاده می شود محدود می شد. نمونه هایی از نور کاربردی شامل چراغ نقشه و چراغ سقف واقع در سقف خودرو، چراغ داشبورد و نور پس زمینه صفحه نمایش کنترل، و چراغ درب زمانی که درها باز می شوند، هستند. روشنایی کاربردی به طور

کلی زمانی که خودرو ثابت است، و معمولاً برای کمک به فعالیت هایی مانند ورود و خروج خودرو در شب، موقعیت یابی خود قبل از شروع حرکت وسیله نقلیه، و راهنمایی نقشه استفاده می شود [33]

در حال حاضر، چراغ مطالعه در بسیاری از وسایل نقلیه، به خصوص در محفظه عقب، ناکافی و نیاز به انطباق با ارگونومی دارد. الزامات مورد نیاز برای طراحی بهینه چراغ مطالعه به طور پیوسته در حال رشد است: چراغ مطالعه در عقب، برای مثال، اغلب به عنوان یک نور کار و یا به عنوان یک نور برای کودکان استفاده می شود. چراغ بدون تابش خیره کننده با یک منطقه روشن و همگن با شدت بالا دید راننده را از طریق شیشه جلو و عقب و پنجره مستقیم یا بازتاب مختل نمی کند

چراغ داشبورد به تازگی تبدیل به یک ویژگی برای شناسایی تولید کنندگان ماشین شده است. علاوه بر اجازه دیدن ابزار، به وضوح در شب کمک می کند، تولید کنندگان در حال حاضر با استفاده از پانل ابزار های رنگی، توسط رنگ های مختلف نور ال ای دی که در عین حال در دسترس است برای تمایز خود از دیگر رقبات تلاش می کنند. [34]

روشنایی در داخل خودرو می تواند مزایایی از قبیل افزایش هوشیاری راننده و کمتر شدن زمان مورد نیاز برای پیدا کردن مکان و عملکرد کنترل داخلی داشته باشد، سیستم های روشنایی محیط به طور معمول در هنگام رانندگی باقی می ماند، و برای فعال کردن راننده طراحی شده تا به راحتی ببینید و کنترل داخلی را انجام دهد، و به منظور افزایش روحیه، هوشیاری و راحتی راننده است. [33]

اهمیت آن در این واقعیت است که جهت گیری بهتر ماشین، بهبود احساس وسعت مکان، و همچنین به عنوان یک تصور از امنیت، ارزش و راحتی را فراهم می کند. علاوه بر آن یک فضای احساسی را به داخل خودرو می برد. روشنایی محیط می تواند سطح روشنایی داخل خودرو و محیط خارجی را هماهنگ کند، در نتیجه موجب کاهش خستگی راننده هنگام رانندگی در شب می شود [34].

از جمله فاکتورهایی که در زمینه روشنایی داخل در نظر می گیرند شدت نور که همان نور انتشار یافته در یک جهت خاص در فضا می باشد و ترکیب رنگ نور می باشد. که در مطالعه حاضر بر روی شدت نور چراغ های داخل بررسی انجام شده است.

۲-۴-۵ ویژگی های خاص

۲-۴-۵-۱ درجه حرارت داخل (دمای هوا)

هدف نهایی سیستم گرمایش و سرمایش در خودرو آسایش حرارتی سرنشینان می باشد. آسایش حرارتی وضعیت ذهنی است که بیانگر رضایت از محیط حرارتی می باشد. بسیاری از مردم چند ساعت در روز را در خودرو می گذرانند. بنابراین ارائه یک محیط حرارتی خوب، که راحتی و بهینه سازی عملکرد را برای رانندگان و مسافران فراهم می کند مهم است. [35]

محیط حرارتی در خودرو های متفاوت به دلایلی چون حجم داخلی کوچک در مقایسه با تعداد افراد، شکل فضای داخلی و ناتوانی سرنشین به تغییر موقعیت اغلب بسیار غیر یکنواخت و نامتقارن است و موجب ناراحتی سرنشینان و کاهش عملکرد راننده شود. [36]

۲-۴-۵-۲ محل قرار گیری دستگیره داخلی درب

یکی از پارامترهای جزئی اما تأثیر گذار در راحتی سرنشینان دستگیره داخلی در خودرو به منظور باز کردن در و خودرو و خروج آسان می باشد. مکان قرار گیری دستگیره باید در جای مناسب باشد طوری که بیش از حد عقب تر از صندلی نباشد تا نیاز به کشش زیاد داشته باشد و همچنین بیش از حد پایین نباشد تا سرنشین مجبور به خم شدن شود و موجب ناراحتی سرنشین شود [11]

۲-۴-۵-۳ محل قرار گیری سوئیچ های پنجره

دکمه های تنظیم پنجره خودرو در داخل درب خودرو قرار گرفته اند این سوئیچ ها برای راننده و سرنشینان جلو کاربرد دارند که با دکمه های بالابر و پایین بر موجب باز یا بسته شدن پنجره خودرو می شوند. بنابراین برای سهولت استفاده باید به نحوی قرار گیرند که نیاز به حرکت زیاد سر و چشم و همچنین کشش یا عقب بردن دست نداشته باشند [8]

۲-۵ پیشینه داخلی و خارجی تحقیق

۲-۵-۱ تحقیقات خارجی

متیو وهمکارانش در سال ۲۰۰۰ در تحقیقی با عنوان " میدان دید در آینه خودرو سواری " بر روی ۴۳ زن و مرد در ۶ خودرو با روش محاسباتی ، تقارن دید مکان چشم راننده و جهت گیری آینه های چپ و مرکز و راست را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسید که سن راننده ، جنس و اندازه بدن او تأثیر مهمی در آینه ها نمی گذارد.[37]

مایک کولیچ در سال ۲۰۰۳ در تحقیق خود با عنوان " راحتی صندلی خودرو : ترجیحات سرنشینان در مقابل تطابق آنترپومتریک " معیارهای آنترپومتری ارگونومی را به چالش کشید. او در تحقیق خود اندازه بدن ۱۲ نفر را روی ۵ صندلی ماشین مختلف مورد بررسی قرار داد و با مقایسه آنها با داده های پژوهشش طی ارائه پرسشنامه به مصرف کنندگان و ارزیابی بوسیله روش های آماری در یافت که بین ارتفاع صندلی ، پستی صندلی ، طول و عرض کوسن اختلاف وجود دارد. در نهایت به این نتیجه رسید که معیارهای ارگونومی مربوط به آنترپومتری لزوماً راحتی سرنشینان را فراهم نمی کنند[38]

یانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در تحقیق خود با عنوان " راه حل برای مشکل دید عقب در شبیه سازی رانندگی " به شبیه سازی رانندگی پرداختند . آنها در تحقیق خود با روش شبیه سازی رایانه ای در مورد صفحه نمایشگر جلو و دید عقب خودرو بر روی ۳۵ راننده تازه کار و با تجربه تجزیه و تحلیل کردند و بیان کردند که اطلاعات بدست آمده برای بهبود رانندگی و کمک به آموزش رانندگی مفید هستند.[39]

وانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در تحقیق خود با عنوان " بررسی راحتی بیومکانیکی عملکرد پدال کلاچ خودرو " به بررسی رابطه راحتی و پارامترهای بیومکانیکی پرداختند. آنها تأثیر چهار پارامتر اصلی از طراحی پدال (حرکت پدال ، نیروی پدال ، ارتفاع صندلی و شیب حرکت پدال) را روی ۱۵ نفر در ۶ خودرو مورد آزمایش قرار دادند و دریافتند که حرکت جزئی پدال و نیروی پدال ارجحیت داشتند و ارتفاع صندلی و شیب حرکت پدال ارجحیت دوم را در راحتی داشتند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصل از ارزیابی بیومکانیکی با راحتی / ناراحتی سازگار می باشند.[40]

یوان گوانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۵ در پژوهشی با عنوان " طراحی ارگونومی خودرو با آزمایشات بسترهای نرم افزاری (پلت فرم) " ارزیابی معتبر از یک شبیه سازی انسان و ماشین را ارائه کردند. آنها طبق پارامترهای استاندارد بدن انسان مانند اندازه بدن شخص (به خصوص اندازه وضعیت نشسته)، اندازه عملکرد (به عنوان

مثال اندازه منطقه متحرک وضعیت نشستن) حجم کار فیزیکی (به خصوص پارامترهای مکانیکی اندام فوقانی و اندام تحتانی)، و شبیه سازی منطقه راننده و طراحی مجازی منطقه که پارامتر مناسب برای طراحی فضای داخلی خودرو از جمله، موقعیت صندلی، فرمان، نمایشگر، و غیره می باشند فضای داخلی خودرو را به صورت ارگونومیک با روش تن سنجی بوسیله آزمایش مانکن های دیجیتالی توسط کامپیوتر بررسی کردند . و بیان داشتند که با استفاده از این ارزیابی صورت گرفته می توان فضای ارگونومیکی داخل خودرو را طراحی کرد.[41]

چون رونگ لیو در پژوهشی با عنوان " استراتژی های مختلف برای کنترل حرکات انسان های دیجیتالی برای طراحی ارگونومیک خودرو " در سال ۲۰۰۵، براساس سلسله مراتب حرکات دیجیتال انسان ها و زیر سیستم اسکلتی آن ها و با کمک الگوریتم تحول اشیاء در فضا، زنجیره حرکت انسان دیجیتالی را مورد تجزیه و تحلیل قرارداد. و به این نتیجه رسید که هم از ترکیب سینماتیک رو به جلو و هم سینماتیک معکوس و به صورت همان زمان برای کنترل و اداره قسمت های مختلف زنجیره ای پیچیده بکار گرفته می شود و این استراتژی ترکیبی و روش ثابت شده در نرم افزار های مهندسی مرتبط قابل اجرا است.[42]

در بررسی که توسط نیشینا و همکاران (۲۰۰۶) با عنوان "" در مورد فرمان خودرو. روی بیست و یک مرد با تجربه رانندگی که در یک وسیله نقلیه نشسته و با استفاده از هفت ویژگی (نرم / سفت ، ارتجاعی / سفت، اتصالات / غیر اتصالات، خشن / صاف، لوکس / ارزان، ثابت / لغزنده، راحت / ناراحت کننده) با روش کانسی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ، "سفت بودن" تعیین شده به عنوان اولین ویژگی، در حالی که "نرم بودن" به عنوان ۷ تعیین شده بود، و "بدون اتصالات اولین ویژگی"، در حالی که "اتصالات" ۷ بود . [43]

میوکی موریکا و همکارش در سال ۲۰۰۹ در تحقیق خود با عنوان "ارزیابی ارتعاش عمودی فرمان : اثر اندازه ارتعاش ، قدرت مشت و موقعیت دست" بر روی ۱۲ نفر با روش برآورد بزرگی به این نتیجه رسیدند که حد فاصل ارتعاش فرمان وابستگی شدید به اندازه ارتعاش و وابستگی کمتر به قدرت مشت و وابستگی ضعیف به موقعیت دست افراد دارد.[44]

رادو و همکارش در تحقیقی در سال ۲۰۰۹ با عنوان "پارامترها و مدل های آسایش حرارتی خودرو" ۶ پارامتر (دمای هوا، رطوبت هوا، میانگین دمای تابشی، سرعت هوا، فعالیت های انسانی و عایق لباس) را به عنوان پارامترهای اصلی آسایش حرارتی داخل خودرو معرفی کردند . بیان داشتند که وقتی دمای هوا افزایش می یابد رطوبت هوا کم می شود که باعث مه گرفتن شیشه جلو و ایجاد ناراحتی می شود همچنین با افزایش

دما عایق لباس فرد ، سرعت هوا ، فعالیت انسانی نیز افزایش می یابد. در نهایت با شناخت این پارامترها و اندازه گیری آن ها می توان آسایش حرارتی سرنشینان را فراهم کرد. و بر اساس آن ها مدل های ریاضی و مدل های فیزیکی (با استفاده از مانکن) را برای پیش بینی آسایش حرارتی خودرو طراحی کردند.[45]

فان پینکونینگ و همکارش در سال ۲۰۰۹ در تحقیقی با عنوان " طراحی سطح صندلی خودرو بر اساس ارگونومی " بر اساس نظریه ارگونومی به تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر راحتی راننده خودرو با روش تن سنجی از نظر، فرم فیزیولوژیکی وضعیت نشستن انسان و توزیع فشار بدن پرداختند. بر این اساس، منحنی فیزیولوژیکی انسان، منحنی فشار و حالت عملکرد از طریق نرم افزار ریاضی نصب شد . آنها به این نتیجه رسیدند از آنجا که توزیع فشار بدن انسان های مختلف متفاوت است باید مواد با سختی های متفاوت انتخاب شوند بنابراین فوم پلی اورتان انعطاف پذیر در طراحی مورد قبول واقع شد، که می تواند تراکم های مختلف و سختی محصولات را با توجه به مواد در فرمول تولید حاصل کند. آنها از آنتروپرومتری چینی ها استفاده کردند. بر اساس منحنی راحت ترین حالت نشسته و خواص مواد صندلی عقب و کوسن ، منحنی صندلی با استفاده از ارگونومی بدست آمد. این روش ایده های جدید برای طراحی صندلی فراهم کرد.[46]

لوکا و همکارانش در تحقیقی در سال ۲۰۱۰ با عنوان "تأثیر روشنایی داخلی خودرو بر ادراک رانندگان" در یک آزمایش واقعی بر روی ۳۱ نفر از رانندگان با روش آزمایش واقعی و سپس نظرسنجی با استفاده از پرسشنامه و ارزیابی با روش آماری ویلکسون ، پارامترهای ، رنگ نور ، شدت نور و موقعیت را براساس درک ذهنی از چند معیار: درک فضا، کیفیت داخلی درک شده، جذابیت داخلی، درک ایمنی ، هوشیاری و عملکرد بررسی کردند نتایج نشان داد که روشنایی تاثیر زیادی بر درک فضا و جذابیت فضای داخلی دارد اما شدت نور بیش از حد موجب حواس پرتی و تابش خیره کننده می شود . رنگ آبی نسبت به رنگ نارنجی روشن تر بود و پیدا کردن عناصر کنترل را آسان تر می کند و به درک بهتر فضای داخل خودرو کمک می کند در صورتی که رنگ نارنجی رنگ لوکس و کیفیت بهتر و جذاب تر است و اینکه موقعیت روشنایی درک بهتری از داخل خودرو می دهد. نهایت اینکه روشنایی داخلی تأثیر بسزایی در آسایش ، ایمنی و درک راننده از فضای داخلی خودرو می شود[47]

ماریانا و همکارانش در سال ۲۰۱۰ در تحقیق با عنوان "ارزیابی آسایش حرارتی انسان در محفظه سرنشین"تأثیر پارامترهای مختلف و شرایط پیش بینی آسایش حرارتی انسان در داخل خودرو را بر اساس شبیه سازی و بوسیله نرم افزار THESEUS-FE بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که درجه حرارت محفظه داخلی که در تماس مستقیم با مسافر عقب (صندلی عقب) است پایین تر از کسانی که در تماس با راننده هستند (صندلی جلو) می باشد.[48]

تریارتی ساراسواتی در سال ۲۰۱۰ در مطالعه خود با عنوان "توجه به عامل ارگونومیک در طراحی خودرو برای کمک به چالش جهانی صنعت خودرو، مطالعه مطرح شده" درصدد باز کردن صنایع خودرو برای توجه بیشتر به عوامل انسانی به عنوان یک خدمت به مشتریان (به خصوص مشتریان وفادار به یک ماشین با نام تجاری خاص) می باشد چرا که مشتریان مهم ترین ذینفعان صنعت خودرو می باشند و ایمنی، سلامت و راحتی آنها باید توسط شرکت مد نظر قرار داده شود. همچنین بیان می کند از آنجا که اندونزی سهم بزرگ بازار خودرو را دارد و مشکلاتی که ارگونومی برای پیاده سازی در این کشور دارد برای حفظ بازار خود نیاز به توجه ویژه در نوآوری دارند این نوآوری با انجام محاسباتی بر اساس آناتومی بدن انسان و محدودیت در بینایی و شنوایی انسان توسط طراح ماشین یا همان روش آنتروپومتریک برای ارائه ماشین راحت و ایمن صورت گرفت. این امر کیفیت ماشین را بهبود بخشید و این ماشین راحت تر و مناسب تر برای وضعیت ترافیک اندونزی بود. [49]

دراگان رزیک در سال ۲۰۱۱ تحقیقی با عنوان "بهبود آسایش حرارتی در یک ماشین مسافری بوسیله متمرکز کردن توزیع هوا" ارائه داد که در طی تحقیق خود به ارائه نمای کلی از پارامترهای تأثیر گذار بر تهویه مطبوع در شرایط هوای گرم طبق استاندارد ها پرداخت. نتایج نشان داد که مقادیر پیشنهاد شده توسط استاندارد برای آسایش حرارتی، به طور کلی برای ارزیابی محیط حرارتی داخل خودرو می تواند بیش از حد محدود باشد علاوه بر این او بر دو پارامتر سرعت و دمای هوا در نقاط حساس بدن انسان در ناحیه سر و بالا تنه تمرکز کرد و در نهایت به این نتیجه رسید که از آنجا که از دست دادن حرارت بدن موجب سرد شدن بدن می شود باید درجه حرارت را در نقاط مختلف بدن توزیع کرد تا بتوان تهویه مطبوع برای تمام سرنشینان به طور یکسان بدست آورد و موجب احساس آسایش حرارتی شود. [36]

الیزابت و همکارانش در سال ۲۰۱۱ در تحقیقشان با عنوان "تصویر میدان دید عقب خودرو و اندازه گیری کیفیت" به بررسی کیفیت تصویر و میدان دید عقب ۶ خودرو با روش های آزمون و بوسیله سیستم ویدئویی پرداختند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که خودروی فورد دارای کوچکترین زاویه دید عقب و حداقل کیفیت تصویر می باشد. که می توان با ارائه آینه اضافی، سنسور، دوربین، و یا فن آوری های دیگر به گسترش دید راننده کمک کرد. [50]

پیتز و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در تحقیقشان با عنوان "اثر متقابل بازخورد بصری - لمسی در صفحه نمایشگر لمسی خودرو" با روش شبیه سازی رانندگی بر روی ۳۶ راننده انجام دادند. آنها دریافتند که بزرگ بودن صفحه نمایشگر باعث بهبود تجربه و کاهش سختی کار و در نهایت ایمنی راننده می شود. [51]

فاریا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در پژوهشی با عنوان "روشی برای اعتبار سنجی فتومتریک در سیستم تعاملی بصری خودرو" مجموعه ای از ۱۰۷ تصویر دیجیتال روی ۳۵ راننده را برای ارزیابی کیفیت بصری خودرو مانند سرعت سنج ، دما سنج و اندازه گیر سوخت بکار گرفتند . روشی که آنها براساس ترکیب تجزیه و تحلیل تصاویر و برداشت ذهنی کاربران بود روش ترکیبی شبکه عصبی (ANN) و بردار پشتیبان ماشین (SVM) بود. آنها در این روش بوسیله روش بردار پشتیبان ماشین مایکروسافت (SVM) و غیر همگن را در انواع نمایشگرها مشخص کردند و با روش شبکه عصبی مناطق غیر همگن را تحت پارامترایی مانند شدت نور طبقه بندی کردند تا به کمک آن باعث بهبود کیفیت آنها شود [52]

جینگ چوان و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در مطالعه ای با عنوان "بررسی تأثیر پدال در راحتی خودرو" با استفاده از روش شبیه سازی عددی در برنامه متلب به این نتیجه رسید نیروی بیش از حد سبک پدال باعث میشود پدال نتواند با اندازه کافی پا را پشتیبانی کند و نیروی بیش از حد سنگین باعث خستگی راننده میشود بنابراین نیروی ۸۵ تا ۱۰۰ نیوتن مناسب ترین ترکیب نیروی پدال است که باعث ایمنی و راحتی رانندگی می شود. [53]

شی ون هیسائو و همکارانش در سال ۲۰۱۳ در بررسی طراحی ظاهر دوچرخه با استفاده از FCE و FAHP به ارزیابی آیتام ها برای تعیین اولویت کلی برای ظاهر محصول استفاده کرد ند آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که بین ۵ نوع از اقلام مورد ارزیابی (فرمان ، زین ، قاب ، چرخ ها و میل لنگ) فرمان بالاترین اولویت و بعد از آن به ترتیب زین ، قاب ، میل لنگ و در آخر چرخ ها در نظر گرفته می شود شوند چرخ ها با این که بزرگترین جزء را تشکیل می دهند اما در نظر مصرف کنندگان رتبه آخر را دارند طبق گفته محققان مدل ارزیابی پیشنهاد شده در ارتباط با صنعت می تواند به طراحان در اصلاح ظاهر دوچرخه کمک کند و به شرکت کمک می کند با توجه به ترجیحات مصرف کنندگان از تهیه محصولات بیش از حد که ممکن است احتکار شود جلوگیری شود. [54]

ویوک و همکارش در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی با عنوان "هماهنگی روشنایی داخلی" به بررسی هماهنگی نور روشنایی داخلی خودرو به دو روش اندازه گیری ارزیابی ذهنی و ارزیابی عینی پرداختند. سرانجام به درک واضحی از حد قابل قبول شدت نور و رنگ برای هماهنگی مورد انتظار در روشنایی خودرو رسیدند. [55]

در مطالعه ای که مری و همکارانش با عنوان " ارزیابی چهار فرمان برای تعیین قرار دادن دست راننده در محیط ساکن" در سال ۲۰۱۴ بر روی ۳۴ راننده مرد (میانسال و جوان) روی فرمان ۴ خودرو (مزد ۲، بی ام وی، میاتا و مزدا RX-8) انجام دادند. با روش آنتروپومتریک و پرسش از آنها ترجیحاتشان را در مورد راحت ترین محل قرار دادن دستشان بر روی فرمان را مورد بررسی قرار دادند و سپس براساس مقیاس هفت

نقطه ای لیکرت ، درباره ۷ ویژگی فرمان خودروها (نرم / سخت ، قابل انعطاف / سفت، اتصالات / غیر اتصالات، خشن / صاف، لوکس / ارزان، ثابت / لغزنده، راحت / ناراحت کننده) نظر دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که از نظر نرم بودن مزدا ۲ از نظر صافی مزدا میاتا از نظر اتصالات مزدا میاتا از نظر ارزانی و لغزندگی بی ام وی از نظر راحتی و قابلیت انعطاف مزدا RX-8 ارجحیت داشتند همچنین نتیجه گرفتند که اکثر افراد قرار گرفتن دست را در نیمه بالایی فرمان به صورت متقارن ترجیح دادند.[56]

احمد نورالهدی و همکارانش در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی با عنوان " مدل سازی ارگونومیک در تعامل راننده با ماشین ، پیشنهاد چارچوب " در ابتدا راحتی انسان که یکی از اهداف ارگونومی می باشد را در ماشین بررسی کردند و در نهایت چارچوبی را برای تعامل راننده با ماشین ارائه می دهد. به منظور اندازه گیری تعامل راننده با ماشین از یک روش ترکیبی به نام تکنیک عصبی فازی استفاده کردند. مطالعه واقعی در تعامل راننده با ماشین با شبیه ساز رانندگی-مانند انسان مقایسه شد . هر دو نتیجه مقایسه شد. پس از آن، یک سیستم هوشمند توسعه یافت که برای استفاده مهندسين در آینده مفید است. این تحقیق سود زیادی در بهبود تعامل انسان و ماشین را از طریق یک سیستم مبتنی بر دانش راننده ارائه می دهد. . چارچوب مفهومی در بهینه سازی فرآیند طراحی، تصمیم گیری و تجزیه و تحلیل در کمک به بهره وری و کیفیت خودرو کمک می کند.[57]

یوزهنگ چن و همکارانش در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی با عنوان " بهبود در طراحی و ساخت خودرو بر اساس نظریه ارگونومی " به بررسی عوامل ایمنی ارگونومیک در موارد خودروهای فراخوان ده شده بر اساس تئوری ارگونومی پرداختند. عوامل ارگونومیک برای نواقص طراحی و ساخت خودرو با در نظر گرفتن موارد خودروهای فراخوانده شده در چین در سال ۲۰۱۲ تجزیه و تحلیل شد. آمار در مورد نواقص طراحی و ساخت ارگونومیک نشان داد که این نقص به طور عمده ۸ جزء از جمله پنجره ماشین، کیسه هوا، کمربند ایمنی و درب خودرو را پوشش میدهد. در میان این نواقص، نواقص طراحی و ساخت ارگونومیک پنجره ماشین بیشترین تعداد وسیله نقلیه و بعد از آن نواقص طراحی و ساخت ارگونومیک کیسه هوا، کمربند ایمنی و درب ماشین و نقص صندلی حداقل تعداد وسایل نقلیه فراخوانده شده بودند. [58]

دنگ و همکارانش در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی با عنوان " تجزیه و تحلیل آینه عقب خودرو " با استفاده از برنامه متلب به اندازه گیری زاویه دید آینه عقب پرداختند در نهایت به طور گرافیکی در زاویه دید و گوشه های آینه و موقعیت راننده تغییراتی ایجاد کردند.[59]

بوراک در تحقیقی با عنوان " اثر شبیه سازی تعامل راننده و خودرو در طراحی داخلی خودرو " در سال ۲۰۱۵ تأثیر متقابل راننده و خودرو را با استفاده از روش شبیه سازی نشان دادند . آنها برای نشان دادن

رانندگان فیزیکی ۴۵۰۰ راننده مجازی را براساس تن سنجی طراحی کردند. تعامل بین انسان دیجیتالی و پدال ، صندلی ، میدان و فرمان را براساس پیش بینی وضعیت فیزیکی ثبت کردند. و مکان قرار گیری صندلی را براساس این متغیرها طراحی کردند که در نهایت مدل شبیه سازی آنها در طراحی خودرو و صندلی به کار گرفته می شود.[60]

آتول شارما و همکارانش در سال ۲۰۱۵ تحقیقی با عنوان "ارزیابی ارگونومی طراحی صندلی ماشین های مختلف" انجام دادند. آنها در تحقیق خود روی سه مدل خودرو سدان (تویوتا کرولا ، هوندا سیتی و هیوندای اسن) در کشور هند با استفاده از روش آماری آنوا به ارزیابی ۷ پارامتر ، فرمان ، اختیار سر، فضای بوت ، زاویه ارنج ، زاویه زانو ، زاویه پا و ارتفاع صندلی پرداختند در نهایت به این نتیجه رسیدند که بین این ۷ پارامتر در این سه مدل ماشینیت تفاوت خاصی وجود ندارد اما به طور کل از نظر ارتفاع صندلی تویوتا کرولا ارگونومی تر از بقیه است و از نظر اختیار سر برای افراد قد بلند هوندا سیتی برتر است.[61]

در تحقیقی که شمس الدین و همکارانش در سال ۲۰۱۵ با عنوان "بررسی طراحی ارگونومیک برای دستگیره در برای دو خودروی پروتون وپارادو" انجام دادند. با استفاده از روش آنتروپومتریک و روش نظر سنجی و همچنین نرم افزار ارگونومیک بر روی ۱۰۰ نفر مطالعه کردند . آنها مطالعه خود را روی دو خودروی پروتون و پارادو براساس ۴ پارامتر ارتفاع دستگیره عرض دستگیره مکان دستگیره و ارتفاع دستگیره از زمین انجام دادند. نتایج نشان داد که بر اساس این پارامترها و ارزیابی های انجام شده خودرو پروتون راحت تر ، بلندتر و ارگونومیک تر از خودرو پارادو است اما باز هم به طور کامل رضایتمندی مورد انتظار را برآورده نمی کنند.[62]

دابرس و همکارانش در تحقیقی در سال ۲۰۱۶ با عنوان "اثرات طراحی فونت چینی ، سنگینی لمس کردن ، و تضاد مقابل در نگاه اجمالی بر اساس خوانا بودن" به ارائه روشی برای افزایش سرعت خوانایی صفحه نمایشگر پرداختند . آنها روش خود را در ۵ نوع تایپ چینی ساده اعمال کردند سرانجام به این نتیجه رسیدن که تایپ ساده تر بهترین خوانایی را دارد و از طرفی زمینه صفحه سیاه و سفید در سیاه نسبت به سفید در سیاه و سفید خوانایی را آسانتر می کند.[63]

۲-۵-۲ تحقیقات داخلی

جعفر معصوم زاده در پژوهش خود با عنوان " بررسی ارگونومیکی داخل خودروی سواری و پیشنهادهای بهسازی ارگونومیکی خودروی پیکان " در سال ۱۳۷۵ ویژگی های ارگونومیکی برخی تجهیزات داخلی خودرو پیکان برای جامعه ایران در چهار موضوع (صندلی، کنترل، نمایشگر و برخی ویژگی های دیگر) را بررسی کرد و سپس و ویژگی های کمی را اندازه گیری کرد و و یک نظر سنجی کیفی از ایمنی و راحتی آن نیز بعمل آورد و براساس نتایج آنها پیشنهاداتی ارائه داد.[4]

فلاح قنبری در تحقیق خود با عنوان ارزیابی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو شوکا و ارائه پیشنهادات جهت بهینه سازی در سال ۱۳۸۹ وضعیت طراحی داخلی خودرو وانت شوکا را جهت تطابق با کاربران ایرانی در بین ۳۰ نفر از رانندگان مرد ایرانی با استفاده از روش آنتروپومتریک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که زوایای مربوط به نشستن نیازمند اصلاح است و خودرو شوکا از نظر راحتی - ناراحتی و عواملی مانند نرمی و سفتی صندلی، فشار بدن سرنشین و ارتعاش خودرو وضعیت خنثی را در رانندگان نشان می دهد.[5]

حامد فضل الله تبار در سال ۱۳۸۹ در تحقیقی با عنوان "چارچوب ذهنی برای راحتی صندلی براساس تکنیک ترکیبی تصمیم گیری چند معیاره و آنتروپومتري"، با استفاده از تکنیک ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی، آنتروپومتري و تاپسیس به ارزیابی راحتی صندلی خودرو در استان مازندران پرداخت. طی تحقیق خود به این نتیجه رسید که ارتفاع صندلی در راحتی صندلی بیشترین اهمیت را داشت.[64]

۲-۵-۳ جمع بندی

به طور کلی در تحقیقات پیشین صورت گرفته بیشتر به طراحی ارگونومیکی داخل خودرو براساس روش های شبیه سازی با استفاده از مانکن های دیجیتالی و روش آنتروپومتریک یا همان روش تن سنجی پرداخته اند و کمتر به روش نظرسنجی مصرف کنندگان پرداخته شده است. از طرفی مقایسات معیارهای ارگونومی در خودرو های مختلف که می تواند به بهبود طراحی کمک کند کمتر مورد توجه بوده که رد مطالعه حاضر به این دو مقوله یعنی نظرسنجی از مشتری و مقایسه خودروهای هم رده پرداخته شده است.

جدول ۱-۲ خلاصه تحقیقات

نام متغیر	مطالعات انجام شده در زمینه متغیر
طراحی داخلی خودرو به صورت ارگونومیک	یوان گوانگ (۲۰۰۵) - لیو (۲۰۰۵) - ساراسواتی (۲۰۱۰) - هیسائو و همکارانش (۲۰۱۳) - نورالهدی و همکارانش (۲۰۱۴) - چن و همکارانش (۲۰۱۴) - بوراک (۲۰۱۵) - معصوم زاده (۱۳۷۵) - فلاح قنبری (۱۳۸۹)
صندلی	مایک کولیچ (۲۰۰۳) - فان پینکوئینگ و همکارانش (۲۰۰۹) - شارما و همکارانش (۲۰۱۵) - فضا الله تبار (۱۳۸۹)
کنترل ها	وانگ و همکارانش (۲۰۰۴) - نیشینا و همکارانش (۲۰۰۶) - موریکا و همکارانش (۲۰۰۹) - چینگچوان و همکارانش (۲۰۱۲) - مری و همکارانش (۲۰۱۴)
نمایشگرها	متیو و همکارانش (۲۰۰۰) - یانگ و همکارانش (۲۰۰۴) - الیزابت (۲۰۱۱) - پیتز و همکارانش (۲۰۱۲) - فاریا و همکارانش (۲۰۱۲) - دنگ و همکارانش (۲۰۱۴) - دابرس و همکارانش (۲۰۱۶)
روشنایی داخل	لوکا و همکارانش (۲۰۱۰) - ویوک و همکارش (۲۰۱۳)
ویژگی های خاص	رادو و همکارانش (۲۰۰۹) - ماریانا و همکارانش (۲۰۱۰) - رزیک (۲۰۱۱) - شمس الدین و همکارانش (۲۰۱۵)



۳-۱ مقدمه

این فصل روش انجام تحقیق را بیان نموده و شناخت روشن تری در ارتباط با روش های تحقیق فراهم آورده است، دقت در اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز یک پژوهش و استفاده صحیح از ابزارهای اندازه گیری و به کار گیری روش اجرای صحیح و معتبر تحقیقی، از جمله عوامل موثر برای انجام یک پژوهش علمی، صحیح و موفق است. در این فصل مباحثی از جمله روش انجام پژوهش، متغیرهای پژوهش، جامعه و نمونه آماری، روش اندازه گیری فاکتورهای خونی و اندازه گیری ترکیب بدن، ابزارهای اندازه گیری و روش تجزیه و تحلیل یافته ها ارائه شده است.

۳-۲ ابزار جمع آوری اطلاعات

پژوهش حاضر از نظر هدف، از نوع کاربردی و از نظر روش، توصیفی و میدانی می باشد. به همین منظور برای جمع آوری اطلاعات مربوط به ادبیات پژوهش از روش کتابخانه ای نظیر کتب و مجلات علمی استفاده شد و برای استخراج معیارها زیر معیارها و گزینه های پژوهش برای طراحی پرسشنامه علاوه بر مطالعه ادبیات، از نظر افراد دارای تخصص مرتبط با پژوهش استفاده گردید. پرسشنامه به صورت ماتریس مقایسات زوجی در غالب جلسات حضوری تکمیل گردید.

۳-۳ روایی پرسشنامه

اعتبار پرسشنامه تا اندازه زیادی به اعتبار تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی بستگی دارد. به همین منظور با استفاده از نرم افزار Expert Choice نرخ سازگاری تمام ماتریس های پرسش شوندگان گرفته شد تا در صورت ناسازگاری برای اصلاح به آن ها برگردانده شود. علاوه بر این به منظور اطمینان از روایی معیارها و چارچوب پرسشنامه از مصاحبه اولیه و نظرات متخصصین در زمینه مرتبط با پژوهش، برای اعمال تغییرات استفاده شد.

۳-۴ جامعه آماری

جامعه آماری تحقیق حاضر، افراد بنگاه دار خودرو که دارای تجربه و اطلاعات کافی در زمینه مبحث خودرو هستند، می باشند.

۳-۵ نمونه آماری

همانطور که می دانیم در این روش عداد نمونه باید محدود باشد و از کارشناسان موجود مرتبط با زمینه پژوهش استفاده شود به همین منظور نمونه آماری ۱۲ نفر از بنگاه داران خودرو بودند . این افراد به صورت غیر تصادفی هدفمند انتخاب شدند. چرا که هدف بررسی پاسخ افراد دارای اطلاعات و تجربه کافی در زمینه خودرو می باشد ، نه نمونه ای تصادفی از جامعه آماری.

۳-۶ سلسله مراتب مسأله

سطح اول: هدف

هدف این پژوهش اولویت بندی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو های سواری ساخت ایران از دید مشتریان می باشد.

سطح دوم: معیارها

برای دستیابی به معیارها علاوه بر مطالعه ادبیات و پیشینه موضوع پژوهش مصاحبه ای با افراد متخصص در این زمینه انجام شد و نظر آن ها برای اعمال تغییرات استفاده شد. که در نهایت از آنجا که هدف مورد مطالعه خودروهای سواری ساخت ایران می باشد با نظر کارشناسان خودروهای سواری رده ۲۰ تا ۴۰ میلیون تومان انتخاب شد به این دلیل که هم از لحاظ ارگونومیکی نیاز به بررسی بیشتر دارند و هم این که مورد مصرف عموم افراد جامعه می باشند بنابراین معیارهای ارگونومیکی با توجه به این رده خودرو عبارتند از: کنترل ها- نمایشگرها- صندلی - روشنایی داخل و برخی ویژگی های خاص.

سطح سوم : زیر معیارها

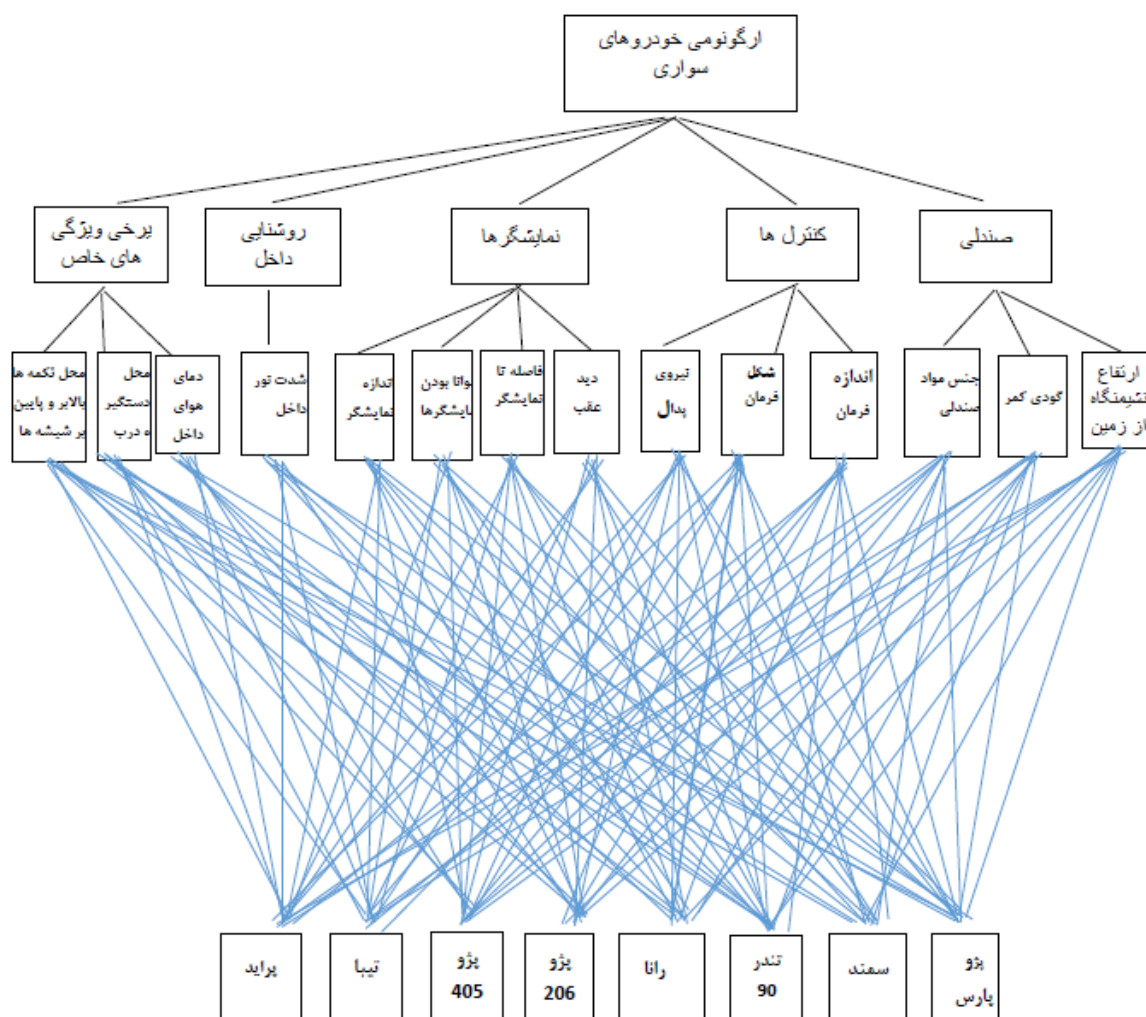
برای دستیابی به زیر معیارها نیز اطلاعات ادبیات پژوهش و مصاحبه اولیه و نظر کارشناسان در این زمینه جمع شد و اعمال تغییرات نهایی صورت گرفت از جمله اینکه برخی موارد ارگونومیکی که در مبحث خودرو می باشند در خودروهای مورد مطالعه به دلیل نداشتن تمایز زیاد برای اولویت بندی و سهولت کار حذف شدند و موارد مهم و تأثیر گذار که تمایز داشتند انتخاب شدند که عبارتند از: اندازه فرمان- شکل فرمان- روشن شدن برچسب فرمان در شب- نیروی بکار گرفته برای پدال- میدان دید عقب - فاصله دید تا نمایشگرها- خوانا بودن نمایشگرها- اندازه نمایشگرها- شدت نور داخلی- ارتفاع نشیمن گاه از کف ماشین- گودی کمر- نرمی و سفتی صندلی- دمای هوای داخل- محل قرارگیری دستگیره داخلی درب- محل دکمه های بالا بر و پایین بر شیشه ها

سطح چهارم : گزینه ها

گزینه های مورد نظر با مشورت متخصصان خودرو های سواری رده ۲۰ تا ۴۰ می باشند که عبارتند از:

پراید- پژو پارس- پژو ۴۰۵- پژو ۲۰۶ - تندر ۹۰- تیبا -رانا-سمند

در شکل ۱-۳ نمودار سلسله مراتب معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها نشان داده شده است.



۳-۷ روش پژوهش

در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، جهت اولویت بندی معیارهای ارگونومی در طراحی داخل خودروهای سواری، استفاده شده است. چرا که در این روش استفاده از مجموعه های فازی سازگاری بیشتری با مفهوم زبانی و گاه مبهم انسانی دارد. و نسبت به روش قطعی سلسله مراتبی نتایج به واقعیت نزدیک تر است. در ادامه توضیح مختصری در مورد روش FAHP داده شده است.

۳-۷-۱ روش FAHP (تحلیل سلسله مراتبی فازی)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی توسط محققى به نام ((توماس - ال - ساعتى^۱)) در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد گردیده است. [65]. این تحلیل یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد. این فرایند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری مشارکت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد، علاوه بر این، این روش بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل نموده و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چند معیاره می باشد [8]

همانطور که از مطالب فوق مشخص می گردد یکی از مهم ترین ویژگی های این روش نسبت به سایر روش های تصمیم گیری، سنجش میزان ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها و.... براساس قضاوت های دودویی می باشد. اما در بسیاری موارد، این نوع قضاوت درباره میزان اهمیت پارامترها یک محدودیت جدی به شمار می رود. چرا که در برخی از موارد تعیین میزان اولویت های متخصصان درباره هر یک از پارامترها به طور کامل و دقیق امکان پذیر نبوده، و از این رو در چنین مواردی انجام مقایسات عددی اقدامی دشوار و ناصحیح به حساب می آید. در سال های اخیر به منظور مرتفع سازی این مشکل، ترکیبی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فازی که در ادبیات تخصصی به AHP فازی معروف می باشد مورد توجه قرار گرفته است. این روش

¹.Thomas – L-Saaty

در نسبت با رویکرد معمول AHP ، روش مناسب تری برای استخراج بردار اولویت معیارها و گزینه ها به حساب می آید. چرا که در این روش ، قضاوت های منطق تری در رابطه با اولویت بندی معیارها و وزن دهی ان ها صورت می پذیرد. دلیل این امر را می بایست در این نکته جستجو نمود که در حالت فازی معمولاً تصمیم گیران قضاوت های راحت تری را با بیان قضاوت های بازه ای به جای بیان قضاوت های ثابت به سبب ماهیت فرایند مقایسات دودویی فازی انجام می دهند[به بیان بهتر استفاده از مجموعه های فازی سازگاری بیشتری با مفهوم زبانی و گاه مبهم انسانی دارد. طیف مقیاسی استفاده شده در روش در جدول ۱ آورده شده است.

روش های مختلفی از سوی نویسندگان مختلف برای FAHP ارایه شده است. اولین مدل از سوی ون و لارهوون^۱ و پدریچز^۲ ارایه شد، که از توابع عضویت مثلثی استفاده می کرد . در عوض ، باکلی^۳ استفاده از توابع عضویت دوزنقه ای را پیشنهاد داد.[58] برای انجام تحلیل سلسله مراتبی با منطق فازی، در سال 1996 یک پژوهشگر چینی به نام چانگ^۴ روش تحلیل توسعه ای را ارایه نمود.[66] بدلیل متداول بودن در پژوهش حاضر روش چانگ بکار گرفته شد.

جدول ۱-۳ مقیاس های فازی

مقیاس زبانی	عدد فازی مثلثی معادل	معکوس عدد فازی مثلثی معادل
اهمیت یکسان	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)
برتری ضعیف	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
برتری کم	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
برتری قوی	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
برتری خیلی قوی	(5/2, 3, 7/2)	(2/5, 1/3, 2/7)
برتری مطلق	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)

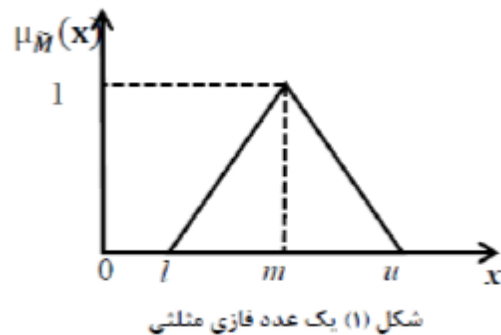
¹ . Laarhoven

² Pedrych

³ Bacly

⁴ Chang

به عقیده چانگ اعداد مورد استفاده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ، اعداد مثلثی فازی هستند. اعداد فازی مثلثی به صورت (l, m, u) نشان داده می شوند. شکل ۱ . یک عدد فازی مثلثی را نشان می دهد.



ابتدا ماتریس توافقی با استفاده از میانگین حسابی محاسبه می شود و سپس محاسبات به صورت زیر انجام می شوند:

گام اول: ابتدا باید برای هر یک از سطرهای ماتریس زوجی ارزش S_i را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\bar{S}_j = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$$

که دراین فرمول j بیانگر شماره سطر می باشد..

چنانچه $M^i_g = \{l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\}$ باشد آنگاه $\sum_{j=1}^m M^i_g$ و $\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^m M^i_g$ از روابط زیر محاسبه می شوند:

$$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

گام دوم: در این مرحله باید درجه بزرگی آن ها را نسبت به یکدیگر بدست آوریم. طوری که
 $S_i = \{l_i, m_i, u_i\}$

و $S_j = \{l_j, m_j, u_j\}$ باشد به صورت زیر تعریف می شود.

$$V = (S_j)S_i = \text{height}(S_i \cap S_j) = U_y(d) = \begin{cases} 1 & m_j \geq m_i \\ 0 & L_i \geq U_j \\ \frac{l_i - u_j}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

گام سوم: سپس میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از K عدد فازی مثلثی دیگر به روش زیر محاسبه می شود:

$$V = (S)S_1, S_2, \dots, S_k = V[(S)S_1 \text{ and } \dots \text{ and } (S)S_k] = \min V(S)S_i \text{ for } i=1, 2, \dots, k$$

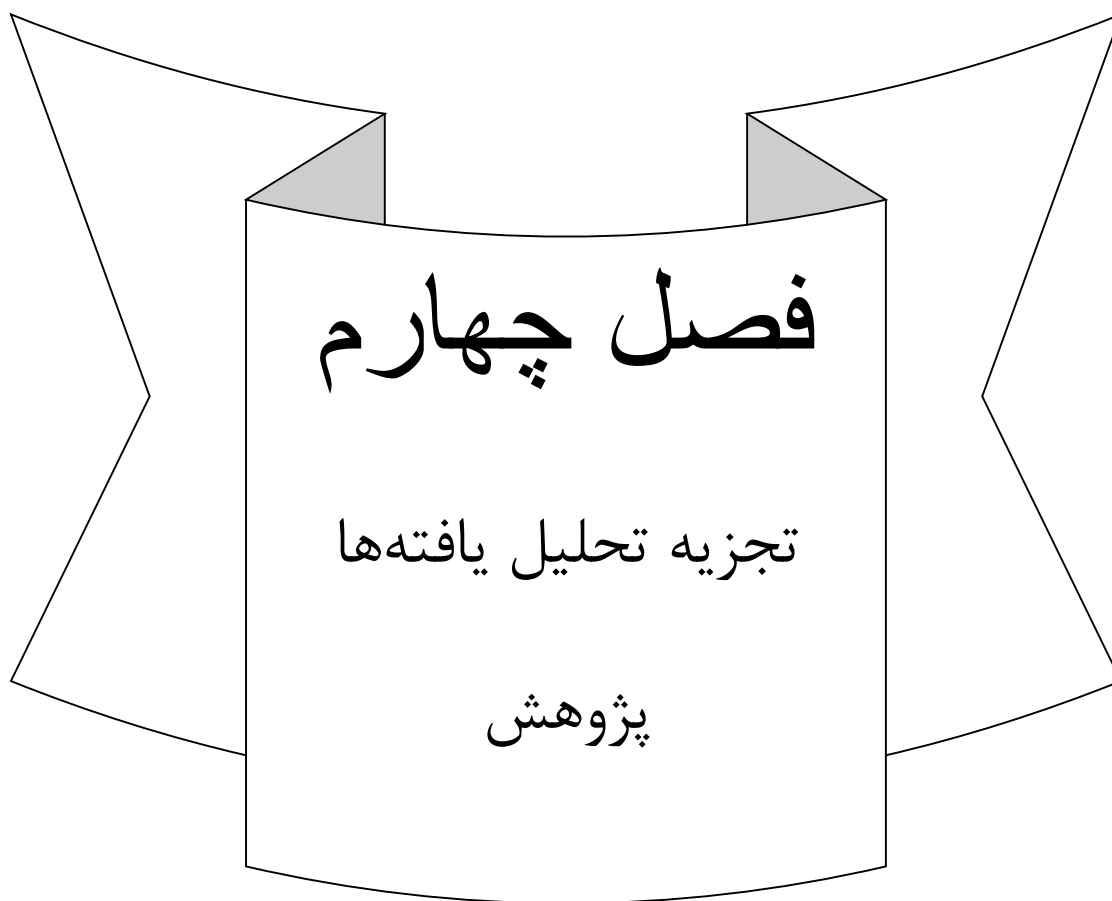
$$d'(A_i) = \min(S \geq S_i) \quad \text{for } i=1, 2, 3, \dots, k$$

بنابراین بردار وزن شاخص ها نیز به روش زیر بدست می آید.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

گام چهارم: در نهایت با نرمالیزه کردن وزن شاخص ها ، بردار وزن نرمالیزه شده شاخص ها که همان بردار ضرایب غیر موزون AHP فازی است بدست می آید.

$$w = ((d'(A_1)', d'(A_2)', \dots, d'(A_n)))^T$$



۴-۱ مقدمه

در این فصل پس از جمع آوری پرسشنامه ها به منظور سهولت در قضاوت خبرگان نظرات آن ها را که به صورت کلامی دریافت شده بود طبق جدولی که در فصل ۳ آورده شده بود به اعدا فازی مثلثی تبدیل می کنیم. سپس ماتریس های مقایسات زوجی را تشکیل داده شد و به کمک نرم افزار Expert Choice از تمامی ماتریس های پرسشنامه ها نرخ ساز گاری گرفته شد که تمامی ماتریس ها ساز گار بودند و برای ادامه فرایند می توانند استفاده شوند. بعد از محاسبه نرخ ناسازگاری محاسبات به روش تحلیل سلسله مراتبی چانگ صورت گرفت که در ابتدا ماتریس های نهایی با استفاده از میانگین حسابی تشکیل شدند سپس با محاسبه مجموع عناصر سطر ها و نرمالایز کردن آن ها درجه احتمال بزرگی آن ها محاسبه شد سپس با تعیین اوزان نهایی هدف اصلی که همان اولیت بندی است صورت گرفت.

۴-۲ ویژگی های جمعیت شناختی

پرسش شوندگان ۱۲ نفر از بنگاه داران (مرد) با میانگین سنی ۳۵ سال بودند که تحصیلاتشان ۱ نفر دکترا ، ۲ نفر کارشناسی ارشد ، ۳ نفر کارشناسی ، ۲ نفر دیپلم و ۲ نفر سیکل می باشند و دارای سابقه کاری حداقل ۵ سال می باشند. که همگی تجربه کافی و اطلاعات لازم را در زمینه خودرو دارا بودند. لازم به ذکر است که با توجه به قابلیت تنظیم صندلی از در نظر گرفتن قد افراد صرف نظر شد.

۴-۳ یافته های پژوهش

۱=۴-۲ تشکیل ماتریس نهایی : در جدول ۱. ماتریس مقایسات زوجی معیارها نشان داده شده است. همانطور که می بینیم خاصیت عکس پذیری در این ماتریس رعایت شده است.

جدول ۴-۱ ماتریس مقایسات زوجی معیارها

برخی ویژگی های خاص	روشنایی داخل	کنترل ها	نمایشگرها	صندلی	
(1.5,2,2.5)	(.83,1.33,1.83)	(.7,1.08,1.45)	(91,1,1.08)	(1,1,1)	صندلی
(.83,1.33,1.83)	(.87,1.25,1.62)	(.91,1.08,1.37)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	کنترل ها
(.7,1.12,1.54)	(.75,1,1.25)	(1,1,1)	(.8,94,1.33)	(.7,94,1.58)	نمایشگرها
(.7,1,1.3)	(1,1,1)	(.68,91,1.5)	(.66,83,1.25)	(.56,,1.44)	روشنایی داخل
(1,1,1)	(.8,1,1.58)	(.65,91,1.58)	(.56,8,1.44)	(.4,5,66)	برخی ویژگی های خاص

۲-۴ محاسبه مجموعه عناصر سطر و نرمالایز کردن آن ها

در این مرحله مجموعه عناصر سطرها محاسبه می شود

$$\sum_{j=1}^5 ij = ((1,1,1) + (91,1,1.08) + (.7,1.08,1.45) + (.83,1.33,1.83) + (1.5,2,2.5)) = (4.96, 6.41, 7.86)$$

$$\sum_{j=1}^5 ij = ((1,1,1) + (.94,1,1.16) + (.83,1.33,1.83) + (.87,1.25,1.62) + (.91,1.08,1.37)) = (4.55, 5.66, 6.98)$$

$$\sum_{j=1}^5 ij = ((.8,.94,1.33) + (.7,.94,1.58) + (.7,1.12,1.54) + (.75,1,1.25) + (1,1,1)) = (3.95, 5.12, 6.95)$$

$$\sum_{j=1}^5 ij = ((.7,1,1.3) + (1,1,1) + (.68,.91,1.5) + (.66,.83,1.25) + (.56,.1,1.44)) = (3.6, 4.54, 6.36)$$

$$\sum_{j=1}^5 ij = ((1,1,1) + (.8,1,1.58) + (.65,.91,1.58) + (.56,.8,1.44) + (.4,.5,.66)) = (3.41, 4.21, 6.26)$$

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 Mij = ((4.96, 6.41, 7.86) + (4.55, 5.66, 6.98) + (3.95, 5.12, 6.95) + (3.6, 4.54, 6.36) + (3.41, 4.21, 6.26)) = (34.41, 25.94, 10.45)$$

سپس مجموع سطرها را به روش زیر نرمالایز می کنیم

$$C_1 = (4.96, 6.41, 7.86) * \left(\frac{1}{34.41} \frac{1}{25.94} \frac{1}{10.45} \right) = (.143, .25, .385)$$

$$C_2 = (4.55, 5.66, 6.98) * \left(\frac{1}{34.41} \frac{1}{25.94} \frac{1}{10.45} \right) = (.131, .22, .342)$$

$$C_3 = (3.95, 5.12, 6.95) * \left(\frac{1}{34.41} \frac{1}{25.94} \frac{1}{10.45} \right) = (.114, .199, .34)$$

$$C_4 = (3.6, 4.54, 6.36) * \left(\frac{1}{34.41} \frac{1}{25.94} \frac{1}{10.45} \right) = (.104, .177, .311)$$

$$C_5 = (3.41, 4.21, 6.26) * \left(\frac{1}{34.41} \frac{1}{25.94} \frac{1}{10.45} \right) = (.099, .165, .306)$$

3-2=4 تعیین احتمال درجه بزرگی

درجه احتمال بزرگی هر یک از C_i ها را نسبت به یکدیگر محاسبه می کنیم

$$V(C_1 \geq C_2) = 1 \quad V(C_2 \geq C_1) = .869 \quad V(C_3 \geq C_1) = .794$$

$$V(C_1 \geq C_3) = 1 \quad V(C_2 \geq C_3) = 1 \quad V(C_3 \geq C_2) = .908$$

$$V(C_1 \geq C_4) = 1 \quad V(C_2 \geq C_4) = 1 \quad V(C_3 \geq C_4) = 1$$

$$V(C_1 \geq C_5) = 1 \quad V(C_2 \geq C_5) = 1 \quad V(C_3 \geq C_5) = 1$$

$$V(C_4 \geq C_1) = .697 \quad V(C_5 \geq C_1) = .248$$

$$V(C_4 \geq C_2) = .807 \quad V(C_5 \geq C_2) = .760$$

$$V(C_4 \geq C_3) = .899 \quad V(C_5 \geq C_3) = .849$$

$$V(C_4 \geq C_5) = 1 \quad V(C_5 \geq C_5) = .943$$

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5) = \min \{V(C_1 \geq C_2), V(C_1 \geq C_3), V(C_1 \geq C_4)\} \quad V(C_1 \geq C_4) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5) = .869$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5) = .794$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5) = .697$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4) = .248$$

$$W' = (1, .869, .794, .697, .248)$$

بعد از محاسبه درجه بزرگی باید وزن های بدست آمده را نرمالایز کرد

$$W' = (.27, .24, .22, .19, .06)$$

بدین ترتیب براساس مقایسات زوجی انجام شده وزن معیارهای صندلی و کنترل ها به ترتیب ۲۴ و ۲۷ بدست آمد که نشان دهنده ارجحیت این دو معیار از دید خبرگان می باشد و معیار ویژگی های خاص با وزن ۰۰۶ کمترین ارجحیت را دارا می باشد

به طور مشابه مراحل بالا برای زیر معیارها و گزینه ها انجام می گیرد که نتایج تحلیل آنها در ادامه آورده شده است

۴-۲ ماتریس مقایسات زوجی زیر معیارها نسبت به یکدیگر

محل سونبج های پنجره	محل دستگیره داخلی در	دمای داخل	شدت نور داخل	اندازه نمایشگر	خوانایی نمایشگر	فاصله تا نمایشگر	میدان دید عقب	نیروی پدال	شکل فرمان	اندازه فرمان	نرمی و سفتی صندلی	عمودی کمر	ارتفاع نشیمن گاه تا کف
.95,1.4 5,1.95	.95,1. 45,1.9 5	.83,1 .2,1. 58	.83,1. 2,1.58	.95,1.42 1,1.95	.83,1.2 1,1.58	1,1.25, 1.66	.48,63,. 94	.87,1.3, 1.7	.83,1.2 5,. 1.66	87,1.33, 1.8	(.87,1.1 6 , 1.41)	.55,77, 1.33	(1,1,1)
(1.2,1. 7,2.2)	(1.2,1. 7,2.2)	(1,1. 5,2)	(1,5,2)	(1,16.1. 66,2.16)	(1,1.5, 2)	(1.16, 1.66,2. 16)	(.94,1,1 .16)	(1.12,1. 62,2.12)	(1,1.5, 2)	(1.12,1. 62,2.12)	(.87,1.3 7,1.87)	(1,1,1,))	.83,1.3 3,1.83
(1.2,1. 1,2.2)	(1.2,1. 7,2.2)	(.87, 1.3,1 .87)	(.87,1. 37,1.8 7)	(1.08,1. 58,2.08)	(.8,1.3, 1.8)	(.83,1. 33,1.8 3)	(.46,75 ,1.25)	(1,1.25, 1.62)	(.62,1. 12,1.6 2)	(.66,1.6 6,1.66)	(1,1,1)	(.46,75 ,1.25)	(.8,94 ,1.33)
(.83,1. 33,1.83)	(.83,1. 33,1.8 3)	(.87, 1,1.1 2)	(.87,1. 1.12)	(.75,1.0 8,1 41)	(.83,1, 1.16)	(.87,1. 2,1.62)	(.46,6,. 88)	(.83,1,1 .16)	(.87,1, 1.12)	(1,1,1)	(.57,88 ,1.66)	(.47,62 ,91)	(.7,92 ,1.5)
(.91,1. 45,1.95)	(.91,1. 45,1.9 1)	(.75, 1,1.2 5)	(.75,1. 1.25)	(.95,1.4 5,1.95)	(.83,1, 1.16)	(.91,1. 41,1.9 6)	(.45,73 ,1.25)	(.75,1.0 8,1.41)	(1,1,1)	(.91,1,1 .25)	(.6,91, 1.75)	(.5,66, 1)	(.63,8 3,1.33)
(.66,1. 38,1.5)	(.66,1. 38,1.8)	(.8,1, 1.5)	(.8,1,1 .58)	(.75,1.1 2,1.5)	(.87,1, 1.12)	(.91,1, 1.08)	(.5,66, 1)	(1,1,1)	(.74,9 4,1.5)	(.88,1,1 .33)	(.58,83 ,1.5)	(.47,62 ,91)	(.62,8 1,1.3)
(1.2,1. 7,2.2)	(1.2,1. 7,2.2)	(1,1. 5,2)	(1,1.5, 2)	(1.16,1. 66,2.16)	(1.16,1 .66,2.1 6)	(1.16, 1.66,2. 16)	(1,1,1)	(1,1.5,2)	(.95,1. 45,1.9 5)	(1.16,1. 86,2.16)	(.87,1.3 7,1.87)	(.91,1,1 .08)	(1.08, 1.58,2. 08)
(.83,1. 2,1.58)	(.83,1. 2,1.58)	(.66,. 83,1. 25)	(.66,8 3,1.25)	(.8,1,1.1 2)	(.68,9 8,1.41)	(1,1,1)	(.46,6,. 88)	(.94,1,1 .16)	(.5,73 ,1.25)	(.6,85, 1.41)	(.55,78 ,1.38)	(.46,6,. 83)	(.58,8 3,1.5)
(.83,1. 33,1.83)	(.83,1. 33,1.8 3)	(.75, 1,1.2 5)	(.75,1. 1.25)	(.83,1.2 5,1.66)	(1,1,1)	(.8,1.1 2,1.45)	(.46,6,. 88)	(1.25,1, 1.91)	(.88,1, 1.3)	(.88,1,1 .3)	(.5,8,1. 4)	(.5,66, 1)	(.67,8 5,1.33)
(.7,1,1. 3)	(.7,1,1 .3)	(.5,8 ,1.5)	(.5,8, 1.5)	(1,1,1)	(.63,8 3,1.33)	(.85,1, 1.41)	(.46,6,. 88)	(.68,91 ,1.5)	(.54,7 1,1.19)	(.74,94 ,1.5)	(.48,63 ,94)	(.46,6,. 83)	(.52,7 1,1.19)
(.87,1. 25,1.62)	(.87,1. 25,1.6 2)	(.94, 1,1.1 6)	(1,1,1)	(.8,1,3,1 .8)	(.83,1, 1.5)	(.87,1. 25,1.6 2)	(.5,66, 1)	(.7,1,1. 3)	(.83,1, 1.5)	(.91,1,1 .25)	(.46,75 ,1.25)	(.5,66, 1)	(.67,8 5,1.33)
(.8,1,3, 1.41)	(.88,1. 3,1.41)	(1,1, 1)	(.91,1, 1.08)	(.8,1,3,1 .8)	(.83,1, 1.5)	(.87,1. 25,1.6 2)	(.5,66, 1)	(.7,1,1. 3)	(.83,1, 1.5)	(.91,1,1 .25)	(.46,75 ,1.25)	(.5,66, 1)	(.67,8 5,1.33)
(.75,1, 1.25)	(1,1,1)	(.66,. 88,1. 58)	(.66,8 3,1.25)	(.8,1,1.5 8)	(.8,1,1.5 5,1.33)	(.47,6 2,91)	(.55,77 ,1.33)	(.58,81 ,1.47)	(.52,7 1,1.19)	(.56,8, 1.44)	(.45,59 ,85)	(.45,59 ,85)	(.45,7 3,1.25)
(1,1,1)	(.83,1, 1.5)	(.66,. 88,1. 58)	(.66,8 3,1.25)	(.8,1,1.5 8)	(.8,1,1.5 5,1.33)	(.47,6 2,91)	(.55,77 ,1.33)	(.58,81 ,1.47)	(.52,7 1,1.19)	(.56,8, 1.44)	(.45,59 ,85)	(.45,59 ,85)	(.45,7 3,1.25)

$$\begin{aligned}
V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .810 \\
V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .984 \\
V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .868 \\
V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .669 \\
V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .734 \\
V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .619 \\
V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .1 \\
V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .607 \\
V(C_9 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .673 \\
V(C_{10} \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{11} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .577 \\
V(C_{11} \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .685 \\
V(C_{12} \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{12} C_{13} C_{14}) &= .66 \\
V(C_{13} \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{14}) &= .567 \\
V(C_{14} \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 C_9 C_{10} C_{11} C_{12} C_{13}) &= .533
\end{aligned}$$

$$W' = (.810, .984, .868, .669, .734, .619, .1, .607, .673, .577, .685, .66, .567, .533)$$

$$\begin{aligned}
W' &= (.081, .09, .086, .066, .073, .061, .1, .06, .067, .057, .068, .066, .056, \\
&.053)
\end{aligned}$$

۳-۴ وزن زیر معیار ها و اولویت بندی

رتبه	وزن نسبی	زیر معیار	معیار
4	.081	ارتفاع نشیمن گاه تا کف زمین	صندلی
2	.09	گودی کمر	
3	.086	نرمی و سفتی صندلی	
8	.066	اندازه فرمان	کنترل ها
5	.073	شکل فرمان	
9	.061	نیروی بکار گرفته برای پدال	
۱	.1	میدان دید عقب	نمایشگرها
10	.06	فاصله تا نمایشگرها	
7	.067	خوانایی نمایشگرها	
11	.057	اندازه نمایشگرها	
6	.068	شدت نور داخل	روشنایی داخل
8	.066	دمای هوا (حرارت داخل خودرو)	برخی ویژگی های خاص
12	.056	محل قرارگیری دستگیره داخلی درب	
13	.053	محل قرارگیری سوئیچ های شیشه ها	

همانطور که در جدول ۴-۳ مشاهده می کنیم زیر معیار دید عقب ، گودی کمر و نرمی و سفتی صندلی به ترتیب بالاترین ارجحیت را داشته اند که نشان از اهمیت آن ها در مبحث ارگونومی خودرو از دید خبرگان می باشند و مهندسان طراحی ارگونومی خودرو را سوق می دهد تا نسبت به این زیر معیارها توجه ویژه داشته باشند . در مبحث صندلی اهمیت آن به خاطر خستگی و بیماری های عضلانی است که در پی طراحی نامناسب خودرو ایجاد می شود و همه به دنبال خودرویی می باشند که برایشان راحتی را فراهم کند. در مبحث میدان دید و نمایشگر ها و همچنین کنترل ها اشاره به مبحث ایمنی در ارگونومی دارد که در رانندگی بسیار با اهمیت است تا کاربر با خیال راحت و بدون نگرانی از خطر از خودرو خود استفاده کند. شدت نور داخلی خودرو نیز می تواند کمک شایانی به دید راننده و سریع پیدا کردن نمایشگر ها و کنترل ها باشد تا راننده وقت زیادی را صرف این کار نکند. دمای هوای داخلی خودرو نیز باید مناسب باشد تا

موجب اذیت شدن و ناراحتی سرنشینان نباشد محل قراری گیری دستگیره و سوئیچ ها نیز هر چند ارجحیت کمتری داشته اند ولی به نوبه خود می توانند به راحتی سرنشینان کمک کنند

در ادامه ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به زیر معیارها و وزن نهایی آن ها تعیین شدند. گزینه های مورد استفاده ۸ خودروی ساخت داخل که مورد استفاده عموم افراد جامعه می باشد هستند که در یک رده قیمتی انتخاب شدند تا مقایسه نتیجه عادلانه تری بدست آورد.

۴-۴ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به ارتفاع نشیمنگاه تا کف

پراید	تیبیا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.08, 1.58, 2.08)	(1.08, 1.58, 2.08)	(.91, 1.1, .08)	(.91, 1.1, .08)	(.87, 1.04, 1.3)	(.87, 1.12, 1)	(.95, 1.08, 1)	(1, 1, 1)	پژو پارس
(1.1, 1.5, 2)	(1, 1.5, 2)	(.95, 1.1, .04)	(.91, 1.08, 1.25)	(.83, 1.1, .16)	(.91, 1.08, 1)	(1, 1, 1)	(.97, 1.1, .08)	سمند
(1, 1.5, 2)	(1, 1.5, 2)	(.91, 1.1, .08)	(.8, 1.1, .2)	(.87, 1.16, 1.62)	(1, 1, 1)	(.94, 1.16, 1)	(.91, 1.25, 1)	تندر ۹۰
(.5, 1, 1.5)	(.5, 1, 1.5)	(.9, .97, 1.16)	(.91, 1.04, 1.16)	(1, 1, 1)	(.77, .8, 1.25)	(.88, 1.33, 1)	(.94, 1.16, 1)	رانا
(.5, 1, 1.5)	(.5, 1, 1.5)	(.87, .97, 1.25)	(1, 1, 1)	(.91, .97, 1.16)	(.85, 1.04, 1)	(.86, .9, 1.16)	(.86, .9, 1.33)	پژو ۲۰۶
(1, 1.5, 2)	(1, 1.5, 2)	(1, 1, 1)	(.7, 1.04, 1.2)	(.91, 1.04, 1.16)	(.94, 1.16, 1)	(.97, 1.08, 1)	(.94, 1.16, 1)	پژو ۴۰۵
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(.5, 66, 1)	(.66, 1, 2)	(.66, 1, 2)	(.5, .66, 1)	(.5, 66, 1)	(.48, .63, .93)	تیبیا
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(.5, 66, 1)	(.66, 1, 2)	(.66, 1, 2)	(.5, .66, 1)	(.5, 66, 1)	(.48, .63, .93)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .93$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .876$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .857$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .785$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .941$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .747$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .747$$

$$W' = (1, .93, .876, .876, .857, .785, .941, .747, .747)$$

$$W' = (.145, .135, .127, .124, .113, .136, .108, .108)$$

۴-۴ وزن نهایی گزینه ها

مرحله آخر تعیین وزن نهایی گزینه ها نسبت به زیر معیارها می باشد که با ترکیب وزن نسبی گزینه ها و زیر معیارها بدست می آید.

(وزن نسبی زیر معیار λ_i * وزن نسبی گزینه i ام بابت زیر معیار j) $\sum_{i=1}^n n$ = وزن نهایی گزینه ها

با بدست آوردن وزن نهایی گزینه ها هدف نهایی که همان اولویت بندی می باشد انجام خواهد شد. نتایج تجزیه و تحلیل ماتریس های مسئله به شکل زیر است:

وزن نسبی گزینه ها

$$(.145 * .081, .135 * .081, .127 * .081, .124 * .081, .1113 * .081, .136 * .081, .108 * .081, .108 * .081) = (.0117, .0109, .102, .01, .009, .011, .008, .008)$$

بنابراین پژوهش پارس و پژوهش ۴۰۵ رتبه برتر و پژوهش ۲۰۶ و تیا و پراید رتبه های پایین را دارند

۴-۵ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به گودی کمر

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.04,1.54,2.04)	1.04,1.54,2.04)	(.8,1.3,1.8)	(.8,1.16,1.54)	(.87,1.2,1.54)	(.8,1.32,1.8)	1.16,1.86,2.16)	(1,1,1)	پژو پارس
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.91,1,1.08)	(.48,.63,.94)	(.61,.9,1.72)	(.47,.62,.91)	(1,1,1)	(.46,.6,.8)	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1.41,1.91)	(.91,1,1.08)	(.83,1,1.16)	(1,1,1)	(1.12,1.62,2.12)	(.57,.83,1.5)	تندر ۹۰
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.83,1.33,1.83)	(.86,.95,1.25)	(1,1,1)	(.88,1,1.33)	(.66,1.16,1.62)	(.7,.85,1.66)	رانا
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.87,1.37,1.87)	(1,1,1)	(.91,1.08,1.25)	(.94,1,1.16)	(1.08,1.58,2.08)	(.7,.88,1.41)	پژو ۲۰۶
(5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(1,1,1)	(.55,.77,1.36)	(.56,.8,1.44)	(.5,.73,1.27)	(.94,1,1.16)	(.5,.8,1.41)	پژو ۴۰۵
(1,1,1)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.5,.6,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.46,.63,.94)	تیبا
(1,1,1)	(11,1)	(.66,1,2)	(.5,.6,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.46,.63,.94)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .54$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .889$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .822$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .895$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .582$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .477$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .477$$

$$W' = (1, .54, .889, .822, .895, .582, .477, .477)$$

$$W' = (.175, .095, .156, .144, .157, .102, .102)$$

۴-۶ وزن نهایی گزینه ها نسبت به گودی کمر

رتبه	وزن نهایی	
1	$.175 \times .09 = .015$	پژو پارس
6	$.095 \times .09 = .008$	سمند
3	$.156 \times .09 = .014$	تندر ۹۰
4	$.144 \times .09 = .012$	رانا
2	$.157 \times .09 = .0141$	پژو ۲۰۶
5	$.102 \times .09 = .009$	پژو ۴۰۵
7	$.083 \times .09 = .0007$	تیبیا
7	$.083 \times .09 = .007$	پراید

همانطور که در جدول ۴-۶ مشاهده می کنیم پژو پارس و ۲۰۶ دارای بالاترین ارجحیت در گودی کمر صندلی می باشند. وتیبیا و پراید پایین ترین ارجحیت را دارند. با توجه به اهمیت این زیر معیار از دید مشتریان ضعف در آن نشان از توجه ویژه برای بهبود آن دارد . چرا که نامناسب بودن گودی ناراحتی های ناحیه کمر و آسیب جسمانی را در پی دارد.

۴-۷ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به نرمی و سفتی صندلی

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.08,1.58,2.08)	(1.08,1.58,2.08)	(.75,1.12,1.5)	(.7,1.16,1.62)	(.8,1.08,1.37)	(.83,1.04,1.25)	(.91,1.1,08)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.8,1.2,1.45)	(.58,1.08,1.58)	(.8,1.2,1.6)	(.91,1.08,1.25)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	سمند
(.5,1,1.5)	(05,1,05)	(.87,1,1.12)	(.91,1.08,1.25)	(.95,1,1.04)	(1,1,1)	(.86,.95,1.16)	(.83,.97,1.33)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.88,1,1.33)	(.66,1,1.33)	(1,1,1)	(.97,1,1.08)	(.61,.85,1.04)	(.85,.94,1.44)	رانا
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.95,1,1.25)	(1,1,1)	(.7,1,1.66)	(.86,.95,1.16)	(.61,.97,1.16)	(.6,.86,1.5)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(1,1,1)	(.87,1,1.12)	(.83,1,1.16)	(.91,1,1.25)	(.83,.94,1.25)	(.68,.91,1.5)	پژو ۴۰۵
(.91,1,1.25)	(1,1,1)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(5,.66,1)	(.47,.63,.91)	تیبا
(1,1,1)	(.87,1,1.12)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(5,.66,1)	(.47,.63,.91)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .986$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .879$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .802$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .911$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .925$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .555$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .548$$

$$W' = (.986, .879, .802, .911, .925, .555, .548)$$

$$W' = (.151, .149, .131, .121, .137, .14, .084, .082)$$

۸-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به نرمی و سفتی صندلی

رتبه	وزن نهایی	
1	$.151 * .086 = .0129$	پژو پارس
2	$.149 * .086 = .0128$	سمند
5	$.131 * .086 = .0112$	تندر ۹۰
6	$.121 * .086 = .0104$	رانا
4	$.137 * .086 = .0117$	پژو ۲۰۶
3	$.14 * .086 = .012$	پژو ۴۰۵
7	$.084 * .086 = .0072$	تیبا
8	$.082 * .086 = .007$	پراید

وزن نهایی گزینه ها در جدول ۸-۴ نشان می دهد که پژو پارس و سمند از نظر نرمی و سفتی صندلی که معیاری مهم در راحتی سرنشین است دارای ارجحیت بالا می باشند و تیبا و پراید ضعیف ترین می باشند. و در این زیر معیار دارای ضعف می باشند

۹-۴ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به فرمان

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.16,1.86, 2.16)	(1.16,1.86, 2.16)	(.91,1,1.08)	(.95,1.2,1 .45)	(.8,1.08,1. 37)	(.83,1.0 4,1.25)	(.91,1,1 .08)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.95,1,1.04)	(.83,1.12, 1.37)	(.75,1,1.3)	(.8,1,1.2)	(1,1,1)	94,1,1.16)	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.85,1,1.58)	(.83,1.12, 1.41)	(.83,1,1.16)	(1,1,1)	(.85,1,1 .41)	(.83,.97, 1.33)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.7,1,1.3)	(.91,1,1.2 5)	(1,1,1)	(.81,1,1. 33)	(.83,1,1 .5)	(.85,.94, 1.44)	رانا
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.73,.97,1. 33)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	(.76,.97, 1.33)	(.85,.94 ,1.44)	(.73,.91, 1.41)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(1,1,1)	(.75,1.04, 1.33)	(.8,1,1.58)	(.75,1,1. 3)	(.97,1,1 .08)	(.94,1,1. 16)	پژو ۴۰۵
(.91,1,1.0 8)	(1,1,1)	(1,1.5,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66, 1)	(5,.66,1)	(.46,.6,. 88)	تیبا
(1,1,1)	(.94,,1.16)	(1,1.5,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66, 1)	(5,.66,1)	(.46,.6,. 88)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .903$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .879$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .841$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .757$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .896$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .643$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .643$$

$$W' = (1, .903, 879, .779, .757, .896, .643, .643)$$

$$W' = (.153, .139, .135, .119, .116, .137, .098, .098)$$

۴-۱۰ وزن نهایی گزینه ها نسبت به اندازه فرمان

رتبه	وزن نهایی	
1	$.153 * .066 = .01$	پژو پارس
2	$.139 * .066 = .0091$	سمند
4	$.135 * .066 = .008$	تندر ۹۰
5	$.119 * .066 = .0078$	رانا
6	$.116 * .06 = .007$	پژو ۲۰۶
3	$.137 * .066 = .009$	پژو ۴۰۵
7	$.098 * .066 = .006$	تیبا
7	$.098 * .066 = .006$	پراید

وزن نهایی گزینه ها نشان می دهد که در زیر معیار اندازه فرمان پژو پارس و سمند دارای اندازه مناسب از دید مصرف کنندگان دارند و دارای ارجحیت بالا می باشند و پژو ۲۰۶ ، تیبا و پراید دارای ارجحیت پایین می باشند و نیاز به بهبود دارند.

۴-۱۱ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به شکل فرمان

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.5,2,2.5)	(1.5,2,2.5)	(.7,1.08,1.45)	(.83,1.33,1.83)	(.66,1.16,1.64)	(.62,1.12,1.62)	(.75,1.08,1.41)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.87,1,1.12)	(.7,1.16,1.62)	(.7,1.12,1.54)	(.66,1.08,1.5)	(1,1,1)	(.74,.94,1.5)	سمند
(.5,1,1.5)	(.5,1.5,2)	(.65,.94,1.58)	(.75,1.08,1.41)	(.91,1,1.08)	(1,1,1)	(.65,.97,1.66)	(.62,.93,1.08)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.67,.94,1.66)	(.66,1,1.33)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	(.65,.91,1.58)	(.57,.88,1.66)	رانا
(.5,1,1.5)	1,1.5,2)	(.6,.88,1.6)	(1,1,1)	(.87,1,1.66)	(.74,.9,1.5)	(.6,.88,1.58)	(.58,.8,1.33)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2)	1,1.5,2)	(1,1,1)	.75,1.25,1.75)	(.66,1.08,1.5)	(.7,1.08,1.45)	(.91,1,1.25)	(.7,.94,1.58)	پژو ۴۰۵
(1,1,1)	(1,1,1)	(.5,.6,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.4,.5,.66)	تیبا
(1,1,1)	(1,1,1)	(.5,.6,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.4,.5,.66)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .885$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .778$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .791$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .758$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .877$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .684$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .409$$

$$W' = (1, .885, .778, .791, .758, .877, .684, .409)$$

$$W' = (.161, .143, .125, .127, .122, .141, .11, .066)$$

۱۲-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به زیر معیار شکل فرمان

رتبه	وزن نهایی	
1	$.161 * .073 = .0117$	پژو پارس
2	$.143 * .073 = .0104$	سمند
5	$.125 * .073 = .009$	تندر ۹۰
4	$.127 * .073 = .019$	رانا
6	$.122 * .073 = .089$	پژو ۲۰۶
3	$.141 * .073 = .01$	پژو ۴۰۵
7	$.11 * .073 = .008$	تیبا
8	$.066 * .073 = .004$	پراید

نتایج جدول ۱۲-۴ نشان می دهد که پژو پارس و سمند و پژو ۴۰۵ از نظر شکل فرمان دارای طراحی مناسب و ارگونومیک برای مصرف کنندگان برای قرار دادن دست روی فرمان دارند و توانسته اند ارجحیت بالا را بدست آورند و پژو ۲۰۶ ، تیبا و پراید دچار ضعف در این زیر معیار می باشند.

۱۳-۴ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به نیروی پدال

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(.79,1.25,1.7)	(.83,1.2,1.58)	(.87,1,1.12)	(.95,1,1.04)	(1,1,1)	پژو پارس
(.1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(.7,1.2,1.6)	(.8,1.2,1.62)	(.97,1,1.08)	(1,1,1)	97,1,1.08)	سمند
(.1,1.5,2)	(.1,1.5,2)	(.94,1,1.16)	(.8,1.16,1.540)	(.85,1.08,1.58)	(1,1,1)	(.91,1,1.25)	(.91,1,1.25)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.83,1,1.5)	(.87,1.04,1.20)	(1,1,1)	(.61,.95,83)	(.6,.85,1.410)	(.63,.85,1.330)	رانا
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.8,1,1.58)	(1,1,1)	(.87,1,1.25)	(.7,.88,1.41)	(.62,.85,1.5)	(.55,.83,1.41)	پژو ۲۰۶
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(1,1,1)	(.7,1,1.3)	(.75,1,1.25)	(.87,1,1.12)	(.94,1,1.16)	(.94,1,1.16)	پژو ۴۰۵
(1,1,1)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	تیبا
(1,1,1)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .986$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .883$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .825$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .809$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .853$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .79$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .79$$

$$W' = (1, .986, .883, .825, .809, .853, .79, .79)$$

$$W' = (.16, .15, .141, .22, .129, .136, .126, .126)$$

۴-۱۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به نیروی پدال

رتبه	وزن نهایی	
1	$.144 * .061 = .0087$	پژو پارس
2	$.142 * .061 = .0086$	سمند
3	$.127 * .061 = .0077$	تندر ۹۰
5	$.118 * .061 = .0071$	رانا
6	$.116 * .061 = .007$	پژو ۲۰۶
4	$.122 * .061 = .0074$	پژو ۴۰۵
7	$.113 * .061 = .0068$	تیبا
7	$.113 * .061 = .0068$	پراید

نتایج نشان می دهد پژو پارس سمند و تندر ۹۰ از نظر نیروی پدال مناسب تر می باشند و نیروی بکار گرفته برای آن ها زیاد نمی باشد که موجب ناراحتی و اذیت شدن راننده شود و از طرفی تیبا و پراید در این زیر معیار عملکرد ضعیف تری دارند و ارجحیت پایین را دارا می باشند.

۴-۱۵ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به میدان دید عقب

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.08,1.5 8,2.08)	(1.04,1 .54,2.0 4)	(.87,,1.2 5,1.62)	(.91,1.41, 1.91)	(.8,1.2,1. 62)	(.8,1.2,1.4 5)	(1.16,1.8 6,2.16)	(1,1,1)	پژو پارس
(.88,.85, 1.85)	(.57,.8 8,1.66)	(.49,.64,. 97)	(.78,.83,1. 5)	(.47,.63,. 94)	(.47..62,9 1)	(1,1,1)	(.46,.6,.8)	سمند
(.87,1.37 ,1.83)	(.83,1. 33,1.8 3)	(87,1,1.1 2)	(.7,1.2,1.7)	(.91,1,1.0 8)	(1,1,1)	(112,1.6 2,2.12)	(.68,.91, 1.41)	تندر ۹۰
(.83,1.33 ,1.83)	9.8,1.3 ,1.80	(.91,1,1. 08)	(.75,1.16, 1.58)	(1,1,1)	(.75,1.16, 1.580)	(1.08,1.5 8,2.08)	(.6,.85,1 .41)	رانا
(.8,1.3,1. 8)	(1,1.25 ,1.62)	(.66,.83, 1.25)	(1,1,1)	(.63,.88,1 .5)	(.55,.85,1. 58)	(1,1.25,1 .62)	(.5,.73,1 .27)	پژو ۲۰۶
(.8,1.3,1. 8)	(1,1.25 ,1.62)	(1,1,1)	(.81,1.25, 1.62)	(.94,1,1.1 6)	(.91,1,1.1 6)	(1.04,1.5 4,2.04)	(.61,.83, 1.25)	پژو ۴۰۵
(.91,1,1. 08)	(1,,1)	(.78,.83, 1.5)	(.78,.83,1. 5)	(.5,.8,1.4 1)	(.55,.77,1. 33)	(.66,1.16 ,1.66)	(.49,.64, .97)	تیبا
(1,1,1)	(.94,1, 1.16)	(.5,.8,1.4 1)	(.5,.8,1.41)	(.55,.77,1 .33)	(.46,.75,1. 25)	(.7,1.2,1. 7)	(.48,.63, .94)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .63$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .891$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .875$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .795$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .868$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .704$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .699$$

$$W' = (1, .63, .891, .875, .795, .868, .704, .699)$$

$$W' = (.154, .097, .137, .135, .123, .134, .109, .108)$$

۴-۱۶ وزن نهایی گزینه ها نسبت به دید عقب

رتبه	وزن نهایی	
1	$.154 * .1 = .015$	پژو پارس
8	$.097 * .1 = .0097$	سمند
2	$.137 * .1 = .0137$	تندر ۹۰
3	$.135 * .1 = .0135$	رانا
5	$.123 * .1 = .0123$	پژو ۲۰۶
4	$.134 * .1 = .0134$	پژو ۴۰۵
6	$.109 * .1 = .0109$	تیا
7	$.108 * .1 = .0108$	پراید

از نظر میدان دید عقب خودرو پژو پارس و تندر و رانا عملکرد بهتری دارند که به استاندارد های ارگونومی نزدیک می باشد اما سمند دارای ضعیف ترین میدان دید می باشد. با توجه به اهمیت میدان دید در خطرات جاده ای و ایمنی سرنشینان خودروی سمند نیاز به توجه ویژه برای بهبود در این مورد دارد.

۱۷-۴ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به فاصله تا نمایشگر

پراید	تیا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1,1.5,2)	((1,1.5,2)	(.79,1.25,1.7)	(.83,1.33,1.830)	(.95,1.12,1.45)	(.87,1.16,1.62)	(.91,1.10,8)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.83,1.2,1.58)	(.8,1.3,1.8)	(.87,1.04,1.2)	(.95,1.12,1.45)	(1,1,1)	94,1,1.160	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.55,2)	(.83,1.12,1.41)	(.8,1.16,1.54)	(.87,1.025,1.6)	(1,1,1)	(.87,.97,1.25)	(.7,91,1.41)	تندر ۹۰
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.66,1.1,3.7)	(.8,1.25,1.66)	(1,1,1)	(.66,.83,1.25)	((.87,.97,1.25)	(.73,.91,1.25)	رانا
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.85,1,1.46)	(1,1,1)	(.81,.97,1.41)	(.7,.88,1.41)	(.5,.8,1.41)	(.55,.78,1.38)	پژو ۲۰۶
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.50)	(1,1,1)	(.8,1,1.2)	(.75,1,1.75)	(.76,.91,1.33)	(.63,.85,1.33)	(.55,83,1.41)	پژو ۴۰۵
(.1,1,1)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,20)	(.5,.6,10)	(.5,.66,1)	(.5,.66,10)	تیا
(1,1,1)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,20)	(.5,.6,10)	(.5,.66,1)	(.5,.66,10)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .982$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .914$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .860$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .803$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .779$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .773$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .725$$

$$W' = (1, .982, .914, .86, .803, .779, .773, .725)$$

$$W' = (.168, .156, .147, .137, .137, .133, .132, .12)$$

۱۸-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به فاصله تا نمایشگر

رتبه	وزن نهایی	
1	$.168 * .06 = .01$	پژو پارس
2	$.156 * .06 = .0092$	سمند
3	$.147 * .06 = .0088$	تندر ۹۰
4	$.137 * .06 = .0082$	رانا
4	$.137 * .06 = .0082$	پژو ۲۰۶
5	$.133 * .06 = .0079$	پژو ۴۰۵
6	$.132 * .06 = .0079$	تیبا
7	$.124 * .06 = .0074$	پراید

نتایج جدول ۱۸-۴ نشان می دهد از نظر فاصله تا نمایشگر پارس ، سمند و تندر ۹۰ مناسب ترین فاصله را دارند به طوری که سرنشین نیاز به خم شدن بیش از حد برای دسترسی به نمایشگرها را ندارد. همچنین برای دسترسی به نمایشگرها وقت کمتری را صرف می کند و تیبا و پراید در این مورد ارجحیت پایین را دارند

۱۹-۴ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به خوانایی نمایشگرها

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(.79,1.25,1.75)	(.83,1.2,1.58)	(...87,1,1.12)	(1.16,1.86,2.13)	(1,1,1)	پژو پارس
(.5,1,1.5)	((.5,1,1.5)	(.47,.62,.91)	(.73,.94,1.41)	(.83,.94,1.25)	(.48,.63,.94)	(1,1,1)	(.46,.6,.88)	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.95,1,1.04)	(.66,1,1.33)	(.73,1,1.3)	(1,1,1)	(1.08,1.58,2.08)	(.91,1,1.25)	تندر ۹۰
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.83,1,1.5)	(.94,1,1.08)	(1,1,1)	(.8,1,1.5)	(.91,1.08,1.37)	(.63,.85,1.33)	رانا
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.8,1,1.58)	(1,1,1)	(.97,1,1.08)	(.77,1,1.66)	(.95,1.12,1.45)	(.55,.83,1.41)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(1,1,1)	(.7,1,1.3)	(.75,1,1.25)	(.94,1,1.16)	(1.12,1.62,2.12)	(.94,1,1.16)	پژو ۴۰۵
(.97,1,1.08)	(1,1,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	تیبا
(1,1,1)	(.95,1,1.04)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .629$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .926$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .865$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .805$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .932$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .583$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .580$$

$$W' = (1, .629, .926, .865, .805, .932, .53, .580)$$

$$W' = (.158, .099, .146, .137, .127, .147, .092, .091)$$

۴-۲۰ وزن نهایی گزینه ها نسبت به خوانایی

رتبه	وزن نهایی	
1	$.158 * .067 = .0105$	پژو پارس
6	$.099 * .067 = .0066$	سمند
3	$.146 * .067 = .0097$	تندر ۹۰
4	$.136 * .067 = .091$	رانا
5	$.127 * .067 = .0085$	پژو ۲۰۶
2	$.147 * .067 = .0098$	پژو ۴۰۵
7	$.092 * .067 = .0061$	تیبا
8	$.091 * .067 = .006$	پراید

نتایج حاصل از جدول ۴-۲۰ نشان می دهد پژو پارس ، ۴۰۵ و تندر از نظر قابلیت خوانا بودن نمایشگرها مناسب می باشند خوانا بودن نمایشگر ها مثلا سرعت سنج ، مصرف سوخت و... کمک می کند سرنشین وقت کمتری را برای مشاهده صرف کند. ۲۰۶، تیبا و پراید از نظر خوانایی راحتی را برای مصرف کننده فراهم نکرده اند که نیاز به بررسی بیشتر دارند تا به ترجیحات ان ها نزدیک شوند.

۲۱-۴ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به اندازه نمایشگر

پراید	تیبیا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(.83,1,1.16)	(.91,1.08,1.25)	(.91,1.08,1.25)	(.95,1,1.04)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.95,1,1.04)	(.83,1,1.5)	(.87,1,1.12)	(.87,1,1.25)	(1,1,1)	(.97,1,1.08)	سمند
(.1.1.5,2))	(1,1.5,2))	(.94,1,1.16)	(.87,1,1.12)	(.95,1,1.2)	(1,1,1)	(.86,.95,1.16)	(.91,1,1.25)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.94,1,1.16)	(.87,1,1.3)	(1,1,1)	(.97,1,1.08)	(.86,.95,1.16)	(.91,1,1.25)	رانا
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.94,1,1.16)	(1,1,1)	(.83,1,1.25)	(.87,1,1.12)	(.75,1,1.25)	(.88,1,1.33)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2)	(.5,1,1.5)	(1,1,1)	(.91,1.08,1.37)	(.91,1,1.08)	(.91,1,1.08)	(.95,1,1.16)	(.94,1,1.16)	پژو ۴۰۵
(.91,1,1.08)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	تیبیا
(1,1,1)	(.94,1,1.16)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .982$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .973$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .859$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .856$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .918$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .798$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .743$$

$$W' = (1, .982, .973, .859, .856, .918, .798, .743)$$

$$W' = (.14, .137, .136, .120004, .12007, .128, .111, .104)$$

۴-۲۲ وزن نهایی گزینه ها نسبت به اندازه نمایشگرها

رتبه	وزن نهایی	
1	$.14 * .057 = .0079$	پژو پارس
2	$.137 * .057 = .0078$	سمند
3	$.136 * .057 = .0077$	تندر ۹۰
5	$.12004 * .057 = .0068$	رانا
5	$.12007 * .057 = .0068$	پژو ۲۰۶
4	$.128 * .057 = .0072$	پژو ۴۰۵
6	$.111 * .057 = .0063$	تیبا
7	$.104 * .057 = .0059$	پراید

نتایج نشان می‌دهد پارس ، سمند و تندر از نظر اندازه نمایشگر ها به استاندارد های ارگونومیک نزدیک تر هستند. کوچک بودن نمایشگرها سرنشین را برای دسترسی به آن و خواندن آن دچار زحمت می کند و بزرگی بیش از حد آن نیز از نظر اشغال فضا مناسب نمی باشد. در این مورد تیبا و پراید دچار ضعف می باشند

۲۳-۴ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به شدت نور

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.16,1.86,2.16)	(1.16,1.86,2.16)	(.8,1.3,1.8)	(.75,1.08,1.41)	(.91,1,1.08)	(.95,1,1.04)	(.8,1.3,1.8)	(1,1,1)	پژو پارس
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.88,1,1.08)	(.55,.73,1.27)	(.055,73,.83)	(.57,.86,1.66)	(1,1,1)	55,.88,1.4)	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(.83,1,1.16)	(.95,1,1.04)	(1,1,1)	(.66,1.16,1.66)	(.97,1,1.08)	تندر ۹۰
(1,1.5,2)	(.5,1,1.5)	(.8,1.2,1.62)	(.8,1,1.12)	(1,1,1)	(.97,1,1.08)	(1,1.2,1.62)	(.94,1,1.16)	رانا
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.91,1,1.08)	(1,1,1)	(.91,1,1.25)	(.88,1,1.33)	(.91,1.41,1.91)	(.74,.94,1.5)	پژو ۲۰۶
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	(.86,.85,1.41)	(.94,1,1.16)	(.94,1,1.16)	(.5,.83,1.4)	پژو ۴۰۵
(.95,1,1.04)	(1,1,1)	(.5,66,1)	(.5,.66,1)	"(.66,1.2)"	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.46,.6,8)	تیبا
(1,1,1)	(.97,1,1.08)	(.66,1,2)	(.5,.6,1)	(.5,.66,1)	(.5,66,1)	(.66,1,2)	(.46,.6,8)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .739$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .897$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .878$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .925$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .759$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .565$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .545$$

$$W' = (1, 739, 897, 878, 925, 759, 565, 545)$$

$$W' = (.158, .117, .142, .139, .146, .12, .089, .086)$$

۴-۲۴ وزن نهایی گزینه نسبت به شدت نور

رتبه	وزن نهایی	
1	$.158 * .068 = .01$	پژو پارس
6	$.117 * .068 = .0079$	سمند
3	$.142 * .068 = .0096$	تندر ۹۰
4	$.139 * .068 = .0094$	رانا
2	$.146 * .068 = .0099$	پژو ۲۰۶
5	$.12 * .068 = .0081$	پژو ۴۰۵
7	$.08 * .06 = .006$	تیبا
7	$.086 * .068 = .006$	پراید

مناسب بودن نور داخل خودرو می تواند به دید و همچنین پیدا کردن کنترل ها نمایشگرها و وسایل مورد نیاز در داشبورد و... کمک کند شدت این نور باید مناسب باشد طوری که سرنشینان را ناراحت نکند و موجب حواس پرتی راننده نشود در این مورد پارس و ۲۰۶ عملکرد بهتری داشتند و تیبا و پراید مناسب با ترجیحات مصرف کنندگان نمی باشند.

۴-۲۵ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به دمای هوای داخل

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.04,1.54,2.04)	(1.04,1.54,2.04)	(.91,1.04,1.91)	(.83,1.04,1.25)	(.83,1.33,1.83)	(.91,1.04,1.16)	(.91,1.1,1.08)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.83,1.25,1.62)	(.91,1.08,1.25)	(.8,1.2,1.6)	(.91,1.1,1.08)	(1,1,1)	(.94,1,1.16)	سمند
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.95,1.16,1.54)	(.95,1.1,1.04)	(.8,1.2,1.45)	(1,1,1)	(.9,1,1.16)	(.9,97,1.16)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(.8,1.12,1.45)	(.83,1,1.5)	(1,1,1)	(.68,.91,1.49)	(.6,.85,1.4)	(.55,.77,1.33)	رانا
(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(.8,.97,1.16)	(1,1,1)	(.62,1,1.37)	(.87,1.04,1.12)	(.86,.94,1.16)	(.83,.97,1.33)	پژو ۲۰۶
(.5,1,1.5)	(.5,1,1.5)	(1,1,1)	(.87,.7,1.25)	(.6,.88,1.41)	(.7,.88,1.41)	(.75,1,1.25)	(.5,.73,1.25)	پژو ۴۰۵
(.91,1.08,1.25)	(1,1,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.49,.64,.97)	تیبا
(1,1,1)	(.86,.95,1.16)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.49,.64,.97)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .962$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .935$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .798$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .838$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .777$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .717$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .705$$

$$W' = (1, .962, .935, .798, .838, .777, .717, .705)$$

$$W' = (.148, .142, .138, .118, .124, .115, .106, .104)$$

۲۶-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به دمای هوای داخل

رتبه	وزن نهایی	
1	$.148 \times .066 = .0097$	پژو پارس
2	$.142 \times .066 = .0093$	سمند
3	$.137 \times .066 = .091$	تندر ۹۰
5	$.118 \times .066 = .0077$	رانا
4	$.124 \times .066 = .008$	پژو ۲۰۶
6	$.115 \times .066 = .0075$	پژو ۴۰۵
7	$.107 \times .066 = .007$	تیبا
8	$.104 \times .066 = .006$	پراید

نتایج حاصل از جدول ۲۶-۴ نشان می دهد دمای هوای داخلی پژو پارس و سمند مناسب تر می باشند . مناسب بودن دمای هوا برای جلوگیری از خستگی و بی حوصلگی سرنشینان اهمیت دارد در صورت نامناسب بود دمای هوا آزدگی خاطر برای سرنشینان ایجاد می کند و باعث کاهش تمرکز راننده می شود. ۴۰۵، تیبا و پراید از این نظر نامناسب می باشند.

۴-۲۷ ماتریس مقایسات زوجی نسبت به محل دستگیره داخلی درب

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
(1.04,1.5 4,2.04))	(1.04,1. 54,2.04)	(.95,1,1.0 4)	(.83,1.12,1. 41)	(.91,1.08,1 .37)	((.87,1,112)	(.87,1,1.1 2)	(1,1,1)	پژو پارس
(1,1.5,2))	(1,1.5,2)	(.91,1,1.2 5)	(.87,1.08,1. 3)	(.87,1.04,1 .2)	(.91,1,1.08)	(1,1,1)	(.91,1,1.25)	سمند
(1,1.5,2))	(1,1.5,2)	(.91,1,1.2)	(.91,1.04,1. 16)	(.8,1,1.16)	(1,1,1)	(.94,1,1.1 6)	(.91,1,1.2 5)	تندر ۹۰
(.5,1,1.5))	(.5,1,1. 5)	(.81,97,1. 41)	(.87,1.04,1. 2)	(1,1,1)	(.88,1,1.33)	(.87,97,1. 2)	(.83,94,1 .2)	رانا
(.5,1,1.5))	(.5,1,1. 5)	(.86,94,1 .16)	(1,1,1)	(.81,97,1. 16)	(.96,97,1.1 6)	(.83,94,1. 25)	(.76,91,1 .33)	پژو ۲۰۶
(1,1.5,2))	(1,1.5,2)	(1,1,1)	(.91,1.08,1. 25)	(.8,1.04,1. 3)	(.87,1,1.12)	(.87,1,1.1 2)	(.97,1,1.0 8)	پژو ۴۰۵
(1,1,1)	(1,1,1)	(.5,97,1. 97)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,97,1. 97)	(.5,97,1. 97)	(.49,97,1. 97)	تیبا
(1,1,1)	(1,1,1)	(.5,97,1. 97)	(.66,1,2)	(.66,1,2)	(.5,97,1. 97)	(.5,97,1. 97)	(.49,97,1. 97)	پراید

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .974$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .965$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .829$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .856$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .973$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .717$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .717$$

$$W' = (1, .974, .965, .829, .856, .973, .717, .717)$$

$$W' = (.142, .1385, .137, .117, .123, .1383, .101, .101)$$

۲۸-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به دستگیره داخلی درب

رتبه	وزن نهایی	
1	$.142 * .056 = .0079$	پژو پارس
2	$.1385 * .056 = .00775$	سمند
4	$.137 * .056 = .0076$	تندر ۹۰
6	$.117 * .056 = .0065$	رانا
5	$.123 * .056 = .0068$	پژو ۲۰۶
3	$.1383 * .056 = .00774$	پژو ۴۰۵
7	$.101 * .056 = .0056$	تیبا
7	$.101 * .056 = .0056$	پراید

محل قرار گیری دستگیره داخلی درب هرچند جزئی می باشد ولی برای راحتی سرنشینان اهمیت دارد در تا سرنشینان برای باز کردن درب نیاز به کشیدن بیش از حد دستشان یا خم کردن آن نباشند در این مورد پارس و سمند مناسب ترین مکان را دارند و تیبا و پراید نامناسب ترین مکان را برای دستگیره درب دارند

۲۹-۴ ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به محل سوئیچ های پنجره

	پژو پارس	سمند	تندر ۹۰	رانا	پژو ۲۰۶	پژو ۴۰۵	تیبا	پراید
پژو پارس	(1,1,1)	(.91,1,1.08)	(.8,1.16,1.54)	(.83,1.2,1.58)	(.83,1.2,1.58)	(.95,1,1.04)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)
سمند	(.94,1,1.16)	(1,1,1)	(.7,1.08,1.45)	(.75,1.12,1.5)	(.66,1.04,1.41)	(.87,1,1.12)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)
تندر ۹۰	(.7,8,1.41)	(.71,.94,1.58)	(1,1,1)	(.87,1,1.12)	(.87,1,1.16)	(.8,1.08,1.37)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)
رانا	(.67,.85,1.33)	(.68,.91,1.5)	(.91,1,1.25)	(1,1,1)	(.87,1,1.12)	(.67,.85,1.33)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)
پژو ۲۰۶	(.67,.85,1.33)	(.72,.97,1.666)	(.88,1,1.33)	(.97,1,1.08)	(1,1,1)	(.81,.97,1.41)	(.5,1,1.5)	(1,1.5,2)
پژو ۴۰۵	(.97,1,1.08)	(.91,1,1.25)	(.8,1.16,1.54)	(.83,1.2,1.58)	(.8,1.04,1.3)	(1,1,1)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)
تیبا	(.5.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.66,1,2)	(.5,.66,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
پراید	(.5.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(.5,.66,1)	(1,1,1)	(1,1,1)

$$V(C_1 \geq C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = 1$$

$$V(C_2 \geq C_1 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .972$$

$$V(C_3 \geq C_1 C_2 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8) = .933$$

$$V(C_4 \geq C_1 C_2 C_3 C_5 C_6 C_7 C_8) = .906$$

$$V(C_5 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_6 C_7 C_8) = .87$$

$$V(C_6 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_7 C_8) = .986$$

$$V(C_7 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_8) = .645$$

$$V(C_8 \geq C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7) = .533$$

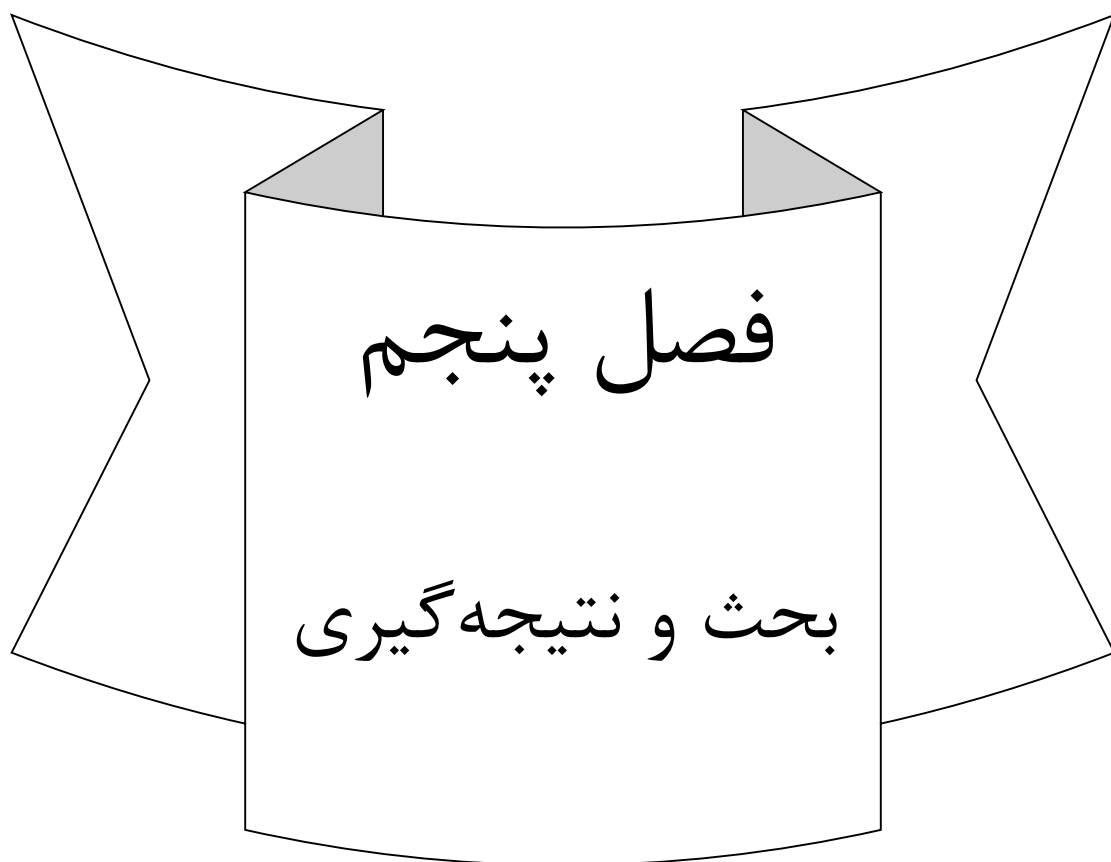
$$W' = (1, .972, .933, .906, .87, .986, .645, .533)$$

$$W' = (.146, .142, .136, .132, .127, .144, .094, .077)$$

۳۰-۴ وزن نهایی گزینه ها نسبت به محل سوئیچ ها پنجره

رتبه	وزن نهایی	
1	$.146 * .056 = .0077$	پژو پارس
3	$.142 * .056 = .0075$	سمند
4	$.136 * .056 = .0072$	تندر ۹۰
5	$.132 * .056 = .0069$	رانا
6	$.127 * .056 = .0067$	پژو ۲۰۶
2	$.144 * .056 = .0076$	پژو ۴۰۵
7	$.094 * .056 = .0049$	تیبا
8	$.077 * .056 = .004$	پراید

محل قرار گیری سوئیچ پنجره نیز بویژه در موارد اورژانسی دارای اهمیت می باشد. تا سرنشین دچار ناراحتی و اذیت شدن نشود و بدون زحمت این کار را انجام دهد. در این مورد پارس و ۴۰۵ عملکرد بهتری دارند و محل مناسبی برای سوئیچ ها دارا می باشند و ۲۰۶ و تیبا و پراید نامناسب تر می باشند و ارجحیت پایین تری دارند.



۵-۱ مقدمه

در این بخش ابتدا نتایج حاصل از پژوهش را مورد بررسی قرار داده و ضمن ارائه نتایج، یافته ها را با نتایج حاصل از تحقیقات دیگر مقایسه کرده و پیشنهادات و راهکارهای سودمند و عملی برای تحقیقات آینده ارائه می شود. لذا این فصل، شامل خلاصه تحقیق، یافته های تحقیق و بحث و بررسی آنها و پیشنهادات برگرفته از تحقیق به سایر محققین است که تمایل به پژوهش در این زمینه را دارند.

۵-۲ نتیجه گیری

ارگونومی خودرو سعی دارد ابزارها، دستگاهها و محیط کار را با توجه به در نظر گرفتن توانایی های جسمانی، فکری و محدودیتها و علائق انسانها، طراحی کند. این علم با هدف افزایش بهره‌وری با توجه به سلامتی، ایمنی و رفاه افراد در محیط کار شکل یافته است. در واقع هم هدف راحتی، سلامتی ایمنی و کاهش فشارها و جلوگیری از آسیب های عضلانی را در نظر دارد و هم هدف افزایش بهره‌وری. این علم در زمینه طراحی خودرو از این لحاظ اهمیت دارد که هدف نهایی تولید خودرو استفاده کاربر و راحتی او می باشد. به همین جهت بکار گرفتن این علم در طراحی خودرو بویژه طراحی داخلی می تواند در رسیدن به این هدف بسیار با اهمیت باشد چرا که راحتی سرنشینان هم سفری لذت بخش را برایشان به همراه دارد و هم اینکه از وقوع خطرات جاده ای و آسیب های عضلانی و همچنین آسیب های روانی جلوگیری می کند. از آن جایی که تحقیقات علمی بسیار کمی در زمینه این علم در طراحی صورت گرفته است تحقیق حاضر متغیرهای ارگونومیک طراحی داخلی خودرو را با استفاده از تحقیقات صورت گرفته و نظر کارشناسان در این زمینه را شناسایی کرده و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی اقدام به اولویت بندی آن ها کرد. به همین منظور پرسشنامه ای در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار گرفت و از آن ها خواسته شد به مقایسه این متغیر ها با یکدیگر بپردازند. سپس بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی با تعیین وزن اولویت بندی آن ها صورت گرفت و نتایج نشان دادن از نظر کارشناسان صندلی خودرو و کنترل ها مهمترین معیار ها در امر طراحی ارگونومیکی خودرو می باشند زیرا هنگام استفاده سرنشینان از وسیله نقلیه صندلی خودرو می تواند راحتی و آرامش را برایشان فراهم کند و در صورت نامناسب بودن صندلی موجب آزردهی خاطر آن ها شده و علاوه بر آن ناراحتی های عضلانی را در پی دارد. کنترل ها نیز برای ایمنی در جاده

بسیار با اهمیت می باشند. مکان قرار گیری آن ها و نوع طراحی آن ها می تواند راحتی و کاهش فشار را فراهم کند. نمایشگر ها و روشنایی داخل نیز اولویت های سوم و چهارم بودند که نمایشگرها به منظور تسریع در عملکرد اهمیت دارند و نور داخل خودرو نیز در پیدا کردن وسایل و حتی دید می تواند حائز اهمیت باشد تجزیه و تحلیل زیر معیار ها نیز نشان داد میدان دید و گودی کمر اولویت های برتر هستند زیرا ایمنی در سفر و جلوگیری از خستگی در حین سفر را برای سرنشینان فراهم می کنند.

وزن نهایی گزینه ها نیز نشان داد در تمامی موارد نسبت به زیر معیارها خودروی پارس ارگونومیک تر از بقیه خودرو ها می باشد و پراید و تیبا ضعیف ترین طراحی در ارگونومی را دارند. همچنین اینکه قیمت بالای خودرو تضمینی بر ارگونومیک بودن خودرو نمی باشد.

۵-۳ بحث و مقایسه

مایک کولیچ در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی ترجیحات سرنشینان را در راحتی صندلی خودرو با استفاده از دو روش تن سنجی و نظر سنجی به چالش کشید و به این نتیجه رسید که همیشه معیارهای ارگونومیک مربوط به آنتروپومتریک تضمین کننده راحتی سرنشینان نمی باشند. در تحقیق حاضر نیز با استفاده از نظر سنجی از مصرف کنندگان یا همان سرنشینان به این نتیجه رسیدیم که نظر مصرف کنندگان در طراحی یک خودروی ارگونومیک بسیار حائز اهمیت است و در کنار تن سنجی باید مد نظر قرار گرفته شود تا خودروی ارگونومیک تری تولید شود چرا که بیشتر تولیدات کشور ما به صورت مونتاژ می باشند و بر اساس آنتروپومتریک آن کشور ها می باشد که تضمین کننده راحتی برای جامعه ما نمی باشند به همین دلیل استفاده از نظر سرنشینان می تواند بعضی از این خودروها را به چالش بکشد.

یانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در تحقیق خود به شبیه سازی میدان دید عقب خودرو با استفاده از نظر سنجی از افراد پرداختند و از این نظرات در طراحی دید عقب خودرو و رفع مشکلات آن استفاده کردند. الیزابت و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۱ در تحقیق خود به بررسی کیفیت تصویر و میدان دید عقب ۶ خودرو با روش های آزمون و بوسیله سیستم ویدئویی پرداختند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که خودروی فورد دارای کوچکترین زاویه دید عقب و حداقل کیفیت تصویر می باشد همچنین دنگ و همکارانش در سال ۲۰۱۴ به ارزیابی زاویه دید عقب خودرو پرداختند و با استفاده از نرم افزار به بهبود آن پرداختند در تحقیق

حاضر میدان دید عقب به عنوان مهم ترین زیر معیار شناخته شد که نشان دهنده اهمیت آن می باشد. و سپس نظر افراد در خصوص ۸ خودرو ساخت داخل پرسیده شد که طی آن سمند ضعیف ترین میدان دید را داشت نتایج تحقیق می تواند به طراحان کمک کند تا براساس ترجیحات سرنشینان به طراحی بهتر آن کمک کند.

وانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۴ و جینگ چوان و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در تحقیقات خود به بررسی پارامترهای تاثیرگذار در طراحی پدال پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نیروی پدال بیشترین ارجحیت را داشت. در تحقیق حاضر نیز نیروی پدال یکی از زیرمعیارهای کنترل به خاطر اهمیت آن در بحث کنترل ها در در نظر گرفته شد و نظر افراد راجع به نیروی پدال پرسیده شد و مورد ارزیابی قرار گرفت که خودروی پارس بالاترین و خودروهای پراید ، تیبا و ۲۰۶ پایین ترین ترجیحات را داشتند

یوان گوانگ و همکارانش (۲۰۰۵) ، چون رونغ ليو (۲۰۰۵) ، تریارتی ساراسواتی (۲۰۱۰) ، بوراک (۲۰۱۵) ، احمد نورالهدی و همکارانش (۲۰۱۴) و یوزهنگ چن و همکارانش (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به طراحی ارگونومیک فضای داخلی خودرو با استفاده از روش تن سنجی و مانکن های دیجیتالی پرداختند و بیان داشتند که از نتایج آن ها می توان برای طراحی ارگونومیک استفاده کرد اما در تحقیق حاضر تلاش شد با استفاده از روش نظر سنجی به طراحی ارگونومیک فضایدخل خودرو و بهبود آن کمک کند چرا که سرنشینان مصرف کنندگان نهایی و هدف تولید خودرو می باشند پس نظر آن ها در مورد متغیرهای ارگونومیک خودرو ها و مقایسه گزینه های مختلف و ثر نتیجه بیان ترجیحاتشان می تواند به طراحان کمک کند تا هم جایگاه خود را در نظر مصرف کنندگان در یابند و هم این که از نتایج و اولویت بندی ترجیحات مصرف کنندگان در طراحی های خود استفاده کند.

نیشینا و همکارانش در سال ۲۰۰۵ در مطالعه خود به بررسی پارامترهای نرمی و سفتی و خشن بودن و صاف بودن فرمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نرم بودن فرمان در راحتی تاثیر گذار می باشد. در تحقیق حاضر بر روی دو زیر معیار شکل فرمان و اندازه فرمان مطالعه و نظر سنجی شد که نشان داد شکل فرمان اهمیت بسزایی در راحتی آن دارد که در بین گزینه ها خودروی پارس بیشترین ارجحیت را داشت که نشان از مناسب بودن طراحی شکل فرمان این خودرو می باشد و خودروی پراید ، تیبا و ۲۰۶ پایین ترین ترجیحات را داشتند.

در مطالعه ای که مری و همکارانش برای تعیین قرار دادن دست راننده در محیط ساکن در سال ۲۰۱۴ بر روی ۴ خودرو (مزد ۲، بی ام وی، میاتا و مزدا ۸-RX) انجام دادند. با روش آنتروپومتریک و پرسش از آنها ترجیحاتشان را در مورد راحت ترین محل قرار دادن دستشان بر روی فرمان را مورد بررسی قرار گرفت. آنها

به این نتیجه رسیدند که از نظر نرم بودن مزدا ۲ از نظر صافی مزدا میاتا از نظر اتصالات مزدا میاتا از نظر ارزانی و لغزندگی بی ام وی از نظر راحتی و قابلیت انعطاف مزدا RX-۸ ارجحیت داشتند همچنین نتیجه گرفتند که اکثر افراد قرار گرفتن دست را در نیمه بالایی فرمان به صورت متقارن ترجیح دادند. در همین مورد میوکی موریکا و همکارش در سال ۲۰۰۹ بر روی محل قرار گیری دست روی فرمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شکل فرمان در راحتی استفاده از آن تاثیر گذار است و همچنین بیشتر افراد در تحقیق قرار گرفتن دست در بالای فرمان را ترجیح دادند. در تحقیق حاضر با توجه به ترجیحات سرنشینان نسبت به شکل فرمان خودرو و شکل فرمان خودروی ارجح یعنی پژو پارس و پژو ۴۰۵ نشان داد که دلیل ارجح بودن این دو خودرو بخاطر طراحی متفاوت شکل فرمان آن ها نسبت به سایر خودرو ها می باشد و با توجه به ساختار شکل این فرمان ها مصرف کنندگان قرار گیری دست در پایین فرمان را ترجیح دادند.

رادو و همکارش در سال ۲۰۰۹ با به بررسی دمای هوا در خودرو پرداختند و به این نتیجه رسیدند که دمای هوا می تواند در راحتی سرنشینان در خصوص مه گرفتن شیشه جلو و رطوبت هوا با اهمیت باشد و سرانجام از مدل های ریاضی برای طراحی در زمینه آسایش حرارتی کمک گرفتند همچنین ماریانا و همکارانش در سال ۲۰۱۰ طی تحقیق خود بر روی آسایش حرارتی خودرو نارضایتی مصرف کنندگان عقب خودرو از محفظه حرارتی داخل خودرو نشان دادند و راهکارهایی برای بهبود آن ارائه دادند درآگان رزیک در سال ۲۰۱۱ نیز با مطالعه بر روی آسایش حرارتی خودرو اهمیت معیار دمای هوا در مسئله حرارت خودرو نشان داد و بیان کردند آسایش حرارتی موجب ناراحتی سرنشینان می شود در تحقیق حاضر از زیر معیار دمای هوا به عنوان معیار مهم در بحث حرارت خودرو استفاده شد سپس با استفاده از نظرات سرنشینان ترجیحات آن ها را شناخته و از این ترجیحات برای طراحی بهتر و آسایش حرارتی کمک گرفت که خودروهای پارس سمند و تندر بیشترین ارجحیت را داشتند که نشان از مناسب بودن این زیر معیار در این خودرو ها می باشد.

فان پینکونگ و همکارش در سال ۲۰۰۹ به طراحی صندلی خودرو با استفاده از روش تن سنجی پرداختند و به این نتیجه رسیدند انتخاب مواد می تواند در ساخت صندلی حائز اهمیت باشد همچنین آتول شارما و همکارانش در سال ۲۰۱۵ ارزیابی ارگونومی طراحی صندلی ماشین های مختلف را انجام دادند در نهایت به این نتیجه رسیدند که در این سه مدل ماشین تفاوت خاصی وجود ندارد اما به طور کل از نظر ارتفاع صندلی تویوتا کرولا ارگونومی تر از بقیه است و از نظر اختیار سر برای افراد قد بلند هوندا سیتی برتر است. در تحقیق حاضر از نظر سنجی برای این کار استفاده شد و به این نتیجه رسیدیم که در زمینه طراحی خودرو سه معیار گودی کمر ، ارتفاع نشیمن گاه تا کف زمین و نرمی و سفتی صندلی بیشترین اهمیت را

دارند که می توان با کمک گرفتن از ترجیحات مصرف کنندگان ارجحیت آن ها را شناخت و در طراحی مورد استفاده قرار داد. که در این زمینه خودروی پارس ارگونومیک ترین طراحی صندلی را دارا بود

لوکا و همکارانش در تحقیقی در سال ۲۰۱۰ با استفاده از نظر سنجی و روش های آماری ، تأثیر روشنایی داخلی خودرو بر ادراک رانندگان مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شدت نور بیش از حد می تواند موجب حواس پرتی راننده شود و اینکه شدت نور داخل درک بهتری از فضای داخل خودرو می دهد و به جذابیت آن کمک می کند. همچنین ویوک و همکارش در سال ۲۰۱۳ به بررسی هماهنگی نور روشنایی داخلی خودرو به دو روش اندازه گیری ارزیابی ذهنی و ارزیابی عینی پرداختند. سرانجام به درک واضحی از حد قابل قبول شدت نور و رنگ برای هماهنگی مورد انتظار در روشنایی خودرو رسیدند. تحقیق حاضر نیز شدت نور داخل را به خاطر اهمیت آن در درک و ایمنی راننده به عنوان یکی از زیر معیارها قرار دادیم و ترجیحات سرنشینان نیز در این مورد سنجیده شد که طی آن خودروی سمند از نظر شدت نور داخلی عملکرد ضعیف تری داشت. بنابراین با استفاده از نتایج ترجیحات می توان روشنایی داخل ارگونومیک را به کمک نظر مصرف کنندگان تشخیص داد همچنین جایگاه این زیر معیار در بین ترجیحات نشان از اهمیت آن از دیدگاه مصرف کنندگان دارد.

پیتز و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در تحقیقشان اندازه نمایشگر خودرو را عاملی برای بهبود تجربه و کاهش سختی کار و در نهایت ایمنی راننده بیان کردند. در تحقیق حاضر اندازه نمایشگر به عنوان یک زیر معیار انتخاب شد اما در ترجیحات زیر معیارها از دید سرنشینان اولویت پایین یهنی ۱۱ را گرفت همچنین نتایج نشان دادن تفاوت فاحشی بین اندازه نمایشگر خودروهای انتخاب شده وجود ندارد.

فاریا و همکارانش در سال ۲۰۱۲ در پژوهشی خوانایی صفحه نمایشگر خودرو را در یک آزمایش واقعی بررسی کردند و به کمک نتایج آن به بهبود کیفیت خوانایی نمایشگرها پرداختند همچنین دابرس و همکارانش در تحقیقی به ارائه روشی برای افزایش سرعت خوانایی صفحه نمایشگر پرداختند . آنها روش خود را در ۵ نوع تایپ چینی ساده اعمال کردند سرانجام به این نتیجه رسیدن که تایپ ساده تر بهترین خوانایی را دارد و از طرفی زمینه صفحه سیاه و سفید در سیاه نسبت به سفید در سیاه و سفید خوانایی را آسانتر می کند. در تحقیق حاضر زیر معیار خوانایی نمایشگر اولویت ۷ ام را بخود اختصاص داد و نتایج گزیه ها نشان داد ۲۰۶ و سمند در این مورد ارگونومی ضعیف تری دارند که با کمک ترجیحات مصرف کنندگان می توان آن را بهبود ببخشند تا به انتخاب ارجح مصرف کنندگان که در این تحقیق پژو پارس است نزدیک تر شوند.

شی ون هیسائو و همکارانش در سال ۲۰۱۳ در بررسی طراحی ظاهر دوچرخه با استفاده از FCE و FAHP به ارزیابی آیتم ها برای تعیین اولویت کلی برای ظاهر محصول استفاده کردند آنها در تحقیق خود به این

نتیجه رسیدند که بین ۵ نوع از اقلام مورد ارزیابی (فرمان ، زین ، قاب ، چرخ ها و میل لنگ) فرمان بالاترین اولویت و بعد از آن به ترتیب زین ، قاب ، میل لنگ و در آخر چرخ ها در نظر گرفته می شود شوند چرخ ها با این که بزرگترین جزء را تشکیل می دهند اما در نظر مصرف کنندگان رتبه آخر را دارند طبق گفته محققان مدل ارزیابی پیشنهاد شده در ارتباط با صنعت می تواند به طراحان در اصلاح ظاهر دوچرخه کمک کند و به شرکت کمک می کند با توجه به ترجیحات مصرف کنندگان از تهیه محصولات بیش از حد که ممکن است احتکار شود جلوگیری شود. در تحقیق حاضر نیز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی معیارها شناسایی و ارزیابی شد و در نهایت ترجیحات مصرف کنندگان رتبه بندی شد که می توان در طراحی بهتر خودرو از آن کمک گرفت.

در تحقیقی که شمس الدین و همکارانش در سال ۲۰۱۵ برای بررسی طراحی ارگونومیک برای دستگیره درب برای دو خودروی پروتون وپارادو"انجام دادند. با استفاده از روش آنتروپومتریک و روش نظر سنجی و همچنین نرم افزار ارگونومیک انجام دادند. نتایج نشان داد که بر اساس این پارامترها و ارزیابی های انجام شده خودرو پروتون راحت تر و ارگونومیک تر از خودرو پارادو است . در تحقیق حاضر ترجیحات سرنشینان در خصوص مکان دستگیره داخلی درب روی ۸ خودرو بررسی شد و نتایج نشان داد که پژوپارس ، سمند و ۴۰۵ از این لحاظ ارگونومیک ترین بودند و خودروی پراید ضعیف ترین ارجحیت را داشت.

جعفر معصوم زاده در پژوهش خود با عنوان " بررسی ارگونومیکی داخل خودروی سواری وپیشنهادهای بهسازی ارگونومیکی خودروی پیکان " در سال ۱۳۷۵ ویژگی های ارگونومیکی برخی تجهیزات داخلی خودرو پیکان برای جامعه ایران در چهار موضوع (صندلی، کنترل ، نمایشگر و برخی ویژگی های دیگر) را بررسی کرد و سپس و ویژگی های کمی را اندازه گیری کرد و و یک نظر سنجی کیفی از ایمنی و راحتی آن نیز بعمل آورد و براساس نتایج آنها پیشنهاداتی ارائه داد. در تحقیق حاضر نیز از معیارهای صندلی کنترل نمایشگر و ویژگی های خاص بر روی ۸ خودرو ساخت داخل استفاده شد و به اولویت بندی این موارد براساس ترجیحات مصرف کنندگان پرداخته شد که خودرو سازان می توانند با استفاده از این ترجیحات و مقایسه بین رقبای خود به هبود طراحی خود بپردازند

فلاح قنبری در تحقیق خود با عنوان ارزیابی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو شوکا و ارائه پیشنهادات جهت بهینه سازی در سال ۱۳۸۹ وضعیت طراحی داخلی خودرو وانت شوکا را جهت تطابق با کاربران ایرانی

در بین ۳۰ نفر از رانندگان مرد ایرانی با استفاده از روش آنتروپومتریک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که زوایای مربوط به نشست نیازمند اصلاح است و خودرو شوکا از نظر راحتی - ناراحتی و عواملی مانند نرمی و سفتی صندلی، فشار بدن سرنشین و ارتعاش خودرو وضعیت خنثی را در رانندگان نشان می دهد. در تحقیق حاضر علاوه بر صندلی خودرو ۴ معیار دیگر نیز در نظر گرفته شد و نرمی و سفتی صندلی به عنوان سومین اولویت مهم از نظر سرنشینان انتخاب شد

حامد فضل الله تبار در سال ۱۳۸۹ در تحقیقی با عنوان "چارچوب ذهنی برای راحتی صندلی براساس تکنیک ترکیبی تصمیم گیری چند معیاره و آنتروپومتري"، با استفاده از تکنیک ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی، آنتروپومتري و تاپسیس به ارزیابی راحتی صندلی خودرو در استان مازندران پرداخت. طی تحقیق خود به این نتیجه رسید که ارتفاع صندلی در راحتی صندلی بیشترین اهمیت را داشت. در تحقیق حاضر نیز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی صندلی خودرو ها مورد ارزیابی قرار گرفت اما گودی کمر صندلی و نرمی و سفتی صندلی بیشترین اهمیت را داشتند

۴-۵-۴ پیشنهادات

۴-۵-۱-۴ پیشنهادات کاربردی

استفاده از نظر مصرف کنندگان می تواند نتیجه بهتری برای طراحی ارگونومیکی خودرو بدست آورد. رتبه بندی خودرو ها می تواند به خودرو سازان برای یافتن جایگاه خود در بین رقبا در زیر معیارهای مختلف کمک کند

رتبه های برتر در هر زیر معیار در کنار هم می تواند برای طراحی ارگونومیکی خودرو بکار گرفته شود

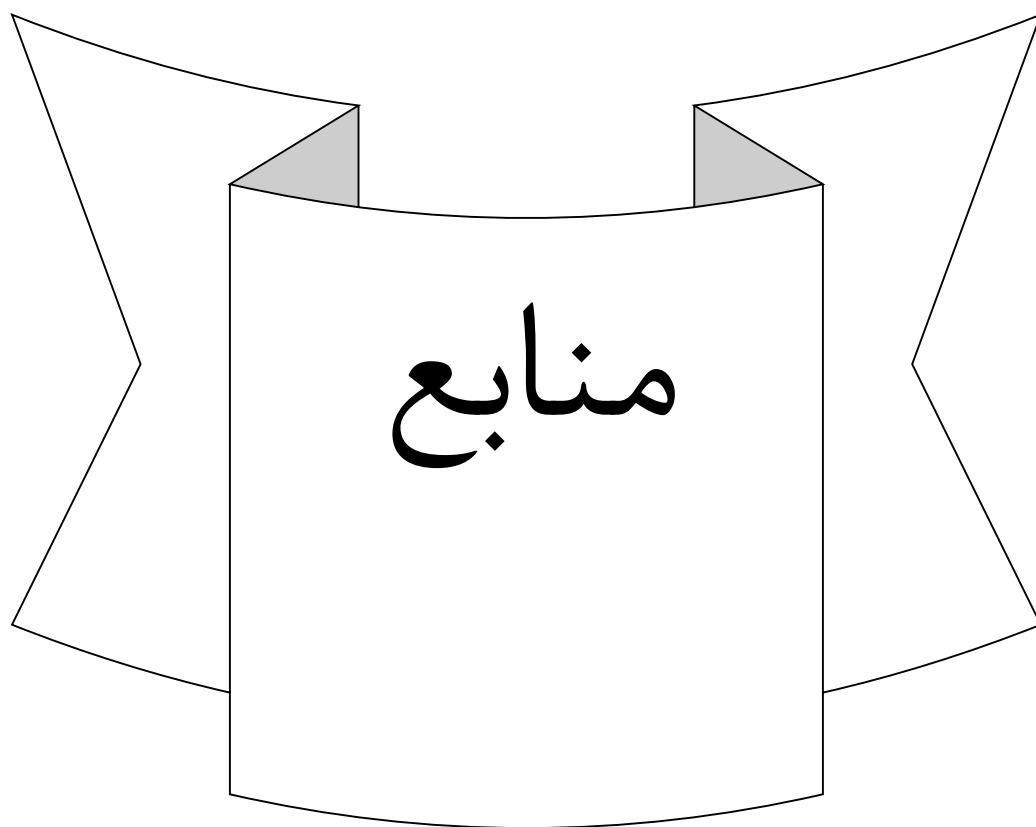
۴-۵-۲-۴ پیشنهادات آتی

پیشنهاد می شود مطالعات بیشتری بر روی مسأله ارگونومیک خودرو ها به منظور بهبود آن ها از لحاظ ارگونومی و تأثیر آن در راحتی، سلامتی و ایمنی افراد دارد پرداخته شود.

پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی مسأله ارگونومی خودرو با دو روش نظر سنجی و تن سنجی و مقایسه نتایج آن ها صورت گیرد

پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی رابطه ارگونومی خودرو با تصادفات جاده ای بررسی شود

پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی رابطه ارگونومی با سلامت جسمانی سرنشینان مورد بررسی قرار گیرد



منابع

- [1] صادقی نائینی، حسن. ۱۳۷۹. اصول ارگونومی در طراحی سیستم های حمل دستی کالا، تهران: آسانا
- [2] فلاح قنبری، محمد رضا، (۱۳۸۹) "ارزیابی ارگونومیکی طراحی داخلی خودرو شوکا و ارائه پیشنهادات جهت بهینه سازی" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم زیستی و توانبخشی، گروه ارگونومی
- [3] مظلومی، عادل، رستم آبادی اکبر (۱۳۹۰) "ارگونومی در طراحی و تولید خودرو" فصلنامه سلامت کار ایران، دوره ۸، شماره ۹، صفحه ۴-۱
- [4] معصوم زاده، جعفر، (۱۳۷۵) "بررسی ارگونومیکی داخل خودروی سواری و پیشنهاد های بهسازی ارگونومی خودروی پیکان" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، گروه مهندسی صنایع
- [5] اسلامی، شهرام (۱۳۹۲) "ارگونومی و کاربرد آن در طراحی خودرو"، مجله گسترش صنعت
- [6] گروه مکانیک - دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۹۱).
- [7] حبیبی، آرش، ایزدیان، صدیقه، سرافرازی، اعظم (۱۳۹۳)، تصمیم گیری چندمعیاره، انتشارات کتیبه گیل
- [8] اصغر پور محمد جواد، (۱۳۹۲) "تصمیم گیری چند معیاره" چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه تهران
- [9] امین، سید رضا، (۱۳۸۷) "مهندسی فاکتورهای انسانی (ارگونومی)" چاپ اول، انتشارات ماندگار، تهران صفحه ۴-۳
- [10] صدرا ابرقوئی ف ناصر (۱۳۹۳) "مهندسی عوامل انسانی (ارگونومی کاربردی)"، چاپ اول، انتشارات فناوران ف تهران، ص ۱
- [11] Vivek. D. Bhise, "ERGONOMICS in the Automotive Design Process", 2012 by Taylor & Francis Group, LLC
- [12] دکتر عارفه، فدوی. (مهر ۱۳۷۷). ارگونومی و بهره وری. مجله تدبیر، شماره ۸۶.
- [13] Konz, S, 1990, work design: Industrial Ergonomics, Worthington, OH: Publishing Horizons

- [14] هلاندر ، مارتین ، (۱۳۸۰) "مهندسی عوامل انسانی در صنعت و تولید " ترجمه چوبینه ، علیرضا ، چاپ دوم ، انتشارات تچر ، صفحه ۲۳-۲۴
- [15] Carson .R "Ergonomically Designed Tools: Selecting the Right Tool for the Job" Journal of Industrial Engineering, July 1993, PP: 27-29
- [16] Graves .R.J., Ergonomics in Practice", Ann occup. Hyg. , Vol.33, 1989, PP: 401-410
- [17] کاظمی ، بابک (۱۳۷۱) "ارگونومی را بشناسیم " تحول اداری ، شماره اول ، صفحه ۵۳-۵۷
- [18] Bundesministerium fur Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Ed.), Verkehr in Zahlen 2004/2005, Vol. 33, Deutscher Verkehrsverlag, Hamburg, ISBN 3-87 154-3 14-4.
- [19] Hertzberg, H.T.E. 1972, "The Human Buttocks in Sitting: Pressures, Patterns, and Palliatives", Society of Automotive Engineers, Inc., New York, NY, USA, 1972, SAE Technical Paper no. 72005
- [20] H. M. Salim, D. Y. Sanjay, D. Shindey and G. Deshpandey (2013), Importance of Federal Motor Vehicle Safety Standards 207/210 in Occupant Safety - A Case Study. International Conference on Design and Manufacturing, vol.64 pp. 1099- 1108.
- [21] K. Mike (2003) Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. Applied Ergonomics, vol. 34 pp. 177–184
- [22] E. B. Lucas and A. S. Onawumi (2013) Ergonomic Evaluation of In-Vehicle Interface Design of Taxicabs in Nigeria. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) Vol. 3, Issue 4, pp.566-572
- [23] E. Kazushige and M.J. Griffin (2001) Factors affecting static seat cushion comfort, Ergonomics, 44:10, 901-921. Ergonomics vol. 44, NO. 10, 901-921.london: Taylor & Francis
- [24] Kamp (2011) the influence of car-seat designs on its character experience. Applied Ergonomics vol.43 (2012) pp. 329-335
- [25] M. Nishith, N. Kajaria, N. Gulati and A. Beriya (2014) Framework to Analyse Automotive Interiors with a Focus on Ergonomics. Vol. 4, pp.309-315

- [26] Hanumant N. Kale¹, C. L. Dhamejani (2015): DESIGN PARAMETERS OF DRIVER SEAT IN AN AUTOMOBILE, International Journal of Research in Engineering and Technology eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308
- [27] Jonathan Dobres a, ↑, Nadine Chahine b, Bryan Reimer a, David Gould b, Nan Zhao” The effects of Chinese typeface design, stroke weight, and contrast polarity on glance based legibility” Displays 41 (2016) 42–495
- [28] Brahme, M. and Joshi, V. Interior Lighting Harmony, "Interior Lighting Harmony," SAE Technical Paper 2013-01-2820, 2013, doi: 10.4271/2013-01-2820
- [29] Bryan Reimera, Bruce Mehlera, Jonathan Dobresa, Joseph F. Coughlina, Steve Mattesonb, David Gouldb, Nadine Chahineb & Vladimir Levantovsky Assessing the impact of typeface design in a text-rich automotive user interface 17 September 2014: Taylor & Francis
- [30] Wu, Jia-lin, and Kong, Jun. Blind Zone of Vehicle Rearview Mirrors and Its Forecast Methods [J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & management engineering), 2010, 12, 6 (32): 958-961
- [31] Russell Marshall a , Stephen Summerskill a & Sharon Cook Development of a volumetric projection technique for the digital evaluation of field of view Loughborough Design School, Loughborough University ,Loughborough , LE11 3TU , UK Published online: 23 Jul 2013
- [33] BurkardWördenweber · JörgWallaschek · Peter Boyce · Donald Hoffman "Automotive Lighting and Human Vision" © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [34] vanescu, Mariana, Neacsu, Catalin, Tabacu, Stefan, Tabacu, Ion University of Pitesti, Automotive Department, Romania, Auto Chassis International Romania - Groupe Renault, Romania THE HUMAN THERMAL COMFORT EVALUATION INSIDE THE PASSENGER COMPARTMENT
- [35] Dragan RUŽIĆ IMPROVEMENT OF THERMAL COMFORTIN A PASSENGER CAR BY LOCALIZED AIR DISTRIBUTION (2011)

[36] Matthew P. Reed Michelle M. Lehto Michael J. Flannagan Field of View in Passenger Car Mirrors The University of Michigan Transportation Research Institute Ann Arbor, Michigan 48109-2150 U.S.A Report No. UMTRI-2000-23
June 2000

[37] Maik, kolich, (2003), "Automobile seat comfort: occupant preferences vs. Anthropometric accommodation" Applied Ergonomics 34, 177–184

[38] Xuguang Wang, Blandine Le Breton-Gadegbeku, Lionel Bouzon (2004), "Biomechanical evaluation of the comfort of automobile clutch pedal operation" International Journal of Industrial Ergonomics 34 (2004) 209–221

[40] Yuan Quan, Zhang Dong-chi, Du Wan-li, Li Bo-nan, Qin Zheng Design of an Integrative Automotive Ergonomics Experiment Platform 0-7803-9435-6/05/[39] Chunrong Liu A Mixed Strategy for Controlling Movements of Digital Humans for Automotive Ergonomic Design \$20.00 02005 IEEE

[41] Chunrong Liu A Mixed Strategy for Controlling Movements of Digital Humans for Automotive Ergonomic Design

[42] Nishina, K., Nagata, M., Ishii, N., 2006. Structural analysis of steering wheel grip comfort by the semantic differential method Proc. I MechE Part I. J. Syst. Control Eng. 220, 675e681

[43] Miyuki Morioka*, Michael J. Griffin Equivalent comfort contours for vertical vibration of steering wheels: Effect of vibration magnitude, grip force, and hand position Applied Ergonomics 40 (2009) 817–825

[45] Fan Pingqing, SongXinping Design of Automotive Seat Surface based on Ergonomics 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation

[46] Luca Caberletti, Kai Elfmann, Dr. Martin Kümmel, Prof. Christoph Schierz Influence of Ambient Lighting in Vehicle Interior on the Driver's Perception Keynotes and selected full papers Eindhoven University of Technology, Eindhoven, the Netherlands, 26-27 October 2009

[47] Triarti Saraswati, Swiss German University, Edu-Town kav. II.1 BSD, Tangerang ERGONOMIC FACTOR CONSIDERATION IN DESIGNING CARS TO

HELP AUTOMOTIVE INDUSTRIES FACE GLOBAL CHALLENGE: A PROPOSED
STUDY International Seminar on Industrial Engineering and Management

[48] Elizabeth N. Mazzae and W. Riley Garrott, National Highway Traffic Safety Administration George H. Scott Baldwin, Adam Andrella, and Larry A. Smith, Transportation Research Center, Inc" Vehicle Rearview Image Field of View and Quality Measurement" September 2011

[49] Matthew J. Pitts a, ↑, Gary Burnett b, Lee Skrypchuk c, Tom Wellings a, Alex Attridge a, Mark A. Williams" Visual–haptic feedback interaction in automotive touchscreens" Displays 33 (2012) 7–16

[50] A.W.C. Faria, ↑, D. Menotti b, a, ↑, G.L. Pappa a, D.S.D. Lara a, A. de A. Araújo, A methodology for photometric validation in vehicles visual interactive systems Expert Systems with Applications 39 (2012) 4122–4134

[51] Shih-Wen Hsiao*, Ya-Chuan Ko A study on bicycle appearance preference by using FCE and FAHP International Journal of Industrial Ergonomics 43 (2013) 264e273

[52] Mary E. Mossey a, Yubin Xi b, Shayne K. McConomy b, Johnell O. Brooks b,*, Patrick J. Rosopa a, Paul J. Venhovens" Evaluation of four steering wheels to determine driver hand placement in a static environment"Applied Ergonomics 45 (2014) 1187e1195

[53] Nurulhuda Ahmad, Seri Rahayu Kamat, Mohamad Minhat and Ahmad Yusairi Bani Hashim dan Isa Halim Modeling an Ergonomic Driving for In-Car Interaction: A Propose Framework Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia, January 7 – 9, 2014

[54] Yuzhong Chen, a,Yongqin Feng,b, Yan Yin,c and Xiaorui Zhang4, Improvement in Design and Manufacture of Automobile Based on Ergonomics Theory Applied Mechanics and Materials Vols 505-506 (2014) pp 292-296
Online: 2014-01-16 © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland

[55]Y.-W. Yu1, a, Y.-M. Deng The view analysis of automotive rearview mirrors Applied Mechanics and Materials Vols 536-537 (2014) pp 1401-1404 Online: 2014-04-04 © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland

[56] Atul Sharma¹, Suman Kant, Jagjit singh Ergonomics Evaluation of Different Car Seat Design Volume 3 Issue VI, June 2015

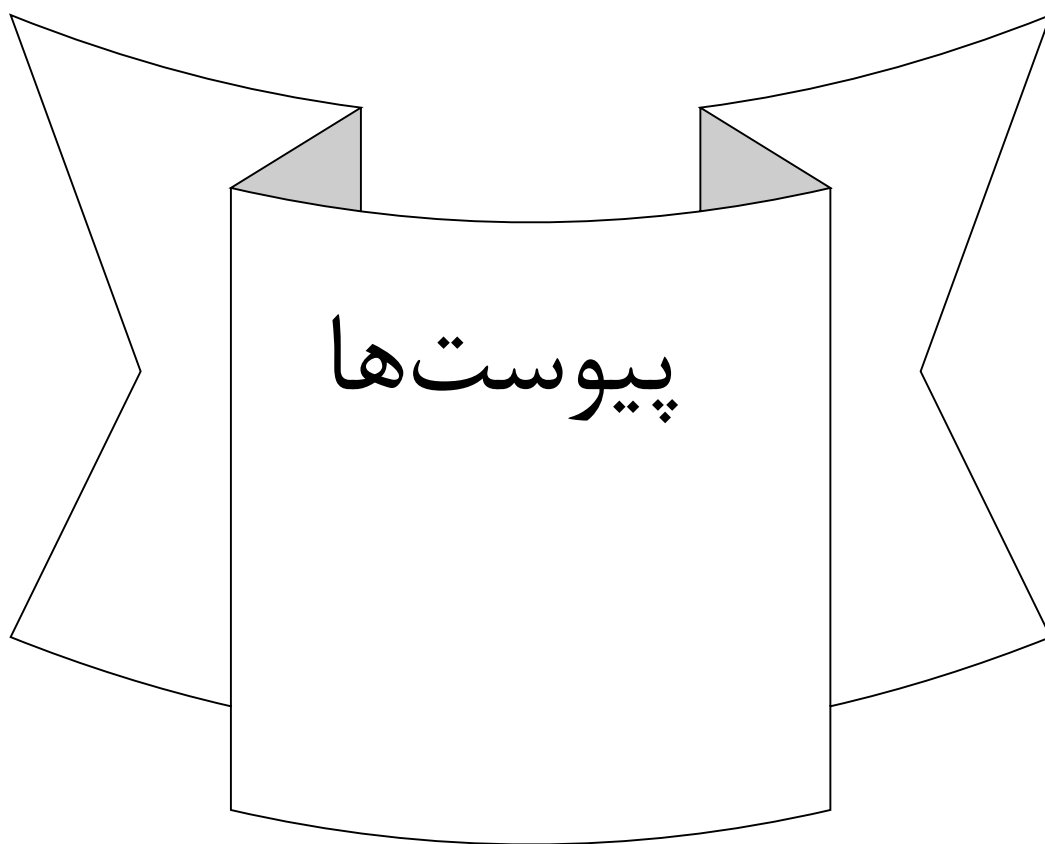
[57] KA Shamsuddin*, NI Mokhtar, MMAMM Aris, TA Abdul Razak "INVESTIGATION OF ERGONOMICS DESIGN FOR THE VEHICLE DOOR HANDLE FOR PROTON (BLM) AND PERODUA (VIVA" INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY, [Akmal, 4(9): September, 2015

[58]Hamed Fazlollahtabar" A subjective framework for seat comfort based on a heuristic multi criteria decision making technique and anthropometry" Applied Ergonomics 42 (2010) 16e28

[59] قدسی پور ، حسن (۱۳۹۲) "فرایند تحلیل سلسله مراتبی" چاپ یازدهم. تهران ، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

[60] Shafiee, M., & Ketabi, S. (2012). Optimal choice integrated marketing communication tools: Fuzzy AHP approach. Journal of Operations Research and its Applications, 34(3), 13-26.

[61] Momeni, M. (2010). New topics in operations research (Fifth Edition). Tehran: Publications Forouzesh.



پیوست ها

با سلام کارشناس گرامی:

از اینکه بخشی از وقت گرانبهای خود را به ما داده اید سپاسگزاریم، از شما در خواست می شود ضمن مطالعه این پرسشنامه به پرسشهای آن با دقت و صراحت پاسخ دهید. پیشاپیش از همکاری و همراهی شما تشکر و قدر دانی می نمایم.

۱- جدول مقایسات زوجی معیار ها با یکدیگر (هدف: اندازه گیری ارگونومیکی طراحی داخل خودرو سواری)

(لطفاً معیارها را در جدول زیر با یکدیگر مقایسه کرده و قسمت مربوطه را با علامت * مشخص کنید).

برابر - نسبتاً برابر - کم - قوی - خیلی قوی - کاملاً مطلق (قوی تر)

ویژگی های خاص (دمای هوای داخل ، مکان دستگیره داخلی درب و سوئیچ ها)	روشنایی	نمایشگرها	کنترل ها	صندلی	
صندلی	-			-	
کنترل ها	-		-	-	
نمایشگرها	-	-	-	-	
روشنایی	-	-	-	-	
ویژگی های خاص (دمای هوای داخل ، مکان دستگیره داخلی درب و سوئیچ ها)	-	-	-	-	-

2- مقایسات زوجی زیر معیارها با یکدیگر

برابر- نسبتاً برابر- کم- قوی - خیلی قوی - کاملاً مطلق (قوی تر)

ارتفاع نشیمن گاه تا کف	گودی کمر	نرمی و سفتی صندلی	اندازه فرمان	شکل فرمان	نیروی پدال	میدان دید عقب	فاصله تئتا نمایشگر	خوانایی نمایشگر	اندازه نمایشگر	شدت نور داخل	دمای داخل	محل دستگیره داخلی درب	محل سوئیچ های پنجره
ارتفاع نشیمنگاه تا کف زمین	-												
گودی کمر	-	-											
نرمی و سفتی صندلی	-	-	-										
اندازه فرمان	-	-	-										
شکل فرمان	-	-	-	-									
نیروی پدال	-	-	-	-	-								
میدان دید عقب	-	-	-	-	-	-							
فاصله تا نمایشگر	-	-	-	-	-	-	-						
خوانایی نمایشگر	-	-	-	-	-	-	-	-					
اندازه نمایشگر	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
شدت نور داخل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
دمای هوای داخل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
محل دستگیره داخلی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
محل سوئیچ های پنجره	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3- مقایسه عوامل زوجی نسبت به ارتفاع نشیمنگاه تا کف

برابر - نسبتاً برابر - کم - قوی - خیلی قوی - کاملاً مطلق (قوی تر)

پراید	تیبا	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	رانا	تندر ۹۰	سمند	پژو پارس	
							-	پژو پارس
						-	-	سمند
					-	-	-	تندر ۹۰
				-	-	-	-	رانا
			-	-	-	-	-	پژو ۲۰۶
		-	-	-	-	-	-	پژو ۴۰۵
	-	-	-	-	-	-	-	تیبا
-	-	-	-	-	-	-	-	پراید

ماتریس فوق را برای تک تک زیر معیارها به همین صورت ادامه می دهیم

Abstract

The ultimate goal of automotive production, Use user and person comfort of will be use. So that consumers comfortable as a expand element of automotive design must be considered. For this reason for the purpose of user comfort, ease of use and enhanced safety is very important to consider the principles of ergonomics in automotive design. This study variables ergonomic interior design using research conducted and the opinion of experts in the field to identify and then using fuzzy hierarchical analysis to prioritize. For this purpose, a questionnaire was provided to 12 experts and they were asked to compare these variables with each other. Then, after forming the matrix of paired comparisons were done to determine the weight of prioritization and the results showed the expert opinion are the most important criteria in designing ergonomic automotive seat and control of their automotive. Because when the occupants of the automotive seat can provide them comfort and If inappropriateness of seats would hurt them and in addition to muscle discomfort followed. The controls are also very important for road safety. Location of it and design it can provide comfortable and reduce pressure. Displays and lighting inside the display third and fourth priorities were for the purpose of accelerate performance are important and light inside the automotive can also find equipment and even see is important.

The following criteria analysis as well as the field of vision and lumbar priorities are superior. Because safety in travel and avoid fatigue during travel to provide occupants.

The final weight options indicated in all cases of the following criteria Pars automotive from the rest of the car is more ergonomic and Pride and Tiba ergonomic design are the weakest.

Also that the high price of the automotive is not guarantee that automotive ergonomic.

Keywords: ergonomics, interior design, automotive, fuzzy hierarchical analysis



Shahrood University of Technology

Faculty of Industrial Engineering and Management

Industrial Management MSc Thesis in

**Analysis ergonomic interior design of passenger cars manufactured in
Iran from the perspective of the customers to method fuzzy hierarchical
analysis**

Elham Bagheri Babaheydari

Supervisor

Dr. Saeed Hakami Nasab

February 2016